



ТРУДЫ  
XIII  
МЕЖДУНАРОДНОГО  
КОНГРЕССА  
ПО ИСТОРИИ НАУКИ

СЕКЦИЯ XI

ACTES

SECTION XI

PROCEEDINGS

SECTION XI

BEITRÄGE

SEKTION XI



**ТРУДЫ XIII МЕЖДУНАРОДНОГО КОНГРЕССА  
ПО ИСТОРИИ НАУКИ**

МОСКВА, 18–24 АВГУСТА, 1971 г.

**ACTES du XIII<sup>e</sup> CONGRES INTERNATIONAL  
D'HISTOIRE DES SCIENCES**

MOSCOU, 18–24 AOÛT, 1971

**PROCEEDINGS of XIII<sup>th</sup> INTERNATIONAL  
CONGRESS  
OF THE HISTORY OF SCIENCE**

MOSCOW, AUGUST 18–24, 1971

**BEITRÄGE zum XIII INTERNATIONALEN  
KONGRESS FÜR GESCHICHTE  
DER WISSENSCHAFT**

MOSKAU, 18–24 AUGUST, 1971

**БЮРО ОРГАНИЗАЦИОННОГО КОМИТЕТА**

**ПРЕДСЕДАТЕЛЬ**

**академик Б. М. КЕДРОВ**

**ЗАМЕСТИТЕЛИ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ:**

**доктор физико-математических наук А. Т. ГРИГОРЬЯН**

**член-корреспондент АН СССР С. Р. МИКУЛИНСКИЙ**

**кандидат технических наук А. С. ФЕДОРОВ**

**доктор физико-математических наук А. П. ЮШКЕВИЧ**

**ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ**

**кандидат физико-математических наук А. И. ВОЛОДАРСКИЙ**

**BUREAU DU COMITE D'ORGANISATION**

**PRÉSIDENT**

**Prof. Boniface KEDROV**

**VICE-PRÉSIDENTS:**

**Dr. Alexandre FEDOROV**

**Prof. Achote GRIGORIAN**

**Prof. Semen MIKOULINSKI**

**Prof. Adolphe YOUSCHKEVITCH**

**SECRETÉAIRE**

**Dr. Alexandre VOLODARSKI**

СЕКЦИЯ XI SECTION XI SECTION XI  
SEKTION XI

**ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ**  
**HISTOIRE DE LA TECHNIQUE**  
**THE HISTORY OF TECHNOLOGY**  
**GESCHICHTE DER TECHNIK**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

EDITIONS «NAOUKA»

Москва 1974

Настоящий том является одним из 13 томов издания "Труды XIII Международного конгресса по истории науки", который проходил в Москве с 18 по 24 августа 1972 г. В данном томе содержатся доклады, прочитанные на секции "История техники". Они посвящены изучению закономерностей развития технических наук, методологическим и философским проблемам истории технических наук в целом и отдельных технических дисциплин.

Организаторы: И.И. Артоболевский, А.А.Чеканов, Н.В. Мельников, Б.А. Розентретер, В.С. Виргинский, В.И. Сифоров, В.В. Большаков

Organisateurs: I.I. Artobolevski, A.A. Tchekanov, N.V. Melnikov, B.A. Rosentreter, V.S. Virginski, V.I. Siforov, V.V. Bolschakov

Издание осуществлено способом офсетной печати с оригиналов, представленных Оргкомитетом XIII Международного конгресса по истории науки. Тексты докладов на английском, немецком, русском, французском языках публикуются с оригиналов, представленных авторами.

Труды XIII Международного конгресса по истории техники  
Секция XI

Утверждено к печати Институтом истории естествознания и техники

Художественный редактор Жданов А.Н.

Технические редакторы Сурикова Л.М., Бякерова С.М.

Подписано к печати 27/II-74 г. Формат 60x90 1/16. Усл. печ. л. 21,25  
Уч.-изд. л. 21,29. Т-01757. Тираж 2500 экз. Тип. зак. 1019 Бумага офсетная №1  
Цена 1 р. 49 к.

Книга издана офсетным способом

Издательство "Наука", 103717 ГСП, Москва, К-62, Подсосенский пер., 21  
1-я типография издательства "Наука", 199034, Ленинград, В-34, 9-линия, 12

Войцех Гаспарски (ПНР)

## ОТ ПЕРВОБЫТНОЙ ПОТРЕБНОСТИ К СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКЕ (ИНЖЕНЕРИИ)

(Вопросы методологии проектирования)

Стараясь облегчить достижения трудных целей и сделать возможной реализацию тех из них, которые сопряжены с особенными трудностями, человек предпринимает предварительные действия, которые можно определить как препарацию (подготовление).

Особенно важную роль в этой препарации сыграли действия, заключающиеся в обогащении человека аппаратурой, иначе говоря, в инструментализации действий. Первобытный человек использовал аппаратуру, данную ему самой природой — естественные предметы, затем он сам начал создавать аппаратуру — технические предметы. Растущая потребность в технических предметах, а также их сложная структура имели своим результатом обособление действий, заключающееся в материальной реализации этих предметов.

В свою очередь, момент размышления, предшествующий реализационным действиям, стал отдельным видом препарации. Таким образом возникла современная техника (инженерия), вмещающая и проектирование в широком смысле и материальную реализацию технических предметов.

Подобно тому, как сложная структура действий создала потребность в их инструментализационной и мысленной препарации, так же в настоящее время требует препарации само это размышление, которое выделяется в новую научную дисциплину — методологию проектирования.

В пятидесятые годы появляются первые методологические труды, в которых заключались ценные элементы научного анализа проектирования. Так образовалось инженерное дело систем. А.Д.Гелль в качестве причины его обособления указывает сложность объектов, с которыми техника (и не только техника) начала соприкасаться.

Появляются труды таких авторов (в порядке изданий), как: Ф.Звицки (F.Zwicky), Ф.Кессельринг (F.Kesselring), Д.П.Экман (D.P.Eckman), Р.В.Кугель (R.W.Kugel), М.Асимов (Asimow), М.И.Ипатов (M.I.Ipatow), М.К.Старп (M.K.Starr), Г.С.Альтшуллер (G.S.Altzuller), Е.Ф.Крик (E.V.Krick), И.Ф.Диксон (J.R.Dixon), Р.Е.Маколь (R.E.Machol), С.А.Грегори (S.A.Gregory), Ф.Гансен (F.Hansen), Д.С.Львов (D.S.Lwow), Т.Т.Лудсон (T.T.Woodson), Г.Надлер (G.Nadler), Э.М.Барти (E.M.Bartee), Д.Моррисон (D.Morrison), и другие. Труды польских авторов: З.Васютыньски (Z.Wasiutynski), В.Валентынович (W.Walentynowicz), Ц.Бомбиньски (C.Babinski), В.В.Боярски (W.W.Bojarski), И.Дитрих (J.Dietrich).

Основным и в настоящее время почти классическим следует признать труд М.Асимова, являющийся попыткой общего разъяснения сущности инженерного проектирования. Этот труд можно рассматривать как первый шаг на пути создания основ теории проектирования как теории изобретательства (Г.С.Альтшуллер), науки о проектировании, как предлагает С.А.Грегори, или, наконец, методологии проектирования, как склонны мы ее называть.

До настоящего времени труды в области методологии проектирования основывались на богатом историческом опыте отдельных разделов техники.

Однако, кажется, что на проектирование можно взглянуть шире и с другой стороны, а именно со стороны материала, обрабатываемого проектантом. Такой взгляд способствует объяснению методологии проектирования в русле обычной трактовки методологии наук. Правда, проектирование отличается от иного исследования целью (высшей), но сходно с ним родом обрабатываемого материала.

Целью науки является познание действительности, опирающееся на методы.

Целью проектирования является перемена действительности, основанная на научном познании и согласная с общепринятыми критериями значения. Материалом, переработанным и в процессе научного исследования и в процессе проектирования, является информация.

Такая постановка вопроса побуждает перенести на почву методологии проектирования различия, введенные в методологию наук известным польским логиком и методологом Казимежем Айдукевичем (1965). Согласно этим различиям, выделим в границах методологии проектирования методологию прагматическую и методологию апрагматическую.

Прагматическая методология занимается совокупностью действий, выполняемых теми, кто проектирует, то есть ремеслом проектантов как таковых. Таким образом, занимается она типами проектотворческих действий, описанием процедур, ведущих к решению проектных вопросов, кодификацией норм правильного действия при проектировании.

Апрагматическая методология занимается плодами действий по созданию проектов, к которым пришли проектанты в своем стремлении к изменению действительности, опираясь на познания действительности, и согласных с признанными общественно оценками.

Наиболее развитыми являются отделы апрагматических детальных методологий некоторых технических объектов, главным образом тех объектов, которые возможно описать математическим языком.

Прагматическая методология проектирования, которая трактует процесс, применяемый при выполнении проектирования, относится таким образом к наукам о поведении человека, следовательно, к наукам гуманитарным. Здесь применяются методы, присущие тем наукам, которые резко отличаются от наук использующих математические методы. Однако и в рамках прагматической методологии предпринимаются попытки трактования самого проектирования способом, дающим возможность выполнения действий по созданию проектов математическими машинами. Правда, в настоящее время только некоторые действия, связанные с проектированием, и то не творческие, но опытные (рутинные), могут выполняться математическими машинами; однако продолжают поиски способов, дающих возможность выполнять творческую работу проектирования при помощи машин. Это проектирование проектирования в стремлении сформулировать алгоритмы проектирования ведет к формулировке квазиалгоритмов процедуры создания проекта. Этот раздел прагматической методологии проектирования называем методикой проектирования, как ссылающуюся на тезисы прагматической методологии проектирования.

Поиски алгоритмов решения проектных проблем похожи некоторым образом на поиски действий доказательств тезисов при помощи математической машины, которые "заставляя проводить очень подробный анализ доказательств" позволяют взглянуть на этот процесс совершенно с иной стороны, "со стороны организации труда: каким образом и как наиболее точно выполнить большое количество операций. Ведет это в результате к новым вопросам, которые в случае ручного труда не появлялись..." (З.Павляк, 1965).

Что касается проектосозидательных процедур, алгоритмизация создания проектов также требует детального анализа труда проектанта. Благодаря этому обнаруживается то, что для эффективности этого труда необходимо, и что решает его организацию.

Охарактеризованную таким образом методологию проектирования следует рассматривать в контексте широко понимаемого наукознания, как занимающуюся исследованием промежуточной фазы между научными исследованиями и их практическим применением.

И.И.Артоболевский, Б.А.Розентререр,  
А.А.Чеканов (СССР)

#### ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ В СССР (1917-1967 гг.)

В основу данного доклада положен пятитомный труд "Очерки развития техники в СССР (1917-1967 гг)". Книги создавались большим коллективом ученых и специалистов разных отраслей промышленности, транспорта и сельского хозяйства по плану - проспекту, подготовленному Сектором истории техники в СССР, обсужденному на конференции специалистов 26. XI 1963 г. и утвержденному Дирекцией Института истории естествознания и техники.

В "Очерках" прослеживается технический прогресс в главнейших отраслях народного хозяйства во взаимосвязи с развитием объемов производства и развитием науки. Изложение ведется по четырем историческим периодам: 1) восстановление народного хозяйства после первой мировой и гражданской войн, 2) реконструкция промышленности и индустриализация страны (1928-1941 гг.), 3) Великая Отечественная война 1941-1945 гг. и восстановление народного хозяйства с доведением производства до уровня первой половины 1941 г. (1941-1949 гг.), 4) техническое перевооружение народного хозяйства страны и создание материально-технической базы коммунизма (после 1950 г.).

Известно, что техника дореволюционной России в ряде отраслей промышленности и транспорта находилась на уровне зарубежной, в других отраслях (таких, как добыча полезных ископаемых, металлургия, машиностроение, особенно станкостроение и электромашиностроение) значительно отставала от уровня развития мировой техники. Это приводило к необходимости импортировать не только промышленное оборудование, но и некоторые виды сырья.

В период восстановления народного хозяйства после первой мировой и гражданской войн В.И. Лениным был выдвинут лозунг об электрификации страны и мобилизации сил и средств на восстановление в первую очередь топливной промышленности и транспорта. Специальной комиссией был разработан первый научный перспективный план развития народного хозяйства страны — ГОЭЛРО. Базой для восстановления в основном служила старая техника и частично машины и оборудование, приобретенные за рубежом.

Период индустриализации страны и реконструкции промышленности проходил под лозунгом "Техника в период реконструкции решает все". Быстрое развитие металлургии, машиностроения и электромашиностроения, электросвязи и радиопромышленности, энергетики страны позволили оснастить новой техникой промышленность, транспорт, сельское хозяйство, развить производство и почти полностью освободить страну от импорта оборудования и материалов. Активно внедрялись средства автоматики и телемеханики на промышленных предприятиях, средства телеуправления и телеизмерения в энергосистемах, на промышленном и городском транспорте. В годы индустриализации страны существенные качественные и количественные достижения имели место в автомобиле- и самолетостроении, а также в оборонной технике. Высокий темп индустриализации страны был нарушен в 1941 году, развязанной гитлеризмом войной, приведшей к массовой эвакуации заводов и предприятий в восточные районы страны и переводу всего народного хозяйства на военные рельсы. Осваивались новые виды боевой техники, росло массово-поточное производство самолетов, танков, разных видов вооружения и боеприпасов. Сплоченные Коммунистической партией советские рабочие, инженеры и ученые быстро восстанавливали эвакуированные предприятия, строили новые заводы на Урале и в Сибири, и это позволило резко увеличить производство военной техники, что явилось одной из решающих предпосылок победы СССР в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.

Еще продолжались ожесточенные сражения на Западе, а в освобожденных районах страны полным ходом шла работа по восстановлению народного хозяйства и оснащению производственных предприятий передовой техникой. За короткий срок наша страна довела выпуск промышленной продукции и производство предметов потребления до довоенного уровня. Восстановление предприятий в послевоенные годы сочеталось с реконструкцией их, а иногда и целых отраслей промышленности на основе передовой техники и широкого внедрения новой технологии производства.

В начале 50-х годов страна вступила в эпоху современной научно-технической революции, одной из черт которой было применение систем машин для комплексной механизации и автоматизации важнейших производственных процессов в промышленности, на транспорте и в сельском хозяйстве. Совершалась замена комплексно-механизированных на комплексно-автоматизированные системы, у которых логические и контрольно-управляющие функции человека передавались оптимизирующим процессам электронно-вычислительным машинам.

С шестидесятых годов в ряде отраслей стали применяться автоматизированные системы управления (АСУ) отдельными производствами или целыми предприятиями (в Москве, Ленинграде и других районах), энергосистемами страны, базами оптовой торговли (Вильнюс), республиканским материально-техническим снабжением (Литовская ССР). Внедрение АСУ повысило эффективность производства, сократило ряд структурных подразделений и высвободило из сферы управления производством, органов планирования и снабжения часть работников.

Период научно-технической революции характеризуется повышением уровня и параметров промышленной энергетики, включая и применение атомной энергии, углублением электрофикации всех отраслей народного хозяйства, внедрением электроники, средств дальней радиосвязи, созданием новых материалов с заранее заданными свойствами, освоением космического пространства. Наука получает широкое промышленное использование и становится непосредственной производительной силой.

Не имея возможности в рамках доклада рассмотреть характерные особенности развития техники в каждом из четырех периодов, остановимся на главнейших тенденциях технического прогресса после Великой Октябрьской революции, сводящихся к следующему.

1. Интенсификация технологических и физико-химических процессов с заменой устаревшей технологии новой, изменением в лучшую сторону рабочих параметров машин и установок, повышением единичной мощности, к.п.д, скорости, дальности и экономичности транспортных средств, применением высокотемпературных и низкотемпературных процессов и т.п.

2. Механизация отдельных производственных операций и (с 40-х годов) целых комплексов операций и процессов с объединением машин в непрерывно действующие агрегаты, комбайны, линии и с увеличением производственных мощностей участков, цехов, целых предприятий.

3. Переход на непрерывные процессы с комплексной автоматизацией производства (в 50-е годы и позднее) с передачей всех функций человека управляющим машинам и техническим средствам.

4. Повышение надежности выпускаемых машин и установок, внедрение аппаратуры для контроля за их работой и ходом технологических процессов путем применения приборов радиоактивной дефектоскопии, радиоактивных изотопов и управляющих ЭЦВМ.

5. Внедрение поточных и автоматических линий в пищевой, обувной, ткацкой, прядильной и других областях легкой промышленности, переход на безниточный способ соединения деталей одежды из тканей и трикотажа, на применение безверетенных прядильных машин и бесчелночных ткацких станков, на полуавтоматическое производство обуви клеевым методом, горячей вулканизацией и другими высокопроизводительными способами.

6. Вовлечение в промышленный оборот таких сырьевых ресурсов и таких технологических процессов, которые исключают возможность непосредственного контакта обслуживающего персонала с элементами производства (добыча нефти из глубоких скважин, получение атомной энергии в урановых котлах и т.п.).

7. Развитие и углубление работ по созданию синтетических материалов: каучука, красок из каменноугольной смолы, жидкого топлива из каменного угля, сланца и торфа, различных тканей, искусственных алмазов. Достигнуты успехи по созданию высокопрочных и выдерживающих сверхвысокие и сверхнизкие температуры материалов, кремний-органических и синтезированных полимеров для изготовления искусственных органов человека, а также особочистых материалов.

8. Унификация и стандартизация деталей и узлов машинного оборудования, крепежных деталей, подшипников и других элементов машин.

9. В период современной научно-технической революции наука прокладывает путь научно-техническому прогрессу. Под воздействием фундаментальных и прикладных наук технике, одному из важных элементов производительных сил общества, присуще ускоренное развитие. Вследствие этого быстро растут объемы производства в промышленности и сельском хозяйстве для удовлетворения потребностей народа.

Перспективными направлениями развития техники являются:

а) дальнейшее повышение рабочих параметров и к.п.д. машин и установок, повышение температуры и давления пара в теплоэнергетике, скоростей движения и мощности транспортных средств, к.п.д. энергетических установок, в частности путем использования методов прямого преобразования тепловой или ядерной энергии в электрическую;

б) резкое повышение точности обработки, надежности и долговечности машин, повышение ресурсов станков, деталей и т.п.

в) развитие комплексной автоматизации машин и процессов, расширение применения автоматизированных систем управления (АСУ) в промышленности, на транспорте и в сельском хозяйстве;

г) объединение районных энергосистем в мощную объединенную энергосистему страны, создание из магистральных газопроводов общей газовой системы с целью правильного распределения и использования газа в промышленности и быту;

д) совершенствование топливно-энергетического баланса страны;

е) широкое вовлечение в энергетический баланс атомной энергетики на базе реакторов-конвертеров и реакторов на быстрых нейтронах; расширение исследований по проблеме управляемого термоядерного синтеза;

ж) использование в промышленной и сельскохозяйственной практике радиационно-химических методов производства новых материалов с применением ускорителей заряженных частиц, облучающих установок для предпосевной обработки семян, дезинфекции зерна, стерилизации и т.п.;

з) расширение номенклатуры орбитальных станций и автоматических средств исследования космического пространства для использования его в мирных целях.

Предпосылкой для ускорения научно-технического прогресса, особенно по новым направлениям, является создание хорошо оснащенных научно-производственных объединений, в которых научные исследования и конструкторские разработки сочетаются с экспериментированием, созданием опытных образцов, их стендовыми и производственными испытаниями и последующей доводкой до серийного производства. В этом случае системный комплексный подход к изучению явлений, характерный для современной науки, получит наиболее полное проявление в социалистическом народном хозяйстве.

The early Industrial Revolution gave us steam engines and textile machinery. Built through the individual skills of blacksmiths, founders, and woodworkers using very little machinery, these machines greatly increased productivity but they were neither durable nor easily repaired. This was because each part was specially and only rudely fitted to its mate.

At the same time another movement was under way, so radical in concept, that it evolved into what may be called Phase Two of the Industrial Revolution. It concerned making all the parts of a military musket so alike, by the use of machinery and gages, that both production and repair costs were greatly reduced. With refinements it has spread to all manufactures in industrialized countries.

A book published in Portugal in 1718, Espingarda Perfeyta (The Perfect Gun) tells us much about gunmaking, particularly sporting guns. Most interesting is the wealth of detail about design, measuring, the defects to be guarded against, and the use of gages to ensure high quality. Interchangeability was not stressed, the guns being individually commissioned. Many useful techniques are, however, revealed.

The first nation to support work on the problems of interchangeable arms was France about 1722. Work was abandoned after a few years. Revived again in the 1770, Honore Blanc devised a system of die forging, filing in jigs, and sizing in cutting dies. He greatly surpassed previous work. His work was disrupted but not before coming to the attention of the United States and probably other nations. Thomas Jefferson, U.S. Minister in Paris, personally chose parts at random and assembled guns from Blanc's parts. In 1798 Eli Whitney contracted to make 10,000 muskets for the United States using machinery.

His contract called for all to be finished in two years although he began without building, machinery or specific experience. Predictably, he failed to deliver. The first suggestion that he was using interchangeable principles comes in 1803 when there was a threat to cancel his contract. Then he showed officials one musket on which he could fit ten different locks. This seems to have been a bold and artful deception as the demonstration cannot now be repeated with surviving examples of his work. It was ten, instead of two years, before he completed his contract in 1808 and none were interchangeable. In this same year new contracts were placed but Whitney's name was not among them as if to show that government would give untried men a chance, but would not support and obvious failure. Five years later, in 1813, a milestone was reached in a contract with Simeon North which specified that "the component parts of pistols, are to correspond so exactly that any limb or part of one Pistol, may be fitted to any other Pistol of the Twenty thousand". North had to build and equip a new armory before starting delivery in 1815. Examples of pistols from this contract show that the parts of the locks are made without distinctive markings. Realizing the value of his work, he called for a review of his armory, in 1816, by the Superintendents of the two national armories. Sceptical before their inspection, they were immediately convinced. Within two months North was at Harpers Ferry to initiate work on his "uniform plan of work." Research indicates that North's outstanding achievements consisted in turning the barrels, in machinery for stocking and in devising the earliest known true milling machines. Reference to North's milling machine, carelessly assigned to Whitney in 1912, led to the widely accepted, although erroneous, belief that Whitney was the inventor.

Neither Springfield nor Harpers Ferry was able to eliminate marked parts as North had but barrel turning was intro-

duced and the stage was set for great changes at both armories.

At Springfield Thomas Blanchard provided a barrel turning lathe that turned the two flat sides at the breech. He also made barrel polishing machinery and then his famous irregular lathe for turning the stock to finished shape. During the next eight years he designed and perfected a series of machines that completely mechanized stockmaking.

At Harpers Ferry John H. Hall, inventor of a breech-loading rifle began making it, using interchangeable methods. He arrived in 1817 and undoubtedly was well aware of North's system, brought there the previous year. After preliminaries he began in 1819 to build machinery and to produce 1000 rifles. These were delivered in 1824, the first entirely interchangeable guns made for United States service. Owing to special design features and to the great cost of his special machines, it was not practical to extend his system to conventional arms. The first conventional musket entirely made by the interchangeable system was produced at Springfield in 1844.

In 1845 a new contractor, Robbins, Kendall & Lawrence, of Windsor, Vermont, built an entirely new armory equipping it with the latest and finest machinery. It was the first built specifically for the perfected interchangeability system. They obtained a prize at the Crystal Palace Industrial Exposition in London in 1851, as did Colt's revolvers. These led Parliament to send a Commission to the United States in 1854 investigating manufacturing methods. The outcome was the placing of orders for machinery and gages to equip the Enfield Armory for what they called the "American" system. Robbins & Lawrence supplied most of this machinery and also made the first Enfield interchangeable rifles. Today this armory is the American Precision Museum, and several original machines of the 1840s and 1850s are preserved in their collections, as are original drawings of others.

For about sixty years before this great apathy seems to have characterized the public armories in England. Parts were still bought in the rough and hand fitted together. Progress among the private manufacturers is more difficult to assess, but patents show that there was activity. Not revealed is whether or not any of Blanc's methods were in use. Our best insight into the state of the trade in England may be gleaned between the lines of a remarkable book, The History and Description of Tula Armory by Joseph Gamel, Moscow, 1826. This describes the modernization of the Armory at Tula between 1812 and 1826. Forty machines are illustrated giving names and contributions of Russian workmen. In one case, a tumbler milling machine of English hand-operated type is contrasted with a power-driven adaptation of Russian origin. Another plate shows a very interesting lathe with travelling back rest patented by two Englishmen in 1811. One patentee, John Jones, removed to Tula where, in 1824, he improved his lathe by arranging for the arbor supporting the barrel to be under high tension. The stress of this was so great that the frame of the machine had to be strengthened. Barrel turning lathes used in armories in the United States at this time had wooden frames with iron attachments. The barrels were prevented from deflecting during cutting by a series of fixed supports that could be moved aside to allow the cutter to pass. Thus Gamel's book gives valuable perspective into the development of armory machinery in the United States. We must assume that in both Russia and the United States there was influence from both England and France. The problem is to establish what was brought from abroad and what was developed locally. Another example for the historian of interchangeable manufacture is Gamel's illustration of a drop hammer and a full variety of forging dies for it. For generations we have believed that drop forging was devised by John H. Hall as an armory technique. Now we can see that the drop hammer probably came to both countries in well developed form.

Change came very rapidly in armories in the United States beginning about 1840 when the introduction of iron planing machinery made improved machine tools inexpensive. Soon too, vernier and micrometer calipers greatly improved sizing and gaging.

In closing I would like to call for scholarly research in the archives of appropriate countries. How did the system develop in France? Did the machinery at Tula in 1826 influence other countries? Was similar or perhaps more improved machinery installed at the other Russian armories at Izhevsk and Sestroretsk? Has the full story of developing gages at Eskiltuna Armory in Sweden been told? What happened in German armories as at St. Blaise in the Black Forest soon after 1800?

Time does not permit presenting the wealth of information which I have discovered or to detail what I believe remains to be discovered elsewhere. As one contribution I have initiated translations into English of Espingarda Perefeyte and The History and Description of Tula Armory. Until this dormant history is evaluated and published a definitive history of the evolution of Interchangeable Manufacture cannot be written. I consider this history so important, because it is the foundation of modern industrial methods, that I refer to it as Phase Two of the Industrial Revolution.

Вс.И.Остольский (СССР)

#### О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ИСТОРИКОВ ТЕХНИКИ

Среди многих научно-организационных и методических проблем современности особое место занимает проблема методики изучения истории техники — одной из наиболее молодых исторических дисциплин.

Познавательная и практическая значимость такого изучения вряд ли нуждается теперь в каких-либо специальных доказательствах. Накопление и систематизация историко-технических фактов, их исследование и

обобщение, прослеживание противоречий, возникающих в ходе технического развития, установление их причин и оценка применявшихся средств и способов их преодоления, — все это во многом определяет степень обоснованности суждений о реально достигнутых успехах научно-технического прогресса и о вероятных направлениях и темпах его дальнейшего поступательного движения. Именно в этом заключается назначение истории техники как теоретической и прикладной науки, устанавливающей существование закономерных единственных связей между последовательно сменяющимися событиями единого исторического процесса. Этим же определяются все более возрастающие требования к историко-техническим исследованиям, к многосторонней осведомленности и профессиональному мастерству их исполнителей.

Очевидно, что инженерная подготовка в широком диапазоне теоретических знаний и производственного опыта нужна для историка техники в не меньшей мере, чем для исследователя, занятого разработкой современных научно-технических проблем. Без качественного инженерного анализа невозможно критическое рассмотрение последовательно сменявшихся различных конструктивных форм орудий труда и различных методов производственной технологии, равно как невозможны прослеживание многообразных и сложных событий технического развития на всех этапах его истории, осмысливание этого развития в аспекте современности, выявление его внутреннего единства и исторической преемственности. Но также очевидно, что ограниченный относительно узкими рамками собственно технической проблематики такой анализ оказывается столь же ограниченным в возможностях комплексного изучения крайне разветвленных технических, социальных, экономических и естественно-научных связей.

Между тем, техника никогда не была изолированной областью человеческой деятельности. Она никогда не развивалась независимо от развития общественно-экономических отношений и никогда не отказывалась от использования постоянно расширявшихся и совершенствовавшихся представлений о законах природы. Таким образом, решение главной задачи историко-технических исследований — раскрытия логических основ развития техники и, в конечном итоге, подготовки исходных положений ее общей теории, настоятельно необходимых для объективной оценки ее современного состояния и для обстоятельной аргументации инженерного прогнозирования, — предполагает рассмотрение процессов этого развития в их прямых и опосредствованных взаимозависимостях и взаимодействии с процессами и событиями истории естествознания и социально-экономической истории. В этом заключаются существенные методологические и методические особенности исторического подхода к изучению технических проблем и этим же обусловлено современное понимание истории техники как интегральной (пограничной) науки, сформировавшейся на стыке технических, естественных и гуманитарных наук.

Историками техники выполнено немало полезных и ценных исследовательских работ. И все же то многое, что уже сделано в этой области, характеризует лишь становление новой научной дисциплины, период поисков исходных исследовательских концепций и рациональных

рабочих методик. И если накопленный опыт проведения таких работ свидетельствует о постепенном переходе от простых историко-технических обзоров и формально-описательных разысканий к фундаментальным исследованиям и обобщениям, от обособленной и в значительной своей части случайной деятельности любителей-одиночек к последовательно расширяющейся и целенаправленной деятельности исследовательских коллективов, если в нем достаточно отчетливо прослеживается возрастание практической значимости получаемых результатов, то он же неоспоримо свидетельствует о все более настоятельной необходимости совершенствования принятой системы профессионального образования исследовательских кадров.

Подобно ряду других научных дисциплин (философии, социологии, истории естествознания и пр.) история техники относится к синтезирующей области знаний. Характерный для нее принцип интегральности предполагает совместное (комплексное) рассмотрение всех внутренних и внешних побуждающих и сдерживающих факторов изучаемых событий и явлений в их сложной исторической соподчиненности и взаимосвязи. Именно эта особенность во многом определяет повышенные требования к разносторонней осведомленности исследователей и, следовательно, к степени универсальности их профессиональной подготовки.

Такая подготовка не предусматривает универсальности последующей научно-исследовательской деятельности. Конкретные исследования истории отдельных направлений технического прогресса, ограниченных отраслевыми, территориальными и хронологическими пределами, так же закономерны, как и исследования социально-экономической истории отдельных стран и народов в различные эпохи или как узко специализированная работа инженеров и техников в отдельных отраслях материального производства. Больше того: без частных монографических исследований крайне затруднено выполнение сводных исследовательских работ. Но ограничения производственной и исследовательской деятельности, обусловливаемые нарастающей дифференциацией теоретических и прикладных знаний и соответственно увеличивающимся членением промышленных производств, отнюдь не исключают реальную потребность в широком общепромышленном образовании производственно-технического персонала, также как относительная узость специализации историков-славистов, сиологов или африканистов, византиноведов, медиевистов и др. не исключает обязательность их широкого общеисторического образования. Таковы основные предпосылки, при рассмотрении которых все очевиднее и настоятельнее становится необходимость введения хорошо организованной системы многосторонней профессиональной подготовки историков техники.

Успешность такой подготовки, проводимой в рамках аспирантуры и определяющей, в конечном итоге, успешность формирования рациональной исследовательской школы, во многом зависит от тщательности отбора поступающих в аспирантуру, — от широты их общих представлений об истории техники как научной дисциплине, о ее методологических и методических основах, о ее назначении и месте в ряду других дисциплин. Именно оценка качественного уровня этих представлений, а не результаты проверки запаса формальных сведений о событиях, именах

и датах, должна (наряду с оценкой уровня инженерных знаний поступающих) стать решающим критерием такого отбора.

Столь же существенно приведение планов аспирантской подготовки в соответствие с исходным тезисом об интегральности истории техники, об огромной многогранности ее, для понимания и овладения которой недостаточно только инженерного или только общеисторического образования.

Применительно к этому тезису в планах аспирантской подготовки должны предусматриваться систематические циклы лекций по общей социально-экономической истории и по истории техники с элементами истории сопредельных естественных наук. Применительно к нему в аспирантские планы должны вводиться лекции по логике и психологии научно-технического творчества и лекции по источниковедению — важнейшей, но еще явно недостаточно разработанной вспомогательной дисциплине. Наконец, применительно к этому же тезису аспирантская подготовка должна предусматривать проведение практикумов по современным методам экспериментальных исследований и "моделированию" истории техники — экспериментальному изучению орудий труда и производственных процессов, характерных для различных исторических эпох.

В кратком сообщении трудно с должной степенью полноты изложить обоснования предлагаемых изменений порядка прохождения аспирантуры. Вполне вероятно, что некоторые из высказанных положений могут быть признаны спорными или недостаточными для решения поставленной задачи и что для вынесения окончательных суждений и рекомендаций понадобится проведение соответствующих дискуссий.

И все же, неоспоримым остается признание своевременности подобных изменений, диктуемых последовательным повышением требований к историко-техническим работам и к уровню профессиональной подготовки их исполнителей, предполагающей усвоение обширного комплекса специальных знаний и навыков. Возможность сотрудничества историков техники с историками естествознания, историками-социологами и историками-экономистами при выполнении коллективных исследовательских работ не исключает обязательности такой подготовки, составляющей координирующее начало этого сотрудничества. Тем более необходима она для выполнения собственно историко-технических исследований, обеспечивая должную всесторонность и объективность оценочных критериев, познавательную и практическую значимость получаемых результатов.

Derek Howse (Great Britain)

THE PRINCIPAL SCIENTIFIC INSTRUMENTS TAKEN  
ON CAPTAIN COOK'S VOYAGES OF EXPLORATION, 1768-80

I n t r o d u c t i o n

The importance of Captain Cook's three voyages in the history of exploration needs no stressing - in the words of Charles Darwin, Cook "added a hemisphere to the civilised world". Less well known to some, however, is their importance in the history of science which was largely a result of scientific bodies such as the Royal Society and the Board of Longitude being allowed to take an active part in the planning, execution and analysis of the voyages, giving a model on which to base the scientific organisation of so many subsequent voyages of exploration.

Overtly at least, the prime purpose of the first voyage was itself scientific - participation in that vast international project, the observation of the Transit of Venus in 1769, as important and complex in the eighteenth century as was the International Geophysical Year in the twentieth. One of the most important secondary aim of the last two voyages was the trying-out of the new-fangled marine timekeepers: in the event, Cook proved that the problem of finding longitude at sea had at long last been solved.

These were the first British voyages to carry trained astronomers, naturalists, and artists to observe and record what they saw. The astronomers were provided with the best instruments money could buy and it is a very brief account of these that is the subject of this paper.

Position-finding afloat

Let us consider first the instruments used for finding position afloat, and, on occasion, ashore as well.

Hedley's sextants - Cook's first voyage to Tahiti and the South Pacific in the Endeavour in 1768-71, was one of the four expeditions sponsored by the Royal Society to observe

the Transit of Venus in 1769. (The Board of Longitude sponsored one also.) To the Endeavour, the Society appointed two official observers: Cook himself, and Charles Green, sometimes assistant at the Royal Observatory who was to die on the voyage. The Society supplied only one sextant: a 15in. one with edge bars made by Jesse Ramsden; presumably this was for Green's use, Cook already having one of his own.

For his second voyage, sponsored this time by the Board of Longitude (1772-5), Cook had two ships, each with a professional astronomer embarked: William Wales in Cook's Resolution, and William Bayly in Furneaux's Adventure both had been on transit expeditions in 1769. Each was supplied with two 15in. brass sextants, one by Ramsden used on the transit expeditions and borrowed from the Royal Society, and a new one by Peter Dollond "with Mr. Maskelyn's" improvements". Cook used a sextant by John Bird and there is also mentioned of one by Edward Nairne, though we have no details.

On the third voyage (1776-80), in the course of which Cook was killed, the observers Lieutenant King in the Resolution and Bayly in the Discovery were supplied with the same instruments as before, with the addition of a 5in. brass sextant by Ramsden for each ship, presumably for use surveying ashore.

Today, we know of four sextants reputed to have been taken on the voyages: an 18in. one with a wooden frame, by Bird, said to have been Cook's own, now in London's Science Museum (Inv. 1908-159); a 14 1/2 in. brass one by Ramsden, engraved (probably by the Hydrographic Department in the 19th century) "D.32", now in private hands in New Zealand; an exactly similar one said to have been engraved "D.33", reported as having been in the Watt Institution in Greenock, Scotland, in 1937 but not now to be found; and a small brass sextant whose description could fit one of the third-voyage 5in. sextants, in the Dixon Library in Australia. The authenticity of all of these remains to be proved, in my opinion.

Marine timekeepers (chronometers) - None were available for the first voyage.

On the second, one of the most important requirements was the testing of Larcum Kendall's copy (known as K1) of John Harrison's prizewinning timekeeper H4. Cook had K1 in his own ship, together with a chronometer by John Arnold. The Adventure carried two similar ones by Arnold. K1 performed superbly, the Arnolds very indifferently so, on the third voyage, Cook took K1 again himself while Bayly had Kendall's third (K3) in the Discovery.

At the time of writing, K1 and K3 (still the property of the Royal Navy), together with two out of the three Arnold chronometers (the property of the Royal Society) are on exhibition at the National Maritime Museum, all in going order.

The Nautical Almanac - As we have already said, Cook's voyage proved that the problem of finding longitude at sea, both by lunar distance and by chronometer, had been solved. The three new tools of the navigator's trade which made this possible were the Hadley sextant, the chronometer, and the Nautical Almanac. Though not an instrument, the last deserves brief mention.

The first British Nautical Almanac was published for the year 1767. When Cook sailed on his first voyage in 1768 only the editions for 1768 and 1769 were ready. The lack of tables for 1770 and 1771 tremendously increased the labour of lunar-distance calculations and Cook complained bitterly in his journal. On the second voyage, the supply of the editions for 1772-5 just covered the requirements. On the third voyage, however, the ships ran out again, having to calculate the hard way during 1779 and 1780.

Astronomical observations ashore

Let us now turn to those instruments which were used exclusively ashore - for finding time and position, for observing phenomena such as eclipses and occultations.

Telescopes - All the British Transit of Venus expeditions were supplied with Gregorian telescopes of 2 feet focus and 4 3/4 inch aperture. Those used by Cook and Green at Tahiti had been made by James Short for the 1761 transit. They were fitted with micrometers and with a stand with a polar axis. Also onboard was an 18in. Gregorian by Watkins used by Cook previously in Newfoundland, while Dr. Solander is reported as using a 3ft. reflector for the transit.

Similar Gregorians, though made this time by Dollond, were taken on the last two voyages, together with an achromatic refractor for each ship of 46in focus and 3 3/4 in. aperture, made by Dollond. Cook's Watkins went too, being sent to his widow after his death.

Two Gregorians by Short almost certainly used for the transit (though not necessarily in Tahiti) are preserved in the Science Museum, Short's serial numbers being  $\frac{42}{1795}$  - 24 and  $\frac{44}{1798}$  - 24. I have recently heard of a 2ft. reflector, said to have been with Cook, which was owned by a lady in Cornwall in 1952; this may now be in New Zealand but had not been traced. Clocks - Therecording of accurate time was the most important observation for the transit. Cook and Green set up ashore at Tahiti the Royal Society's regulator clock by John Shelton, the same that had been used by Maskelyne at St. Helena in 1761 and by Mason and Dixon in Pennsylvania in 1766-7.

Shelton made four new clocks for the 1769 transit and it was two of these that went on the last two voyages with Cook. Thanks largely to their use in various pendulum experiments in the nineteenth century, all five have survived. Though the identity is not certain, the first-voyage clock is probably that now in the Edinburgh Meteorological Office, while the second and third-voyage clocks are probably those now in the National Maritime Museum and Science Museum res-

pectively. The other two transit-expedition clocks are at the Royal Society and at Hersmonceux.

Journeyman clocks by Shelton and Jonathan Monk, alarm clocks by Shelton, Monk and Arnold, and pocket watches by Graham and Ellicott, are recorded also.

Astronomical quadrants - 1ft. radius quadrants made by Bird, with a plumb line to find zero, were used on all voyages for getting very accurate altitudes ashore to find latitude and to check the clocks. Three possible ones survive, all preserved by the Science Museum, though one has been lent to the National Maritime Museum.

Transit instruments - a transit instrument by Bird was carried in one ship only on the last two voyages. Because of the labour involved in setting it up, is a pit five feet long and 3 feet deep had to be dug - it was used but seldom.

Portable observatories - To give protection against the wind, the weather and the natives, each ship took a portable observatory to set up ashore. On the first voyage, the observatory at Fort Venus had wooden walls and a canvas roof. On the next two voyages, the observatories designed by Bayly were in effect bell tents with revolving roofs which could be rotated. We recently copied the original design at Greenwich and proved it to be most workmanlike.

#### MAGNETIC OBSERVATIONS

Azimuth compasses - used both ashore and afloat. Dr. Gowin Knight's improved compass proved most unsatisfactory at sea on the first voyage so, on the second and third, each ship carried, in addition to two Knight compasses by Adams, a compass by Gregory. The latter seems to have proved fairly satisfactory. A compass by Martin is recorded also on the third voyage.

One of the Knight compasses is preserved in the Mitchell Library, Sydney.

Dupping needles - The Royal Society supplied one by Ramsden for the first voyage. For the second, each ship had one by Nairne "to the plan of the Rev. Dr. Mitchell". For the third, Nairne supplied improved versions, one of which is preserved in the National Maritime Museum.

#### METEOROLOGICAL AND OCEANOGRAPHIC OBSERVATIONS

Though space does not permit any details, the ships carried barometers, thermometers and wind gauges by Nairne, Burton, Dollond and Ramsden. They also had apparatus for taking deep-water samples to measure temperature and salinity. They carried also theodolites and gunter's chains for surveying.

#### C O N C L U S I O N

Though this account has of necessity been very brief - hardly more than an annotated list - I hope it will give some idea of the tools used by Cook and his colleagues on these voyages which so increased our knowledge of the Earth. Perhaps also, it may help bring to light some more of the instruments used on these epic voyages.

#### BIBLIOGRAPHY

- Wales, W., Astronomical Observations... Endeavour..., Bs. of Long., 1788.
- Wales, W. & Bayly, W., The original Astronomical Observations. Resolution and Adventure... Bd. of Long., 1777.
- Cocke, J. King, J., & Bayly, W., The Original Astronomical Observations... Resolution and Discovery..., Bd. of Long., 1782.
- Beaglehole, J.C. (ed.), The Journals of Captain James Cook, Hakluyt Society, 3 volumes, 1955, 1961, 1967.
- Howse, D. & Hutchinson, B., The Clocks and Watches of Captain Cook, 1769-1969, Antiquarian Horological Society, London, 1970.

I. W. Abrams (Canada)  
CONTRIBUTIONS TO THE HISTORY OF OPERATIONAL  
RESEARCH

Operational Research was formally named with the establishment of a group in 1937 at an United Kingdom military research establishment. The members of the group were assigned the task of studying the best method of usage for technical radio direction finding apparatus (later called radar) then under development. They were thus formally separated in task from technical research workers. The initial problem was one of optimal utilization of information flow with the associated control of error.

During the years to 1945 various similar problems of military import were assigned and in 1945 the area of interest was transferred to and became important in the commercial field. Since then it has developed some of its own techniques and encompassed the areas of mathematical programming, simulation and gaming, cybernetics, and decision theory among others. The classical field of the time and motion study is often subsumed.

To write a history (or pre-history) of such a discipline, whose present practitioners number in the tens of thousands, poses interesting historiographic problems. One has several choices. One may, for example, choose certain universal characteristics of operational research and trace their historical use. However, such characteristics as the use of a mathematical model or that of the "systems approach" are not unique to O.R. One not only merges with classical history of technology and engineering but the source materials to differentiate, if possible, are not adequately explored nor available.

An alternate procedure is to examine the work of certain men or groups and identify work which might be classed as O.R. today. This has the obvious pitfalls of what T. Clarks calls "von oben bis unten" history. Moreover, such terms as mathema-

tical model must be accepted in contemporary not present context.

A middle ground is preferable in the present stage of knowledge. Its fruits may serve for a more sophisticated history at a later date. Thus the classical works of Erlang in Copenhagen and Manchester in England have been examined again fit the pattern. So does the work of the English railway builders, Stephenson, Brunel and others. In the case of Brunel new corroborative material has appeared. Still earlier the "systems approach" was obviously used by Brindley in his combined coal mining and delivery system for the Bridgewater Canal.

The task has turned to that of re-examining much material in the light of its systems employment. Many names appear in somewhat differing context: e.g., Huyghens, Stevin, and Polhems to mention a few. Currently re-examination of the Hanseatic League with respect to its standardized technological practices and the decisions which inspired them, in proving of considerable relevance. There are indications that the time span should be enlarged to include works in antiquity

The result is a series of contributions both to the pre-history of operational research and to the history of engineering from the systems aspect.

А.В.Ефимов (СССР)

#### ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ США В ПЕРИОД ДОМОНОПОЛИСТИЧЕСКОГО КАПИТАЛИЗМА

Технике США присущи черты и закономерности, общие с другими странами, и своеобразные, характерные для этой страны. Развитие техники происходило путем перенесения ее из стран Европы в результате самостоятельных открытий — как эмпирическим путем, так и в тесной связи с успехами науки.

В США переход от ручного производства к машинному совершился сначала в текстильной промышленности, так же как и в Англии. Но в

отличие от Европы, в Америке "Дженни" не сыграли заметной роли и в домашней промышленности и в мануфактурах. В Америке установка "Дженни" была лишь первым шагом механизации крупных мануфактур. Через короткое время наступил период быстрого "морального изнашивания" "дженни", которые были заменены аркрайтовскими установками. Америка смогла ускоренным образом пройти через фазу станков "дженни", используя при помощи Слейтера английскую конструкцию Аркрайта.

В те же годы, когда совершился перенос английского опыта в создании текстильных фабрик за океан, в США Илаем Уитни в 1791 г. было сделано весьма важное оригинальное изобретение. Это изобретение было, с одной стороны, этапом промышленного переворота, этапом вооружения машинами капиталистического производства, с другой — этапом укрепления американского рабства, вооружения машиной американских плантаторов.

Новое усовершенствование в текстильном производстве и при том мирового значения было сделано в США в 1814 г. на фабрике в Уолтхеме (Массачусетс) группой механиков (Лоуэлом и др.). Новым на фабрике Лоуэла было не только то, что прядильная и ткацкая фабрики впервые в мире были объединены под одной крышей, но и то, что была применена единая система машин, сделан огромный шаг к автоматизации производства и обеспечена невиданная до того массовая продукция.

В генетической связи с достижением Лоуэла в хлопчатобумажной промышленности стоит важное изобретение Гоулдинга в шерстяной. Его конденсер, сконструированный в 1826 г., состоял из серии машин, автоматически передававших шерсть от одной машины к следующей.

Для развития фабричного производства имел большое значение двигатель, приводивший в движение "рабочие машины". Машина и пар — такова была формула технической революции в Англии. Машина и водяное колесо — так в основном развивалась фабричная промышленность в США до середины XIX века.

Для колониального периода характерно значительное развитие металлургии. При наличии повсеместно доступных залежей богатой руды, при отсутствии, следовательно, монополии на сырье для производства железа и при обилии леса металлургические предприятия могли основываться при минимальной затрате капитала. Выполнение задач, поставленных перед промышленностью по освоению новых производств, недоступных для примитивного оборудования мелких предприятий, привели к изменению характера американской металлургии, к разработке руд глубокого залегания, к переходу к плавке на каменном угле, к постройке пламенно-отражательных печей, домен с горячим дутьем и конверторов Бессемера-Келли.

Свои достижения имело и американское сельское хозяйство. Земледельцы и ремесленники, начавшие заселение Северной Америки, как известно, многому научились у индейцев в отношении расчистки леса, культуры маиса и т.п.

Когда Томас Джефферсон, введший много новшеств в свое хозяйство, математически рассчитал оптимальную форму режущей части плуга и на деле применил это изобретение, то Французская Академия агрокультуры в 1805 г. избрала Джефферсона иностранным членом и награ-

дила его золотой медалью. Академия отметила: "Америка получила плуг из Европы; замечательно, что Америка отдала обратно его в Европу, улучшив подарок".

Традиция улучшения сельскохозяйственных орудий получила свое развитие в XIX в. в виде изобретения сельскохозяйственных машин с взаимозаменяющимися частями, изготовляемыми путем массового производства. Сеялки, жатки, молотилки, изготовляемые из взаимозаменяемых частей, вызвали большой подъем в сельском хозяйстве. Режущие части сельскохозяйственных орудий начали производить из стали. К 1850 г. была изобретена комбинированная молотилка с веялкой (Хейрема), дававшая продукцию почти вдвое большую, чем конкурировавшая с ней молотилка английской марки. На лондонской выставке 1851 г. огромный успех имела жатка Маккормика, испытанная на ферме около Лондона в присутствии 200 экспертов.

В некоторых отраслях и, отметим, в самых важных их качественных моментах — в автоматизации и стандартизации — Америка к середине XIX в. уже обогнала Европу. Вместе с тем в техническом отношении США были страной контрастов. Так, на хлопковой выставке в Атланте в 1881 г. были, так сказать, "экспонированы" пять женщин, которые пряли и ткали грубые бумажные изделия при помощи прядильного колеса и ручного ткацкого станка. Они были представительницами 200—300 тысяч ткачей и прях из поселений в районах, удаленных от железной дороги, особенно на Западе.

В XIX в. огромные изменения в транспорте произвела паровая машина. Еще в 1784 г. Джеймс Рамвей из Виргинии построил небольшую лодку, у которой был, это может показаться парадоксальным, паровой реактивный двигатель. Насос на баке выкачивал воду и выливал ее с кормы. Теоретически идея о реактивном двигателе для лодки была разработана В. Франклином. Честь изобретения парового судна часто приписывается Фултону. Однако, как утверждают историки, ко времени изобретения Фултона было уже сконструировано 30 паровых судов.

Первый появившийся в США паровоз был привезен в 1829 г. из Англии. Паровоз, построенный в США в 1831 г., имел деревянные спицы и колеса, обода их были сделаны из сварочного железа. Этот паровоз взорвался через полгода. Но в 1838 г. американцы вывезли за границу паровоз собственной конструкции. В начале 1840-х годов, по предложению русского правительства, американцы приняли участие в строительстве железной дороги Москва — Петербург. Филадельфийские заводы поставили в Россию 160 локомотивов, 174 пассажирских и 2500 товарных вагонов.

Если ко времени гражданской войны почти все железнодорожные линии были короткими, местными, принадлежали частным компаниям и отдельным владельцам, то после войны происходит консолидация их в системе и строятся пять трансконтинентальных линий.

Не будем перечислять всемирно-известные изобретения Томаса Альвы Эдисона. Обратим внимание на то новое, что характерно для них. Эдисон создал лабораторию, которая произвела множество, сначала неудачных, опытов для создания ламп накаливания, но затем добилась успеха.

Если изобретения XVIII и XIX вв. обязаны индивидуальному творчеству механиков и рабочих на фабриках, принадлежавших отдельным лицам и компаниям предпринимателей, то усложнение техники и роль научных исследований в изобретениях настолько возросли, что к 1913 г. в США возникло уже свыше 50 лабораторий при крупных производствах.

Последнее десятилетие XIX в. иногда называют второй технической революцией в области сообщений и связи.

Совокупность успехов техники, машиностроения, транспорта и связи обеспечивала возможность формирования огромного и разветвленного национального рынка США, способствовала накоплению экономической информации и оперативных возможностей у крупных предпринимателей, производственных и банковских объединений, подчинению ими мелких предприятий, вплоть до поглощения их и в промышленности и сельском хозяйстве.

К. Маркс развил положение о влиянии производительных сил, в частности технической основы общества, на общественные производственные отношения и надстройки, о прогрессивной смене одних фаз, формаций другими в общем ходе всемирной истории. Эти закономерности, открытые Марксом, подтверждены историей. Однако иногда они появляются в различных странах с известными особенностями. С колонизацией Запада Соединенных Штатов связан частично обратный процесс развития техники от высших форм к низшим, как временный этап, как следствие развития капитализма вширь, на новые территории. В дальнейшем же и на этих территориях развивалось капиталистическое производство, и они становились мощным резервом для развития капитализма в США и, в то же время, его противоречий.

Reynold M. Wik (USA)

HENRY FORD'S APPLICATION OF SCIENCE TO ECOLOGY

Henry Ford founded his company in Detroit, Michigan in 1903 and gained fame by using mass-production techniques to manufacture large numbers of low-cost automobiles, trucks and farm tractors. During his career, he maintained a personal concern for matters of ecology. In retrospect, it seems ironical that the man who did so much to popularize the internal combustion engine which has polluted the atmosphere, should also be a precursor of the contemporary movement to

save the environment. However, the Fords Motor Company Archives in Dearborn, Michigan contain substantial evidence to show Ford's efforts to use science to help solve ecological problems of his day.

The origins of Henry Ford's ecological concerns lay in his respect for nature and his affinity for the earth itself. Born on a Michigan farm in 1863, he learned to appreciate wild life, growing plants, flowing streams and waterfalls. He never got away from the land. In 1931 he owned 8,486 acres in Michigan and at his death in 1947 he had invested \$14,000,000 in land most of which was used for agricultural purposes.

Ford's main contribution to the ecological movement resulted from his endeavors to conserve the natural resources of the earth. He believed scientific knowledge would enable man to derive more of the elements of production from growing plants rather than the utilization of nonreplaceable resources such as coal, petroleum, iron ore and other metals. He often said we should grow the factory raw materials in the field rather than dig them from the soil. As a result, he engaged in experimental work designed to discover more industrial uses for farm crops. When World War I threatened to create a shortage of gasoline, Ford became interested in trying to produce industrial alcohol as a substitute for motor fuel. In his laboratories distillation techniques were used to extract alcohol from potatoes, grains, sugar cane artichokes, cactus plants, sunflowers and straw. Farmers were jubilant because they believed Henry Ford would convert farm crops into motor fuels thus making it unnecessary for them to pay cash to the oil refining companies.

During the depression years of the 1930's, Ford collaborated with several other industrialists to organize a National Farm Chemurgic Council in an effort to improve farm income by converting more agricultural products into industrial

uses. A million dollars were spent in research. In one project industrial alcohol was derived from corn, barley, wheat, potatoes and grain sorghum. Distillation plants in Kansas manufactured a fuel called "Argol" which consisted of a blend of alcohol with gasoline. Although farmers claimed this motor fuel proved successful in tractors and automobiles, the product could not compete in price with gasoline. One reason for this failure was that the fermentation of vegetation yielded only 16 per cent alcohol; the rest being impurities and water. Then too, in order to distill the alcohol from a mixture, high temperatures had to be utilized. To use fuel to create heat which in turn is used to produce fuel is a rather inefficient process which tends to defeat itself.

Yet, this idea persisted in Ford's mind. His technicians tried to convert wood to sugar by treating it with hydrochloric acid, and then converting the sugar into alcohol. As late as 1938 he was still saying automobiles could be powered from fuel secured from vegetables, while an acre of potatoes could furnish enough engine fuel to plow 100 acres. With the present smog problem, it is conceivable that new efforts will be made to find substitutes for gasoline such as alcohol or methane gas, both of which burn without leaving dangerous amounts of hydrocarbons in the air.

Henry Ford's research with soybeans represented his most noteworthy effort to conserve natural resources by creating new products from plant life. His company spent \$1,250,000 in this experimental work in 1932 and 1933. As a result his engineers designed a processing machine weighing six tons which extracted the oil from the beans. Soybeans were crushed and a solvent added to absorb the oil. This solvent was recovered through distillation and reused. This machine delivered in a continuous process both soybean oil and meal. The oil made a superior enamel for painting automobiles and

yielded a fluid for shock absorbers. The protein meal could be molded into horn buttons, gear shift balls, distributor cases, window trim strips and electrical switch assemblies. Other by-products included glycerine, varnish, glue and plastics.

In 1937, Ford scientists developed a fiber from soybean protein and were credited as the first to spin a textile thread from protein derived from a vegetable source. This fiber resembled wool and could be used for upholstery in automobiles and for suits of clothes. In fact, Henry Ford, on one occasion, appeared at a meeting with his entire costume, except his shoes, made from soybean derivatives. Meanwhile, various business firms used soybeans for manufacturing glue, printing ink, candy, breakfast foods and insecticides. These developments help explain why the soybean acreage in the United States increased from one million acres in 1934 to twelve million acres in 1944. Not only did the new uses of soybeans produce additional consumer goods and provide added income for farmers, but these legumes added nitrogen to the soil as a fertilizer to enrich the land. Thus Henry Ford had illustrated one of his maxims, "When it comes to sustaining life, we go to the fields". Man's sustenance issues from the soil and not from merchants' shelves."

Throughout his life, Ford hated waste and made serious attempts to salvage unused materials in his factories and on his farms. One of his chemists stated that Ford frequently said, "Now we have all this useless waste. Let's see if we can do something with it." This phobia against waste encouraged his engineers to save everything from floor sweeping to platinum. Wood shavings were converted into charcoal briquets, formaldehyde, creosote, paper pulp and ethyl acetate. Coal derivatives yielded coke, benzole and ammonium sulphate, while slag from steel furnaces was used for paving roads. During the 1920's old Model T cars were crushed and melted

down in furnaces to recycle the use of the metals. In addition experiments were made to convert garbage into alcohol, oil, and gas suited for heating purposes. Tests were made to extract soap and gases from the sewage of Detroit. The New York Times in 1930 claimed Ford threw nothing away, not even the smoke from his factories. The editor of Muenchener Neuste Nachrichten in 1924 facetiously suggested that, "We should not be too shocked to read one day that Ford makes use of the high temperature of his fevering patients in his hospital for the drying plants of his factory".

Furthermore, Henry Ford believed much of the water power in the nation was wasted, Hydro-electric plants could harness the power of rivers and thus save the natural resources such as coal and petroleum. Acting on this notion, on July 8, 1921, he offered to pay \$5,000,000 to the Federal Government for a 59 year lease on the installations at Muscle Shoals Tennessee. Although this offer was later rejected, his actions indicated that he foresaw some of the potential which later became the Tennessee Valley Authority. In addition, he argued that cities were cluttered with hideous factories which contaminated the environment. Therefore, in the 1920's he established seven village industries on water sites near Dearborn. This number increased to 20 plants by 1934 and employed 2,400 part-time farmers. Although his theories about the decentralization of industry into rural areas where factories could be surrounded with flowering shrubs and shade trees seemed logical, these plans fell short of expectations. Today the River Rouge Plant still represents the concentration of industrial production rather than the decentralization of huge factories.

In retrospect, it appears that Henry Ford was a complex person whose life embraced many enigmas and contradictions. On the one hand his perfection of mass production methods accentuated the growth of gigantic corporations. These power-

ful economic organizations did devour natural resources, disfigure the landscape, pollute the atmosphere, and create the most ugly aspects of industrialized cities.

Yet, in the face of these horrendous realities, Henry Ford as one of the noted architects of the industrialized world, still had the intuitive sense to know that conservation was extremely important. He believed that the resources of the earth were not inexhaustible and that science should be used to preserve basic elements for the benefit of all mankind.

А.Г.Раппапорт (СССР)

## ОСНОВНЫЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ИЗУЧЕНИЯ ЧЕРТЕЖА

Задача настоящей работы – обратить внимание исследователей истории науки и техники на важность и специфические особенности изучения графических средств человеческой деятельности, или, короче, графики. Ниже под "графикой" мы будем понимать внеязыковую графическую действительность, то есть исключим из рассмотрения графические средства фиксации речи-языка. Область графики, таким образом, составит широкий класс объектов, включающий рисунки, чертежи, схемы, карты, математические и логические символы и пр.

Интерес к научному исследованию графики состоит в тесной связи с возрастающим в настоящее время интересом к исследованию человеческой деятельности и законов ее развития. Работы в области теории и истории науки, инженерии, изобразительного искусства, архитектурного проектирования показывают, что без специального анализа графических средств, используемых в этих областях деятельности, невозможно построить полные и адекватные модели их развития.

Исходя из задач исследования графики как средства функционирования и развития человеческой деятельности мы выделяем ряд специфических методологических принципов ее изучения.

а. Графика должна рассматриваться как органическая часть системы человеческой деятельности или как одна из форм ее "организованности". Поэтому необходимо связывать анализ использования графических средств ("графем") с функциональными структурами и процессами деятельности, прочими видами ее "организованностей" (орудиями труда, социальными институтами и т.п.).

б. Так как графика принадлежит к области семиотических (знаковых) средств деятельности, необходимо определить ее место среди них и

связь с ними (в том числе с письменностью, системами счисления, знаниями и т.п.).

Говоря о графике как области семиотических объектов, необходимо подчеркнуть их специфические особенности.

а. Графика не может быть представлена (или до настоящего времени не могла быть представлена) как замкнутая, функционирующая и развивающаяся семиотическая система. Семантика и синтактика графических знаков не являются материально фиксированными в ней самой и обусловлены способами ее использования.

б. Графика является оперативной системой, то есть служит материалом оперирования и содержит некоторые средства оперирования.

в. Графика обладает свойствами "конфигуратора", то есть способна в одних и тех же знаках совмещать смысловое содержание различных сфер и видов деятельности (в частности, смыслы разных научных и технических предметов).

Сочетание оперативности и полисемантической обусловило то ключевое значение, которое имеет графика в развитии, разделении и кооперации человеческой деятельности.

Имея в виду эти методологические замечания, мы переходим к краткому и в большой мере гипотетическому анализу основных этапов использования чертежа, стараясь подчеркивать возникающие по ходу дела проблемы.

Прежде всего необходимо указать на трудность определения самого понятия "чертеж" и его выделения как особого объекта исследования. Легко видеть, что проблема различения "рисунка", "чертежа", "схемы" и т.п. не может быть решена только путем анализа средств получения графических знаков или графических материалов. Мы видим ключ к такому различению в анализе смыслов и способов употребления графем, обусловленных целостной структурой ситуации деятельности. Не случайно понятие "чертеж" сложилось и приобрело свой современный смысл в области техники, как особой сферы деятельности. Однако проблемы происхождения "техники" и "чертежа" заставляют исследователя рассматривать весь спектр графических объектов в их генезисе.

Генетический анализ графики предполагает проведение ряда исторических исследований в следующих направлениях: а) анализ изменения материалов графики (камень, дерево, песок, папирус, бумага, фотоматериалы и т.д.), важность которого определяется зависимостью между материалом и возможностями оперирования графическими знаками; б) анализ изменения функций графики в исторически изменяющихся структурах деятельности (религия, магия, инженерия, проектирование, наука, системное проектирование).

Очевидно, что графика старше письменности и в большой мере подготовила ее возникновение. Проблема возникновения графики представляется тесно связанной с проблемой происхождения языка и мышления, которые в свою очередь неотделимы от проблем формирования социальных форм человеческого существования и трудовой деятельности.

Можно предположить, что первичными формами графики были символы палеолитического орнамента, служившие магическим средством

организации жизни первобытной общины. В первобытном сознании графические символы существовали как магические предметы, в статичности, нерасчлененности и незыблемости всех своих символических значений.

Первым этапом развития графики можно считать выделение из области магических символов особого класса, который можно назвать классом "изображений". Изображение сохраняло многие свойства символа, но было в большей степени оперативным, "руководным", подчинялось сознательной воле творящего его человека. Изображения орудий труда и строительных объектов стали со временем выполнять роль хранителей способа их производства, роль "образцов". Еще позднее стало возможно использовать некоторые виды изображений для организации процессов реализации тех или иных сооружений (дворцов, крепостей, ирригационных сооружений и т.п.).

Возможность использования изображения как средства организации работ и одновременная возможность оперирования элементами изображения привели к появлению "проектной" функции графики. Проект являлся, с одной стороны, продуктом чисто графического конструирования, а с другой – средством реализации объекта. На этом этапе, вероятно, уже произошло соединение различных систем счета и письменности с собственно графическими средствами деятельности, что облегчалось изобретением удобных графических материалов (глина, папирус).

Успехи и достижения античной геометрии оказали мощное влияние на развитие практической деятельности и ее графических средств в навигации, астрономии, архитектуре и градостроительстве, механике, музыке. Заимствуя из геометрии целые блоки оперативных конструкций (теорем), практическое использование графики сделало шаг вперед.

Расширение оперативных возможностей в сфере геометрической графики открыло новые возможности перед познавательной деятельностью. Сочетание изобразительных и формально-оперативных процедур в сфере графики давало средства "схематизации" объектов и явлений внешнего мира, резко ускорившей процесс познания. В известном смысле "схематизация" явилась графическим эквивалентом логической абстракции. Использование схематизации в различных областях практической и познавательной деятельности способствовало обособлению идеальной действительности таких наук как механика, физика, астрономия, теория музыки.

Анализ графических средств техники и изобразительного искусства и архитектуры (перспектива) привел к формированию специального раздела геометрии – "начертательной геометрии", развитие которой оказало влияние на инженерное дело, обеспечив возможность проектирования и производства сложнейших машин и механизмов.

Наконец, в качестве особой и малоизученной области существования графики следует назвать графические средства записи математических и химических формул, обеспечивших формальное богатство языков этих наук. В настоящее время развивается графический аппарат кибернетики, основанный на элементах проектной графики. Дальнейшая филиация средств кибернетического моделирования в область технических и гуманитарных наук вызвала к жизни появление новых графических опера-

тивных средств в самых разных областях знания (блок-схемы, сетевые графики, логические модели и т.п.).

Исторически изменяясь, функции графики разделились и образовали ряд параллельных линий, благодаря чему в настоящее время мы видим богатый спектр функций графики и, в частности, чертежа, выступающего в символической, оперативной, конструктивной, проектной, изобразительной, эстетической и т.п. функциях.

Изучение графики находится в тесной связи с формами ее использования. На протяжении всей истории развития графики она изучалась только в рамках той или иной предметно-практической или предметно-научной действительности. Самостоятельный интерес к графике не выходил за рамки обучения "графическому искусству", то есть черчению и рисунку.

Логический и теоретико-деятельностный подход к анализу графических средств открывает новые возможности познавательного и проектно-конструктивного плана. Анализируя роль графики в процессе развития искусства, науки и техники (в частности, перенос графических средств из разных областей и предметов деятельности), мы можем сегодня сознательно конструировать новые семиотические средства проектирования и исследования.

Резкое расширение технических средств получения, преобразования, размножения и хранения графических объектов (фотография, телевидение и электроника, голография и т.д.) и возможность использования этих средств в научной, проектной и практической деятельности делает задачу исследования графики особенно актуальной.

Eberhard Wächtler (DDR)

ZUR GESCHICHTE DER TECHNIK IN DER DDR.

In unserer Sitzung am 19. August betonte Kollege Ostelski mit Recht, dass die Technik in der Geschichte nie ein isoliertes Gebiet menschlicher Tätigkeit war und nie sein wird. In Weiterführung dieses Gedankens und in Ergänzung des ausgezeichneten Referates zur Geschichte der Technik in der UdSSR möchte ich am Beispiel der DDR vor allem zwei grosse Probleme beleuchten, die für die Entwicklung der Technik in der sozialistischen Gesellschaftsordnung von ausschlaggebender Bedeutung sind.

Als ersten Problem werde ich mich der Funktion der neuen gesellschaftlichen Bedingungen zuwenden, die für die Entwicklung der Produktivkräfte allgemein und der Technik speziell im Gefolge zweier Revolutionärer Umwälzungen bei uns seit 1945 entstanden.

Im zweiten Teil meiner Ausführungen will ich versuchen darzustellen, wie die Arbeiterklasse die Entwicklung der Produktivkräften optimiert und sich für die Beherrschung derselben zunehmend qualifiziert.

Mit der Zerschlagung der Macht der Monopole, der Enteignung der Konzerne der aktiven Nationalsozialisten und Kriegsverbrecher durch den Volksentscheid in Sachen und entsprechende von den Landtagen in Thüringen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg und Mecklenburg beschlossenen Gesetzen, entstanden Produktionsverhältnisse, die eine Neuordnung der Produktivkräfte erzwingen. Diese Neuordnung ist ein Prozess, der mit der gesellschaftlichen Neubewertung der Arbeiterklasse und der wissenschaftlich-technischen Intelligenz beginnt. Beide wurden in den volkseigenen Betrieben von kapitalistischer Ausbeutung und dem Zwang befreit, ausschliesslich im Interesse der Monopole zu arbeiten. Diese gesellschaftlichen dem humanistischen Ethos der Wissenschaft entsprechenden Bedingungen wurden nicht von der Intelligenz und den Technikern geschaffen, sondern durch den Kampf der Arbeiterklasse.

Damit beginnt zugleich das Ringen um die Beseitigung von Deformationen innerhalb der Produktivkräfte, die an die Existenz des Monopolkapitalismus gebunden waren. Ich denke hier zum Beispiel daran, wie stark der Kapitalismus die Frau als Persönlichkeit allgemein und als Produzent speziell dequalifizierte; daran, wie der Arbeiterklasse die entscheidenden Bildungsmöglichkeiten vorenthalten blieben und ihre schöpferische Potenz erstickt wurde.

Die Freisetzung der schöpferischen Potenzen aller Werktätigen verpflichtete und ermöglichte bei denselben ein völ-

lig neues Verhältnis zur Technik. Die Entwicklung der Technik wurde und bleibt eine erstrangige Aufgabe der Arbeiterklasse und ihrer Verbündeten. In zunehmenden Ausmass werden dabei die alten existierenden Deformationen abgebaut.

Aber die Auseinandersetzung mit Deformationserscheinungen innerhalb der Produktivkräfte verläuft nicht einheitlich, sondern kompliziert und widerspruchsvoll. Es ist eine Gesetzmässigkeit der sozialistischen Entwicklung, dass die Deformationen abgebaut werden. Die Auseinandersetzung zwischen dem sozialistischen und dem imperialistischen Weltssystem bringt es jedoch mit sich, dass zeitweilig neue Disproportionen innerhalb der Produktivkräfte sozialistischer Staaten auftauchen können. Die Geschichte der DDR liefert dabei klassische Beispiele.

Durch die entgegen dem Potsdamer Abkommen betriebene Spaltung Deutschlands entstand in der Sowjetischen Besatzungszone und auch noch während einiger Jahre der Existenz der DDR eine schwierige Situation.

Während die Struktur der Wirtschaft in den drei Westzonen in etwa der eines entwickelten Industriesstaaten entsprach, entfielen auf die sowjetisch besetzte Zone nur etwa 2,9 Prozent der 1936 im Territorium aller vier Zonen geförderten Steinkohle, 5,7% des geförderten Eisenerzes, 1,6% des erzeugten Roheisens und knapp 7% der Rohstahlkapazität. Für eine relativ stark entwickelte Metallindustrie bestand keine ausreichende Grundlage. Der Schwermaschinenbau fehlte fast völlig.

Unter grossen Anstrengungen und mit Hilfe des Sowjetunion gelang es in den folgenden Jahren entscheidenden Disproportionen zu überwinden. Aber nicht sofort stand die in meinen Zahlen genannte Produktionskapazität zur Verfügung. Trotz allen Mühen wurde zum Beispiel im Jahre 1946 erst eine Bruttorproduktion bei Roheisen erreicht, die 24,6% der 1936 auf dem Gebiet der DDR produzierten Roheisenmenge entsprach.

Wir müssen also eine zweite gesetzmässige Erscheinung für die Entwicklung der Produktivkräfte allgemeine wie der Technik speziell im Sozialismus feststellen. Der internationale Klassen-kampf beeinflusst sowohl qualitativ als auch quantitativ die Entwicklung der Produktivkräfte sehr stark und kann in bestimmten Situationen sehr starke Disproportionen hervorrufen. Diese werden von der Arbeiterklasse erkannt und überwunden, so dass der zunehmende Abbau aller Deformationerscheinungen für die Entwicklung der Produktivkräfte im Sozialismus typisch bleibt und immer günstigere Möglichkeiten für die Entwicklung der Technik schafft.

Diese Problematik - und damit komme ich zum zweiten Problem meiner Ausführungen - ist sehr wesentlich bei der Planung der Entwicklung der Technik in der sozialistischen Gesellschaftsordnung. Für die Arbeiterklasse ist beim Aufbau des Sozialismus jedes Element der Technik von grosser und entscheidender Bedeutung. Aber nicht zu jedem Zeitpunkt ist jedes Element gleichwertig.

Natürlich weiss jeder Marxist - Leninist, dass es im Sozialismus darauf ankommt, rasch und effektiv die moderne und komplizierte Technik zu meistern. Diese Erkenntnis formulierten Karl Marx und Friedrich Engels schon im Kommunistischen Manifest und bewies in Theorie und Praxis kein geringerer als W.I. Lenin. Kollege Rosentreter hat darüber bereits hier gesprochen, als er die Bedeutung des Goelproplanes für die Entwicklung der sowjetischen Technik würdigte.

Auch die KPD und später die SED legten ihrer Politik die Erkenntnisse zugrunde, die bei der Entwicklung der Technik in der Sowjetischen gewonnen worden waren.

Doch die Erkenntnisse allein genügen nicht. Die Arbeiterklasse muss objektiv die gesellschaftlichen Voraussetzungen besitzen und subjektiv die Kraft und Energie aufbringen, diesen Prozess gesellschaftlich führend zu bestimmen. Es ist deshalb interessant zu verfolgen, wie die Arbeiterklasse des

aus dem Kapitalismus überkommene System der Produktivkräfte beherrschen lernt, es qualitativ neu gestaltet und schliesslich erweitert reproduziert. Welche technischen Prozesse dominieren dabei in den einzelnen Phasen?

Man kann in der DDR meiner persönlichen Meinung nach vier (4) Phasen unterscheiden.

Die erste Phase dauert von 1945 bis 1949

Die zweite Phase von 1949 - 1955/56

Die dritte Phase von 1956 - 1962

Die vierte Phase von 1963 bis zur Gegenwart

In der ersten Phase stagniert in den ersten Nachkriegsjahren die Entwicklung der Technik sehr stark. In grossen Teilen der Industrie sinkt das technische Niveau. Arbeiterklasse und Intelligenz beginnen das notwendige Bündnis im Produktionsprozess erst zu formen und entwickeln. Teile der technisch - wissenschaftlichen Intelligenz waren zwar zur loyalen Mitarbeit bereit, bezogen aber ebenso noch eine abwartende Haltung. Die Arbeiterklasse musste den historischen Beweis erbringen, dass sie fähig, bereit und willens war unter den neuen gesellschaftlichen Bedingungen die Produktivkräfte zu entwickeln. Darin liegt ein grosser Teil der historischen Bedeutung der Aktivistenbewegung.

Der wohl populärste Arbeiter in dieser Bewegung war in der DDR der Steinkohlenhauer Adolph Hennecke. Er vollbrachte seine Leistung unter Anlehnung an das Vorbild Stachanows ohne den Einsatz neuer technischer Mittel allein aufgrund seiner Erfahrung als Facharbeiter, der jahrzehntelang im Arbeitsprozess stand.

Es ist meiner Meinung nach nicht zufällig, dass sowohl in der Sowjetunion, der Volksrepublik Polen, des CSSR, der DDR und in anderen sozialistischen Staaten die Aktivistenbewegung ihre populärsten und massenwirksamsten Beispiele gerade im Steinkohlenbergbau unter Tage fand. Einmal ist der Steinkohlenbergbau von grosser strategischer Bedeutung für

die Revolution und zum anderen war die Arbeit des Hauer noch nicht vollständig mechanisiert. Trotz den Pressluftbohrers bzw. Hammers enthielt der Arbeitsprozess des Hauers sehr viele empirische Elemente in denen das Handwerkliche Geschick des Arbeiters eine grosse und bedeutende Rolle spielte. Es scheint mir deshalb nicht zufällig, dass in der Phase bis 1949 besondere hervorragende Arbeitsleistungen vor allem im Bereich des Berghaus, der Bauindustrie, im Schiffbau usw. vollbracht werden.

Bezeichnenderweise dringt die Aktivistenbewegung in die Metallindustrie und andere Industriezweige mit dominierend komplizierten technischen Arbeitsprozesses über den Reparatursektor ein.

Auch in der DDR waren die ersten Metallarbeiter, die um eine rationellere Nutzung der Technik rangen, Lokomotivrepaurschlosser. Das sind also auch Arbeiter, bei denen das schöpferische Element im Arbeitsprozess eine sehr grosse Rolle spielt.

In der zweiten Phase bis 1955 werden alle Industriezweige in die Bewegung einbezogen und die Arbeiter befähigt, auch kompliziertere technologische Prozesse so beherrschen zu lernen, dass sie eigenständig einen Beitrag für ihre Weiterentwicklung leisten. Das geschieht.

1. In dem sie selbst technische Verbesserungen vorschlagen und sich für die Realisierung derselben qualifizieren.
2. In dem die Arbeiterklasse der Sowjetunion ihre Erfahrungen bei der Meisterung der Technik vermittelt.  
Ich denke dabei an den Dreher Pawel Bykow und andere.
3. In dem die Arbeiterklasse in zunehmenden Ausmass als Auftraggeber gegenüber der Intelligenz auftritt und diese im Rahmen der sozialistischen Industrialisierung einen enormen Beitrag zur Entwicklung der Technik leistet ...

Insgesamt fördert in dieser Phase die Arbeiterklasse die Verwissenschaftung der bestehenden technischen und technologischen Qualität, ohne dass eine qualitative Veränderung der Stellung des Arbeiter im Arbeitsprozess eintreten würde wie etwa bei der Automatisierung. Mit Hilfe der zunehmenden Beherrschung der neuen Technik gelingen auch völlig neue Verfahren, wie die Entwicklung von hüttenfähigem Braunkohlenkoks. Völlig neue technische Verfahren werden genutzt um die Rekonstruktion der Technik zu beweitigen und noch vorhandene Deformationen im System der Produktivkräfte abzubauen.

In der dritten Phase erkennt Mitte der 50 er Jahre die Arbeiterklasse in der DDR die Bedeutung der sich anbahnenden wissenschaftlich-technischen Revolution. Das zeigt sich in der Gründung zahlreicher wissenschaftlicher Institute der Industrie, der Erweiterung des vorhandenen Netzes der Technischen und naturwissenschaftlichen Hochschulen sowie der Bildung neuer wissenschaftlich-technischer Führungsinstitutionen bei der Regierung der DDR. Der Anteil wissenschaftlich begründeter Elemente bei der Konstruktion der neuen Technik steigt, das empirische Element rückt in den Hintergrund, ohne allerdings jemals seine Bedeutung völlig zu verlieren.

In der Periode seit 1963 dominiert bei der Weiterentwicklung der Technik die Wissenschaft immer stärker. Es beginnt in den 60 er Jahren der Kampf um die qualitative Änderung des Arbeitsprozess. Diese Jahre bringen den Beginn der Systemisierung auf der Basis der Elektronik und werden Probleme auf, die unsere Arbeiterklasse nur in zunehmender Zusammenarbeit mit allen sozialistischen Ländern besonders der Sowjetunion beantworten und lösen kann. Es gibt heute in der DDR keine isolierte Entwicklung der Technik mehr. Sicher hat sie "chemisch rein" auch nie existiert. Die Zusammenarbeit mit und die Vorbildwirkung der Sowjetunion ist nicht zu übersehen. Die von uns in der Zukunft zu meisternden Aufgaben erfordern von vornherein eine enge Zusammenarbeit.

Im Verlauf von 26 Jahren hat in der DDR die Arbeiterklasse unter sehr schwierigen Bedingungen gelernt die Produktionskräfte zu beherrschen und einen entscheidenden Beitrag zur Weiterentwicklung der Technik geleistet. Sie wird auch in Zukunft die entscheidende Kraft für die Garantie des wissenschaftlich - technischen Fortschritts zum Wohle der Menschen sein.

Ирена Петшак-Павловска (ПНР)

## ЦЕННОСТЬ ИСТОРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ПОЛИТИКИ ВНЕДРЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

### I. Методологические основы

Сравнительные исторические исследования стремятся классифицировать типы технической революции в XIX и XX веках на основе (на базе) следующих элементов: 1) охвата распространения универсальных образцов современной техники (в энергетике, в промышленности и в транспорте); 2) зависимых одна от другой изменений технико-производственной системы и экономической структуры; 3) социальных условий и результатов внедрения современной производственной техники, сцепления процессов индустриализации и урбанизации.

Сравнительный анализ способа индустриализации стран Центральной и Восточной Европы может помочь при определении "порога внедрения" новой техники, экономических и социальных издержек технического переоборудования и предусматриваемых эффектов в увеличении народного дохода в странах одновременно развивающихся.

Во всеобщей историографии применяются разные попытки классификации с точки зрения технических и экономических критериев. Хронологические цезуры технической революции определяют ее динамику и место, занимаемое отдельными странами в общем экономическом развитии Европы XIX века.

### II. Техническая революция XIX века в аграрных странах

В период первой технической революции на континенте Европы приспособление английской техники в аграрных странах на восток от Эльбы происходило (при поддержке протекционной политики государств) в трех фазах.

1. Вступительный фазис (до половины XIX века) основывался на эмпирическом применении английской техники (в металлургии) при использовании натуральных ресурсов (гидроэнергии, сырьевой базы, древесного, а потом минерального топлива). Эти ресурсы были доминионной собственностью позднефеодального типа, что позволяло внедрять некоторые технические процессы при низких капиталовложениях и при применении рабочей силы местных крестьян.

Начало механизации в мануфактурном продовольственном производстве (сахарные заводы) в крупных земельных владениях опережало развитие городских центров промышленности (текстильной). Фактором, ускоряющим индустриализацию, было выделение сектора государственной промышленности (в Пруссии, в Польше, в России) и выделение государственных средств на инвестиции, на строительство новейших предприятий, прежде всего в угольно-металлургических районах.

Внедрение новой техники опережало в этот период экономические изменения, а созревание экономических структур капиталистической системы, в свою очередь, опережало социальные преобразования в период затянувшихся до 1864 аграрных реформ.

2. Фазис победы первой технической революции отмечается в историографии с момента преобладания механизированной продукции (паровой энергии) и распространения употребления кокса в металлургии в середине XIX века. В развитых странах европейского континента промышленное хозяйство стало независимым от локальной среды благодаря развитию механизированного транспорта, благодаря прогрессу урбанизации и развитию капиталистических рыночных отношений.

Экспансия товаров, технических кадров, капиталов с Запада на Восток происходила в период "запоздавшей" технической революции в аграрных районах. Она совпала с ограничением сектора государственного промышленного хозяйства (в Пруссии, в Польше, в России 1865-1875 г.), что облегчило иностранному капиталу проникновение в основные отрасли промышленности (угольную и металлургическую) и в железнодорожное строительство. В аграрных странах на восток от Эльбы, благодаря аграрным реформам, произошла нивелировка позднефеодальных барьеров, однако основы формирования промышленных районов на базе натурального сырья и речной сети не подвергались коренным изменениям.

Характерной чертой "запоздавшей" технической революции в аграрных странах Центральной и Восточной Европы (во второй половине XIX века) было приспособление модернизированных оборудования и технологии, что обеспечило высокую динамику индустриализации и сократило ее цикл в основных отраслях хозяйства. Ускоряющим фактором был поворот России и граничащих с ней стран к протекционистской индустриальной политике (с 1877 г.) при помощи применения фискальных средств (таможенные барьеры, кредитные операции, экспортные премии и т.п.).

В металлургии была введена новая технология производства стали десять лет спустя после ее применения в Германии (бессемеровский процесс) и во Франции (мартеновский процесс).

Новые металлургические центры в Силезии, в районе Варшавы (1879), на Украине (с половины восьмидесятых годов), развили произ-

водство стальных изделий для железнодорожного строительства на территориях России и Балканских стран.

В текстильной промышленности на базе английской технологии в больших центрах (Лодзи — "польский Манчестер", в Москве) развилось производство широкого ассортимента товаров на экспорт. Развитие транспортной сети благоприятствовало системе технического сотрудничества между различными районами и разными отраслями промышленности. Характерно, что наряду с современной технической структурой производства, транспорта в коммунальном хозяйстве больших городов формировался другой уклад с гораздо низшим техническим стандартом в сельских районах, которые только с 1890 года подверглись процессу частичной индустриализации.

Двойственная структура технико-производственной системы сочеталась с различными темпами изменений в укладе территориального хозяйства ("отсталые" районы). Она повлияла также на разграничение экономико-социальной структуры в городской среде, где произошла концентрация пролетариата и буржуазии, и в сельской среде, где сохранялись остатки позднефеодальных отношений.

3. Финальная фаза (на границе XIX и XX в.) характерна совершенно иной тенденцией развития технической революции в странах "отсталых" по сравнению с классическим английским образом. Эта революция была начата экспериментально на пороге XIX века при помощи применения некоторых элементов английской техники, но при сохранении натуральной сырьевой, топливной и энергетической базы. Этот фазис достиг прочного успеха полвека спустя с распространением минерального топлива и энергии пара. Этот фазис окончился в период так называемой второй технической революции в Европе, связанной с применением электрической энергии и новых технологических процессов (химических).

Увеличивающиеся темпы и интенсивность развития технологических процессов в конце XIX века, а также увеличение капиталовложений (отечественных и зарубежных) позволили сократить отставание аграрных стран по отношению к развитым европейским странам. Вместе с тем, образовались внутренние барьеры, затруднявшие внедрение новой техники, развитие сферы обмена услугами (транспорта, связи), в коммунальном хозяйстве и в распространении промышленной цивилизации. Такой характер промышленного развития был следствием капиталистического распределения народного дохода. Большие городские центры представляли высокий стандарт утилитарной техники, тогда как маленькие города и сельские районы были обойдены.

### III. Социальные функции системы современной техники

Динамика развития технологической системы определяла с конца XIX века темпы роста народного хозяйства в странах Европы. Кроме того, развитые страны принимали участие в эксплуатации сырьевых богатств и рабочей силы, в разделе общественного дохода стран менее развитых, использовавших импортированные инвестиции и капиталы-

вложения. Итак, в связи с "запаздыванием" индустриализации страны Центральной и Восточной Европы не обрели оптимальных экономических выгод после победы технической революции. Народный доход этих стран, сокращаемый из-за вывоза прибылей иностранными предпринимателями — инвесторами, а также выплаты государственных кредитов, не обеспечивал такого дальнейшего хозяйственного развития, которое уменьшало бы зависимость экономики этих стран от развитых государств.

Размещение промышленности, ее концентрация в городских округах способствовала увеличению диспропорций в территориальном освоении Европы и в международном разделении труда. С особой силой это положение сказывалось в тех странах, которые не являлись независимыми в государственном отношении, что облегчало эксплуатацию их натуральных богатств и увеличивало их экономическую зависимость от других государств.

#### IV. Исторические и современные формы внедрения современной техники

Исторические исследования обнаруживают, что в период стихийной технической и промышленной революции XIX века обозначилась преемственность нескольких фаз развития, в которых успешное применение новой техники зависело в равной мере, как от нивелирования тормозящих факторов, так и от надлежащего приспособления к экономическим и социальным условиям с учетом экологической среды.

Возникает вопрос, может ли быть рационально определен способ внедрения достижений современной научно-технической революции, с учетом исторического опыта, несмотря на иные начала и иную динамику развития науки и техники в нашу эпоху.

Некоторые результаты исторических анализов несомненно могут быть приняты как основные для определения политики внедрения достижений науки и техники. Аксиомой является то, что у этого процесса много фаз и что необходимо определить функции очередных этапов.

Зыков Д.Д. (СССР)

#### ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ В ЭКСПОЗИЦИЯХ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО МУЗЕЯ

В своем кратком сообщении, которое не является персональным, я постараюсь ознакомить Вас с тем, как история техники отражается в экспозициях Политехнического музея. Перед этим мне хотелось бы отметить, что на конгрессе, при весьма широком рассмотрении значения истории науки и техники, незаслуженно недооценена роль музеев как средства, обладающего большой силой эмоционального воздействия, вызывающего активный интерес к предмету и тем способствующего его лучшему восприятию, особенно молодежи.

Никогда сухая схема развития какой-либо отрасли науки или техники не приведет к такой полноте ее восприятия, какую дает наглядное историческое описание этого развития.

Политехнический музей, задачей которого является популяризация научно-технических знаний, придает большое значение упомянутой особенности предмета истории техники. Широко включая в свои экспозиции историко-технические объекты, Политехнический музей становится таким образом и музеем историко-техническим.

Политехнический музей основан 100 лет назад – в 1872 г. Это одно из старейших и крупнейших научно-просветительных учреждений нашей страны.

Отражая на всех этапах своей работы достижения науки и техники сегодняшнего дня и накапливая экспонаты, приобретающие историческое значение, Политехнический музей становится зеркалом отражающим историю развития техники за период своего существования.

Собирая одновременно экспонаты более разных периодов, музей отражает историю развития отдельных отраслей науки и техники вообще. Показывая историю техники и ее настоящее состояние, музей раскрывает логику ее развития.

Инициаторами создания музея были передовые русские ученые объединенные в "Общество любителей естествознания, антропологии и этнографии". Основную задачу музея они видели в широкой популяризации среди народа естественно-научных основ мастерства, стимулирования творческой изобретательской мысли в науке и производстве и во всемерном содействии самостоятельному развитию науки и техники в России.

Политехнический музей был первым у нас общедоступным музеем. В нем вели активную работу выдающиеся деятели науки и техники: П.Я.Яблочков, К.А.Тимирязев, Н.Е.Жуковский, А.Г.Столетов, П.Н.Лебедев, В.В.Морковников, И.М.Сеченов, В.В.Вильямс и др.

Музей часто становился одним из организаторов различного рода выставок, а так же был участником многих отечественных и зарубежных выставок. В фондах музея хранятся дипломы и медали, полученные на различных выставках.

Наибольшего развития работа Политехнического музея достигла после Великой Октябрьской социалистической революции.

За последнее десятилетие открываются новые экспозиции, раскрывающие проблемы освоения космического пространства, автоматизации, электроники, лазерной техники.

В настоящее время в музее собраны богатейшие материалы, отражающие развитие ведущих отраслей промышленности.

Всего в восьмидесяти залах музея имеется более двадцати пяти тысяч экспонатов. За годы своего существования музей накопил образцы техники, имеющие большое значение в истории развития различных отраслей техники. В экспозициях имеется около шестидесяти важнейших исторических коллекций. Среди них полная коллекция светильников, радиоприемников, телевизоров, мотоциклов, легковых автомобилей, микроскопов и др.

Фонды музея позволяют развернуть тематические выставки по истории отдельных отраслей промышленности. Подлинные предметы коллекций, кроме всего прочего, имеют очень большое эмоциональное воздействие на посетителей.

Какую долю в экспозиции технического музея должна занимать история техники? Это вопрос дискуссионный. Практика показала, что современная техника обычно занимает 3/4 экспозиционной площади и 1/4 — история техники.

На экспонатах Политехнического музея можно проследить закономерности в развитии технической мысли, осуществить прогнозирование дальнейшего развития техники, развивать среди молодежи патриотические чувства.

Наиболее интересными историческими экспонатами являются:

- трехфазный двигатель М.О.Доливо-Добровольского;
- подлинник электрогенератора И.Г.Славянова;
- свеча П.Н.Яблочкова;
- механизмы П.Л.Чебышева;
- коллекция первых гальванопластических работ, переданных В.С.Якоби в дар музею;
- телеграфный аппарат П.Л.Шиллинга (подлинник);
- часы деревянные Бронникова, часы И.П.Кулибина и др.;
- подлинная лабораторная печь Лебедева, где был получен первый (искусственный) каучук;
- уникальная коллекция микроскопов, в том числе простые микроскопы Либеркюна;
- единственный в мире микроскоп Ф.Эпинуса;
- микроскопы русских мастеров, в том числе С.В.Мозгина.

Коллективом музея ведется большая работа по научному описанию исторических экспонатов и целых коллекций.

Отделом фондов музея созданы предметные картотеки, что значительно облегчает поиски нужных экспонатов.

В 1968 г. при Политехническом музее организован Клуб любителей истории техники. Работу Клуба Политехнический музей осуществляет совместно с Институтом истории естествознания и техники АН СССР. Положение о Клубе любителей истории естествознания и техники утверждено Президиумом Ученого Совета музея.

Основной задачей клуба является развитие среди широких слоев населения интереса к истории техники, истории фабрик и заводов, памятникам технического творчества и на основе этого оказание практической помощи в выявлении и охране таких памятников, изучение и использование их в пропагандистской и воспитательной работе на базе Политехнического музея.

Председателем Правления клуба является академик Б.М.Кедров. (Директор ИИЕиТ АН СССР). В состав Правления избрано 19 человек, в том числе заслуженный работник культуры РСФСР, директор Политехнического музея Г.П.Козлов.

В клубе работают две секции: секция "Истории фабрик и заводов" и секция "Выявления и изучения памятников истории техники". Среди постоянных членов клуба, любителей истории техники, — крупные уче-

ные, научные сотрудники, инженеры, педагоги, студенты и рабочие. За прошедшие три с лишним года проведено 20 заседаний клуба.

Особый интерес у общественности столицы был вызван заседанием клуба 17 февраля 1970 г. на тему: "Ленинские идеи электрификации в летописях московских предприятий". В одном из залов музея встретились создатели "Лампочки Ильича": ученые, инженеры, мастера, рабочие московских заводов. Ряд ученых выступал с воспоминаниями об истории создания отечественной электроламповой промышленности.

Был проведен ряд выездных заседаний клуба. Так, 31 марта 1970 г. во Всесоюзном научно-исследовательском институте строительного и дорожного машиностроения было проведено заседание клуба, посвященное созданию и развитию башенных кранов в СССР. Это была интересная и волнующая встреча рабочих, ученых и конструкторов, ветеранов труда – творцов башенных кранов. К заседанию была организована фотовыставка, отражавшая основные этапы развития краностроения в нашей стране.

12 декабря 1970 г. в доме музея К.С.Станиславского состоялось заседание клуба на тему: Инженерно-производственная и культурно-просветительная деятельность К.С.Станиславского на Московской золотоканительной фабрике.

Были также проведены заседания, посвященные создателям новой техники – Алексею Нестеровичу Шелесту, Александру Ивановичу Бюксмейстеру, Пафнутию Львовичу Чебышеву.

Специальные заседания были посвящены вопросам подготовки кадров по истории фабрик и заводов. На заседаниях клуба заслушивались сообщения по истории отдельных московских предприятий (завода им. Владимира Ильича, Первого московского часового завода, завода "Электроконтракт", кондитерской фабрики "Красный Октябрь" и др.).

Ведя свою увлекательную работу, мы понимаем, что деятельность Политехнического музея в Москве, в состоянии удовлетворить жажду знаний в нашей необъятной стране. Мы прилагаем усилия, чтобы решить и эту задачу.

И.Б.Литинецкий (СССР)

## РАЗВИТИЕ БИОНИКИ И ЕЕ РОЛЬ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ ПРОГРЕССЕ

Формально датой рождения бионики принято считать 13 сентября 1960 г. – день открытия первого американского национального симпозиума на тему "Живые прототипы искусственных систем – ключ к новой технике". В действительности же зачатки бионики мы находим в трудовой деятельности наших далеких прапредков. Анализ функций и конструкций многих первобытных орудий позволяет заключить, что в основе инженерной деятельности человека всегда лежал бионический принцип, что происхождение техники является бионическим по своей сущности.

Развитие кибернетики как общей науки о законах передачи, преобразования и переработки информации в процессах управления привело к бурному развитию автоматике и телемеханики, радиоэлектроники, связи, вычислительной техники. Жизнь показала, что многие старые воззрения и традиционные методы создания инженерных систем оказались несостоятельными перед лицом новой техники. Возникло множество чрезвычайно сложных проблем. Появилась необходимость в дальнейшей миниатюризации элементов и блоков радиоэлектронной аппаратуры, в повышении надежности радиоэлектронных систем, в создании электронно-вычислительных машин, решающих задачи без предварительного программирования, в разработке методов сбора, кодирования, обработки и накопления информации для самоорганизующихся систем и машин, в создании систем, обладающих свойством автоматически менять свои параметры в соответствии с изменением внешних условий и т.п.

Весь этот обширный круг задач заставил ученых вновь обратиться к живой природе. Появилась необходимость более пристально взглянуть глазами инженера на структуру и способы физической реализации органов, служащих для передачи, восприятия и преобразования внешней и внутренней информации, ее обработки и выработки новой информации, служащей для управления поведением биологических систем. Одновременно возникла настоятельная потребность по-новому осмыслить протекающие в живых организмах физические и химические процессы, связанные с получением и преобразованием энергии или получением и преобразованием веществ.

В настоящее время еще нет единого, общепризнанного определения предмета бионики. По нашему мнению, бионика — это наука, занимающаяся изучением принципов построения и функционирования биологических систем и их элементов с целью применения полученных знаний для коренного усовершенствования существующих и создания принципиально новых машин, приборов, аппаратов, средств связи и управления, строительных конструкций, новых высокоэкономичных источников энергии и технологических процессов.

В многообразной тематике ведущихся ныне бионических исследований наиболее четко вырисовывались пять направлений: нейробионика, восприятие и преобразование информации в анализаторных системах, биомеханика, ориентация и навигация, биоэнергетика.

Что же достигнуто бионикой в каждом из этих направлений и чего можно ожидать от нового научного направления в обозримом будущем?

Переработка информации у высших животных и у человека, как известно, происходит в нервной системе. Основная единица этой сложной системы — нервная клетка (нейрон). Поэтому, естественно, что исследование способов преобразования информации в биологических системах началось с изучения нейронов и разработки их различных математических и технических аналогов. В настоящее время уже имеется множество схемных моделей нейрона, отличающихся по типу применяемых электронных элементов и по типу моделируемой активности.

В изучении способов переработки информации в живых организмах, моделирование нейронов является лишь первой ступенью исследования.

Предпринимаются попытки по аналогии с живой природой выращивать искусственные нейроны и целые нейроподобные системы. Бионики надеются, что в будущем дело дойдет до построения белковых машин, как предсказал в своем последнем интервью основоположник кибернетики Н. Винер.

Восприятие и преобразование информации в катализаторных системах. Из известных пяти органов чувств основное внимание уделяется исследованию органов зрения, поскольку около 90% всей информации о внешнем мире поступает в биологическую систему через зрительный аппарат. Создана электронная модель глаза мечехвоста. Она обладает способностью усиливать контрастность между краями наблюдаемого объекта и окружающим фоном. Такой аналог глаза позволяет улучшить работу телевизионных трактов ряда систем, таких как системы получения и анализа снимков Луны и других планет, системы получения и анализа аэрофотоснимков земной поверхности со спутников и др. Разработано бионическое устройство "визилог", которое выполняет некоторые функции человеческого глаза: воспринимает изображение, проводит измерения и передает информацию. Предполагают, что такие устройства будут устанавливаться на непилотируемых космических кораблях, посылаемых на Луну, Марс, Венеру. Гибкость визилога в сочетании с быстродействием используемой ЭВМ, позволит совершить мягкую посадку в наиболее подходящем месте исследуемой планеты.

Интенсивно ведутся исследования органов обоняния. И хотя до сих пор еще нет единой и достаточно четко разработанной теории запаха (существует 30 гипотез), определенные успехи в моделировании органов обоняния все же достигнуты. Построено несколько электронных устройств, способных анализировать запахи и определять по ним сорта табака, кофе, бензинов, пищевых продуктов.

По сравнению с зрительным и обонятельным аппаратами бионические исследования органов слуха ведутся в несколько меньших масштабах, но тоже довольно интенсивно. Разработана электронная модель (в виде системы фильтров), воспроизводящая частотные характеристики человеческого уха. Было построено "электронное ухо" для оценки качества звучания музыкальных инструментов. Используя принцип действия инфрауха медузы, сотрудники кафедры биофизики МГУ создали автоматический предсказатель бурь. Успешно ведутся работы по созданию устройств для автоматического распознавания речи. Имеется несколько моделей пишущих машинок-автоматов, печатающих под диктовку. Разрабатываются стенографы-автоматы. Ведутся работы по вводу данных в вычислительные машины под диктовку, по управлению различными агрегатами и системами речевыми командами. Можно надеяться, что в будущем будут созданы автоматы-переводчики и даже электронные собеседники.

**Биомеханика.** Бионика ведет широкие исследования морфологических особенностей живых организмов. По образцу передвижения пингвинов у нас создана оригинальная снегоходная машина, развивающая скорость до 30 км/час. Бег кенгуру подсказал идею создания "прыгающей" машины. Построены также шагающие и ползающие системы, обладающие

большой проходимостью в условиях пересеченной местности и мягких грунтов. Результаты бионических исследований пауков и червей легли в основу интересных инженерных решений по созданию "гидравлических ног" землеройных машин. Широко известны созданные в СССР биоманипулярные протезы для инвалидов, управляемые биотоками. Появилась возможность управлять манипуляторами даже посредством движения глаз. Значительные успехи достигнуты и гидробионикой. По форме обводов тела кита построено океанское судно. Необычный контур корпуса дал выигрыш в потребной мощности силовых установок около 20%. Изготовлены опытные образцы искусственной "быстроходной" дельфиной кожи "ламинфло". Обшитые ею торпеды и катера при тех же мощностях силовых установок движутся почти в два раза быстрее.

Ориентация и навигация. Большое внимание уделяется бионическим исследованиям органов локации, ориентации, навигации и стабилизации у животных. Построен малогабаритный указатель скорости самолета, в конструкции которого использованы некоторые принципы, заложенные в строении и функционировании глаза жука. Фасеточные глаза пчел подсказали идею создания поляризационного солнечного компаса. Широко ведутся исследования высокосоввершенных локационных аппаратов летучих мышей, дельфинов, мормыруса и других животных. Результаты этих исследований обещают коренные преобразования в радарной технике. В комплексе навигационных задач, решаемых бионикой, большое внимание уделяется изучению биологических часов, которые, как установлено, являются важнейшим звеном сложной системы навигации и ориентации животных.

Биоэнергетика. Бионика рассматривает широкий круг вопросов, связанных с биоэнергетикой живых организмов. Большое внимание уделяется изучению и моделированию работы мышц. Создана модель "искусственных мускулов", в которой роль мышечной ткани выполняют синтетические волокна, погруженные в щелочной раствор. Уже в первой модели волокна поднимали груз в 1000 раз больший их собственного веса. Возможно, что дальнейшее изучение живой мышцы приведет к созданию чрезвычайно экономичных искусственных преобразователей химической энергии в механическую. В связи с бурным развитием микрорадиоэлектроники и космической техники ведутся работы по созданию принципиально новых экономичных и дешевых источников питания.

В последние годы сложилось еще одно чрезвычайно перспективное научное направление – биоархитектура. Настоящим кладом новых архитектурных форм, оригинальных конструктивных решений является мир диатомей и радиолярий. Не менее богат оптимальными конструктивными решениями мир растений. Стометровый пролет без опор выставочного зала в Турине перекрыла легкая конструкция из армоцемента, повторяющая нерватуру живого листа.

Бионика – наука молодая. Но вряд ли сейчас можно найти такую область человеческой деятельности, которая в той или иной степени не была бы связана или не готовилась к более тесному соприкосновению с этой наукой. Бионика – мощный ускоритель научно-технической революции. Она обещает неслыханный расцвет производительных сил человечества, новый взлет науки и техники.

In the report presented at the plenary session of the 2nd International Conference on Economic History, held in Aix-en-Provence on September 3rd, 1962 [1], I tried to outline the rate of dependance of the strike movement upon the growth of factory production in the 19th century in Bohemia and Germany, by tracing the relation between the spread of industrial steam power and the growth of the strike movement. At that time, the steam engine developed to become the universal prime mover of modern industry and, with a certain reserve, the output of steam engines then in industrial use may be taken as an index of the evolution of factory production in the pre-monopoly period [2]. The study of non-uniform spread of steam power in individual countries leads to important conclusions as to the irregular expansion of the industrial revolution at the end of the 18th century and during the 19th century [3].

In my earlier communications I have suggested that the rate of growth of steam engine output in industry at that time had been characterized by the rate of accumulation of constant fixed capital [4]. A further analysis had revealed cyclic rhythm to be another important factor of steam power expansion in the pre-monopoly era.

Usually, the development and depth of a depression are illustrated by such indices as the decline in production, volume, the drop of product prices, the rate of growth of unemployment, as well as by other factors from the sphere of production, exchange, financial operations etc. One of the neglected cycles, characterizing very realistically the depressive character of capitalist economies up to the rise of monopoly capitalism is, in my opinion, the evolutionary

cycle of steam power. In this connection, I would like first to draw your attention to the cyclic nature of the rate at which steam power was applied to industry, as reflected by partial data available for various countries/57.

It is quite well known that for Great Britain, cradle of the double-acting steam engine, only very scanty information exists concerning the application of steam power in industry up to the forties of the 19th century. Therefore, we must make do with only partial data. Among them, a very important set is represented by figures which record the installed output of steam engines each year in Birmingham, centre of the textile industry, for the years 1783-1835 - that is, the period of the industrial revolution in England. The graph, which shows pictorially the newly installed steam engines for each successive year, reveals very clearly the cyclic character of a non-uniform growth, reflecting the intensive and feeble phases of capital investment and the alternating nature of the business cycles.

In France, where the introduction of steam power was substantially delayed, this cyclic development can be traced for the years 1838-1913, the annual increments of industrial steam engine output revealing not only the depression cycles, showing steadily increasing amplitude, but also the influence of political crises and military events /e.g. the collapse during the 1848 revolution or a still more remarkable regression in the course of the Franco-Prussian war and Paris Commune in 1871.

For the whole of Germany, unfortunately we lack such detailed data for such a comparatively long period of time. This, however, can be at least partially replaced by information concerning the installation of stationary steam engines in Prussia from 1860 to 1904, expressing cumulated annual outputs and revealing the age structure of these machines up to April 1st, 1904. Suit as the preceding graph depicts the evo-

lution in France, this one for Prussia reflects the depression cycles for individual decades, while showing the amplitude which had been growing with each subsequent cycle. The relatively deepest decline evidently occurred during the severe slump of the seventies /after 1873/ and during the depression which began in 1900.

The same conclusion as to the cyclic character of this development can be drawn from the other two graphs, which show, in terms of numbers and outputs, the annual increments of steam power in the western part of the Hapsburg Monarchy, and separately for individual Czech provinces /Bohemia, Moravia and Silesia/ for the years 1830-1874, as well as the number of steam boilers installed annually in the same region from 1848 to 1874. The contour lines of depression cycles are the more apparent, the larger the region taken into consideration /compare for example the separate development in Moravia, in contrast to that in the entire western part of the Monarchy/. At the same time, both these diagrams prove another important fact, that the cyclic evolution of steam power in industry had had been developing in a relatively broadly synchronized rhythm in this region, a phenomenon especially remarkable in the cycle from the second half of the sixties, which, after so-called "foundation fever" had led to the 1873 crash and the deep overall depression of the seventies.

This is also proved very demonstratively by another diagram, using as index steam boilers instead of steam engines. However, comparison with the preceding graphs shows that this index coincides quite well with the development of steam engine output growth. The other graphs make the same point for a smaller region, the district of the Chamber of Trade and Commerce in Brno, for the years 1848-1875; these diagrams reflect the installed output of steam engines, and the heating surface of steam boilers, both listed according to the main industrial bran-

ches, the heating surface being a more realistic index than the mere number of steam boilers. The differentiation according to individual industrial branches makes it possible to ascertain the role of leading branches in specific time intervals and their participation in the evolution as a whole in various phases of the cycle, though the situation might be somewhat misrepresented by the fact, that in many production processes, as e.g. in the textile industry, steam was used from boilers, which therefore had not driven steam engines. This follows clearly from the comparison of the development in the districts of the Brno and Liberec Chambers. While in the latter, the total development up to the second half of the century reflected predominantly the evolution of the textile industry, in the Brno Chamber district (which embraces very fertile agricultural regions as well as a coal basin and long-established iron and steel works) the business boom and subsequent deep slump were considerably influenced by mining, metallurgical and food industries, as is apparent from the evolution of steam power in these industrial branches.

In analyzing the crisis cycles of steam power, attention should be drawn to the fact, that this very intricate phenomenon of socio-dynamic oscillation, its structure and system, are by far more complicated than analogous physical and biological phenomena. Mechanical oscillation or undulation of water surface, or the specific cyclical action of the heart muscle, including the remarkable feature of blood circulation as represented by electrocardiogram readings, though showing an analogous character to the curves in the steam power diagrams, differ quite substantially in that they lack the inner dynamics of growth, capable of reproducing new cycles of steadily ascending levels, with growing amplitude and oscillating wave length in a system which is put into oscillation and maintained in this state by a far more complex network of relations than the similar physical or biological processes.

The evolution of steam power in industry in the pre-monopoly era requires detailed analysis because it is a very important index of various stages in technological, economical and social development. As a strategic index, it characterizes the exponential growth of factory production in this period, which correlated very closely in many countries with the spread of the workers strike movement.

On the basis of comparative analysis of steam power development in the industry of various countries and regions, the asynchronism of the evolution can be quantitatively expressed and objectively evaluated. Many indices of economic growth, especially the accumulation of constant fixed capital, correlated fairly closely with it. It also follows, as was proved above, that the fluctuation of the steam power rate in industry reliably reflects the individual phases of separate economic cycles in the pre-monopoly era, and in this sense we can speak of a specific steam power cycle, which is at least as important as the other cycles, e.g. the construction cycle, the cycle of brickware production, etc, which recently drew much attention in the literature. As follows from the cartographic illustrations, whether using cartograms or isochronic maps of the steam power in the industry, this index can very demonstratively express the changes in the localisation of industry and the progress of its concentration. Moreover, it can also improve the realistic picture of the results of comparative research into these processes in various countries. When following the evolution of steam power in industry and the expansion of towns (e.g. those having more than 50000 inhabitants), we find a very high coefficient of positive correlation. This knowledge, stressing the significance of industrial steam power growth as the index of the extent and rate of urbanisation, confirms by way of a quantitative statistical economic analysis the validity of the clever finding

by the English factory inspector, A. Redgrave, that..." the manufactures..., which had to be founded adjacent to water streams and which were often far removed from each other, represented rather an element of a rural than of a urban system; only after introduction of steam power replacing water power could factories be concentrated in towns and in localities where there is sufficient water and coal, of which both are necessary for the production of steam. The steam engine is the mother of industrial towns (6)." (Re-translated from ht Czech).

Closely bound up with the dynamics of steam power in industry, many basic indices of economic growth developed in various countries during the 19th century. Therefore, I have tried to determine the corresponding correlation factors between the evolution of industrial steam power and some indices of economic growth in individual countries (7).

It follows from the analysis that in the second half of the 19th century there existed in many European countries and also in the USA, a considerably high trend toward correlation between the evolution of industrial steam power and some indices of economic growth (value of industrial production, creation of national product, national income, capital accumulation). The correlation factor ascertained for this relation in 13 specific cases oscillates between 0,77 and 0,99. It is remarkable that in all cases that were taken into consideration, the correlation is so close, especially for the industrial production value and also for capital accumulation. However, these results are valid only for cumulative trend correlations of individual indices in given time intervals. It would of course be necessary to find the correlations of deviations of this series from the respective regression values so as to exclude the cumulative correlative influence of the trend. But even the occurrence of different correlations of these deviations expressing short run dependance could not

diminish the significance of the ascertained high long-run correlations between the evolution of industrial steam power and the above-mentioned indices of economic growth in the pre-monopoly era. A more exact analysis would also require ascertainment of correlations between the same indices (e.g. the evolution of industrial steam power and the growth of industrial production volume (in various countries for corresponding historical-economic time intervals) e.g. 1,4 HP in 1845 and 18 HP per 1000 inhabitants in 1884 for France, or 1,4 HP in 1863 and 17,8 PH per 1000 inhabitants in 1913 for Czarist Russia.)

This contribution does not presee to solve the problem once for all. In the present state of research into industrial steam power evolution in the 19th century, and the treatment of such problems as the evolution of industrial production volume or the gross and net national product, gross and net national income, gross and net capital accumulation etc., such a goal would not be practical. However, the problem requires a concentrated research effort from those studying the history of technology, economists, specialists in the field of comparative economic history, statisticians, econometrists and others. This extensive cooperation would be able to unify the methodological approaches, to evaluate critically available resources and literature, to coordinate the terminology in various linguistic groups, to improve the methods of historiography from the point of view of the economics, with the aim to use this more solid basis for obtaining answers of prolonged validity.

#### References

1. Purs, Jaroslav, *Modèle du rapport existant sous le capitalisme prémonopoliste entre l'accroissement du mouvement des grèves et le développement de la production de fabrique,*

Historica VII, Praha 1963, pp. 85-97. See also Purs, Jaroslav, Model závislosti rustu stávkového hnutí na rozvoji tovární výroby v období predmonoponiho kapitalismu, CSCH, XI, 1963, pp. 34-35.

2. For a certain time the water power had had a substantially great significance, to the end of the 19th century the electric power won through. In the future, attention shall be also be paid to these questions.

3. Purs, Jaroslav, Method of Measuring the Asynchronism of some Historical Processes (in Czech), the Czechoslovak Historical Journal, XVIII, 1970, pp. 161-194.

4. See the reference in the Czechoslovak Historical Journal, XI, 1963, p. 38 in the Volume "Historica", VII, 1963, p. 90.

5. For more particular data and graphical treatment see Purs, Jaroslav Natural Conditions and Energetic Basis of Industrial Revolution (in Czech), Historicka Geografie 5, 1970, pp. 141-170, and appendices.

6. Marx, K., Capital I, Praha 1953, p. 403, Underlined by the author.

7. Purs, Jaroslav, Steam Power in the Industry and Economic Growth in the 19th Century, Dejiny ved a techniky, 4, 1970, pp. 198-214.

Техническая эстетика – наука о прекрасном в сфере материального производства. Она призвана создавать совершенные формы предметного мира в условиях труда, быта, отдыха человека.

Зарождение технической эстетики как научной дисциплины принято относить к 20-м годам нашего столетия, когда Гропиус в Германии заложил основы т.н. "Баухауза" – первой школы технической эстетики.

Однако истоки самой технической эстетики уходят в далекое прошлое. Понятия, законы и приемы технической эстетики постепенно формировались на протяжении длительного периода развития культуры человечества, начиная с трудовых приемов человека первобытного общества.

Передаваемые из поколения в поколение трудовые навыки на протяжении сотен тысяч лет привели к созданию целесообразных, удобных в пользовании, надежных орудий труда: топора-колуна, мотыги, ножа, гончарного круга, зернотерки и других.

С помощью орудий труда создаются первые транспортные средства – челноки, предметы быта: различной формы и емкости сосуды, в том числе керамические. Появляются также орудия охоты: копья, бумеранги, лук и стрелы. Последние – наиболее совершенные сложные орудия охоты. Орудия охоты со временем становятся оружием.

Как сами орудия труда, так и челноки, сосуды, орудия охоты и оружие уже в период неолита, когда основными материалами для их изготовления были камень, дерево, глина, – наряду с целесообразностью, удобством и надежностью пользования приобретают эстетически совершенные формы. Об этом свидетельствует то обстоятельство, что с появлением новых материалов – металлов (бронзы, железа) названные орудия труда: топор, мотыга и ее модификация – лопата, нож, коса, основанные на использовании принципа клина и его режущих свойств, на протяжении тысячелетий, вплоть до нашего времени, сохраняли свои основные формы и эксплуатационные качества. То же самое можно сказать и об изделиях гончарного круга, о копье, луке и стрелах, челноке, колесе – этому величайшему изобретению человека, основанному на принципе ротацки.

Развитие ремесла в условиях рабовладельческого общества, в особенности в период расцвета античной культуры, характеризуется совершенствованием форм как самих орудий ручного труда, так и изделий ремесленного производства бытового назначения и украшений. Появляется и новый материал стекло с его богатыми технологическими возможностями. Изделия для быта становятся более утонченными, благодаря применению таких методов отделки и украшения, как резьба, чеканка, чернение и т.п. Изделия для быта частично становятся предметами искусства.

Период рабовладельческого строя характеризуется бурным развитием строительной техники и зодчества, где также находят применение принципы технической эстетики: целесообразность, надежность, долговечность, гармоничность линий, объемов и пропорций. Совершенные

эстетические формы приобретают и транспортные средства: коляски, суда в том числе морские — парусные и гребные.

Расцвет ручного ремесла в условиях феодализма, вплоть до мануфактурного производства, привел к использованию сил природы в новых энергетических устройствах: ветряной мельницы и вододействующих колес. Эстетическая форма ветряной мельницы, наряду с целесообразностью ее назначения, еще до недавнего времени украшала мирный пейзаж сельской местности. Принцип вододействующего колеса нашел применение на транспорте в условиях машинного производства в виде колесных пароходов, явившихся надежным транспортным средством.

Ручное ремесло средневековья и мануфактурного периода в результате развития специализации производства дало толчок разнообразию форм ручного инструмента, оружия, предметов бытового назначения, украшения. Достаточно вспомнить, что количество молотков различного назначения, отличавшихся формой и величиной, в этот период исчислялось примерно пятью сотнями. Совершенствование форм и эстетических категорий нашло свое отражение и в строительстве. Примером изумительного мастерства может служить ансамбль Московского Кремля.

В мануфактурный период зарождаются новые средства труда: машины в ткацком производстве, заменявшие своими органами действия человеческой руки, что явилось прелюдией промышленного переворота, в ходе которого были созданы рабочие машины, в том числе металлообрабатывающие станки, универсальный паровой двигатель, способствовавшие быстрому развитию металлургии и горного дела. Машины промышленного переворота вплоть до 70-х годов XIX столетия характеризовались монументальностью и подражением архитектурным формам. Эти особенности хорошо прослеживаются в конструкциях паровых машин с колонноподобными стойками, в конструкциях станков А.Нартова и других изобретателей. Точеные и резные детали в стиле Барокко были характерны и для других машин рассматриваемого периода.

Начавшаяся стадия крупного капиталистического машинного производства конца XVIII и начала XIX веков отодвинула мастерскую ремесленника на задний план, выдвинув на первый план индустриализм в виде громоздких сооружений заводов и фабрик с дымящими трубами, тесных и мрачных заводских зданий. В изнурительном труде фабричных рабочих отсутствовало эстетическое содержание. Зарождавшееся с начала второй половины XIX-го столетия массовое производство промышленных изделий поставило на новую основу и вопросы технической эстетики как в части облагораживания самих условий труда, так и в производстве промышленных изделий. Заводские корпуса постепенно изменяют свой облик, вписываясь в архитектурные ансамбли городов. На основе научных расчетов совершенствуются машины. Промышленная продукция все более и более подчиняется стандарту и законам технической эстетики.

Триумфом могущества индустриализма и становившейся на индустриальную основу технической эстетики явились такие сооружения конца XIX и начала XX веков, как Эйфелева башня, Бруклинский мост, крупнейшие заводы США, Германии, Англии и других стран, небоскребы больших городов.

Сложные социальные условия, конкуренция, борьба за покупателя в дальнейшем дали новый толчок развитию технической эстетики в начале XX века.

Забота о человеке, наиболее полное удовлетворение его материальных и духовных потребностей являются основой развития технической эстетики в социалистических странах на современном этапе. Труд здесь приобретает эстетическое звучание. Исследование истоков технической эстетики является важным аспектом истории науки.

Heinz Geerke (BRD)  
DIE ANFÄNGE DER AUTOMATION  
IN DER RÖNTGENDIAGNOSTIK

Der in jüngster Zeit zu kaum veranschaulichtbarer Bedeutung gekommene Vorgang der Automation im Bereich der diagnostischen Verwendung der Röntgenstrahlen lässt sich rückblickend in mehrere Teilvorgänge aufgliedern. Um immer wieder reproduzierbare und als solche gleichartige Arbeitsvorgänge weitgehend unabhängig von menschlichen Faktoren, losgelöst damit von der Individualentscheidung zu ermöglichen, wurden vorhandene Geräte umgerüstet und ergänzt oder neu konstruiert. Diese Definition trifft auch für die Röntgenologie zu. Dennoch denken selbst Röntgenologen, die über längere Zeit die Entwicklung in ihrem Überblicken und kritisch eingestellt sind, wenn von "Automatisation" in ihrem Fachgebiet die Rede ist, sie gut wie ausnahmslos an Belichtungs- und Entwicklungsautomaten. Beide Vorgänge sind von tiefgreifendem Einfluss auf die Arbeits- und Denkvorgänge gewesen, die den Personaleinsatz in der Röntgen-diagnostik kennzeichnen, die "Automation" hat damit jedoch nicht begonnen.

In seinen Empfehlungen für die im Jahre 1901 von ihm angegebene Kompressionsblende hat Heinrich-Ernst ALBERS-SCHÖNBERG (1865-1921) im Jahre 1903 [1] einige Gesichtspunkte niedergelegt, die schon die Richtung der künftigen Entwicklung erken-

nen lassen. Er weist darauf hin, dass bei Verwendung der Kompressionsblende alle Untersucher Bilder unter gleichen Bedingungen anfertigen können, da sich die gleiche räumliche Beziehung zwischen dem untersuchten Körperteil und dem Hörfokus sicherstellen lässt, Bilder gleicher Grösse herstellen lassen und eine bessere technische Ausnutzung der Röntgenröhre erzielt wird. Da jedoch keine Übernahme vom Menschen durchzuführen der Handgriffe durch technische Apparaturen erfolgt, sind diese Blendenkonstruktionen noch nicht im Sinne der Automation erfolgt. Der erste Schritt zur Automation in der oben gegebenen Definition wurde in der Dunkelkammer getan, doch waren die ersten Massnahmen nicht von Dauer. Bereits um die Jahrhundertwende wurden Schaukeltische für Entwicklerschalen konstruiert. Der erste dieser Apparate (APPUN) arbeitete nach dem einfachen Pendelprinzip und erzielte nicht mehr als einen Verlängerungseffekt der von Hand ausgelösten Schaukelbewegung. Hermann GOCHT (1896-1938) hat dann einen Schwachstromelektroantrieb für einen solchen Schaukeltisch entwickelt [2], den Heinrich-Ernst ALBERS-SCHÖNBERG für die Verwendung mit Starkstrom modifiziert hat [3]. Auch Felix DAVIDSOHN (1879-1916), Konrad BIESALSKI (1868-1930), Friedrich DESSAUER (1881-1963) und Josef ROSENTHAL (1867-1938) haben von dem Ersten Weltkrieg eigene Modelle oder Modifikationen solcher Schaukeltische entwickelt. Einsparung menschlicher Arbeitskraft und gleichmässige Behandlung der Platten im Entwicklungsvorgang liessen sich sicher dadurch erreichen. Nach der schon vor 1905 erfolgten Einführung der Standentwicklung, d.h. der Einbringung der stehenden Platten in Entwicklungstanks, hat HOFMEISTER eine durch ein Federuhwerk angetriebene Pendelkonstruktion eingeführt, mit der die stehenden Platten gehoben und gesenkt werden konnten. Obwohl bereits im ersten Jahr der medizinischen Anwendung der Röntgenstrahlen (1896) von der Firma Carl SCHLEUSSNER in Frankfurt Versuche mit doppelseitig begossenen Filmen angestellt worden waren, begann sich der Zelluloidfilm in der Rönt-

gendiagnostik erst in den zwanziger Jahren durchzusetzen, vor allem nachdem 1925 zufriedenstellende Ergebnisse mit doppelseitig begossenen Zelluloidfilmen erzielt werden konnten, die auch bezüglich ihrer Haltbarkeit befriedigten. Immerhin sind auch schon vor 1920 Filme in der Röntgendiagnostik verwendet worden, und zwar ausschliesslich für Zahn- und Kieferaufnahmen sowie in der Röntgenkinematographie. So hat bereits ALBERS-SCHÖNBERG in seiner klassischen Schrift "Röntgentechnik" (1903) auf die Schwierigkeiten hingewiesen, die bei der Verarbeitung des Filmmaterials auftraten. Als diese beseitigt waren, erst recht nach Umstellung des Schichttragers von Nitrozellulose auf Azetylzellulose und damit des Fortfalls der Gefahren, die mit der Vorratshaltung und der Archivierung verbunden waren, kam die Schalenentwicklung langsam in Wegfall und damit auch die automatischen Schaukeltische.

Eine kontinuierliche Entwicklung dagegen gab es auf dem Gebiet der Wechselkassetten für Serien- und Zielaufnahmen. Anfänglich sprach man bereits von Kinematographie, als eigentlich nur Serienaufnahmen angefertigt wurden und eine durchlaufende Erfassung von Bewegungsabläufen noch nicht möglich war. Der dafür von James Mackenzie DAVIDSON (1856-1919) bereits im Jahre 1898 entwickelte Kassettenrahmen gestattete eine Fixierung des Objekts und bot die Möglichkeit, darin dann die Platten mit der Hand auszuwechseln. Die ein Jahr später von Heinrich HILDEBRAND (1866-1940) angegebene Konstruktion arbeitete bereits mit Teilabdeckungen der Platte während der Aufnahmen [4]. Für beliebig viele Aufnahmen war die von Max LEVY-DORN (1863-1929) im Jahre 1900 bekanntgegebene Kassette geeignet [5]. Den wirksamsten Impuls auf die Entwicklung brauchbarer Wechselkassetten brachten jedoch die Bemühungen um eine Verbesserung der Diagnostik am Magen-Darmkanal. Die Engländer George CAULFIELD und Robert KNOX (1868-1928) konstruierten 1919 eine Kassettentrommel, bei der 6 Platten auf die Trommeloberfläche angebracht waren und nicht wählbar, also ungezielt,

Aufnahmen vom Schalttisch aus gemacht werden konnten [6]. Die von dem Pionier der Schleimhautdiagnostik am Magen Gösta FORSELL (1876-1950) 1917 bekanntgegebene Methode der Zielaufnahme nach erfolgter Markierung des gewünschten Objektes während der Durchleuchtung, litt unter der relativ langen Latenzzeit bis zum Einbringen der Kassette in die Zielrichtung [7].

Einen echten Fortschritt stellte dagegen der von Hans Heinrich BERG (1889-1968) im Jahre 1923 konstruierte Wechselrahmen dar [8]. BERG war zu seinen röntgenologischen Untersuchungen am Magendarmkanal angeregt worden durch die Schrift von AKE AKERLUND (1887-1958) über seine Studien am Bulbus duodeni. Der Bergsche Rahmen gestattete schnellen "Schusswechsel", allerdings musste die Kassette nach Belichtung von 2 Teilabschnitten von Hand gedreht werden, um dann die anderen zwei Belichtungen vornehmen zu können. Der weiteren Entwicklung dieses wichtigen Zusatzgeräts lagen u.a. Anregungen zugrunde, die Hermann Ulrich ALBREICHT (geb. 1897) gegeben hatte [9]. Der grosse Leuchtschirm und die vielseitige Verwendbarkeit seines Gerätes stellt als "Explorator nach Albrecht" einen besonderen Abschnitt in der Automation der Röntgendiagnostik dar. Die dadurch erzielte Erleichterung für den Untersucher bei gleichzeitiger Verbesserung der Untersuchungsergebnisse war bald allgemein anerkannt. Als wichtiger Schritt zu den heutigen Filmwechslern für die Angio- und Angiokardiographie muss auch das von Robert JANKER (1894-1964) im Jahre 1926 angegebene Modell angesehen werden, insbesondere da JANKER selbst weitere wichtige technische Weiterentwicklungen auf diesem Gebiet beigesteuert hat [10]. Es ist erstaunlich, wie gross die Zahl der Ärzte gewesen ist, die gerade in diesem Bereich der Röntgendiagnostik auch an der Konstruktion apparativer Details mitgewirkt haben. Im übrigen sind die hier genannten Geräte und ihre Urheber nur Beispiele, denen weitere Namen und zahlreiche Gerätetypen an die Seite gestellt werden könnten [11].

Wir haben uns aber mit Absicht auf eine genetisch einheitliche Entwicklungsreihe beschränkt.

Gegen Ende der zwanziger und in den dreissiger Jahren ist die Automation der Röntgendiagnostikapparate dann erheblich vorangetrieben worden, der motorische Antrieb der Lagerungstische mit selbstätiger Abschaltung in den Endstellungen, der automatische Überlastungsschutz für die Röntgenröhre und schliesslich die Belichtungsautomaten wurden entwickelt. Die Bemühungen um die "Automatisierung der Röntgenaufnahme" gingen von den Herstellerfirmen aus und fanden anfangs durchaus nicht die erwartete Resonanz bei allen Benutzern [12]. Das von Albert BOUWERS (geb. 1893) im Jahre 1929 angegebene Prinzip der "fallenden Last" wurde wegweisend für die Überlastungsschutzautomation [13]. Die ersten Vorschläge für einen Röntgenbelichtungsautomaten stammen von Heinrich FRANKE, der 1929 sein erstes Patent dafür anmeldete [14] und kurz darauf auch über einen nach seinen Angaben konstruierten und in den Handel gebrachten Apparat, der jedoch keine grössere Verbreitung finden konnte, berichtet hat [15]. Auf seinen spätern Arbeiten und denen von Kurt BISCHOFF sowie den Untersuchungen von R.H. MORGAN und P.C.HODGES fusst die Nachkriegsentwicklung der Belichtungsautomatik [16].

Die in der Gegenwart sichtbare Tendenz zu vermehrter innerer Verknüpfung automatisierter Anlagen zeigt sich auch bei Röntgendiagnostikapparaten, in jüngster Zeit ist nun sogar die direkte Anbindung des Entwicklungsautomaten an das Untersuchungsgerät, das aus einem Magazin mit Einzelfilmen beschickt werden kann, erfolgt. Damit ist ein weiterer für den Gesamtvorgang wichtiger Schritt getan worden.

Anmerkungen:

1. H(einrich-Ernst) ALBERS-SCHÖNBERG: Die Röntgentechnik. Hamburg 1903; S. 78 f.

2. Hermann GOCHT: Handbuch der Röntgen-Lehre. 4. Aufl. Stuttgart 1914; S. 227-229, Abb. d. Geräte v. Gocht S.228.

3. Abb. s. ALBERS-SCHÖNBERG a.a. O. S. 94.

4. Armin OPITZ: Beiträge von Ärzten zur technischen Entwicklung diagnostischer Röntgenapparaturen vor 1935. Med. Diss. FU Berlin 1966; S. 114-116.

5. Max LEVY-DORN: Eine Kassette zur Aufnahme mehrerer Röntgenbilder hintereinander (Stereoslipie). Fortschr. Röntgenstr. 3 (1899/1900) S. 107 f.

6. George CAULFIELD u. Robert KNOX: A rotating plate changing table. Arch. Radiol. Elektrother. 21 (1919) S. 196-201.

7. Gösta FORSSELL: A plateholder for precise roentgenography in connection with fluoroscopy. Acta Radiol. 1 (1921) S. 48-50.

8. H(ans) H(einrich) BERG: UEBER den Nachweis des Zwölffingerdarmgeschwürs mit Röntgenstrahlen. Klin. Wschr. 2 (1923) S. 675-682.- Persönliche Äusserungen Bergs zur Geschichte des Wechselrahmens vgl.: H(ans) HORNPOSTEL: In memoriam Hans Heinrich Berg (1889-1968). Münch. med. Wschr. 111(1969)S.2679-2681.

9. H.KUNZ: Vom Klinoskop zum Pantoskop nach Berg mit dem Explorator nach Albrecht. Siemens-Reiniger-Werk-Nachr. Juli 1934, S. 25-30. - F. SCHARF: Der "Explorator" nach Priv. - Doz. Dr. Albrecht, das neue Universal Hilfsgerät für die Röntgendiagnostik. Siemens-Reiniger-Werk-Nachr. April 1935, S.8-11. - H.BERGEL: Ein neues vollautomatisches Serien- und Zielaufnahmeggerät. Röntgen- Bl. 3 (1950) S. 85-89.

10. R(obert) JANKER: Die Röntgen-Photographie, ihre Methoden und ihre Bedeutung für die Medizin. In: 100 Jahre Schleussner. Hrag. G. HAASE u. H.SCHLEUSSNER. Frankfurt/Main 1960; S. 33-81. - Armin OPITZ a. a. O.S. 109 f.

11. Angaben dazu S. Armin OPITZ a. a. O.S. 105-111.

12. H.CHANTRAINE: Die Automatisierung der Röntgenaufnahme. Röntgenprax. 7 (1935/36) S. 352-556.

12. A(lbert) BOUWERS: Verkürzung der Aufnahmezeit durch eine neue Belastungsmethode. Fortschr. Röntgenstr. 47(1933) S. 702.

14. DRP 574 441 v. 10. 3. 1929 und DRP 576900-576902.

15. H(einrich) FRANKE: Der Belichtungsautomat. Verh Dtsch. Röntgen-Ges. 21. Beiheft Forsch. Röntgenstr. 42 (1930) S. 153 f.

16. Kurt BISCHOFF: Der Iontomat, ein neuer Belichtungsautomat für Röntgenaufnahmen. Fortschr. Röntgenstr. 71 (1949) S. 994-1002.

Э.Г.Цыганкова (СССР)

### ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НАУЧНОГО ПОНЯТИЯ МАШИННОЙ ФОРМЫ

На протяжении вековой практики машиностроения конструкторы оказывались перед необходимостью разрешения не только технических задач, но и воплощения своих замыслов в материальной форме – т.е. должны были заниматься вопросами формообразования. Но только в 60-е годы XIX в. возникла догадка о том, что форма может иметь влияние на техническое качество. Впервые это заметил Д.Киркальди, который писал, что размер деформации образца при разрушении существенно зависит от его формы.

В целом же научный интерес к машинной форме возникает позже, в 90-е годы прошлого столетия, в годы, отмеченные бурным развитием техники, многократно возросшими мощностями и скоростями, развитием транспортного машиностроения, возникновением новых технических средств.

Рост ускорений поставил много новых проблем перед инженерами и в первую очередь потребовал изменений форм конструкций: появилась необходимость уравнивать силы инерции, на которые ранее не обращали внимания, стало необходимым увеличение трущихся поверхностей, чтобы предупредить их быстрый износ; старые типы машин с балансирами, поперечинами и др. стали невозможны.

Наиболее ярко эволюция формы прослеживается в транспортных машинах, например в автомобилях и паровозах, где необходимость быстрого передвижения в течение 10-15 лет заставила отказаться от выступающих частей – будь то элементы декора или элементы конструкции, что и привело впоследствии к идее обтекаемой формы быстро движущихся машин. Тот факт, что строительством и усовершенствованием первых автомобилей занимались гонщики, содействовал практическому выявлению связей между формой и скоростью. Изобретение торпеды и эксперименты с дирижаблями отразились на опытах автомобилистов,

которые стали придавать автомобилям продолговатую форму тела, плавущего в воде или в воздухе.

На первых порах новое качество формообразования, появившееся в сглаживании поверхностей, удлинении и спрямлении силуэта, еще не воспринималось как сколько-нибудь необходимое и не имело теоретической основы. Теория машинной формы в то время только рождалась и была связана в первую очередь с развитием авиации.

Эксперименты Лилиенталя начала 90-х годов показали, что вогнутые крылья дают большую подъемную силу, чем прямые. На это обстоятельство обратили внимание многие ученые, в числе которых были Н.Е.Жуковский, В.Кутт, и др. В своих теоретических и практических исследованиях по теории полета пионеры аэродинамики изучают непосредственную связь между полетом тел и их формой.

В 1911 г. Н.К.Жуковский устанавливает два класса теоретических профилей крыла и доказывает, почему вогнутая форма крыла более целесообразна в сравнении с плоской пластинкой. К.Э.Циолковский доказал, что сила сопротивления плохо обтекаемых тел возрастает пропорционально квадрату скорости и некоторой характерной для каждого тела площади.

За работами по аэродинамике следует серия работ, связанная с научным поиском формы в других областях машиностроения: В.П.Горячкин разрабатывает вопросы формы рабочего органа сельскохозяйственных машин, П.Д.Кузьминский ищет форму лопастей турбины и др.

Итак, на рубеже XIX и XX веков вопросы машинной формы разрабатываются практически и теоретически, но этим не исчерпывается интерес, который она вызывает. Машина начинает рассматриваться также с точки зрения ее эстетики и гуманизации, и в этом аспекте ее форма становится предметом острых дискуссий.

Впервые вопрос об эстетике машинной формы поставил Ф.Рело еще в 1864 г.; он сделал тогда попытку сформулировать некоторые общие правила эстетики конструирования в рамках архитектурного стиля. В то время эта работа распространения не получила. Но на рубеже веков проблема соотношения технического и эстетического в условиях сложившегося массового индустриального производства волновала не только техников, но и архитекторов, художников и широкую общественность. В технических кругах эта проблема решается различно: Ф.Рело, П.С.Страхов, П.К.Энгельмейер пропагандируют общность технического и эстетического начала человеческой деятельности; А.Ридлер и др. категорически отрицали любое проникновение эстетики в технику; некоторые отождествляли красоту машины с ее функциональным совершенством, что было данью возникающей в эти годы эстетике функционализма.

Вопрос о том, что такое красота в технике не был решен в то время, и вообще не может быть решен с чисто умозрительных позиций. Но возникновение творческих союзов "нового движения" (90-е годы), Вербунда (1904), советских "производственников" (1918), Баухауза (1919), объединявших инженеров и художников и ставивших своей целью проектирование форм промышленной продукции, а позже — и машин, свидетельствует о том, что конструирование машинных форм уже не могло оставаться на эмпирическом уровне. Пробудилось понимание то-

го, что рациональная в широком смысле форма машины заключает в себе мощный потенциал с точки зрения улучшения технических параметров и с точки зрения общественного потребления машины.

Результатом этого было рождение в конце 20-х годов XX века нового вида деятельности – профессионального дизайнера, почва для которого была подготовлена уже теорией и практикой машиностроения, а также эстетической теорией. Последним толчком был экономический кризис 20-х годов, заставивший искать новых путей для активизации сбыта промышленной продукции. Таким путем оказалось совершенство и новизна форм изделий. Приглашение художников для участия в процессе проектирования оказало существенную помощь в преодолении застоя на рынках.

Дизайн, проявившись вначале в области промышленной продукции, стал позже нормальной технической операцией и в машиностроении. В 1920-х гг. дизайнер Норман Бель-Гедлес применил законы аэродинамики для проектирования новых форм поездов, автомобилей и др. Созданный им проект "обтекаемого" поезда имел большое влияние на дальнейшее формообразование машин. В СССР инженер Я.М.Гаккель построил тепловоз, в котором впервые применил принцип сплошной кожуховости; этот тепловоз имел КПД в 4 раза больше, чем у паровозов того времени. В конце 30-х годов весь транспорт перешел на обтекаемые формы.

Возникший на основе синтеза научного, практического и эстетического аспектов машинной формы профессиональный дизайн на современном этапе ставит своей задачей всесторонний учет достижений науки и техники в сочетании с учетом человеческого фактора и воплощение их в машинной форме. Дизайн сегодня призван играть активную роль в системе человек-машина, чтобы максимально совершенствовать работу этой системы, используя физиологические, интеллектуальные и психологические возможности человека. Поэтому дизайн есть закономерный и необходимый этап технического прогресса.

П.П.Надаляк (СССР)

## ЗЕМЛЕЧЕРПАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА В РОССИИ В XVIII И В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XIX вв.

В истории развития машиностроения и транспорта дноуглубительные машины – землечерпалки наиболее рано и отчетливо выступили как развитые рабочие машины, состоящие из трех основных компонентов: двигателя, передаточного механизма и рабочего органа. Это и естественно, так как отдача работы при землечерпании производится под водой, а источник энергии и двигатель – над водой.

Сложность технических задач, решаемых в землечерпалках, важность их для поддержания судоходства привлекали внимание крупнейших инженеров, начиная с XV–XVIII вв. Достаточно назвать всемирно

известные имена Леонардо-да Винчи, Верантия, Лейпольда, Белидора, Уатта и др.

Развитие судоходства и судостроения в России в начале XVIII в., также как и в западноевропейских странах, обусловило необходимость применения дноуглубительных машин. Автору данного сообщения удалось найти и изучить большое количество документов, моделей, раскрывающих большой вклад русских инженеров и мастеров в развитие дноуглубительной техники.

Следует коротко напомнить об условиях, при которых началось использование землечерпательных машин в России в начале XVIII в. при Петре I.

В этот период Россия получает выход к Балтийскому и Черному морям. Строится Петербург, на острове Котлин – Кронштадтская морская гавань, принимаются меры к усовершенствованию отошедших к России гаваней в Риге, Ревеле, Либаве, а также в Азове и Таганроге.

Ко времени, когда в России начала выполняться грандиозная программа развития морского флота и внутренних водных путей, в странах Западной Европы уже были известны многие землечерпалки с ручным и конным приводом. Вероятно, эти машины и послужили образцами землечерпалок, многочисленные упоминания о которых встречаются в архивах петровского времени. Так, уже в 1710 г. Петру I посылаются докладные об исправлении машин в Азове и Таганроге. В делах Адмиралтейств-коллегии за 1721 и 1722 гг. имеются распоряжения "об отпуске машины "свиной" для очистки Петергофской гавани", "об отпуске от Адмиралтейства конной землечерпательной машины для работы по сооружению шлюза в Большом канале в Петергофе" и др.

Разрозненные данные архивных дел позволяют прийти к выводу, что среди упоминавшихся с 1710 по 1740 гг. машин были и машины с рабочим органом в виде наклонного лотка с бесконечной лопастной цепью, приводимой в движение от конного привода через систему валов и цевочных передач. По данным Г.Конрадуса, немецкого историка техники, такие машины применялись для очистки дна гаваней от отложений песка и ила в голландских портах с начала XVII в. под названием "модермюле" (иловых мельниц) и в ряде русских документов XVIII в. именуются "машинами голландского манера". Документы петровских времен не дают определенных сведений об авторах проектов и строителях этих машин, но имеются несколько "донесений" о мастерах Владимире Похвистневе, Анисиме Молярове, которые "были при машинах" во время их работы и починках.

После смерти Петра I опыт машинного дноуглубления не был забыт. Об этом свидетельствуют повеления царицы Елизаветы Петровны в 1739 г. об углублении р. Мойки "имеющимися при адмиралтействе машинами", повеление в 1743 г. "о чистке машиною р. Фонтанки... как в оной чищение происходило при родителе ея". В 1752 г. вопрос о рациональной очистке и углублении р. Невы и петербургских каналов (рек) при помощи различных машин потребовал работы комиссии Сената с участием ряда деятелей Академии наук, в том числе знаменитого механика А.Нартова, проф. Кратценштейна, Молчанова.

Тридцатые годы выдвинули перед русским машинным дноуглублением в морских портах новые технические задачи, которые в ряде мест не могли быть решены машинами со срезающим ил и песок лотком с лопастной цепью, так как они не могли разрабатывать дно с крепким грунтом. Да и предельная глубина разработки, равная 20 футам (6,1 м), не всегда позволяла проходить крупным судам. Особенно острое положение возникло в 1740 г. в связи со срочной необходимостью углубить до 26 футов знаменитый кронштадтский эллинг для килевания в нем линейных кораблей.

Задача проектирования и постройки новой землечерпательной машины была возложена на механика Клевеса, состоявшего при строительстве порта. Клевес впервые предложил использовать вместо лопастной цепи и наклонного лотка, срезающего мягкий ил и песок, — многочерпаковую цепь.

Землечерпалка Клевеса, также как и "голландские" машины, работала от конного привода, но имела принципиально новый рабочий орган в виде наклонной рамы с многочерпаковой цепью. Угол установки рабочего органа изменялся в зависимости от глубины копания. На черпаки, изготовленные Сестрорецким оружейным заводом "из доброго мягкого железа против данной модели", была возложена одновременно функции как копания, так и транспортирования грунта. Осенью 1742 г. новая машина была успешно введена в эксплуатацию. В дальнейшем, на протяжении последующих 50 лет, землечерпалки Клевеса в двух типоразмерах несколько раз возобновлялись для нужд Кронштадтского порта, взамен изношенных, о чем свидетельствуют многие рапорты морского командования на имя Екатерины II и ее сановников.

Чрезвычайно интересна для истории дноуглубительных машин и конная землечерпалка А.Катасонова. Рабочий орган ее выполнен в виде очень компактного ротора с тремя металлическими ковшами на штангах. При вращении ротора и движении очередного ковша под воду, он вместе со штангом автоматически выдвигался из пазов ротора, захватывая с большим усилием грунт со дна, со значительной глубины. При дальнейшем непрерывном вращении ротора ковш с грунтом вдвигался в ротор из верхнего положения, производя при этом энергичное вытряхивание липкого грунта в боковой желоб. Таким образом было предложено остроумное решение проблемы — создать землеройный орган, сочетающий в себе одновременно известные преимущества землечерпалок циклического действия с их большим усилием копания и землечерпалок непрерывного действия, характеризующихся большой производительностью. Прекрасно выполненная модель машины Катасонова, датированная 1772 г., полностью сохранилась до настоящего времени.

Не будет ошибкой сказать, что уже во второй половине XVIII в. Петербург и Кронштадт стали центром развития технической мысли в области машинного землечерпания. Именно оттуда в 1769 г. были получены "модели и чертежи" машины для Таганрогской гавани, а в 1790 г. — для Николаевского порта.

Таким образом, к началу XIX в. в России уже имелся столетний опыт проектирования, изготовления и применения разнообразных по своему назначению и устройству землечерпалок непрерывного и цикли-

ческого действия. Наличие этого опыта, его значительность и непрерывность и объясняет ту сравнительную быстроту и успешность, с которой в России было освоено строительство паровых землечерпалок.

Именно в России, вслед за первыми опытами в Англии Уатта (1796 г.), Рейни (1802 г.), Тревиатика (1806 г.), было осуществлено в 1810-1811 гг. строительство паровой многочерпаковой землечерпалки для того же Кронштадтского порта. Руководил постройкой машины выдающийся инженер конца XVIII и начала XIX вв. А. Бетанкур, с 1808 г. инженер-генерал-лейтенант русской службы и начальник новоучрежденного в Петербурге института Корпуса инженеров путей сообщения. Проект своей машины Бетанкур начал разрабатывать еще в бытность свою в Англии, а затем в Испании. Важно заметить, однако, что широко известные теперь и опубликованные чертежи очень громоздкой землечерпалки относятся еще к 1804 г., а машина, построенная на Ижорском заводе в Петербурге, заметно была улучшена там при участии самого Бетанкура, что подтверждается рядом сохранившихся документов и воспоминаниями его современников. Данное замечание несколько не умаляет огромной роли этого замечательного ученого и инженера в осуществлении проекта. Необходимо все же принять во внимание, что Бетанкур до приезда в Россию не имел практического опыта в строительстве дноуглубительных машин, и, естественно, не мог не использовать здесь несомненные достижения русских специалистов, особенно в области осуществления многочерпаковых рабочих органов. Не мог он не учесть и чрезвычайно быстрый прогресс технологии уаттовских паровых машин, за которым русские инженеры также пристально следили.

С этого времени было положено начало паровому землечерпанию в России. Об успехах этого землечерпания свидетельствуют документы о строительстве на ряде петербургских заводов землечерпалок мощностью от 12 до 30 л.с. Например, к 1832 г. количество этих машин, построенных только на трех русских заводах, составило 9 единиц, что заметно превышало развертывание выпуска подобных землечерпалок во Франции, Германии, США.

В проектировании и освоении паровых землечерпалок большую роль сыграли профессор и выпускники Института Корпуса инженеров путей сообщения Базен, Глазырин, Гай, Рокасовский и другие. Научная и производственная база машинного дноуглубления оказалась настолько основательной, что до конца 40-х годов XIX в. в России использовались только отечественные машины.

Изучение вопроса показывает, что развитие дноуглубительной техники в России никогда не было изолировано от развития в передовых в техническом отношении зарубежных странах. Вместе с тем, исторические материалы убедительно говорят о заслугах и оригинальности русской национальной технической мысли в совершенствовании этой древнейшей отрасли машиностроения.

Н.З.Поздняк (СССР)

ОРГАНИЗАТОР СОВЕТСКОГО ПРОИЗВОДСТВА  
РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ ВЕРА ИЛЬНИЧНА ГЛЕБОВА

Вера Ильинична родилась в 1885 году в г. Куйбышеве (б. Самара) в богатой и привилегированной семье. С пятнадцатилетнего возраста, в 1900 году, в период подъема революционного движения в нашей стране, она включилась в сознательную революционную борьбу.

В 1904 году В.И.Глебова вступает в ряды РСДРП и с кипучей энергией ведет партийную работу, навечно связав свою партийную деятельность с ленинским крылом РСДРП.

Имя В.И.Глебовой стало ненавистным для царской полиции, ее преследовала охранка и выслеживали сыщики. Отец публично отрекся от нее и проклял ее.

Для Глебовой не было другого выхода, как бежать из царской России за границу. Партия помогла ей в этом. Она прибыла в Швейцарию, где находился В.И.Ленин, и лично знакомится с ним.

В.И.Ленин рекомендовал Глебовой посвящать все свое свободное время большой учебе, так как будущей революционной России нужны будут свои, преданные делу революции, ученые. В.И.Глебова успешно оканчивает Сорбонский Университет в Париже, не прекращая связи с революционным движением.

Затем Вера Ильинична работала в качестве ассистента в Лозанском университете в Швейцарии, изучала радиоактивные элементы, процессы радиоактивности и проникаемости радиоактивных лучей, развивала научные идеи Пьера Кюри и Эрнста Резерфорда. В 1913 году Вера Ильинична успешно защитила докторскую диссертацию и получила ученую степень доктора естественных наук.

В 1915 году В.И.Глебова нелегально прибыла в Россию. Партия оставила ее на Галицийском фронте для подпольной революционной работы в русских войсках.

В период подготовки и проведения Великой Октябрьской социалистической революции Вера Ильинична работала революционным агитатором в войсках царской армии, а затем организатором Красной Гвардии на территории б. Калужской губернии.

В 1918 году Веру Ильиничну направляют на партийную и военную работу в Западную Сибирь, последовательно в города Енисейск, Барнаул и др., где она в течение трех лет работала в качестве инструктора, а затем секретаря Губкома, когда на территории Сибири еще шла вооруженная борьба.

В 1921 году, Вера Ильинична получает направление как специалист-химик в Отдел новых производств химической промышленности ВСНХ СССР.

В том же 1921 г. Вера Ильинична выехала в Англию. Она встречается с Э.Резерфордом и около полугода изучает последние достижения науки в области редких металлов.

В отсутствие Веры Ильиничны заместитель председателя коллегии ВСНХ М.Я.Лапиров-Скобло внес на утверждение коллегии состав Бюро

по исследованию и промышленному применению редких элементов ("Бюрэль") при Научно-Техническом Отделе ВСНХ. В первый состав "Бюрэль" вошли Т.М.Алексеевко-Сербин, В.Я.Рискин, А.А.Мамуровский, Вл.Ив.Спицын и было зарезервировано место за В.И.Глебовой. До приезда из-за границы В.И.Глебовой работами "Бюрэль" руководил Т.М.Алексеевко-Сербин. Исследования силами молодых тогда специалистов В.И.Спицына, А.Н.Несмеянова, А.А.Баландина, Г.А.Меерсона, Л.И.Каштанова, М.В.Ефимова и Л.А.Чуксановой сначала были организованы В.И.Спицыным в МГУ в кабинете профессора И.А.Каблукова, который содействовал этим важным начинаниям в нашей стране.

После смерти В.И.Спицына в 1921 г. научными работами "Бюрэль" руководил Т.М.Алексеевко-Сербин, работавший в должности главного инженера завода им. Баксакова (в настоящее время "Электропровод"). Под его руководством на заводе им. Баксакова В.Я.Рискин и И.Л.Перлин занимались разработкой технологии волочения вольфрамовой проволоки. Работы проводились в актовом зале правления завода.

"Тогда же, - писала В.И.Глебова, - были начаты работы на электрозаводе по получению металлического тантала из танталита, привезенного В.И.Глебовой из-за границы (работа Вл.Ив.Спицына). Из других исследовательских работ этого периода следует отметить получение бериллиевых препаратов из берилловой руды (работа А.А.Баландина и В.И.Глебовой), начало работ по технологии монацита с целью извлечения тория (на заграничном сырье), получение полония из сульфидов радиевого завода (работы В.И.Глебовой), разработана технология получения радия, урана и ванадия на радиевом заводе (И.Я.Башилов) и в радиевом институте, выросшем из вышеупомянутой комиссии, возникшей по инициативе Главхима (работа акад. В.Г.Хлопина)" [1, стр. 3].

В 1925 г. В.И.Глебова организовала специальную секцию по редким элементам в составе особой комиссии по восстановлению основного капитала в промышленности при президиуме ВСНХ, именовавшейся ОСВОК, и стала ее председателем.

В том же 1925 году было проведено 1-е Всесоюзное совещание по редким элементам. На основе решений совещания были учреждены две важных организации, в задачу которых входила организация производства редких элементов. В мае 1925 г. был организован трест "Редкие элементы", председателем которого с 1927 г. по 1930 г. являлась Вера Ильинична, и Директорат промышленности редких элементов во главе с Верой Ильиничной, в составе ЦУГПром ВСНХ СССР.

Уже в 1927 г. на Московском электрозаводе было впервые налажено промышленное производство металлических вольфрама и молибдена, а несколько позже - тантала и ряда других редких элементов.

В том же 1927 г. был создан в Москве завод "Редкие элементы", ныне именуемый Комбинатом твердых сплавов, а в 1929 г. было основано промышленное производство металлокерамических твердых сплавов сначала на "Электрозаводе", а затем и на заводе "Редкие элементы". Производство наплавочных твердых сплавов - "Сормайта", "Догнать", "Вокара", "Сталинита" - на заводах им. МОПР в Ленинграде и им. лейтенанта Шмидта в г. Баку.

По докладу В.И.Глебовой ВСНХ СССР принял в сентябре 1931 г. решение о создании в Москве на базе лаборатории редких элементов Мосгинцветмета и Одесского химико-радиологического института Государственного института редких и малых металлов – Гиредмет. Первым директором Гиредмета тем же решением была утверждена Вера Ильинична Глебова.

В 1932 г. по инициативе и при активном участии Веры Ильиничны был основан производственный технический журнал "Редкие металлы", выходивший по 1938 г. В первом выпуске этого журнала Вера Ильинична выступила со статьей [1], в которой она кратко изложила трудный, но успешный ход развития промышленности и научных исследований по редким металлам, их сплавам и соединениям в нашей стране.

Суровые условия жизни профессионального революционера тяжело отразились на здоровье Веры Ильиничны, и в конце 1934 г. она вынуждена была отказаться от руководства институтом, но своего любимого дела оставить не могла, оставаясь в Гиредмете на работе в Научно-Техническом Совете и в Аналитическом отделе.

#### Литература

1. В.И.Глебова. Пути и этапы развития промышленности редких элементов в СССР. Журнал "Редкие металлы", 1932, № 1-2, стр. 3.
2. Эд.П.Либман. "Редкие металлы в России в годы империалистической войны. Цветные металлы", 1939, № 1, стр. 91-95.
3. Протоколы горного Совета ВСНХ СССР за 1918 г. (Прот. № 2 от 21 июня 1918 г.).
4. М.Ю.Бальшин и Г.В.Самсонов. Порошковая металлургия. В сб. "Металлургия СССР" (1917-1957). Металлургиздат, М., 1959, т. II, стр. 176.
5. М.Ю.Бальшин и Г.В.Самсонов. 40 лет советской порошковой металлургии. "Металловедение и обработка металлов", № 12, 1957, стр. 15-24.
6. Н.П.Сажин. Двадцать пять лет Гиредмета. В кн.: Сборник научных трудов Гиредмета", т. I, стр. 7-27.
7. Труды первой конференции по твердым сплавам. Металлургиздат, 1933, стр. 34-69.

А.А.Пархоменко (СССР)

#### СТАНОВЛЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СССР

В первые послереволюционные годы государственная политика в области научно-технического прогресса предполагала первоочередное решение трех основных практических задач: во-первых, выявление существовавшей материальной базы науки и ее наличных сил; во-вторых, вовлечение в русло экономического строительства всех существовавших научных учреждений; в-третьих, создание широкой сети новых научно-

технических организаций, которые отвечали бы требованиям социалистического народного хозяйства.

Мероприятия государства в области науки определялись прежде всего теми экономическими задачами, которые стояли перед страной. Советское правительство начало осуществлять не только планомерное и максимально возможное финансирование научных исследований, но и активно определять направление деятельности научных учреждений.

Пути развития науки были намечены в ряде работ В.И.Ленина. Широко известен написанный в апреле 1918 года "Набросок плана научно-технических работ", где были выдвинуты смелые задачи реорганизации социалистической промышленности и экономического подъема страны с помощью науки. Впервые в истории России глава правительства связывал решение экономических проблем с деятельностью научных учреждений, с творческой работой ученых. Круг основных задач в области исследования производительных сил был намечен в работе В.И.Ленина "Очередные задачи Советской власти". Отмечая, что наша страна обладает значительными ресурсами (железная руда, каменный уголь, нефть, торф, лес, гидроэнергия, химическое сырье и пр.), Ленин писал, что "разработка этих естественных богатств приемами новейшей техники даст основу невиданного прогресса производительных сил" [ 1 ].

Для централизации и руководства научными работами в стране при Наркомпросе был создан Научный отдел<sup>1</sup>, который начал привлекать к сотрудничеству с государственными органами ряд учреждений, в частности, Комиссию по изучению естественных производительных сил (КЕПС) и непосредственно Академию наук. Важные контакты с рядом видных ученых установил, по поручению правительства, секретарь Совнаркома Н.П.Горбунов.

Ознакомившись с материалами, представленными Академией наук, КЕПС и Наркомпросом, В.И.Ленин пришел к выводу, что ни Академия наук, работы которой были оторваны от запросов производства, ни Научный отдел Наркомпроса, слабо связанный с нуждами народного хозяйства, не могут стать организационным центром важнейших научных исследований. Этот вывод нашел выражение в той части "Наброска плана научно-технических работ", где было указано, что Академии наук следует немедленно дать от Высшего совета народного хозяйства (ВСНХ) поручение "образовать ряд комиссий из специалистов для возможно более быстрого составления плана реорганизации промышленности и экономического подъема России" [ 2 ].

Так впервые была выражена идея создания организующего научного центра под руководством ВСНХ. Подобная постановка вопроса имела глубокий смысл. По мере создания при ВСНХ ряда главков - Нефтяного, Угольного, Солевого, Мелиоративного и др. - выяснялось, что

Вначале (ноябрь 1917 г) этот отдел был учрежден в Государственной комиссии по просвещению, затем (январь 1918 г) в Наркомпросе (отдел мобилизации науки или Отдел привлечения научных сил к делу государственного строительства).

каждый из них неизбежно сталкивается с необходимостью постановки исследовательских работ в своей области. В связи с этим все более актуальным становился вопрос о государственном органе по руководству научными учреждениями, работающими над народнохозяйственными проблемами. Таким первым в истории отечественной науки общегосударственным органом призван был стать Научно-технический отдел (НТО), организованный при ВСНХ в августе 1918 года [3].

Основными целями НТО были: во-первых, централизация всех научно-технических работ в стране; во-вторых, сближение науки и техники с практикой производства; в-третьих, распределение между научными и техническими учреждениями специальных заданий государства; в-четвертых, контроль над выполнением этих заданий.

В функции НТО входило также установление контактов с иностранными научными и техническими учреждениями в целях своевременного использования новейших научно-технических достижений. Совнарком неоднократно указывал на необходимость внимательного изучения и использования зарубежного опыта во всех тех случаях, когда он мог быть эффективно применен в народном хозяйстве.

В качестве коллегиального органа при НТО была создана Научная комиссия во главе с академиком П.П.Лазаревым. В состав Комиссии вошли С.И.Дружинин, А.Ф.Иоффе, Н.С.Курнаков, А.Н.Крылов, А.Е.Ферман и ряд других ученых, с именем которых связано становление важнейших направлений советской науки.

Институты явились наиболее прогрессивной формой коллективного ведения исследовательской работы. Советская власть восприняла и широко распространила эту ведущую организационную тенденцию развития науки в XX в. Уже начиная с 1918 г. создание исследовательских институтов стало важнейшим направлением научной политики советского государства. За первые два года в стране было создано 33 научных института различного профиля. К 1923 г. число исследовательских институтов достигло 55, а в 1927 г. их было уже свыше 90.

Заметный приоритет в первые годы имели научные работы прикладного характера. Государство осуществляло планомерное формирование сети исследовательских учреждений, исходя прежде всего из экономических потребностей страны. В этой связи большинство создаваемых институтов (Оптический, Керамический, Гидрологический, Химический и др.) имели вполне определенный научно-прикладной профиль. Эти учреждения, вызванные к жизни потребностями технического прогресса, были поставлены на службу народно-хозяйственному строительству: они должны были содействовать мобилизации огромных природных ресурсов страны, выработать методы их наиболее эффективного использования.

Помимо научных учреждений прикладного профиля, развивалась сеть исследовательских институтов Наркомпроса, имевших большое значение для развития фундаментальных научных исследований. В 1921-1923 гг. были созданы институты: Астрофизический, Биологический, Географический, Радиевый, Физико-технический и др.

По мере развития сети научных учреждений изменялись организационные формы руководства ими. В 1921 г. в составе Наркомпроса

был создан Академический центр, которому поручалась разработка планов и программ деятельности научных учреждений, организация научных съездов и экспедиций, материальная и административная помощь научным институтам. В 1922 г. в составе Академического центра были созданы Государственный ученый совет и Главное управление научными учреждениями – Главнаука. В то же время было усилено руководство научно-прикладными институтами в системе народного хозяйства, что нашло отражение в новом Положении об НТО ВСНХ, принятом в 1923 г.

Развернувшееся в стране хозяйственное строительство, вовлекая науку и ее деятелей в сферу своих интересов, способствовало обогащению самой науки новыми направлениями исследований, вливало в нее новые силы. Особое значение в этом смысле имел план ГОЭЛРО (Государственной Комиссии по электрификации России). Он дал направление в науку целой плеяде замечательных специалистов – Г.М.Кржижановскому, А.В.Винтеру, М.А.Шателену, И.Г.Александрову, Г.О.Графтио, Р.Э.Классону и другим выдающимся энергетикам.

Практика социалистического строительства подтвердила целесообразность государственной организации науки, которая явилась основой высокого уровня научно-технического прогресса и сыграла видную роль в укреплении и развитии технико-экономического потенциала СССР.

## Литература

1. В.И.Ленин. Полное собр. соч., т. 36, стр. 188.
2. В.И.Ленин. Полное собр. соч., т. 36, стр. 228.
3. Решения партии и правительства по хозяйственным вопросам, т. 1. М., 1967, стр. 103–105.

H.G. Conrad (BRD)

ENTWICKLUNG DER DEUTSCHEN BOHRTECHNIK  
UND IHRE BEDEUTUNG IM 19. Jh.

Der Arbeitsvorgang "Bohren" war der vorgeschichtlichen Technik nicht unbekannt<sup>1</sup>. Der Engländer Flinders Petrie weist sogar die Anwendung eines Diamantkernbohrverfahrens beim Bau der Gizeh-Pyramiden<sup>2</sup> nach. Zahlreiche Quellen<sup>3</sup> beschreiben zwar tiefe Brunnenbauwerke des Altertums, doch handelt es sich durchweg um "gegrabene Brunnen"; Anhaltspunkte für

eine entsprechend hochentwickelte Brunnen- oder Erdbohr-  
technik finden sich nicht. Eine Ausnahme bildet eine  
amerikanische Publikation<sup>4</sup>, die für das 6. Jh. v. Chr.  
erfolgreiche chinesische Tiefbohrungen zur Salzsolegewinnung  
anführt. Die älteste Darstellung eines Brunnenbohrers findet  
sich in der Bilderhandschrift des Giovanni Fontana um 1420<sup>5</sup>.  
Bekannt sind weitere Darstellungen von Erd- bzw. Brunnenbohren  
vom Anonymus der Hussitenkriege um 1430<sup>6</sup>, von dem  
Kriegsingenieur Konrad Kyaser<sup>7</sup> und nicht zuletzt von Leonardo  
da Vinci um 1500<sup>8</sup>. Agricolas Werk<sup>9</sup> enthält nichts über eine  
Anwendung des Bergbohrers. Der Franzose Palissy<sup>10</sup> beschreibt  
um 1580 die Verwendung seines Erdbohrers zur Feststellung der  
Bodenarten, der damit als der erste primitive, aber speziell  
für geologische Zwecke eingesetzte Handbohrapparat anzusehen  
ist. Erste Hinweise auf eine systematische Verwendung des  
Erdbohrers zur Auffindung oder Untersuchung von Lagerstätten  
in Deutschland erscheinen in Quellen der Staatsbibliothek  
Stuttgart<sup>11</sup>. In der Zeit von 1611-1617 versucht der bekannte  
württembergische Baumeister Heinrich Schickhards<sup>12</sup> mit einem  
"langen eisernen Bohrer" Torf-, Braun- und Steinkohleablagerun-  
gen zu erschürfen<sup>13</sup> und kann den fehlenden Brennstoff Holz zum  
Teil substituieren. Angaben über Einzelheiten und Funktion des  
Schickhardschen Bohrers sind bis jetzt unbekannt. 1713  
konstruierte<sup>14</sup> der Zellerfelder Maschinenmeister J. Bartels eine  
grosse Bohrmaschine, deren Bohrfortschritt durch die Schwerkraft  
des an einem Seil hängenden schweren eisernen Bohrkolbens  
erzielt werden sollte; die Bohrschneide bestand aus mehreren  
Einzelmeisseln; Bohrhub und Umsetzvorgang waren durch  
drehenden Antrieb über ein göpelartiges Getriebe mechanisiert.  
Der Apparat sollte hauptsächlich die Herstellung von  
Wetterschächten und Lichtlöchern auf den Harzer Bergwerken  
erleichtern sowie zur Aufsuchung liegender Gänge dienen. Die  
Bohrleistung war unpraktikabel gering. Diese maschinentechnisch

interessante Konstruktion dürfte als erster Tiefbohrapparat des Seilbohrens einzuklassifizieren sein. Die im 19. Jh. bekannten Nachteile des Seilbohrverfahrens in harten, nicht horizontal gelagerten Gesteinsschichten werden auch Ursache für den Misserfolg der Bartelschen Bohreinrichtung gewesen sein. J. Chr. Lehmann beschreibt 1714 seinen erfolgreich auf den Salzwerken bei Wilna eingesetzten Bohrapparat<sup>15</sup> und empfiehlt ihn der Fachwelt zur Aufsuchung nutzbarer Mineralien. Der Lehmannsche Bergbohrer arbeitet in den oberen Teufen (weiches Gestein) drehend und dann als Stossbohreleinrichtung mit steifem Eisengestänge; er fand in der in- und ausländischen Fachliteratur<sup>16-19</sup> und in der Bergbaupraxis grossen Widerhall. Der Schwede M. Triewald<sup>20</sup> führte ihn 1726 zur Steinkohleprospektion in seinem Heimatland ein und berichtete 1739/40 von zahlreichen Einsätzen in England; G. Jars<sup>21</sup> bestätigt die intensive Anwendung im Steinkohlebergbau von Newcastle um 1765; J. v. Stählin gedenkt seiner in den "Abhandlungen der freyen ökonomischen Gesellschaft in St. Petersburg... im Jahre 1768"<sup>22</sup>. Die Lehmannsche Bohreinrichtung, und besonders die 1750 in einem Neudruck erschienene Publikation, dürften der deutschen und europäischen Tiefbohrentwicklung gerade im Zusammenhang mit der einsetzenden stärkeren wirtschaftlichen Nutzung der verschiedenen Mineralvorkommen konkrete Impulse gegeben haben und Ausgangspunkt für das "stossende Bohren" mit steifem Gestänge gewesen sein ("englisches Bohrverfahren"). Die prägnante Definition der Vorteile des Erdbohrens in der Bergbaukunde von Delius<sup>23</sup>, dem internationalen Standardwerk des 18. Jh.<sup>24</sup>, lässt auf ein allgemeinverbreitetes Grundwissen über die Anwendung dieser Verfahrensart schliessen. - Der technische Stand des Tiefbohrens zu Beginn des 19. Jh. war noch der hergebrachte: schlagendes Bohren mit starrem eisernem Gestänge<sup>25</sup>. Glenck (1779-1845) war der erste Bohrfachmann in Deutschland, der systematisch und in grossen Umfange durch

Bohrungen nach Salz zu suchen begann, - eine Leistung, die von Hoffmann in der richtigen Dimension gewürdigt wird<sup>26</sup>. Die maximale Durchschnittstiefe des Bohrens mit starrem Gestänge liegt bei 350m, bis es 1834 Erfindung der Rutschschere durch v. Oeynhausen 27 kommt, die Gestängebrüche vorbeugt sowie grössere Tiefen und ein wirtschaftlicheres Bohren ermöglicht. Es ist der Beginn des "deutschen Bohrverfahrens"<sup>28</sup>. Die Freifallvorrichtungen von Kind, 1842<sup>29</sup>, und von Fabian, 1848<sup>30</sup>, bedeuteten weitere Fortschritte in der Bohrtechnik: u.a. Verringerung der Bohrzeiten um fast 60%, der Bohrkosten um mehr als 25%<sup>31</sup>. Für den technisch-wirtschaftlichen Aufschluss und die Entwicklung des deutschen, belgischen und französischen Steinkohlebergbaus war das Abbohren von Bohrlöchern mit grossem Durchmesser (Schächte) von wesentlicher Bedeutung (Kind-Chaudron-Verfahren)<sup>32</sup>. Die Erfahrungen dieser Entwicklungsepoche wurden in weitverbreiteten Lehrbüchern dokumentiert<sup>33-35</sup>. Die 1853 gesetzlich verankerte Verleihung von Bergwerkseigentum (Konzession) aufgrund des Bohrlochaufschlusses<sup>36</sup> bewirkte den ersten Bohrboom im rheinisch-westfälischen Steinkohlegebiet. Um 1860 erfolgte die Zentralisation sämtlicher staatlicher Bohrintensitäten in der preussischen Bohrverwaltung in Schönebeck. In planmässigen Bohrungen wurde der geologische Aufbau Nord- und Mitteldeutschlands und der Steinkohleformationen im Raume Münster, Osnabrück und Dorbrilug erforscht<sup>37</sup>. Ausgezeichnete Bohrfachleute wie Zobel<sup>38</sup> und Köbrich<sup>39</sup> erbringen aufsehenerregende Leistungen durch die jeweils tiefsten Bohrungen der Welt: 1867/71 mit 1271 m bei Sperenberg<sup>40</sup>; 1885/86 mit 1748 m bei Schladebach und 1893 mit 2003 m bei Paruschowitz<sup>41</sup> (erstmalige Verrohrung mit Mannesmann-Röhren). Köbrichs Bohreinrichtung benutzte sowohl das 1846 in Frankreich erfundene Spülbohrsystem<sup>42</sup> wie das Diamantbohrsystem nach Leschot in der Kombination mit der bewährten Schwengelbohrereinrichtung mit Freifall; eine Änderung, die (gegenüber den english-amerika-

nischen Diamantbohrmaschinen<sup>43</sup>) ohne Bohraufenthalt den Übergang vom kostengünstigen stossenden Bohren in das kostenintensive Diamantbohren ermöglichte. Bohrpioniere sind auch E. Przibilla<sup>44</sup> und A. Fauck<sup>45</sup>. Höhepunkte im deutschen Tiefbohrwesen zu Ende des 19. Jh. bezeichnen die 1886 mit dem ersten Band erscheinende sechsbändige Tiefbohrkunde von Tecklenburg, die Gründung des Vereins der Bohrtechniker<sup>46</sup> und die Erfindung eines Schnellschlagbohrgeräts mit elastisch gelagertem Schwengel durch Raky 1895/96<sup>47</sup> (Steigerung der Bohrleistung um fast 100%<sup>48</sup>). Die geniale Kombination von Bohrtätigkeit und Bohrgerätefabrikation ist Ausdruck von Rakys schöpferischer und unternehmerischer Idee im Schumpeter-schen Sinne<sup>49</sup> und Grundlage der monopolartigen Stellung seines Systems<sup>50</sup>. Rakys Internationale Bohrgesellschaft hatte den entscheidenden Anteil am Aufschluss der Kohlevorkommen in der Campine und im rheinisch-westfälischen Revier. Die IBG bohrte in ganz Europa auf Salz, Kohle und Erdöl und erreichte von 1895-1907 die enorme Bohrleistung von rd. 1 Mio. Bohrmeter; sie hatte mehr als 30 Bohranlagen mit Dampfantrieb im Einsatz, erwarb eigene Konzessionsgebiete auf Kohle und Kali; geschickte Spekulationen erbrachten riesige Gewinne<sup>51</sup>. Hier liegt der indirekte Anlass zur Einführung der Mutungssperre (1905) und des Staatsvorbehalts (1907) in Preussen. Raky war wesentlich am Aufbau der rumänischen Erdölindustrie beteiligt; 1908 gründete er mit eigenem und mit russischem Kapital die "Russische Bohrgesellschaft A. Raky" mit dem Sitz in Petersburg. Ölbohrungen in den Gebieten von Kertsch, Maikop und Baku waren erfolgreich; von hier aus erfolgte die Einführung der Schlammspülung<sup>52</sup> in Mitteleuropa. Das Rakysche Bohrsystem blieb bis zur Übernahme des Rotary-Bohrens in Deutschland das beherrschende Verfahren.

## SCHRIFTTUMSVRZEICHNIS

1. Freise, Fr.: Geschichte d. Bergbau- u. Hüttentechnik, I.Bd., Bln. 1908, S.31
2. Flinders Petries: The Pyramids and Temples of Gizeh. London 1883, Kap.19.
3. Klinckowstroem, K.v.: Beiträge z. Geschichte d. Wassererschliessung. Zeitschr. d. Ver. d. Gas- u. Wasserfachmänner in Österreich-Ungarn. Jg. 1913. Sonderdr. aus Nr. 12-15.
4. History of Petroleum Engineering. A Publication of the American Petroleum Institute 1961.
5. Fontana, G.: Bellicorum instrumentorum liber, um 1420. Cod. icon. 242, Bl. 46v., Bayer. Staatsbibl. München
6. Clm 197, Bl. 15 v., Bayer. Staatsbibl. München
7. Cod.860, Fürstl. Furstenberg. Bibl. Donaueschingen  
Cod. Durlach 11, Bad. Landesbibl. Karlsruhe
8. Feldhanus, Fr. M.: Die Technik d. Vorzeit, d. geschichtl. Zeit u. d. Naturvölker. 2. Aufl., München 1965
9. Agricola, G.: De Re Metallica. Basel 1556
10. Palissy, B.: Discours admirables de la nature des eaux et fontaines, tant naturelles qu'artificielles. Paris 1580.
11. Cod.hist.fol.562,S.186r., Bibl.P.R. Stuttg.
12. Baum, J.: Die Kirchen d. Baumeisters Heinrich Schickhardt (Diss. Tübingen). Stuttg. 1905.  
Krimmel, O.: Zum Gedächtnis a. d. Erbauer Freudenstadts, Heinrich Schickhardt. Staatsanzeiger f. Württemb., Beil. 1899, S. 199-205.  
Winterlin, A.: Württembergische Künstler in Lebensbildern. Stuttg. 1895, S. 1-14.
13. Gemmingen, E. v.: Heinrich Schickhard's Baumeisters von Herrenberg Lebensbeschreibung. Tübingen 1821, S.27

14. Calvör, H.: Historisch-chronologische Nachricht u. theoretische u. practische Beschreibung d. Maschinenwesens u.d. Hülfsmittel bey d. Bergbau auf d. Oberharze. I.Theil, Braunsch. 1763, S.3
15. Lehmann, J.Chr.: Terebra Metalloscopica, Oder vollkommene Beschreibung eines Bergbohrers. Lpzg.1714.
16. Fleming, H.Fr.v.: Des vollkommenen Teutschen Jägers anderer Haupt-Theil..., Lpzg.1724.
17. Leupold, J.: Theatrum machinarum hydrotechnicarum..., Lpzg.1724
18. Beyer, A.: Otia metallica..., Schneeberg 1748/58.
19. Cancrinus, Fr.L.: Erste Gründe d.Berg- u. Salzwerkskunde. Frankf. 1773/91.
20. Triewald, M.: In "Abhandlungen d. Kgl. Schwed. Akademie d. Wissenschaften", 1.u.2.Bd.,1739/40.
21. Jars, G.: Voyages metallurgiques. Lyon et Paris 1774, Bd.I S. 182-186.
22. Stahlin, J.v.: Abhandlungen d. freyen ödonomischen Gesellschaft in St. Petersburg... v. Jahre 1768. 6 Teil, 1775, S.112.
23. Delius, Chr. Tr.: Anleitung z. d. Bergbaukunst. Wien 1773, S.108.
24. Conrad, H.G.: Einflüsse d. niederungar. Bergbaus im 18. u. 19. Jh. Bd. 37/1970, Nr. 4(VDI-Verlag).
25. Tecklenburg, Th.: Handbuch der Tiefbohrkunde, Bd.1-6, Lpzg.1886/96.
26. Hoffmann, D.:150 Jahre Tiefbohrungen in Deutschland. Wien/Hamb. 1959. Sonderdr. aus.: Erdoel-Zeitschr., H.10/1959, S.361-412.
27. Serlo, A.: Leitfaden zur Bergbaukunde, Bln.1878, 1.Bd., S.76
28. Tecklenburg, Th.: Handbuch d. Tiefbohrkunde, Bd.1,2.Aufl., Bln.1900,S.9

29. s. Anm. 28, S. 39
30. s. Anm. 28, S. 39
31. s. Anm. 26, S. 22
32. Schulz, B.: Das Schachtabteufen nach d. System Kind-Chaudron. Zischr. f.d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen i.d. Preuss. Staate, 27. Bd., Bln. 1879, S. 28-57.
33. Kind, C.G.: Anleitung z. Abteufen d. Bohrlöcher. Luxemburg 1842
34. Rost, G.H.A.: Deutsche Bergbohrer-Schule. Thorn 1843.
35. Beer, A.H.: Erdohrkunde, Prag 1858.
36. Circular-Verfügung an die Oberbergämter ... v. 2.11.1853. Ztschr. Bln. 1854, S. A223.
37. s. Anm. 26, S. 28.
38. Tecklenburg, Th.: Handbuch d. Tiefbohrkunde, Bd. 2, 2. Aufl., Bln. 1906, S. 4
39. s. Anm. 38, S. 5
40. Kaestner: Die Tiefbohrung zu Spereberg. Ztschr. f.d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen i.d. Preuss. Staate, 20. Bd./Bln. 1872, S. B 286-313.
- 41-47. s. Anm. 38, S. 7, 3, 3, 4, 6, 7, 175.
48. Organ d. Vereins d. Bohrtechniker, Nr. 11/1897, S. 6
49. Schumpeter, J.: Theorie d. wirtschaftl. Entwicklung. München u. Lpzg. 1926.
50. Ott, W.: Das Unternehmertum i. d. Bohrgeräteindustrie... Diplomarbeit Univers. Köln 1952/53 (Manuskript.)
51. Geschäftsberichte d. Internat. Bohrges. Erkelenz, Jahrbücher f.d. Oberbergamtsbez. Dortmund 1898-1905.
52. Martin, G.P.R.: Hundert Jahre Anton Raky. Sonderdr. aus Erdoel-Erdgas-Ztschr., 83. Jg./1967, H. 12, S. 417.

## ПРОГРЕСС И ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ МЫСЛИ В СОЗДАНИИ МОРСКИХ НЕФТЕПРОМЫСЛОВ

В настоящее время более 80 стран мира ведут работы по разведке и разработке подводных нефтяных и газовых месторождений. В частности, эти работы в больших масштабах ведутся в Каспийском море, Мексиканском и Персидском заливах, Северном море, озере Мараканбо и других районах мира.

Ниже приводятся основные элементы развития технической мысли в добыче нефти на нефтепромыслах Каспийского моря, даются некоторые соображения прогнозного характера.

Еще в XVIII столетии Каспийское море привлекло внимание своими естественными выходами нефти и газа, которые являются признаками наличия нефтеносных структур в горизонтах, залегающих под дном моря. Поэтому не случаен тот интерес, который проявляли к изучению морского дна различные исследователи. Их работы имели большое значение для изучения геологического строения и нефтеносности пластов, залегающих под дном моря [1].

Развитие технической мысли в строительстве морских нефтепромысловых гидротехнических сооружений и создании нефтепромыслов связано как с успехами геологии, бурения и добычи нефти, так и с развитием других отраслей науки — специальных методов разведки, коррозии металлов, гидротехнического строительства, теории волновых движений, инженерной геологии и др.

Попытки добыть нефть из горизонтов, залегающих под дном моря, были предприняты в начале прошлого столетия. Впервые (в 1824—25 гг.) этим вопросом занялся бакинский житель Касумбек Мансурбеков, построивший два нефтяных колодца в 9 и 15 сажнях от берега. Из этих колодцев, отделенных от воды специальным срубом из плотносколоченных досок, он ежедневно кустарным способом добывал 3—4 ведра нефти. Однако, до конца прошлого столетия вопрос о промышленной эксплуатации морских площадей не поднимался [2].

На разработку подводных нефтеносных залежей впервые обратили внимание в конце прошлого столетия в связи с открытием богатейших структур в районе Бибиэйбатской бухты (вблизи города Баку).

Одним из первых геологов, поднявших вопрос о добыче нефти со дна моря и на Каспийских островах, был русский геолог Н.И.Лебедев. Н.И.Лебедевым была представлена 10 февраля 1898 г. записка и два геологических разреза, характеризующих нефтеносность площади, покрытой водами Бибиэйбатской бухты.

Одновременно техническая мысль работала в области создания методов строительства вышки на море, бурения скважин и добычи нефти в морских условиях. В частности, должен быть отмечен проект строительства площадок островного типа для эксплуатации залежей нефти (путем организации буровых работ на этих отдельных основаниях в открытом море); имелся также проект разработки нефтяных залежей путем засылки прибрежного участка моря и т.д. Несмотря на наличие

в конце XIX столетия ряда оригинальных проектов, признали целесообразным разработку подводных нефтяных залежей Бибиэбатской бухты осуществить путем засыпки прибрежной части. Небезынтересно отметить, что для составления проекта засыпки этой бухты был объявлен международный конкурс. К концу 1906 года жюри конкурса получило 16 проектов (5 из Германии, 3 из Франции, 4 из Баку и 4 из других городов России).

Ввиду неудовлетворительности всех представленных на конкурс проектов, техническим отделом Комитета по засыпке был составлен свой проект, который и был принят. Проект предусматривал сооружение каменного мола, ограждающего участок от моря, и последующую засыпку огражденной акватории. Засыпка Бибиэбатской бухты была начата в 1909 г. и велась с перерывами до 1927 г. Работами по строительству оградительной дамбы и засыпке бухты площадью 350 га руководил инженер П.Н.Потоцкий. Следует отметить, что такой способ организации нефтяного промысла является единственным в мировой практике [3].

Следующим этапом в деле освоения морских нефтяных залежей является строительство оснований островного типа. Подобное сооружение на деревянных сваях впервые было построено в Бухте Ильича. В 1925 году с этого основания была пробурена первая в мире морская скважина, давшая фонтан нефти. Сооружение металлических оснований для бурения морских скважин начато по проекту Н.С.Тимофеева в 1934 г. (вблизи острова Пираллахи, ныне о. Артема) [4].

С этого момента в морском нефтепромысловом деле начинается широкое внедрение металлических оснований различной конструкции. Дальнейший разворот разведочных работ и эксплуатационного бурения приводит к созданию более совершенных конструкций морских оснований.

С 1934 г. журнал "Азербайджанское нефтяное хозяйство" начал печатать статьи, посвященные изучению опыта строительства морских промыслов в предыдущие годы и определению путей развития морской нефтедобычи. Автор этих статей Ф.Б.Рустамбеков [5] рассматривал комплекс вопросов, связанных с разведкой подводных залежей, строительством морских оснований и организацией буровых работ, всесторонне разбирал опыт освоения подводных нефтяных месторождений в СССР и в США различными методами, являющимися наиболее эффективным как с экономической, так и с технической точек зрения.

Следует отметить большое значение применения опыта наклонного бурения, которое начало внедряться в 1934 году для освоения подводных участков на о. Артема. Впоследствии проводка наклонных скважин, закладываемых как на берегу, так и на морских основаниях, получила широкое распространение при вскрытии и эксплуатации крупных морских нефтяных месторождений. Широкому внедрению наклонного бурения способствовали применение разработанного советскими инженерами многоступенчатого турбобура, двухствольного и кустового бурения, а также достижения техники и технологии добычи.

Открытие крупных нефтяных месторождений в море ставит требование комплексного решения всех вопросов, связанных с бурением нефтяных скважин, добычей, хранением и транспортировкой нефти на морских промыслах. Были предложены конструкции и высокопроизводительные



Рис. 1. Современный эстакадостроительный агрегат "Гипроморнефть-20"



Рис. 2. Панорама морского нефтепромысла

методы строительства морских эстакад (рис. 1) и примыкающих к ним специальных площадок для бурения, размещения на них объектов морского нефтепромысла. Строительство первой такой эстакады было начато в 1947 году для разработки нефтяного месторождения в районе Изберга. Впоследствии эстакады были построены в районах Апшеронского побережья.

Наиболее выдающимся событием в истории морского нефтепромыслового дела было открытие в 1948 г. и ввод в промышленную разработку крупнейшего нефтегазового месторождения Нефтяные Камни. Здесь создан уникальный морской нефтепромысел (рис. 2) с многокилометровой эстакадой, многочисленными промыслами и культурно-бытовыми объектами.

Большая заслуга в развитии технической мысли и создании морских нефтепромыслов принадлежит Научно-исследовательским и проектным институтам "Гипроморнефть", АзНИПИ нефти, НИПИнефтехимавтомат, АЗИНМАШ, АЗИННефтехим им. Азизбекова и др.

Коллектив института "Гипроморнефть" за два десятилетия решил крупные научно-технические проблемы и создал научные основы разработки морских нефтегазовых месторождений. Были разрешены вопросы защиты сооружений от коррозии, проведены инженерно-геологические исследования и фундаментирование сооружений в сложных естественных условиях, изучен характер морского волнения и его взаимодействия с сооружениями, созданы конструкции и методы строительства острожных оснований стационарного и плавучего типов, эстакадных сооружений, земляных дамб и др.

В настоящее время функционируют крупные морские нефтепромыслы Нефтяные Камни, Гюргяны-море, Песчаный-море, Сангачалы-Дуванный-море, и более 65% нефти Азербайджанской ССР добывается на морских нефтепромыслах.

Дальнейшие перспективы развития морской нефтедобывающей промышленности в первую очередь связаны с освоением нефтегазовых богатств шельфовой зоны, а также организацией разведочных работ за пределами этой зоны.

При освоении глубин моря до 100 м широкое применение найдут специальные платформы из пирамидальных блоков конструкции С.А.Оруджева и передвижные буровые установки самоподъемного типа [6]. Освоение больших глубин (до 200 м и более) потребует создания комплекса промысловых установок и оборудования для организации нефтепромысла непосредственно на дне моря. В дальнейшем будут решены вопросы создания принципиально новых методов разработки морских нефтегазовых месторождений.

## Литература

1. I.P. Kuliev – Investigations concerning problems of offshore oil field development. The seventh world petroleum congress. Mexico, 1967.  
A.F. Kassimov – Principal stages of the history of development and prognosis of flow oil production technique. XII-th congress international d'histoire des sciences. Paris, 1968.

3. И.П.Кулиев. Основные вопросы строительства нефтяных скважин в море. Азербейтнешр, Баку, 1958.
4. Н.С.Тимофеев. Разработка подводной части северной антиклинали острова им. Артема, АНХ, № 7, 1936.
5. Ф.А.Рустамбеков. К вопросу о разработке морских (подводных) нефтеносных площадей Азнефти, АНХ, № 7-8, 1934.
6. С.А.Оруджев. Глубоководное крупноблочное основание морских буровых. Гостоптехиздат, Москва, 1962.

Werner Kroker (BRD)

DIE ENTWICKLUNG DES MARKSCHEIDEWESENS  
IN DER VOR-AKADEMISCHEN ZEIT

Die Erschöpfung der oberflächennahen Mineralien während der ersten Blütezeit der Bergbaureviere führte im 16. und 17. Jh. zur Hinwendung auf die Gewinnung der tiefer liegenden Bodenschätze. Dies erforderte neue technische Verfahren in allen Bereichen bergbaulicher Tätigkeit. Von der Bergvermessung und -kartierung her vermochten die neuen, erhöhten Anforderungen erst im Laufe der nächsten Jahrhunderte zufriedenstellend gelöst zu werden.

Wie vielfältig sie zudem waren, zeigt der Aufgabenkatalog, der von der Übersicht über bergbauliche Besitzungen im Zuge der Landesaufnahme oder die Fixierung von Bergwegsgrenzen bei Rechtsstreitigkeiten über spezielle forst- und wasserwirtschaftliche Karten bis hin zur Planung und Kontrolle von Stollenvortriebsarbeiten oder der Anlage von "Eisernen Bahnen" reicht.

Das Quellenmaterial, das zur Verfügung steht, ist erstaunlich umfangreich. Eine in den letzten Jahren von mir durchgeführte Erhebung ergab, dass die Zahl der in europäischen Archiven erhaltenen Grubenrisse bei etwa einer Viertelmillion liegt. Allein für dendeutsche Sprachigen Raum sei auf die Tiroler Landesregierungsarchiv mit 10.000 Karten und Plänen,

ganz abgesehen von der einzigartigen Sammlung der Bergakademie Freiberg mit schätzungsweise 75.000 Rissen. Darüber hinaus müssen - anders als es die meisten historisch interessierten Markscheider getan haben<sup>1</sup> - die eigentlichen Archivalien berücksichtigt werden, die schriftlichen Quellen, die im Zusammenhang mit den Rissen entstanden sind<sup>2</sup>.

Für unseren Gedankengang ist es zunächst einmal wichtig, nach den Verfertigern der frühen Grubenrisse zu fragen, und wir werden dabei feststellen, dass sie sich von ihrer Herkunft und ihrer Ausbildung her bemerkenswert heterogen zusammensetzten.

Das älteste schlesische Grubenbild, eines der ältesten überhaupt, ist der Riss des Sowitzer Reviers von 1577<sup>3</sup>. Sein Verfasser ist Hans Trapp, gebürtig im Coburgschen, der sich in Neusohl aufhielt und als Sachverständiger für Wasserkünste galt. Dort erfuhr er 1565 erstmals von Grubenrisse, und als er - als Bergmeister nach Tarnowitz berufen - mit der Anlage eines Erbstollens in Berührung kam, verfertigte er 1577 den Riss.

Der erste Seigerriss stammt aus dem Oberharz, er wurde 1606 von Zacharias Koch geschaffen<sup>4</sup>. Koch arbeitete als Schreiber in einem braunschweigischen Amt und kam danach als Bergschreiber nach Zellerfeld. Obwohl in den Quellen nicht ausdrücklich als Markscheider bezeichnet, gelang es ihm, in mehreren Rissen das Problem der Darstellung untertägiger Baue unter der Berücksichtigung der speziellen Gangverhältnisse in einer für seine Zeit hervorragenden Form zu lösen, indem er die Senkrechte zur Zeichenebene nahm.

Der erste mit einem Seigerriss kombinierte Grundriss entstand 1613 im Sächsischen. Es ist der Riss des Hohenbirkheimer Ganges, der von den Markscheidern Hausperger aus Zellerfeld, Hahn aus Schwarzenberg und Griel aus Joachimsthal angefertigt wurde<sup>5</sup>.

Hier haben wir einen frühen Nachweis, dass Markscheider aus mehreren Landesherrschaften zusammengerufen wurden, um einen Riss anzufertigen. Die Vermutung liegt m. E. nahe, dass

Hausperger aus dem relativ weit entfernten Zellerfeld, dem Wirkungsort Zacharias Kochs, hinzugezogen wurde, weil er inzwischen die seigerrissliche Darstellung beherrschte.

Damit ist das Problem der Wanderung im grossen, von einem Territorium zum anderen, angesprochen, eine Folgeerscheinung des Mangels an markscheiderischen Fachkräften in allen Revieren, weshalb man bereits auch 1545 beim weiteren Vortrieb des Tiefen Julius-Fortunatus-Stollens am Rammelsberg durch die Vermittlung des Kurfürsten von Sachsen die Markscheider Wolf Schleusing aus Schneeberg und Georg Oeder (jun.) aus Annaberg zu einem Gutachten nach Goslar herangezogen hatte<sup>6</sup>. Dass andererseits Georg Oeder, der seine markscheiderischen Fähigkeiten sicherlich durch den Unterricht bei Adam Riese vervollkommnete, anschliessend im Auftrage der sächsischen Kurfürsten mit der Landesaufnahme beschäftigt wurde, verdeutlicht einen Mangel an Fachkräften auch in diesem Aufgabenbereich.

Die Grenzen zwischen dem für die Landesaufnahme notwendige topographischen Kartenwesen und den markscheiderischen Grubenbildern werden damit fliessend.

Auf die Landesaufnahme und auf bergbauliche Belange ausgerichtet war 1541 hinsichtlich der Kitzbüheler Bergwerke der Auftrag an Paul Dax, den Maler, Glasmaler, Feldmesser, Baumeister Landsknecht und Hauptmann des Innsbrucker Regiments im Schmalkaldischen Krieg<sup>7</sup>, und aus gleich umfassenden Motiven heraus verpflichtete Herzog Julius von Braunschweig 1572 den Buchdrucker und Altarmaler David von Hemmerdey aus Halberstadt, alle Bergwerke mit ihren Anlagen über und unter Tage sowie die Arbeiter mit ihren Werkzeugen darzustellen, wozu ausdrücklich auch "die Stollen und Schächte in ihrer Tiefe und Gängen" gehörten.<sup>8</sup>

Kurz zuvor hatte Hemmerdey seine Fähigkeiten unter Beweis gestellt, als er zwei Zellerfelder Markscheidern half, ihre Messergebnisse in einem Grubenriss zu veranschaulichen.

Dieser Riss war bislang nicht festzustellen. Der von mir im Rissarchiv des Erzbergwerks Rammelsberg ermittelte, unsignierte und undatierte "Alte Prospect-Riss von Hz. Johann Friedrich bis an den Bergmanns Trost Burgstädter Zuges" scheint mir aus verschiedenen Gründen dieser Riss Hemmerdeys zu sein, wobei es sich um den ältesten erhaltenen Grubenriss aus dem Oberharz handelt.<sup>9</sup>

Bereits am Ende des 16. Jahrhunderts sorgte man sich um solche Personen, die überhaupt eine Bergvermessung durchführen konnten.<sup>10</sup> Die Aufgabe, die Messergebnisse zusätzlich in einem Riss niederzulegen, musste die Situation noch erschweren. Es ist daher nur zu verständlich, dass versucht wurde, tatsächliche oder vermeintliche Fachkräfte aus den verschiedensten Bereichen - sowohl regional als auch von den Tätigkeitsmerkmalen her gesehen - heranzuziehen.

Die Wanderung im kleinen, innerhalb einer Landesherrschaft, lässt sich aus dem gleichen Grund in der folgenden Zeit wiederholt feststellen. Doch weist diese Wanderung andere Qualitätsmerkmale auf. Hier ging es nicht nur darum, dass ein Riss durch eine angeworbene Kraft angefertigt, sondern dass eine Person herbeigezogen wurde, um die Anfertigung von Grubenrissen zu erlernen. An dieser Stelle beginnt die Markscheide- und Risskunst, sich zu objektivieren zur Markscheidekunde hin und abzuwenden von der auf das Individuum bezogenen "Geheimkunst". In der vor-akademischen Zeit bilden sich auf diese Weise spezielle "Schulen" heraus. Dass sich deren Umkreis auf jeweils ein Territorium, oft auf ein Revier erstreckte, liegt angesichts der landesherrlichen Bergorganisation nahe, und dass man den Schülerkreis vornehmlich auf Bergleute beschränkte, sei im Gegensatz zur Wanderung im grossen hervorgehoben.

Bei dem Versuch, eine "markscheiderische Genealogie" herauszuarbeiten, ist zu beachten, dass im Laufe der Zeit

die zunehmende Übung im Messen und Kartieren, die Vervollkommnung vor allem der mathematischen Kenntnisse sowie die Verfeinerung der Instrumente zu einer qualitativen Steigerung der Grubenrisse bei gleichzeitiger Nivellierung individueller Züge führten. Die spezifischen Merkmale eines "Stammvaters" lassen sich daher in den Rissen meist nur innerhalb einer kurzen Zeitspanne verfolgen, Zusammen mit den bislang erschlossenen allgemeinen Archivalien lassen sich dennoch beispielsweise folgende zwei Stammbäume für den Harzraum nachweisen:

- 1) bei Johann Just Schreiber lernte seit ca. 1710 Otto Dasse, bei Dasse lernte Johann Heinrich Eggers seit ca. 1725, bei Eggers lernte J.F. Heintzmann seit ca. 1740, ausserdem arbeitete Eggers Sohn 1746 bei Dasse,
- 2) bei Samuel G. Rausch lernte vor 1762 J.C.H. Laenge und vor 1752 Conrad Christian Elster, bei Elster lernte 1766 Friedrich Hieronymus Spörer.<sup>11</sup>

Der hier nur kurz umrissene Forschungsansatz, der von den Grubenrissen und den damit zusammenhängenden Archivalien ausgeht, kann - so meine ich - für die Geschichte des Markscheidewesens, das ein wesentlicher Bestandteil der Bergbaukunde ist,<sup>12</sup> neue Aspekte vermitteln, insofern als er über das rein risstechnische Interesse hinaus den Standort des Markscheiders in der vor-akademischen Zeit hinsichtlich seines Ausbildungsstandes und der Umsetzung seiner Kenntnisse nach den Erfordernissen der Bergbautechnik vor Augen führt.

#### Schrifttumsverzeichnis

1. Vgl. neben den zahlreichen Arbeiten von Walter Nehm vor allem aus jüngerer Zeit Oskar Niemczyk, Überblick über die Entwicklungsgeschichte des markscheiderischen Riss- und Kartenwesens, in: O. Niemczyk/O. Haibach, Bergamännisches Vermessungswesen, Bd. III, 1. Halbdb., Berlin, 1963.

2. Auf solche Quellen hat letzters - wenn auch mit anderer Zielsetzung - hingewiesen Ernst Pitz, Landeskulturtechnik, Markscheide- und Vermessungswesen im Herzogtum Braunschwig bis zum Ende des 18. Jahrhunderts, Göttingen 1967.

3. Vgl. vor allem Wilhelm Kolb, Der älteste schleisische Grubenriss, in: ZBHSW, Jg. 85, 1937, S. 581 ff.

4. Vgl. Pitz, Landeskulturtechnik, S. 70 f. und Walter Nehm, Die Entwicklung des Markscheidewesens auf dem Harz bis zum 30 jährigen Krieg, in: Reden und Ansprachen bei akademischen Feiern im Jahre 1934, hrsg. v. d. Bergakademie Clausthal, Clausthal-Zellerfeld 1934, S. 54 ff.

5. Vgl. Niemczyk, Überblick, S. 16 ff., der entgegen Nehm, Entwicklung, S. 54, diesen Riss nicht zu den Flachrissen zählt.

6. Dazu Walter Nehm, Georg Oäder und seine markscheiderrische Tätigkeit auf dem Rammelsberg, in: Neues Archiv für Sächsische Geschichte und Altertumskunde, Bd. 35, 1934, S. 64-72.

7. Vgl. A. Feuerstein, Entwicklung des Kartenbildes von Tirol, in: Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Wien, Wien 1912, S. 360

8. Vgl. Pitz, Landeskulturtechnik, S. 74.

9. Die von Nehm, Entwicklung, S. 50 f., erwähnte und abgebildete "Älteste Karte des Oberharzes (im 1530)" gibt den Nordharzer Raum grundrisslich wieder und erwähnt nur gelegentlich Erzvorkommen, sie lässt sich nicht zu den eigentlichen Grubenrissen zählen.

10. Vgl. Wilhelm Bornhardt, Geschichte des Rammelsberger Bergbaues von seiner Aufnahme bis zur Neuzeit, Berlin 1931, S. 220.

11. Vgl. Pitz, Landeskulturtechnik, S. 200 ff.

12. Vgl. Hans Baumgärtel, Der Beitrag der Markscheidkunde zur Entstehung der Berfbauwissenschaften, in: Festschrift Paul Neubert - 65 Jahre, Freiberg 1965, S. 1-9.

## РАЗВИТИЕ ЗНАНИЙ ПО РУДНИЧНОЙ АЭРОЛОГИИ

Развитие знаний по рудничной аэрологии находилось в тесной связи с методами и технологией разработки полезных ископаемых подземными способами.

В каменном веке разработка месторождений кремния, нефрита и других камней велась неглубокими и короткими выработками; поддержание чистоты атмосферы в них обеспечивалось диффузией газов.

Активная разработка рудных месторождений велась в бронзовом веке, когда глубина и протяженность рудников постепенно увеличивались, возрастало количество людей в подземных выработках, стали применяться огневые работы; все это приводило к обескислороживанию рудничной атмосферы и появлению в ее составе токсичных газов. Проветривание рудников за счет диффузии было недостаточным; кислорода не хватало для горения светильников и костров. В этот период древние горняки опытным путем установили положительные стороны сквозного проветривания горных выработок, но нет каких-либо свидетельств о прохождении выработок специально для этой цели.

В железном веке интенсивно разрабатывались месторождения золотых, серебрянных, полиметаллических и железных руд с сосредоточением огромных масс рабочих на горных работах. В этих условиях и при наличии камер и лабиринта горных выработок, из которых многие были тупиковыми, поддержание необходимого для дыхания и горения содержания кислорода в воздухе требовало осуществления специальных мероприятий. К таковым следует отнести прохождение параллельных выработок и механическое воздействие на движение воздуха маханием полотнища с устья воздуховыводящей выработки. Кроме того, стала применяться подземная вытяжная печь.

Знания о рудничной атмосфере ограничивались представлениями о вредных испарениях, гасящих огонь и вредно влияющих на здоровье горнорабочих.

В эпоху Возрождения горное дело начинает бурно развиваться, и это привело к дальнейшему увеличению размеров рудников и разработке разнообразных способов обеспечения рудников свежим воздухом. Для этой цели использовалось течение и падение воды, сила ветра, естественное проветривание, подогрев воздуха в вытяжных стволах и развивались механические способы подачи или отсоса воздуха с применением мехов, насосов, прототипов центробежных вентиляторов.

Сводка знаний о рудничной аэрологии этого времени дана в труде прославленного немецкого ученого Агриколы (1550 г.), которым горняки пользовались около 200 лет.

В горной практике технологические рудничные газы и газы, выделявшиеся из разогретых при огневых работах пород (сернистые, мышьяковые, ртутные и др.), а также природные горючие газы, поступавшие из озекерита, серных, полиметаллических и железных руд, были известны издавна, но, повидимому, первое, детальное описание, принадлежит Гуджесону, опубликовавшему сведения о газопроявлениях в шах-

тах Англии, Шотландии и Бельгии и о крупном взрыве газа в Флинтшире. В работе Плата в классификацию родов рудничного воздуха был уже включен метан под названием "Файрдэмп" (1686 г.).

В XVII и XVIII веках стала бурно развиваться угольная промышленность. В погоне за углем углублялись горные работы, увеличивалась производительность шахт, а вместе с этим росла интенсивность газопроявлений. Слабость вентиляций и ее неупорядоченность вели к загазированию выработок, а применение лампочек с открытым пламенем и взрывных работ, а также вытяжных печей, способствовало взрывам метановоздушных смесей, и рудничные взрывы все чаще стали потрясать угольные шахты Европы.

Обстоятельное описание методов разработки угольных месторождений, газопроявлений в шахтах, способов и средств борьбы с метаном были даны шведским ученым Тривальдом.

В 1750 году великим русским ученым Ломоносовым была опубликована первая теоретическая работа по аэродинамике естественного проветривания рудников, на основе которой до настоящего времени ведутся расчеты его влияния на проветривание шахт.

Беспорядочность вентиляционных сетей приводила к тому, что часть выработок практически не проветривалась и это вызывало их загазирование. Для предупреждения последнего обосновывался принцип обязательного последовательного проветривания выработок рудника сквозной струей воздуха, но это предложение не улучшило положения, так как возрастало аэродинамическое сопротивление шахтной сети и снижался дебит воздуха. Кроме того, при последовательном проветривании шахт в случае взрыва или пожара все шахтеры, находившиеся на пути движения ядовитых газов, отравлялись ими.

Для предупреждения взрывов газа в шахтах крупнейший физик своего времени Дэви сконструировал предохранительную лампу для освещения выработок. Впоследствии были предложены десятки более совершенных ламп, но применение их не решало проблемы предупреждения взрывов, так как работы стали вестись при наличии более высокой концентрации метана в воздухе, чем ранее; необходимо было не допускать загазирования выработок, то-есть совершенствовать вентиляцию. Предложение в этом направлении последовало от Еаддла, который осуществил параллельное проветривание выемочных участков с последовательным проветриванием выработок в каждой вентиляционной ветви.

Применение пара и позже электричества позволило увеличить размеры объемных и центробежных вентиляторов по типу впервые созданного Саблуковым в России (1832). Уже в XX веке, после разработки Жуковским и учениками его школы теории осевых вентиляторов, последние стали распространяться в горной промышленности и вытеснять центробежные. В настоящее время вентиляторы практически способны обеспечить подачу в рудники требуемого количества воздуха.

Успехи физиков в гидродинамике позволили горнякам применить установленные ими закономерности для разработки теоретических вопросов рудничной аэродинамики и предложить способы расчетов шахтных вентиляционных сетей. Для подобных расчетов было необходимо знание коэффициентов аэродинамического сопротивления выработок, которые

определялись в натуральных условиях и на моделях, а в настоящее время, на основе изучения турбулентных струй, стали создаваться расчетные методы. Параллельно с этими исследованиями велись работы по способам снижения аэродинамического сопротивления различных видов выработок и вентиляционных сооружений. Ближайшей задачей является раскрытие аэрогазодинамических закономерностей: диффузии газов в условиях турбулентных, ламинарных и переходных струй, газовой динамики в условиях нестационарных вентиляционных режимов, интенсивности газовыделений в зависимости от горнотехнических и природных условий, что в совокупности с созданием методов и средств телеконтроля за составом рудничной атмосферы даст возможность осуществить на первый период диспетчеризацию, а впоследствии и автоматизацию вентиляции шахт и рудников.

Первые исследования рудничной атмосферы и газов были проведены в начале XIX века, но они не отличались точностью. Позже установлено, что основными газами угольных месторождений являются метан, углекислый газ и азот, а примесями — тяжелые и легкие редкие газы, тяжелые углеводороды, водород, сернистый газ, сероводород и др. На основе широких исследований, проведенных в Советском Союзе, и обобщения данных по газоносности угольных месторождений других стран была установлена газовая зональность их и причины ее обуславливающие; аналогичные закономерности были вскрыты и в условиях месторождений других полезных ископаемых.

Загрязненность рудничной атмосферы газами зависит от интенсивности их образования или выделения, вследствие чего горняки, главным образом угольщики, издавна обращали внимание на условия, определяющие интенсивность газопроявлений в горных выработках, в частности на влияние барометрического давления, углубления горных работ, геологических нарушений и т.п. Одновременно выявлялась и роль горнотехнических условий, как, например, производительности выемки угля, миграции метана из смежных угольных пластов или других коллекторов газа, распределения газовыделения во времени и по выработкам в зависимости от системы разработки и густоты сети подготовительных выработок и т.п.

Учитывая неизбежность роста газообильности шахт академик А.А.Скочинский в 20-х годах выдвинул проблему прогноза газообильности горных выработок и управления газовыделением в них, считая, что одно проветривание по технико-экономическим соображениям не может обеспечить в будущем успеха в борьбе с рудничными газами.

Решение выдвинутой проблемы позволило разработать правила или руководства по определению газоносности месторождений; прогнозу газообильности выработок, их дегазации, расчету проветривания шахт и рудников, что позволяет решать вопросы аэрологии в новых технологических условиях.

Таким образом, история развития горнодобывающей промышленности убеждает нас в том, что во избежание несоответствия между аэрологическими возможностями предприятия и применяемой технологией и техникой на нем (которое может привести либо к снижению безопасности

труда, либо к постановке вопроса о целесообразности дальнейшего существования предприятия) следует добиваться такого положения, чтобы теоретические вопросы рудничной аэрологии развивались не с учетом горной технологии и техники сегодняшнего дня, а с прогнозом на такие в шахтах будущего.

Wacław Rozanski (Pologne)

LA MÉTALLURGIE DU FER EN POLOGNE À L'ÉPOQUE  
DES INFLUENCES ROMAINES (II AN IV SIÈCLE)

L'histoire de la métallurgie du fer en Pologne remonte à une période très lointaine.

Des fouilles archéologiques et des recherches menées par les historiens de la technique il résulte que des chantiers métallurgiques, où le fer était obtenu à partir de minerai, existaient en Pologne déjà au cours de la seconde moitié de la période de Hallstadt.

Mais l'antique métallurgie du fer acquit son véritable essor assez tard au cours de l'époque romaine, c'est-à-dire du II au IV siècle sur les terrains situés au nord des Monts de la Sainte-Croix (Gory Swietokrzyskie) au centre même de la Pologne d'aujourd'hui.

C'est ici que, sur une superficie d'environ 800 km<sup>2</sup>, se trouvent de grandes quantités de scories ferrugineuses. Ces scories ont la forme de blocs cylindriques de 25 à 55 cm de diamètre et 45 cm de hauteur. Elles sont le restant du procédé métallurgique qui avait lieu jadis sur cet emplacement.

L'Académie Polonaise des Sciences créa en 1954 un Groupe pour l'Étude de l'Histoire de la Technique Métallurgique en Pologne, invitant des archéologues, des métallurgistes et des spécialistes en métallurgie structurale à collaborer. C'est alors que commencèrent les recherches.

Les premiers travaux concernèrent fouilles archéologiques et l'enregistrement des endroits où se trouvaient les scories. Ces endroits étaient soit indiqués par la population, soit découverts à l'aide de méthodes magnétiques ou sur des clichés aériens du terrain. Sur ces clichés, les places où se trouvaient des quantités plus importantes de scories étaient visibles grâce à la couleur très intense de la verdure dont elles étaient recouvertes.

Les fouilles archéologiques ont démontré que les blocs de scories étaient groupés systématiquement en rangées, formées de petits groupes successifs de 3 ou 4 blocs situés très près l'un de l'autre: parfois deux rangées situées vis à vis étaient séparées par un chemin. Souvent le nombre de blocs sur un emplacement variait entre 100 et 200. Un calcul estimatif du nombre de blocs de scories qui se trouvent sur la plaine au pieds des Monts de Sainte-Croix a donné le surprenant chiffre de 200 000.

La technique de production du fer était très primitive et chaque bloc de scorie est le reste d'un foyer qui n'était utilisé qu'une seule fois.

Pour résoudre l'énigme de cet ancien centre métallurgique les chercheurs ne disposaient que des blocs de scorie et des objets en fer datant de la même époque, trouvés par les archéologues.

Afin de pouvoir reconstituer exactement la technique d'obtention du fer utilisée jadis, il fallait encore connaître la construction et les dimensions des foyers, le mode de leur édification, les matériaux de charge, la durée d'un cycle, le mode d'introduction de l'air, le rendement et les propriétés du métal obtenu ainsi que l'organisation du travail.

Les blocs de scories contiennent environ 50% de fer. Leur structure est formée en majeure partie de failliatite c'est-à-dire d'un composé d'oxydes de fer et d'oxydes de si-

licium, dont la formule chimique est  $Fe_2SiO_4$ . Des additions d'oxydes d'aluminium, de calcium, de magnésium, de manganèse ou de phosphore, provenant du minerai et dissoutes dans la failliatite, abaissaient sa température de fusion. La température de fusion des scories variait de 1150 à 1200°C.

Les études métallographiques des objets en fer, trouvés par les équipes d'archéologues, démontrèrent qu'ils étaient faits de fer pur, par endroits et très irrégulièrement, carburé. La concentration de carbone atteignait parfois 0,8%.

Ceci connu, on décida d'établir le reste des données par voie expérimentale, en reconstituant le procédé métallurgique utilisé à l'époque ancienne. Les essais ont été effectués dans les Monts de Sainte-Croix, sur les terrains de la découverte des scories. La méthode a été bien choisie car après plusieurs années de recherches il a été possible d'obtenir des blocs de scorie et du fer exactement semblables à ceux que l'on obtenait jadis au centre métallurgique de Sainte-Croix.

Le développement de l'industrie métallurgique dans les Monts de Sainte-Croix était possible grâce à la présence sur ce terrain de riches minerais de fer (l'hématite), exploités à l'aide de puits et de galeries souterraines, d'un grand nombre de bois, qui fournissait la matière première pour la production du charbon de bois ainsi que d'importantes quantités d'argile leossique utilisé pour la construction des foyers.

Des recherches effectuées il résulte que le fer était obtenu dans des foyers, dont la partie inférieure se trouvait sous terre et était surmontée d'une cuve. La partie inférieure du foyer avait 25 à 50 cm de diamètre et environ 45 cm de profondeur. Ses parois étaient recouvertes d'argile mélangé avec de l'herbe hachée. La partie supérieure avait environ 120 cm de hauteur et était aussi faite d'argile et d'herbe hachée. Elle avait la forme d'un cône faiblement convergent.

A environ 10 cm du sol se trouvaient 2 ou 3 ouvertures de 4 cm de diamètre, qui servaient de conduites d'air.

Après construction, les foyers étaient séchés pendant environ 24 heures, ensuite remplis de charbon de bois jusqu'au dessus des conduites d'air et lorsque le charbon était incandescent ils étaient chargés de minerai et de charbon de bois.

Le minerai était préparé très consciencieusement; il était d'abord calciné sur des piles de bois (les traces de cette opération ont été retrouvées) et ensuite broyé et tamisé afin d'obtenir des morceaux d'environ 1,5 cm de grosseur. Le charbon aussi était désagrégé et tamisé et ses morceaux avaient environ 4 cm de grosseur. L'air parvenait par les conduites, sous pression atmosphérique. Il faut ici souligner, que les essais en vue d'utiliser un vent artificiel n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

Au niveau des conduites d'air la température était la plus élevée et dépassait 1200°C, elle baissait par contre vers le haut du foyer et atteignait environ 150°C gueulard.

Le minerai était réduit par l'oxyde de carbone, présent dans la cuve. C'est aussi dans la cuve qu'avait lieu la carburation du fer, plus ou moins poussée, selon les conditions. Au niveau des conduites d'air dans la zone de la température la plus élevée, se formaient les scories qui après fusion, descendaient dans la partie inférieure du foyer et formaient un bloc compact. Au sommet du bloc se trouvait le fer sous forme d'une éponge.

La production du fer dans un foyer durait environ 36 heures. On utilisait, en dépendance de la grosseur du foyer, de 100 à 200 kg de minerai pour obtenir 10 à 20 kg de fer.

A la fin du cycle la partie supérieure du foyer était détruite afin de pouvoir enlever l'éponge de fer. Ce fer était ensuite forgé pour le séparer du reste des scories et pour obtenir un produit semi-ouvré sous forme d'un plus grand

morceau, qui était par la suite destiné à la fabrication de différents objets.

Il est étonnant que les foyers soient situés si compactement, car leur construction si près l'un de l'autre rendait le travail difficile, surtout en cas d'utilisation d'un vent artificiel.

La production du fer avait lieu en automne. L'hiver et le printemps étaient très probablement employés à l'extraction du minerai et à sa préparation ainsi qu'à la production de stocks de charbon de bois. En été avaient lieu les travaux de champs et la production de vivres pour le reste de l'année.

Si le procédé métallurgique ne semble pas avoir changé au cours de l'existence du chantier, l'organisation du travail a évolué visiblement. De la localisation des foyers il est évident que le procédé avait lieu simultanément dans plusieurs foyers qui formaient une sorte de batterie. Le nombre de foyers dans une batterie a augmenté avec le temps pour atteindre un chiffre de 10.

Pendant la marche d'un groupe de foyers on construisait derrière ou à côté un second groupe et ainsi se formaient les rangées simples ou doubles, dans lesquelles se succédaient de petits groupes de 3 ou de 4 foyers.

Le nombre total de foyers dans un chantier dépendait de la quantité disponible de matériaux de charge.

Le groupement très compact des foyers était dicté par les conditions atmosphériques: pendant la pluie la marche des foyers n'était possible que s'ils se trouvaient à l'abri. Sinon, les cuves, bâties avec l'argile non-cuite, croulaient sous l'influence de l'humidité, ce qui d'ailleurs a été confirmé au cours des expériences.

Ce centre métallurgique des Monts de Sainte-Croix est un phénomène unique parmi les découvertes concernant le développement de la métallurgie du fer. De la quantité de scories restée en terre on peut évaluer sa production à environ

4 милles tonnes de fer. C'était à l'époque un chiffre très important et une partie de cette production était probablement destinée à l'exportation. De nombreuses pièces de monnaies romaines, découvertes sur ces terrains, rendent cette hypothèse très vraisemblablement.

D'autres régions de la Pologne, comme les environs de Wroclaw et de Krakow, possèdent aussi d'anciens chantiers métallurgiques. La technologie qui é était utilisée est semblable à celle du centre de Sainte-Croix. La connaissance du procédé métallurgique utilisé danscette région peut donc donner une réponse au problème des possibilités et du niveau technologique de la métallurgie du fer dans la Pologne de jadis.

Л.М. Мариенбах (СССР)

#### ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ ПЛАВКИ ЧУГУНА В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

По сохранившимся литературным источникам и образцам отливок чугуна как литейный материал задолго до Европы был открыт в Китае. По данным древнего китайского философа и историка Чанга, чугунные отливки в Китае были известны за 300 лет до н.э., а по некоторым другим литературным источникам — за 600 лет до н.э. [1, 2].

В музее Фильда в Чикаго находится коллекция чугунного сельскохозяйственного инструмента и чугунных предметов домашнего обихода из Китая, включая печку и вазу, а также мечи, светильник и предметы погребального ритуала. Эту коллекцию относят к I-III вв. н.э. В Канадском музее в Онтарио также собрано много чугунных изделий, доставленных из Китая, которые относят к периоду III в. до н.э. — III в. н.э.

В отличие от всех других стран, восстановление железной руды в древнем Китае производили не чистым от всяких примесей древесным углем в сыродутных горнах, а каменным углем в тиглях. Древние китайские отливки содержали от 5 до 7% фосфора, и чугун отличался как исключительной жидкотекучестью, так и низкой температурой плавления (примерно на 100° ниже бронзы).

Этим объясняется большое распространение чугунного литья в древнем Китае, а также и то, что даже страны, общавшиеся с Китаем, как, например, Индия, Греция, Фергана и Россия, не имея подходящего сырья, не сумели организовать у себя подобного производства.

Таким образом, в начале нашей эры китайцы не только умели пользоваться металлом, восстановленным в тигле во время выплавки из руды, но и умели специально науглероживать сыродутное железо, ведя процесс вторичной переплавки.

Древняя Русь познакомилась с чугунными отливками не через посредство своих западных соседей, а гораздо раньше из Китая. Об этом говорит и русское слово "чугун", не имеющее аналогов на Западе и соответствующее китайскому слову "чжугун", что означает "литье".

В России на заводе братьев Баташевых были в свое время установлены тигельные печи для плавки чугуна, аналогичные древним китайским печам. Такие же печи были обнаружены на территории нынешнего Узбекистана.

В Европе процесс получения жидкого чугуна развивался, видимо, следующим образом.

Процесс переделки руды прямо в железо вели в домищах и штокофенах совершенно так же, как в древних сыродутных горнах. Для извлечения готовой крицы весом в несколько пудов дутье прекращали, огнеупорную стену горна разламывали, выпускали жидкий шлак и крицу вытаскивали при помощи клещей. После этого стенку горна заделывали, печь снова загружали углем и рудой, мехи устанавливали на место и процесс возобновлялся.

Благодаря большой высоте шахтной печи и наличию закрытой со всех сторон шахты восстановление руды происходило более равномерно, использование тепла горючего увеличилось. В результате расход топлива снизился, а процент восстановленного железа повысился, шлаки стали содержать не более 30% невосстановленного железа.

В конце XIV в. было сделано нововведение, вызвавшее значительный переворот в технике железного производства. Для движения мехов вместо силы человека и животных была применена сила воды, что дало возможность использовать более мощные мехи, приводившиеся в движение при помощи водяных колес. Это позволило значительно увеличить высоту шахтных печей и тем самым поднять их производительность до размеров, немыслимых при прежних условиях.

Результатом произведенных изменений также явилось значительное повышение температуры внутри печи. Температура повышалась настолько, что восстановленное и науглероженное железо расплавлялось, стекая вниз в виде нового материала — чугуна. При этом чугуна получается так много, что железистого шлака не хватало для окисления всего растворенного в нем углерода. К великому изумлению железоделов в горне печи вместо твердой крицы в этих случаях стал получаться жидкий металл (чугун), который вытекал из горна вместе со шлаком.

Не подозревая сначала ценных качеств этого материала и тем более не признавая его за самостоятельный металл, его спускали со шлаком и немедленно принимали меры к предотвращению его образования, понижая силу дутья и температуру, чтобы вновь получить твердую крицу.

Постепенно систематическое наблюдение за текучестью чугуна привело к попыткам залить его в формы, поскольку литейное искусство (преимущественно из меди и ее сплавов) стояло в те времена на достаточно высокой ступени развития.

Первые чугунные отливки того времени (XIV в.) отличались массивностью и простейшими формами, и лишь с течением времени постепенно стали появляться все более и более сложные и тонкостенные отливки.

Так, сначала отливали станины молотов, поддоны для наковален, толстые плиты, башмаки к пестам толчейных станов, хомуты с кулаками к деревянным валам водяных колес; позднее — печные кафели, надгробные плиты; еще позднее — плиты с художественным барельефом и, наконец, в XV в. — пушечные ядра, пушки, пустотелые гранаты, котлы для варки пищи и т.д.

По данным В.Кнаббе [4], широкое развитие чугунолитейного производства в России началось с пуском первой доменной печи. В 1632 г. в России был построен железодельный городищенский завод на реке Тулице, близ Туклы. В отличие от сыродутных горнов и домниц с их слабыми мехами, домны этого завода обслуживались двумя сильными мехами, приводимыми в действие водяным колесом. Вскоре уже действовало четыре городищенских завода на реке Тулице и семь каширских заводов. Интересно отметить, что производительность доменных печей этих заводов вдвое превышала производительность современных им английских печей.

Размеры доменных печей до конца XVIII в. увеличивались весьма медленно из-за недостаточной прочности древесного угля, выжиг которого во многих районах не мог быть увеличен из-за истребления лесов.

Изобретение кокса, усовершенствование воздуходушных средств и применение для них силы пара, благодаря изобретению паровой машины, были величайшими достижениями металлургии середины и конца XVIII в., обеспечившими дальнейший расцвет доменного производства.

Применение в начале XIX в. горячего дутья было следующим важнейшим этапом на пути создания основ современной металлургии. Применение флюсов и введение горячего дутья привело к получению жидких шлаков, что позволило отказаться от открытого горна и перейти на выпуск шлака через самостоятельную шлаковую летку. Охлаждение горна и заплечиков и ряд других усовершенствований завершили конструкцию доменной печи.

Особенностью нового периода чугунолитейного производства является отделение процесса плавки чугуна от доменного производства.

Великий русский металлург Д.К.Чернов [5] отмечает, что переплавка чугуна в зависимости от потребности может производиться в тиглях, пламенных печах и в вагранках.

Возможность параллельного развития вагранок из малых печей типа горна с наращенной постепенно шахтой, и из малых доменных печей подтверждается также Г.Спасским, издавшим в 1841–1843 гг. трехтомный горный словарь [6].

По Спасскому, вагранка бывает двух типов, из которых один "состоит из трех чугунных цилиндров, наложенных один на другой, вместе соединенных и обделанных кирпичом, в которую воздух для действия приводится из мехов посредством чугунных труб, с двух сторон к печи примыкающих".

Второй тип вагранок представляет собой "род шахтной печи или домны, но гораздо меньшего размера, без распара и без лешади. Внутрен-

ние стены ее большей частью выкладывались из кирпича, а наружные обдывались чугунными досками, и печь эта получает вид осьмигранника".

Таким образом, в России как ваграночный процесс, так и конструкция вагранки развивались как видоизменение доменной плавки.

Постепенно вагранки монополизировали чугунолитейное производство во всем мире. С заменой в доменных печах древесного угля коксом, сначала в Англии, а затем и в других странах Европы, включая Россию, вагранки также были переведены на кокс.

Возросшие требования к температуре чугуна и к санитарно-гигиеническим условиям работы привели к созданию современных закрытых вагранок с полной очисткой ваграночных газов и подогревом дутья. Вагранки работают с водяным охлаждением, полностью механизированы и автоматизированы.

В последние годы в СССР созданы "газовые" вагранки, работающие без применения кокса. В Западной Европе, США и в СССР начали применяться для плавки чугуна электрические дуговые и индукционные печи, самостоятельно или в дуплекс-процессе с вагранками.

#### Литература

1. С.О.Бируля. Исторические итоги литейного производства. — "Литейное дело", 1936, № 5.
2. Т.Т.Рид. Литье чугуна в древности. — "Архив истории науки и техники", сер. I, вып. 5, М., 1935.
3. А.Мевис. Чугунолитейное производство. Харьков, 1859.
4. В.Кнаббе. Чугунолитейное дело. СПб., 1900.
5. Д.К.Чернов. Чугунолитейное дело. Литография Михайл. академии, СПб., 1893.
6. Г. Спасский. Горный словарь. М., ч.1—1841, ч.2.2—1842, ч.3—1843.

Ладислав Еничек, Иво Крулиш (ЧССР)

#### О ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ МЕЖДУ УРАЛЬСКИМИ И СРЕДНЕЕВРОПЕЙСКИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ НА РУБЕЖЕ XVIII И XIX ВЕКОВ

О значении уральской черной металлургии для европейской промышленности, в частности для производства стали в конце XVIII века, известно относительно много. Еще И.Ф.Герман, человек хорошо ознакомленный с тогдашними проблемами производства железа в Сибири, дал в своей работе, опубликованной в 1790 г. на немецком языке, обширную информацию о большом объеме экспорта железа в период с 1764 по 1788 г. Менее известно, однако, то, что тот же И.Ф.Герман, будучи досконально ознакомленным с положением в сибирской металлургии,

оказал влияние на развитие техники доменных процессов технической организацией передела в Чехии и в других металлургических центрах средней Европы.

Благодаря своей широко направленной литературной деятельности, равно как и своим знаниям техники и экономики, Герман быстро нашел себя применение в русской металлургической промышленности. Положительная оценка его деятельности была дана в последнее время, например, Н.И.Павленко [1].

Свои исключительные знания о русской металлургии Герман передал специалистам западной Европы в трудно доступной в настоящее время книге, названной: "Вклад в физику, экономику, минералогию, химию, технологию и статистику в частности в русских землях и в странах с ними граничащими". В следующей книге Герман на 894 страницах дал минералогическое описание уральских рудных гор. Столь необычная квалификация, проявленная в обширной литературной деятельности, завоевала ему европейский авторитет. Поэтому вполне понятно, что этот чуткий наблюдатель и знаток производственных процессов не мог не принять участия в конкурсе, объявленном 26 ноября 1794 г. Королевским чешским научным обществом. Срок конкурса, установленный первоначально на 1 января 1796 г., был продлен до 31 марта 1797 г., а 10 ноября 1798 г. Ф.И.Герстнер, по всей вероятности инициатор данного конкурса, подписал предисловие к книге "Drei Abhandlungen", в которой привел обоснование конкурса и описал его течение. В самой книге были опубликованы три премированные работы: Лампадиуса, Германа и Шиндлера [2].

С точки зрения практического использования наиболее конкретной была работа Германа, причем не только в технических описаниях, но и благодаря приложенным к ней чертежам; из 6 приведенных в книге таблиц с чертежами, 5 относятся к работе Германа. Среди них вертикальный профиль и горизонтальная проекция известной на весь мир доменной печи в Невьянске высотой 13,06 м, доменная печь высотой 10,66 м, пригодная, по мнению Германа, для всех сортов железной руды. Для снабжения печей воздухом применялись цилиндрические воздуходувки или деревянные меха, причем, установлено, что годовая производительность печей с цилиндрическими воздуходувками выше, чем печей с деревянными мехами (соответственно 54000 и 45000 центнеров).

В цитируемой книге приведены также данные о производстве чугуна в семи сибирских доменных печах в сопоставлении с производственными данными доменных печей в Туррахе (Штирия) и в Горжовицах (Чехия).

Герман уверял, что описанное им производство на нескольких металлургических заводах Сибири полностью себя оправдало, и что то, что описано им в его трудах, является результатом его собственного опыта и произведенных им экспериментов.

Конкретные данные Германа привлекли к себе большое внимание, в результате чего непосредственно после опубликования предисловия Герстнера граф Рудольф Врбна (в технологическом отношении наиболее образованный и прогрессивный владелец феодальных металлургических заводов в Комарове в центральной Чехии) обработал и дополнил срав-

нительными данными три таблицы наглядных обзоров. Незадолго до этого, точнее в 1793 г., Врбна потерпел неудачу при внедрении английской металлургической технологии на своих металлургических заводах: не увенчалась успехом переплавка чугуна в пламенной печи, а также не оправдала себя чугунная цилиндрическая воздуходувка. Причиной провала этих попыток оказалась невозможность добиться соответствующей точности при изготовлении цилиндров.

В это же время Ф.И.Герстнер сконструировал деревянную воздуходувку с тремя коробками квадратного сечения, в которой поршни приводились в движение чугунными эксцентриками таким образом, что подача воздуха производилась по возможности равномерно. Такая конструкция создавала предпосылки для введения более мощных доменных печей. И действительно, Врбна построил в Комарове первую печь, высота которой превышала 10 м.

О том, на какой печи Врбна остановил свой выбор, до недавнего времени известно не было, так как архив горжовицких владений был сознательно уничтожен после того, как потомок Рудольфа Врбны продал в 1852 г. поместье с металлургическими заводами курфюрсту Фридриху Вильгельму Кессенскому.

Предпринимательская деятельность Врбны нашла своего поклонника в лице графа Редена, который управлял прусскими государственными металлургическими заводами в верхней Силезии.

В архиве королевского Oberbergamt in Breslan, который сохранился в Горном музее в Сосновице, обнаружен "чертеж к горжовицкой доменной печи от августа 1797 г".

Если сравнить размеры этой печи, с печью, описанной Германом, то обнаружим, что в Горжовицах предполагалось построить, по меньшей мере, печь такой же высоты, какой достигала печь в Невьянске (13,06 м), а диаметр распара был значительно больше (4,68 м вместо 3,66 м).

Для среднеевропейских условий это был необычайно большой размер доменной печи, так как до этого времени высота доменных печей достигала максимально 8 м. Утверждать с достоверностью, что эта печь была построена, нельзя, поскольку, кроме данного чертежа, никаких документов не сохранилось. Нам удалось установить, по данным Мархера [3], что в начале XIX столетия существовала в Горжовицах печь, высота которой достигала 10,66 м.

Благодаря Герстнеру, невянский профиль попал в Чехию еще в 1817 г. при строительстве двух новых доменных печей в Новом Яхимове [4]. Их несколько меньший диаметр распара (3,22 м) мог бы свидетельствовать о неблагоприятном предшествующем опыте, приобретенном в ходе эксплуатации печей с чрезмерно большим диаметром распара. Производительность этих печей была в течение всего срока их существования, т.е. вплоть до 1870 г., весьма незначительной. Причиной этого являлась недостаточная мощность воздуходувок (применялись деревянные коробчатые воздуходувки, чаще всего совместные для обеих печей). Начиная с 1834 г., у каждой печи была своя собственная коробчатая воздуходувка, одна из которых приводилась в движение при помощи водяного колеса, другая - при помощи паровой машины. Коробчатая дере-

вянная воздуходувка должна была быть заменена чугунной цилиндрической. На находящемся по соседству металлургическом заводе в Новой Гуте в 1855 г. были построены 4 древесноугольных печи в совместной обмуровке, высотой лишь 8 м. Это является наглядным свидетельством того, что в Чехии не удалось соорудить крупнообъемные доменные печи невьянского типа.

При сооружении кузнечного меха в Ростоках Ф.И.Герстнер поместил в канале для грунтовой воды 15 водяных колес, а на обоих берегах канала построил по одному зданию, в которых находилось в общей сложности 7 горнов, 7 молотов и 1 хвостовой молот. Для каждого горна имелась собственная деревянная коробчатая воздуходувка герстнеровского типа. Кузнечный цех производил в год 275 тонн продуктов и готовых изделий. В своем первоначальном виде он эксплуатировался вплоть до 1851 г. В период своего возникновения росточкий кузнечный цех был наиболее крупным и наиболее совершенным передельным заводом чешской металлургии.

Следует также упомянуть, что авторам удалось при изучении иконографии европейской металлургической промышленности установить, что одновременно с росточким цехом работал большой кузнечный цех в Каринтии (в стране, которая граничит со Штирией, откуда родом Герман), подробный план которого от 1827 г. заслуживает внимания [5]. Речь идет о заводе в Ейзентратен в Верхней Каринтии, производственной направленностью которого был передел чугуна и обработка готовых изделий.

Влияние Германа на среднеевропейскую металлургию было доказано на нескольких примерах, и нет сомнения, что в ходе дальнейших исследований будут найдены новые документы, свидетельствующие о его благотворном влиянии на развитие металлургической промышленности.

## Литература

1. Н.И.Павленко. История металлургии в России XVIII века. Изд. Академии наук СССР, М., 1962.
2. Drei Abhandlungen über die Preisfrage; Worin besteht der Unterschied zwischen Roheisen aus Hohenöfen und geschmeidigem Eisen aus Frischheerden? und nach welcher Methode lässt sich das letztere am besten und vortheilhaftesten aus dem erstem bereiten? Leipzig, 1799.
3. F.A.Marcher. Notitzen und Bemerkungen über den Betrieb der Hohöfen und Rennwerks... Erster Theil, Klagenfurt, 1808.
4. Ф.И.Герстнер. Kupfertafeln zum Handbuch der Mechanik. Прага, 1831.
5. K.Dinklage. Alte Eisenhammer in Kämtten. "Radex - Rundschau", Heft 5, 1955.

John J. Beer (USA)

RUSSIAN IRON TECHNOLOGY IN AMERICA:  
ATTEMPTS AT DUPLICATING THE RUSSIAN PROCESS  
FOR MAKING QUALITY SHEET IRON IN THE UNITED  
STATES, 1842-1844

Among the few technical processes obtained by America directly from Czarist Russia, the making of quality sheet iron is perhaps the most significant. The product was much prized for its rust resistance at elevated temperatures and for its handsome black luster. In the U.S., which after 1815 imported growing quantities of Russian sheet iron, it found use in fabricating stoves, stove pipes, ornaments and, above all, locomotive boiler jackets. For 1832 imports already stood at over 3000, tons valued at \$ 400,000<sup>1</sup>. Such figures invited attempts at imitating the Russian sheets in American forges. James Wood of Philadelphia, his sons and grandsons were among several parties to try it. On the basis of an 1842 patent, they began producing "Imitation Russia Sheet Iron"<sup>2</sup>. The name implied inferiority to the imported sheets, yet also determination to crack the Russian secret. In the ensuing four decades, numerous claim for having solved the riddle were voiced in America and Western Europe, but as one observer wrote in 1853, "no article has been manufactured to prove the full truth of such allegations".

The Russian process, perfected in the early 1800's in the Urals near Nijni Tagil, was briefly as follows. Bars of high grade puddle iron were cross-rolled into sheets about 76 cm. square. Then, in packs of three and with ample charcoal dust between sheets, they were three times heated and rolled, attaining 71 by 142 cm. and a thickness of .04 cm or less, as desired. After cooling, each sheet was coated completely with a mixture of water and charcoal powder, and allowed to dry. Stacks of 70 to 100 such sheets, covered with waste sheets, were then heated in the top of a three-

or four-tier oven designed to minimize exposure of the sheets to oxygen. When white hot, the stacks were removed. Each sheet was then brushed on both sides with a sopping wet spruce mop; restacked and, having cooled now to red heat, the pack (topped again by scrap sheets) was hammered uniformly with a trip hammer. There followed at least three more cycles of heating (in the lower and cooler ovens) and hammering of diminishing duration each. Finally hot and finished cold sheets were stacked alternately, 190 high, and received final hammering. The hot sheets were cooled and trimmed. Those already cold were sorted according to the perfection of the finish, and packed for shipment, usually by river barges to as far as St. Petersburg, if destined for export.<sup>3</sup>

Two articles discussing this process appeared in 1835 in the Russian Mining Journal, but no one of consequence in West Europe or America learned of their content. The Wood family was no exception. The patented process by which they were making their Imitation Russia Iron well into the early 1860's was developed in their own mills in admitted ignorance of the Russian process. Almost every step differs from the Russian procedure: removal of scale by pickling, carburizing sheet surfaces with linseed oil, ovens not built to minimize oxidation of annealing sheets, and finally, there was no hammering, only repeated rolling<sup>4</sup>.

Meanwhile, however, the Woods remained alert for hard intelligence on the Russian process. An early scrap of information reached them in 1862 when A.L. Fleury reported to Philadelphia's Franklin Institute that a German, Wilhem Riesz, had analysed the surface scale of Russian sheet and concluded that it was "a nitride of iron with about 20% of carbon". Riesz was also reported to have secured a German patent which bears more resemblance to the process already

in use by the Woods than to Russian procedures<sup>5</sup>. The first reliable account of the Russian method was published in 1864 in John Percy's *The Metallurgy of Iron*. It drew on the memory of Western travelers to the Urals, but was too general and brief to be of much immediate use. In 1871, Percy published a booklet, *The Manufacture of Russian Sheet Iron*, reproducing five separate accounts by men (two of them Russian) who had seen or worked in the Ural mills. "Not one of these", admits Percy in his concluding remarks, "is complete in every respect, yet... a comparative study of the whole will enable the manufacturer... to obtain all the information he may desire..."

That Percy did not provide "all the information" needed is reflected by the fact that the Ural process was not duplicated in toto in the West between 1871 and 1884. Yet in that period, as shown by successive U.S. patents, the Woods incorporated an increasing number of Russian steps in their own manufacturing sequence. In 1873, they coat sheets with oil and graphite where the Russians had used charcoal and water. They also now stack and anneal the sheets and hammer them, but only once when cool. The following year, they modify this last step to hammering the stacked sheets while hot, as in Russia, but use a new, mottled hammer and anvil of their own design. In 1875, the Russian procedure of baking on the carbon coating under conditions that prevent oxidation is adopted. Three years later, the Russian method of coating sheets with water and charcoal is added, but the earlier oil and carbon step is recommended as an additional step.<sup>6</sup>

These improvements assured growing sales for "Planished Iron", as the Woods now called their sheet to suggest equality with the Russian product; however, undiminished imports from that country and the ensuing technical moves by W. Dewees Wood, the Family's authority on sheet iron, belie the

implication. Having momentarily exhausted the technical literature and resources of current metallurgical science, W.D. Wood concluded that the remaining but crucial fine points of the Russian process could only be secured by sending a spy to the Urals. For this task he chose his brother-in-law, Charles L. Gilpin who then arrived in St. Petersburg in April, 1880. Despite resentments aroused just prior by another American spy for the Phelps Dodge Co., Gilpin, in six weeks, wangled permission from both governmental authorities and privately owned firms to inspect the Ural mills. With a Russian engineer as guide and interpreter, he then visited the Demidoff Works at Nijni Tagil, the Steinbock-Firmer mills at Ekaterinburg, Nevinsk and Rajovskia, and the Yakovlef facilities in Newo Chatanskia.<sup>7</sup>

As Gilpin's notes show, he made the most of his opportunities. He recorded at least seven important features subsequently adopted by his employer: 1. the red and black oxide on newly rolled sheets; 2. the absence of pickling; 3. the multi-tiered ovens; 4. the baking of carbon-coated sheets to white heat; 5. the technique of cooling and cleaning white hot sheets with wet brooms; 6. the multiple cycles of pack hammering and annealing; 7. the desing of certain efficient equipment (e.g. a big, chain-supported and mobile fork for handling hot bundles.) He also noted features worth avoiding if possible, such as a high rate of imperfect sheets and a huge consumption of wood.

In the five years following Gilpin's return in 1880, W.D. Wood perfected and patented a process which, though heavily indebted to the Russians, was, nevertheless, significantly different from the operations Gilpin had seen in the Urals. It was adapted to American condition -- more mechanized, using cheaper fossil fuels and some Bessemer iron in lieu of puddle iron. It also incorporated valuable features

discovered experimentally by the Wood family. Above all, it drew most usefully on recent advances in metallurgical science. From suggestive, but by no means conclusive evidence, W.D.Wood had surmised that the coating of Russia Iron might well be partly carburized, but that it derived its chief qualities from a tightly adhering magnetic oxide. Hence he devised a process which systematically built up this oxide scale. With controlled application of quenching water during the rolling process he effectively promoted the formation of a firm, uniform, red and black oxide layer. He then covered each cooled sheet with a slurry of red iron oxide and carbon rubbing it in to assure good contact with the surface oxides. Next he heated and rolled the sheets down to desired gage; then covered and rubbed them as before with red oxide and charcoal; baked them in stacks to white heat in air-tight ovens( he did not use smoke-producing logs) so that nascent iron would form on each surface. This in turn was re-oxidized to the desired black finish by playing jets of steam on each baked sheet. Steam works better than wet brooms in blowing away waste, in cooling evenly, and in providing a carefully limited quantity of oxygen. The remaining steps of hammering and annealing follow the Russian pattern, but the last hammering in stacks of alternating hot and cold sheets was omitted<sup>8</sup>.

"Planished Iron" of highest quality soon poured from the shops of the W. Devees Wood Co., near Pittsburgh, at the rate of 20 000 tons a year. After 1887 imports from Russia dwindled rapidly to nothing. By then, however, the days of the handsome black sheet were already numbered. By 1927, it had given way to stainless steel.

Locating an authentic sample of Russia Iron today is a problem. The author was fortunate to obtain one from the Smithsonian Institution for analysis in a metallurgical laboratory. Test results confirm the essential correctness of

the theory applied by W.D. Wood ninety years ago. But they also provide an up-to-date understanding of the nature of Russia Iron. Analysis of the iron matrix reveal it to be nearly pure iron. Carbon, sulfur and phosphorus are totally absent; silicon and several metals (Ni, Cu, Al, Mo) exist in very low concentration. A cross-section reveals a surface scale only. 0.127 mm thick, a sub-surface scale and areas of internal stringers. X-Ray intensity profiles indicate scales and stringers consist mainly of magnetite,  $Fe_3O_4$ . Not unexpectedly, a trace covering of rust,  $Fe_2O_3$  or hematite, was found at the very surface. Some silicon oxides are present in the surface scale, but more significantly in the stringers. The closely-adhering magnetic layer is clearly responsible for Russia Iron's black color and rust resistance. The conditions under which this protective scale forms were provided in the manufacturing sequence pioneered in Russia and later perfected in America.<sup>9</sup>

#### References

1. French B.W. History of the Rise and Progress of the Iron Trade of the United States from 1621 to 1857. New York, 1858, p. 56.
2. Taylor, Frank H., History of the Alan Wood Iron and Steel Company, 1792-1920, Philadelphia? c. 1920, passim.
3. O'Dowd, Paul Thomas, The Letters, Notes and Other Correspondance of Charles LaSalle Gilpin, A 1880 Case History of American Industrial Espionage in Russia, (Thesis, University of Delaware), Newark, Delaware, 1965, passim.
4. Pursell, Carroll W. Jr., Iron Works on Red Clay Creek in the Nineteenth Century, Wilmington, Delaware, 1962, p.15-16.
5. Fleury A.L. Journal of the Franlin Institute, Vol.43 (1862), p. 68-69.

6. See U.S. Patents issued to W. Devees Wood in the years indicated in the text.

7. O'Dowd, *op.cit.*, *passim*.

8. U.S. Patent No. 291, -260, January 1, 1884, issued to W. Dewees Wood.

9. Analytical reports by James A. Mulholland (June, 1971), and by James F. Ficca, Jr of "Micron Inc.", Wilmington, Delaware, in the possession of the author.

С.Я.Плоткин, Г.В.Самсонов (СССР)

## ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ

Развитие материальной культуры и материально-технической базы общества обычно связывается с развитием орудий производства, орудий труда. В настоящее время достаточно хорошо известны основные этапы развития орудий труда и технологии обработки этих орудий. Однако все же мало уделяется внимания истории создания материалов, которые в значительной мере определяют возможность появления тех или иных орудий труда.

До второй половины XVIII – первой половины XIX века данные физики и химии, т.е. тех естественных наук, на которых могло бы базироваться материаловедение, позволяли только добывать металлы из руд, производить их плавку, обработку и приготавливать некоторые сплавы.

Во второй половине XVIII в. началось совершенствование методов переработки чугуна в железо, которое завершилось созданием мартеновского и конвертерных процессов, что явилось существенным шагом в создании новых металлических материалов.

Промышленная революция XVIII в., как известно, характеризовалась главным образом созданием новых машин и механизмов, в первую очередь паровой машины, и создание материалов, в основном, подчинялось именно этим практическим целям. Металлические материалы обеспечивали возможность реализации идеи создания паровой машины.

Существенным стимулом в развитии учения о материалах, по нашему мнению, стали новые работы в области электротехники – изобретение ламп накаливания, электрических машин, систем передачи электроэнергии и коммутации. Появились принципиально новые требования к материалам. Эти новые требования, в свою очередь, вызвали развитие технической физики, начальных элементов теории твердого тела, а также новых разделов химии и металлургии. Но и физические методы вы-

бора и создания новых материалов оказались недостаточными. Поэтому стали развиваться разнообразные методы создания сложных по составу композиционных материалов, как-то: физико-химический анализ, изучение диаграмм состояния, поиски метода получения новых материалов путем простого смешения уже известных материалов.

Начало развитию материаловедения как науки положили классические работы Н.С.Курнакова (1860-1941) по физико-химическому анализу.

Следует отметить, что вообще развитие представления о веществе и материале из этого вещества характеризуется тремя основными этапами: 1) установление коррелятивных, сопоставительных связей между различными свойствами веществ; 2) установление связи между свойствами веществ и их кристаллическим строением, а также дефектами этого строения; 3) установление связи между свойствами вещества и его электронным строением. Эти этапы развития представлений о веществе и составляют научную сущность материаловедения как науки.

Учение Н.С.Курнакова, на основе которого впервые научно обоснованно сопоставляются различные свойства вещества, в частности температура плавления сплавов, их структуры с другими свойствами, полностью определяет первый и, в значительной части, второй этап развития материаловедения. Оно и ныне остается одним из важнейших методов научного исследования и прогнозирования получения металлических сплавов, служит одной из основ современного материаловедения.

Развитие теории дислокаций явилось важнейшим содержанием второго этапа учения о веществе, которое вызвало большое количество работ, посвященных получению веществ в бездефектном, атомно-равновесном состоянии.

На третьем этапе возникли новые направления в металловедении, появилось физическое металловедение, которое, в известной степени, возникло в результате влияния успехов физики твердого тела на науку о веществе и материале. Ассимиляция и трансформация для своих нужд достижений естественных наук является одной из наиболее важных черт материаловедения, которая представляет как бы пограничную область науки между естественными и техническими, теоретическими и прикладными.

Основой научно-технического прогресса современности являются энергетика, автоматизация и создание новых материалов. В этой триаде материалы играют особую роль, так как от их разработки зависит как прогресс энергетики, так и средств автоматизации.

Если в период промышленных революций материалы играли хотя и важную, но принципиально подчиненную роль, то в эпоху научно-технической революции их роль существенно изменилась: создание материалов нередко опережает технические идеи, которые могут быть осуществлены при использовании данных материалов. Следует отметить, что именно в материаловедении отчетливо выражена роль науки, как непосредственной производительной силы общества.

Конечная цель материаловедения - создание материалов с заранее заданными свойствами.

Проблемы материаловедения ныне решаются путем создания различных упрощенных моделей, позволяющих не всегда точно, но с большой "вероятностью попадания" решать инженерные задачи материаловедения. Такими моделями являются модель Гейтлера-Лондона-Гейзенберга и модель зонной теории Блоха - "предельные" модели. Они с той или иной степенью приближения освещают отдельные вопросы электронного строения вещества. Некоторую "промежуточную" модель представляет модель конфигурационной локализации вещества. Эти модели призваны расширить представление о строении вещества, материала и содействовать их созданию на строго научной основе. Использование их в научных исследованиях весьма перспективно.

В наши дни разработаны многочисленные композиционные материалы - армированные волокнами пластики, металлы, дисперсноупрочненные сплавы, полимерные материалы с неорганическими наполнителями, керамические композиционные материалы. Важно отметить, что "композиционность" материалов может достигаться не только сочетанием простых материалов в макроскопическом масштабе, но и в микроскопическом, атомном. По существу к таким "микрокомпозиционным" материалам относятся, например, ферриты, где специфические электрические и магнитные свойства создаются введением ионов металлов в "матрицу" из атомов кислорода, различные клатраты (фазы включения), псевдосплавы, использующиеся в радиоэлектронике.

Можно полагать, что в ближайшее десятилетие значительно продвигнутся знания и опыт в области микрокомпозиционных материалов, а также будут развиты и частично опробованы модели электронного строения. Тогда в период, примерно, между 1980-1990 годами начнется создание единой теории твердого тела, вещества и материала, сольются многие, пока разрозненные научные направления (например, механика и физика прочности); а в следующее десятилетие (в период между 1990 и 2000 гг.) значительно расширятся работы по расчету материалов с заранее заданными свойствами, их программированию и автоматическому производству на основе этих программ. В начале XXI в. материаловедение, по-видимому, станет наукой преимущественно теоретического направления.

Первый период создания материаловедения как науки может быть отнесен к эпохе промышленной революции XVIII-XIX вв. (особенно в развитии научных основ металлургии); второй период относится ко второй половине XIX в. - первой трети XX в., когда стали создаваться материалы для химической промышленности, энергетики и электротехники, военной техники (взрывчатые вещества); третий период связан с развитием физики и химии твердого тела, атомной и ядерной физики и характеризуется постепенным переходом от научного поиска материалов к созданию материалов с заданными свойствами, их программированию и автоматическому производству (материалы радиотехники и электроники, металлургии, химии, космической и атомно-энергетической техники). Этот этап нашего времени отличается пока неполными данными естественных наук о внутреннем строении вещества и недостаточной трансформацией имеющихся данных для создания мате-

риалов с заранее заданными свойствами. Однако первые попытки в этом направлении начаты (расчетное построение диаграмм состояний, расчет численных значений простейших физических свойств, построение моделей конденсированного состояния вещества). Эта недостаточность вызывает создание композиционных материалов (как макро, так и микрокомпозиционных); идея, которая, однако, содержит более глубокий смысл, являясь основным направлением развития новых материалов.

Karel Novak (CSSR)

A REVIEW OF THE DEVELOPMENT OF THE ART  
OF SIC FURNACING IN THE PAST SEVENTY YEARS

In a limited time available for this report it would be impossible to review all important inventions concerning SIC furnacing since Acheson's time. Therefore, I shall refer to a very thorough patent review by Mr. J.C. McMullen (Research and Development Division, The Carborundum Co., Niagara Falls, N.Y.) published in 1957. Mr. McMullen lists 59 US patent issued until 1956. To supplement his review I should mention the US Patent No. 2 908 553 "Process for the production of SIC" by H. Frank and E. Wilkendorf, which deals with an improved quality of the product, and the German 1966 Patent of Elektroschmehzwerk Kempten, which describes a continuous process.

Judging by a patent research done by the Czechoslovak Patent Office in the early sixties, and my own in 1969-70, no substantial step forward has been made since 1957, so that Mr. McMullen's statement in his summary, that SIC furnacing in most countries has not departed radically from Acheson's method, still holds true.

No patent research, no matter how thoroughly done, can claim being complete, and I appreciate the words "in most countries" in Mr. McMullen's review because I insist that a radical departure actually took place, even though in a litt-

le country, where it was impossible to obtain any information at the time of Mr. McMullen's review.

I am referring to the progress made in Czechoslovakia, one of the two countries where Acheson's invention was first commercially exploited. When Hitler got hold of the Arendal Works in Norway, the production of SIC in the Works of United Carborundum and Elektreite Works, Benátky n. Jiz. was stopped by the Nazi in order to spare the scarce electric energy for another purpose. From that very moment, the management began preparing renewed production to start after the war. The production and laboratory facilities were secretly used for a basic research, as it was clear, that the renewed production would have to be a radical departure from the old method, to make it economical under the specific conditions in the country. In the following, I am going to explain the red line followed in our research, and then the main practical results.

To start, the Acheson furnace was considered as a miniature geochemical system with all attributes of such system: the migration of matter from the glowing core toward the surface of the load, the physical and chemical changes as well as the changes in energy contents that take place in the mix surrounding the core. The screen size, composition and geometry of the load and core was changed to give the temperature-drop curve a more desirable shape, namely a milder slope in the productive zone and a steeper on the periphery of the load. The energy balance was carefully analyzed and our attention was focussed on the major items of losses of energy, as well as the available source of secondary energy.

The energy balance together with the energy flow diagrams threw light on the possibility of exploiting the secondary energy to partly replace the primary electrical input. Since the useful doing in the furnace takes place above  $1600^{\circ}\text{C}$ , it occured to us that the economy of the process would be

considerably improved if the active part could be surrounded with a heat harrier of at least 1600°C rather than by any heat insulation. It was found that the caloric value of the gaseous byproducts was more than sufficient for that purpose.

From a chemical as well as energetic point of view our attention belonged to the problem of preventing the decomposition of SIC, and that brought us back to the problem of the most efficient core-to-mix transfer of energy. It was then found that heat convection by means of gaseous byproducts and SIC vapors, as heat carriers, is by far more effective than the heat conduction and radiation, and that decomposition could be positively prevented, if only a slight generation of gas could be maintained near the core until the end of the run.

Now let's turn to the practical results: As the first step, the load was stripped of the outer inoperative heat insulating layer which was replaced by the heat barrier having an approximate calorimetric temperature of 1900°C. The heat barrier was provided by a new design of charge retaining walls, called "Combustion side walls", or for short "CSW" and a similarly constructed bottom of the furnace. The open top of the load was protected by a gaseous heat blanket provided by the flue gases escaping from the exhausts of the CSW. The CSW were in use since 1957, but the principle was not patented until 1957, in connection with the Acheson furnace adapted for a different purpose, under Patent No. 98 030. They proved to be a marked success in the following points:

No flames on the outside of the Furnace - Cool surface -  
No CO pollution of the atmosphere around the furnace - Reactive mix converted to within 2-5 cm from the CSW - Practically no condensation of vaporized impurities in the mix, the vapors escaping into the flue spaces of the CSW - Practically no crust - All material outside of the product immediately usable as high quality remix, even for green runs - No long time

storing and weathering of remix - Load reduced by 25% - Onpower time cut by 20% - The yields maintained both in quality and amount at highest World standards.

In all, the CSW became a good, reliable piece of equipment that fulfilled the endeavour of several decades for an explosion proof equipment heated by the gaseous by products and returning the waste heat into the production process. The very appearance of the furnace hall was changed from the typically dirty and smoky place to a clean place with clear atmosphere. The CSW truly deserve to be recognized as a historic milestone in the art of SiC Furnacing.

The advantages attainable by the use of the CSW could be even greater if the generation of the byproduct gas could be maintained to the end of the run. This thought was the mother of the next invention, subject of a 1962 Czech Patent No. 141 457, according to which air, preheated by waste heat is forced into the core, the carbonaceous material of the core is thereby gasified to the extent to maintain or even boost the gas generation toward the end of the run. This invention was never introduced in standard SiC practice, but was exploited with great success on a set of full scale runs of Acheson type furnaces adapted for a purpose described in the Czech. Patent No. 98 030. Therefore, it is possible to evaluate the advantages, which can be derived: Positive prevention of SiC decomposition regardless of practically unlimited kW input - Substantially shorter furnace cycle, hence only 3-4 furnaces to a set instead of 5 to 8 - Product consisting of discrete crystalline SiC - Substantially higher yields per run.

The said invention, while never commercially applied in the SiC production, brought about a priceless experience with SiC vapors, and silicon carbide in general, as a very "obedient" and easy-to-control material, an experience applied later in the design of the continuous furnace.

From the viewpoint of history, the said invention is another milestone in the art, as it has changed the predominantly conduction type Acheson furnace to a convection type, and raised the caloric efficiency of the process from 20% to the order of 60%.

A further invention patented under No. 141 458 relates to doping of SiC with additives, such as iron monoxide to improve the quality of the product, in the concrete case to increase the resistance to oxidation under repeated heat cycles. Another object of the said invention is an impartial, automatic separation of the product from remix by a thin layer of loose discrete crystalline SiC, so that no manual separation is necessary.

A further Czech invention Patent No. 112 284 by Ing. Jan Petr proposes an improved furnace with stable CSW and a moveable furnace bed.

All described methods can - and in full scale test runs actually have - resulted in the reduction of the power consumption per kg of product to as low as 5-6 kWhrs. Such saving, however, proved impractical, as it was outweighed by the rise of other items of the production cost. The practical results can, therefore, be summed up as follows:

Hard, risky and health impairing labor eliminated - Economy of raw materials improved - Shorter furnace cycle - Practically no CO air pollution - No storage and weathering of remix - Moderate saving on el. power consumption.

Since a substantial saving of electric power was one of the main objects of the research, we had to look for other means; a solution was found in combining the production of SiC, with that of Electrographite and electrorefined natural graphite concentrates. The Czech 1953 invention patented under Czech Patent No. 93 248 positively prevents the feared mutual contamination of graphite with SiC and vice versa of the SiC

mix with vaporized impurities and with graphite. The invention makes use of the CSW as vents for the vapores of impurities. The method has actually been introduced in a graphite plant with the result that the power consumption spread over both products - graphite and SiC - was as low as 5 to 6 kWhrs per kg instead of the conventional figure of 8.

While all above mentioned work kept answering the immediate need for an improved intermittent process, the aim of my work has from the very beginning been the development of a continuous furnace, as an ultimate solution. From that point of view the research served mainly the purpose of acquiring an intimate knowledge of all properties of silicon carbide in order to either compensate for them, or exploit them for the desired purpose. The result is incorporated in the design of a continuous furnace described in a 1962 Czech Patent No. 141 460. Since then it has been surpassed by a later development, but the principle still holds true. It is a vertical blast furnace, the mix is fed on top and moves downwards by its own weight, the motion being controlled by a mechanical desintegrating grate. The ingot being formed on the way through the furnace is centred and guided by a gas and vapor pillow, the surface of the ingot is smoothed by evaporation and oxydation of the peripheral layer of lower modifications of SiC. The combustion of the peripheral layer of SiC serves at the same time as source of energy to raise the temperature of the peripheral layers above 1800°C, so that the entire cross-section of the ingot yields high quality crystalline SiC. The lining of the active parts of the furnace is porous so that gas and vapors can be either pushed into the furnace or escape through the inner lining into the gas spaces provided in the outer refractory lining. The temperature of the refractory lining does not exceed permissible limits, the wear is prevented by the gas pillow, and there is no need to classify the product as there are no semiproducts except during the starting of the furnace.

The furnace exploits all sources of secondary energy and becomes completely selfsupporting once it has been brought to balanced conditions by primary energy from an outside source. The process can be made fully automatic. Such economy can be achieved in units of app. 10 000 tons SiC per year capacity, the o.a. dimensions of the unit would be app. 25-30 meters high, 4 m diameter.

25 years ago I had the privilege of discussing research problems concerning the production of SiC with one of the most outstanding men in the art, namely with Mr. R.C.Benner, retired Director of Research of The Carborundum Company, Niagara Falls. Here's what he told me: "I have spent my life on the SiC. We have done a lot of good work, yet I must say, that SiC still represents a vast, unexplored area". Well, I have since then spent 25 busy years on the same subject, yet I can literally repeat Dr. Benner's words. There's a lot of work waiting for the young generation to fill- in the white spaces marked "Hic sunt leones" on the map of our knowledge of the SiC technology.

#### Bibliography:

J.C. McMullen, R. a D. Div. The carborundum Co., Niagara Falls, N.Y.

"A review of Patents on Silicon Carbide Furnacing"

Czecho. patent No.93 248

" " No. 112 254

" " No. 141 457

" " No. 141 458

" " No. 141 460

## К РАСКРЫТИЮ ТЕХНОЛОГИИ ГРУЗИНСКОЙ ЧЕКАНКИ XII ВЕКА И ЕЕ СОВРЕМЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Как показало исследование, чеканное искусство древней Грузии берет свое начало с первых лет познания человеком пластических свойств металлов. Мастера каменного века, производившие красивые художественные горельефы и украшения на камнях, керамике, кости, дереве постепенно переносили свои вековые навыки на поверхности металлов. Они отбрасывали неподходящие приемы вырезки и вырабатывали новые, необходимые для воспроизводства художественных замыслов на поверхности металлических листов. Создавались инструменты различного назначения из твердых материалов. Чеканное искусство древней Грузии в XII веке достигло небывалого расцвета [1].

В истории древней Грузии этот век совершенно справедливо считается золотым, веком высокого уровня развития искусства, техники, литературы.

Раскрытие техники-технологии чеканки грузинских мастеров XII века и в особенности знаменитых в мировой истории Бека и Бешкен Опизари является весьма важным не только для истории, но и для возрождения многих давно потерянных технологических приемов чеканного искусства.

Нами обстоятельно были изучены процессы чеканного искусства, исследованы этнографические изделия и инструменты, найденные в богатом творческом наследии выдающихся мастеров феодального периода, установлены функции, назначение, правила применения и старые названия инструментов [2, 3, 4], а также критерии оценки отдельных видов чеканной обработки. Показано, что различные исторические периоды характеризуются различным количеством и качеством инструментов. Разработана схема классификации чеканных инструментов и чеканок; составлена диаграмма динамики количественного изменения по периодам чеканных инструментов, употребленных на одно изделие.

Самое большое количество чеканных инструментов на одно изделие использовано в XII веке в производстве выпадающего грузинского мастера Бека Опизари, современником которого является также выдающийся мастер Бешкен Опизари.

Из произведений XII века особого внимания заслуживает икона Анхатского образа, являющаяся одним из лучших памятников грузинского чеканного искусства.

Она представляет собой створчатый образ (триптих) и состоит из следующих частей: чеканного киота с образом спасителя, риза которого отчеканена из серебра и позолочена. Киот образа имеет двухстворчатую дверь, чеканную как изнутри, так и снаружи. В 1088 г. были установлены новые дверцы, на которые перенесена старая внутренняя чеканка, а наружная часть чеканки была обновлена. Следующее исправление сделано в 1715 г. при царе Вахтанге. В 1825 г. гробница образа вновь обновлялась.

Большой интерес представляет технологическое исполнение чеканки рамы образа, выполненное Беком Опизари в 1184–1193 гг. Высокохудожественно выполнены фигуры архангелов Михаила и Гавриила, Ионна крестителя, апостолов Петра, Павла и Иоанна и Марии – матери Христа.

Основной орнамент рамы состоит из восьми отдельных художественных единиц, которые имеют собственные не повторяющиеся рисунки. Орнамент исполнен в довольно высоком рельефе с большим художественным вкусом и соблюдением перспективной глубины [ 1 ].

Выполнение чеканки рамы Анчисхатского образа, возвышенного до уровня ваения, еще увеличивает интерес к раскрытию технических приемов, которыми автор достиг создания высокохудожественного произведения.

В соответствии с установленными нами критериями оценки процессов художественной обработки тонколистовых металлов и проведенными экспериментами рама образа, в основном, получена по правилу мягкой двухсторонней чеканки и с применением также приема твердой чеканки. Мастер обладал богатым художественным вкусом, глубоким знанием технических приемов и, вместе с тем, многообразным техническим оснащением. Им применены почти все виды чеканок, которые были известны ранее в грузинском чеканном искусстве, в том числе контурным внутринасечным, дугоконтурным, дугоформочным контурным, обжимным и др. Общее количество чеканок по приблизительным подсчетам достигает 200.

Можно считать установленным, что на качество художественного чеканного произведения значительное влияние оказывало совершенство и удобство применения инструмента и, конечно, личное умение и мастерство исполнителя, т.е. знание тех правил, которыми руководствовались его предки. Технологическая оснащенность содействует не только выявлению художественного дарования, но и дальнейшему совершенствованию возможностей мастера. Это указывает на необходимость улучшения оснащенности современных мастеров чеканного искусства.

Современное грузинское чеканное искусство возродилось тогда, когда его старые традиции, инструменты и технические приемы были преданы забвению. Но имеется богатейший клад художественных изделий грузинской чеканки прошлого. Эти художественные ценности возродили стремление к перенесению на металл картин большого масштаба из современной тематики, что в свою очередь, способствовало созданию новых своеобразных чеканных инструментов, в частности чеканмолов, хотя и прежние чеканы полностью не были игнорированы.

Всестороннее изучение изделий чеканного искусства Грузии с древнейших времен позволило установить, что дальнейшее развитие возрождающегося чеканного искусства должно идти по пути увеличения рельефности и четкого реалистичного исполнения отдельных деталей изображения. Современное чеканное искусство возрождает кругло скульптурную чеканку Бека Опизари. Для этого требуется применение для подкладки вара и всех типов чеканов, применявшихся в XII веке.

Для современного уровня чеканного искусства создан комплект инструментов, конструкция которых, после продолжительного испытания,

одобрена и рекомендована как для мастеров, так и для оснащения учебных заведений, обучающих молодежь чеканному искусству [4].

Содержание доклада иллюстрировано авторами хорошо снятым кинофильмом, показывающим как лучшие образцы чеканного производства, так и его технологию.

### Литература

1. Ш.Я. Амиранашвили. Бека Олизари, т. I, "Хеловнеба", 1956 (на груз. языке); Бека Олизари, т. I, "Заря Востока", 1956 (на русском языке).
2. Ф.Н. Тавадзе, И.А. Андриашвили. К вопросу грузинских терминов чеканного искусства. "Сабчота Хеловнеба", 1961, № 10.
3. Ф.Н. Тавадзе, И.А. Андриашвили. Материалы о некоторых грузинских технических терминах "Витязя в тигровой шкуре", в связи с технологией чеканки. "Сабчота Хеловнеба", 1966, № 6.
4. И.А. Андриашвили. Инструменты чеканного искусства "Мецниереба и техника", Тбилиси, 1970, № 8.

Б.Я. Розен (СССР)

### РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ СОЛЕВАРЕНИЯ И СОЛЕДОБЫЧИ В РОССИИ В XIX ВЕКЕ

Вываркой соли издавна занималось население нашей страны. В древней Руси вываривали соль из соляных ключей в Прикарпатье, добывали из морской воды на Беломорском побережье. В XIV—XV веках выварили соль из соляных ключей Старой Руссы, Соли Переяславской, Соли Галицкой, Тотьмы. В 1430 году появляются крупные солевары в Пермском крае, которому суждено было в дальнейшем (вплоть до Октябрьской революции) стать самым крупным поставщиком выварочной соли в России.

До начала XIX века техника солеварения почти не претерпела никаких изменений. В варницах — четырехстенных деревянных сараях, с одной дверью и квадратным отверстием в крыше вместо трубы — выкальывали посредине глубокую яму с отлогими краями ("печь"), в которой разводился огонь. Края ямы обкладывали серым камнем или кирпичем и обмазывали глиной. Из одного бока ямы шла под полом пристена труба, наружу — поддувало.

Над "печью" на толстых жердях и железных крючках ("дугах"), прикрепленных к балкам сарая, подвешивали четырехугольные сковороды-жаровни ("чрены"). Соленую воду заливали в чрены и кипятили в течение 24—30 часов, а иногда и более (но не свыше 36 часов).

Размеры чренов на разных соляных промыслах были неодинаковы. Чаще всего они были квадратными, 3 × 3 сажени, глубиной 10 вершков, но встречались и других размеров. На строгановских промыслах длина чрена достигала четырех сажен при несколько меньшей ширине.

Конец XVIII века характерен в России нехваткой соли для снабжения населения в некоторых губерниях – в частности в Архангельской и Вологодской, вследствие ограничений, наложенных казной на выварку соли частными промышленниками.

Необходимость увеличения выварки соли и повышения производительности казенных солеваренных заводов стимулирует появление ряда рационализаторских предложений. Так, граф Гарш представляет в Соляную Контору проект "умножения в Архангельской губернии солеварения". В качестве одной из наиболее действенных мер к увеличению производительности варниц Гарш считал изменение формы чренов, предлагая заменить четырехугольные – овальными чренами. Получив разрешение Соляной конторы, он проводит ряд опытов выварки в овальном чрене на Еловецкой казенной варнице.

Поскольку опыты Гарша оказались успешными, Еловецкому заводу было предписано продолжать и впредь выварку соли на овальных чренах. Более полугодом на заводе вываривали соль в большом корпусе на новых чренах, одновременно работали и на четырехугольных чренах. Когда же подсчитали полугодовую выварку соли, то оказалось, что с овального чрена в среднем снимали 41 пуд, т.е. на 6 пудов больше, чем на четырехугольных чренах. Однако в силу больших расходов на ремонт овальных чренов и обслуживания их большим количеством рабочих Казенной Палатой было решено прекратить на них выварку соли. Не получили овальные чрены применения и на частных варницах, так как владельцы – крестьяне не имели средств на переоборудование, а крупные промышленники также не желали вкладывать лишние средства. Таким образом, эта рациональная в своем существе техническая идея не нашла себе практического применения. И в дальнейшем продолжали вываривать соль в четырехугольных чренах, преимущественно размером 4 × 4 саж. или 4 × 3,5 саж.

В 1816 году новый директор Казенного Дедюхинского солеваренного завода ввел печи с оборотами с дымовыми и кирпичными трубами. Наряду с внедрением этих печей, на казенных солеваренных заводах шло строительство и каменных варниц вместо деревянных. Такая же картина наблюдалась и на частных солеварнях.

Важное значение для повышения производительности солеваренных заводов имела замена ручного бурения рассолоподъемных скважин механическим бурением. При ручной проходке в зависимости от твердости грунта в день удавалось пройти не более 10–15 сантиметров. Проходка даже неглубоких скважин требовала не менее 2–3-х лет и огромных затрат. Начиная с 70-х годов XIX в., на всех крупных Пермских солепромыслах ворот и желонку – атрибуты ручного бурения – заменяют механическими бурами, что увеличило скорость бурения в десятки раз.

Одновременно с внедрением новых методов бурения, на смену деревянным матицам и веслым трубкам пришли железные трубы. Если раньше удавалось выкачивать не более 300–500 ведер в час, то в 80-х годах производительность рассолоподъемной трубы увеличилась в три раза, дебит рассола повысился до 1000–1500 ведер в час.

Последняя четверть XIX века знаменуется также усиленным строительством "баварок" — каменных варниц с усовершенствованными чренами и печами. Само собой разумеется, замена старых варниц баварками производилась только на крупных солеваренных заводах. Мелкие солепромышленники работали по-старинке.

Наряду со стремлением к повышению производительности варниц, наблюдается тенденция к улучшению качества вывариваемой соли. Уже с начала 20-х годов прошлого столетия на казенных солеваренных заводах и крупных частных солезаводах в чренах устанавливаются (в углах) небольшие "циренчики-корытца" для улавливания примесей и пены кипящего рассола, содержащего магниевые соли. К концу века, в связи с усилением конкуренции более дешевой озерной соли и увеличением привоза иностранной соли в северные порты России, качество выварочной соли еще больше повышается.

В девятнадцатом веке выварочная соль все больше вытесняется с рынков озерной солью. Особенно этот процесс усиливается, когда в 1862 году была ликвидирована соляная монополия и государственные солеваренные заводы были переданы в аренду частным лицам и крестьянским обществам и артелям. Ожесточенная конкуренция между солепромышленниками вынуждает главных поставщиков самоосадочной соли — нижеволжских принимать меры к улучшению добычи ее и, в первую очередь, к механизации вылома, разгрузки и погрузки соли.

В ноябре 1882 года по предложению Министерства Государственных имуществ, в ведении которого находились соляные озера и источники, был объявлен конкурс "на получение премий за усовершенствование в разработке Баскунчаковского соляного промысла". На конкурс поступил лишь один проект. Его автор горный инженер Е.В. Глушков предложил для вылома соли несложный прибор, состоящий из стального сверла, железной тарелки (приемника для соли), 6-ти муфт, железного ключа и двухсаженной штанги. По мнению автора, с помощью этого прибора один рабочий мог добывать 80 пудов соли в день. Кроме того, можно было выволакивать соль с глубины в 1,5—2 саж. (а не 0,2 саж). В проекте Глушкова предусматривалась и механизация перегрузки соли в вагоны и в баржи. Конкурс не дал положительных результатов. Однако попытки механизации соляной добычи продолжались самими солепромышленниками. Так, Лианозов предложил производить выломку соли сплошным забоем в середине озера. Соль должна была подводиться к берегу по специальному каналу на досчаниках. Он предложил также устройство для механизации погрузки соли.

В 1892 году инженер-технолог Кудрявцев сконструировал особый станок, с помощью которого выламывали соль, промывали в рапе и складывали в кучи. Спустя почти год — в октябре 1893 года — Кудрявцев начал на озере Баскунчак опыты добычи соли. Они продолжались всего два месяца, и было добыто 23092 пуда соли. В процессе проведения опытов выяснилось, что без применения динамита для предварительного разрыхления соли работа станка малоэффективна, так как на дне вылома оставались комья, вызывавшие задержку в работе. К тому

же солепромышленники не проявили большого интереса к изобретению поскольку оно не давало особых выгод по сравнению с ручной добычей, а о здоровье рабочих они не заботились.

Широкая и успешная механизация добычи соли на озерах стала возможной только после Великой Октябрьской социалистической революции.

М.М. Савкин, П.Т. Приходько,  
А.И. Щербakov (СССР)

## ИЗ ИСТОРИИ ПРИМЕНЕНИЯ ШИТОВ ЧИНАКАЛА В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

В истории советской горной науки и горного дела одной из славных страниц является идея практического использования для нужд человека естественных сил природы, в частности, такой могучей силы, как горное давление, а также силы тяжести на Земле.

Наиболее яркое и эффективное применение эта идея получила в изобретении советского ученого — ныне директора ИГД СОАН Николая Андреевича Чинакала. В 1921 г. он посетил Прокопьевский рудник в Кузбассе и, увидев выходы на поверхность мощных крутопадающих пластов угля, задумался над вопросом наиболее производительного и безопасного извлечения этих богатств Сибири. Ответ был найден не сразу. Потребовались годы для расчетов и смелых опытов. Лишь 13 мая 1936 года Николай Андреевич оформил авторскую заявку на оригинальную систему разработки мощных крутопадающих пластов длинными столбами по падению с применением шитового перекрытия для работающих в очистном забое. Схема нового способа крепления забоя такова. На промежуточном штреке, пройденном по пласту, монтируется шит, представляющий собой бревенчатый накат, связанный стальными канатами. Высота шита равна мощности пласта, длина по простиранию — до 30 м. Под шитом производится выемка угля и по мере продвижения забоя по падению, шит опускается, опираясь концами на угольный пласт и принимая на себя обращающуюся породу выработанного пространства. Часть инженеров горной промышленности встретила с недоверием "шиты Чинакала", не допуская мысли о дерзком покорении человеком горного давления. Но прогрессивные специалисты — горняки и партийные органы в Сибири поддержали смелое начинание. С 1937 г. в Кузбассе впервые началось промышленное применение оградительных шитов Чинакала в разных конструктивных вариантах.

По мере выемки угля с использованием взрывных работ шит опускался на определенный "шаг" под действием многотонной массы лежащих на нем обрушенных горных пород. Следовательно, вес самой крепи и давление пород использовались для перемещения шитовой крепи. Куски угля, отделенные от пласта, падали в углеспускную печь и достигали откаточного штрека, где погружались в вагончики.

Применение шитовой системы Чинакала для разработки мощных пластов крутого падения послужило началом к созданию в горном

деле нового перспективного направления в системах разработки угольных месторождения [ 1 ].

По определению академика Шевякова, шитовая система принадлежит к оригинальным созданиям советской горной техники. Французский профессор Пок охарактеризовал ее прогрессивное значение в 1956 г. на конгрессе в Париже, посвященном 100-летию горно-металлургического общества следующими словами: "С использованием шитовой передвижной деревянной крепи, шагающей крепи, старая система защиты шахтера - крепление одиночными деревянными стойками - почти готова отжить свой век. Это, без сомнения, является одним из наиболее необычайных событий в истории горного искусства и науки" [ 2 ]. Известно, что при креплении забоя деревянными стойками около 3/4 всего рабочего времени забойщика уходило на крепление. При шитовой системе это время могло быть использовано соответственно на добычу угля.

Более чем 30-летний опыт показал, что при применении шитовой системы: 1) значительно улучшились технико-экономические показатели добычи угля, резко повысилась производительность труда и снизились расходы на крепежные материалы за счет существенной концентрации работ, существенно снизились затраты на вспомогательные работы; 2) значительно облегчились условия труда шахтеров; они освободились от тяжелых и трудоемких работ по креплению призабойного пространства; 3) условия труда стали намного безопаснее, т.е. работающие защищены от падающих кусков угля и породы шитовой крепью [ 3, 4 ].

В наши дни на крупнейших месторождениях Кузнецкого бассейна - Прокопьевско-Киселевском, Осинниковском и других до 50% угля добывается шитовой системой разработки, т.е. около 10 млн. т ежегодно. Годовая экономия производства от применения шитов Чинакала в Кузбассе составляет примерно 50 млн. руб. [ 5 ].

За последние годы Чинакал и его сотрудники разработали новые варианты шитовой системы, в которой даны лучшие решения вопросов вентиляции, борьбы с пылью, механизации труда шахтеров. При разработке глубоких горизонтов шитовая система применяется в сочетании с закладкой выработанного пространства. При этом открывается возможность выемки угольных целиков под наземными сооружениями и предупреждается возникновение подземных пожаров. Шитовая система разработки крутых мощных угольных пластов получила распространение далеко за пределами Кузбасса. Её стали применять в подходящих условиях в других угольных бассейнах нашей страны и некоторых зарубежных стран (Венгрия, Китай), где разрабатываются мощные крутые пласты каменного угля.

Простота крепи, высокие технико-экономические показатели ее применения привлекли внимание работников рудной промышленности. В частности, на некоторых рудниках успешно применяется эта система крепления.

Надо отметить, что шиты Чинакала не только открыли принципиально новое направление в разработке угольных месторождений, но получила свое развитие и воплощение в разработке и широком приме-

нении современных сложных механизированных комплексов, двигающихся вслед за забоем и оставляющих за собой незакрепленное, обрушающееся выработанное пространство с использованием сил горного давления для перемещения крепи.

Необходимо подчеркнуть историческое значение идеи щитов Чинакала. Она явилась истоком многочисленных конструкций современных механизированных комплексов, а также постоянно совершенствовалась и развивалась. Достаточно отметить другую оригинальную идею Н.А. Чинакала: использование энергии воздуха, подаваемого в горные выработки для проветривания.

Суть идеи состоит в том, что на пути потока воздуха устанавливаются вагончики, снабженные своеобразными "парусами" транспортирующие полезное ископаемое. Подсчитано, что энергии, запасенной в вентиляционных устройствах воздушным потоком, достаточно, чтобы попутно двигать этот транспорт угля. Идея Н.А. Чинакала проверена на модели, воспроизводящей в 1/50 натуральной величины горную выработку, названную автором "воздушный конвейер шахты будущего".

Сейчас на модели отработываются схемы автоматической загрузки и разгрузки транспортных сосудов, производительности системы и решаются другие вопросы разработки технического задания на проектирование опытного участка в натуральных условиях.

Так, использование сил природы в интересах человека становится реальностью, что составляет одну из главных задач науки.

## Литература

1. Н.А. Чинакал. Щитовая система разработки. В кн.: Передовой опыт применения систем разработки в Кузбассе. М., Углетехиздат, 1957, с. 40-95.
2. П.Т. Приходько, В.Н. Леонтьев. Новатор горной науки. (К 75-летию со дня рождения Н.А. Чинакала), "Известия Сиб. отд. Акад. наук СССР", 1963, № 10. Серия техн. наук, вып. 3, с. 147-148. (Ссылки на высказывания акад. Л.Д. Шевякова и проф. Пока (Париж)).
3. Б.А. Розентретер, А.П. Ратькина. Техника подземной добычи угля и руд. В кн.: Техника горного дела и металлургии. М., "Наука", 1968, с. 112-123, 144-145.
4. В.И. Барановский и др. Подземная разработка угольных месторождений. В кн.: Современное состояние горной науки в СССР. М., "Наука", 1968, с. 88, 95-97.
5. Об экономической оценке применения щитовой системы в горной промышленности. В кн.: Экономическая оценка результатов исследования. Материал к научному семинару. Новосибирск, "Наука", 1970, с. 115-116.

ПИОНЕР ЛИТЕЙНОГО ДЕЛА В РОССИИ -  
ИНЖЕНЕР Л.И.КАКУРИН

Издавно считалось, что литейное дело - искусство избранных и дается только тем, кто имеет к этому призвание и талант. Широко известны имена таких русских мастеров-литейщиков, как Андрей Чохов, отливший знаменитую "царь-пушку" и братьев Моториных - авторов "царя-колокола" - изделий, до последнего времени привлекающих внимание туристов в Московском кремле. Мы желали бы в небольшом сообщении осветить деятельность русского инженера Льва Ивановича Какурина, крупного производственника, содействовавшего превращению литейного производства в строго обоснованную техническую науку.

Лев Какурин родился в феврале 1867 г. в семье донского казака Ивана Какурина. Успешно закончив сельскую школу в родной станции Казанской (ныне Ростовской обл.) и реальное училище в станции Урюпинской Какурин поступает по конкурсу на химическое отделение Петербургского Практического Технологического института (которому в настоящее время присвоено имя "Ленсовета"). В то время Технологический институт располагал прекрасными лабораториями, кабинетами и мастерскими, в числе которых были механическая, кузнечная и литейная. В мае 1892 года, Какурин с отличием защищает дипломный проект и по рекомендации Всероссийского общества технологов, получает должность инженера-химика на Ижорском заводе морского ведомства. В 1893 году он становится мастером и заведующим литейного цеха Ижорского завода. Здесь он показал себя пытливым исследователем и попытался дать научное объяснение процессу плавки чугуна в вагранках и получению, как следствие, здоровой отливки.

Несколько десятков лет своей жизни он посвящает: 1) теоретическому расчету вагранки; 2) определению необходимого расхода кокса и получению максимально высокой температуры жидкого чугуна; 3) обоснованию потребного количества воздуха для дутья и выбору размеров вентиляторов.

Ижорский завод одним из первых в России стал изготавливать военные миноносцы, приобретая винты за границей по высокой цене. Инженер Какурин впервые в России в 1894 году занимается подбором сплава бронзы и отливает первые отечественные винты для миноносцев, которые отлично прошли испытания и в дальнейшем стали серийно изготавливаться на Ижорском заводе.

В августе 1896 г. была открыта Закаспийская железная дорога, для которой на станции Кзым-Артат были организованы главные мастерские с вновь построенным литейным цехом. Л.И. Какурин был приглашен на должность модельно-линейного мастера главных мастерских дороги. Проработав там по договору в течение трех лет, Какурин организовал работу литейного цеха, создавал методику математического расчета стоимости формовочных работ, и, впервые в истории литейного дела, предложил расчетно обоснованные нормы на формовочные работы. К этому периоду времени относится и расчет Какуриным расхода кок-

са, требуемого при плавке чугуна в вагранке, что обеспечивало получение низкой стоимости отливок при высоком их качестве.

По окончании срока договора с дорогой Какурин переезжает в город Днепропетровск на сталелитейный завод, где занимает должность начальника чугуно-сталелитейного отдела, что соответствует в наше время должности "главного металлурга завода". Здесь, обобщая результаты анализов плавок и состава отходящих газов, полученные инженером-химиком А.Ф. Виндышем, Какурин делает попытку вывести общую формулу для определения всех статей расхода кокса при плавке чугуна в вагранке. Результаты этой работы он опубликовал в "Вестнике общества технологов" № 6-7 за 1902 г.

Дальнейшая производительная деятельность Л.И. Какурина протекает на Петербургском металлическом заводе, где он с начала 1902 г. возглавил крупнейший в то время в России литейный цех. В столице Кокурин разворачивает еще шире исследовательскую деятельность, встречается в обществе технологов с крупными учеными-металлургами Д.К. Черновым, М.А. Павловым, А.А. Ржешотарским, П.М. Обуховым и др., изучает их труды.

Когда в 1904 г. возник вопрос о постройке нового, более мощного литейного цеха, то проектирование его было поручено группе из четырех специалистов во главе с Л.И. Какуриным. В 1905 году Акционерное об-во командирует Какурина для закупки нужного оборудования в Германию, Бельгию, Данию и Францию.

Вопрос о приобретении оборудования для литейного цеха был решен. Исключение составляли вагранки, зарубежные конструкции которых не были надежными. В 1907 году Какурин делает попытку рассчитать и изготовить вагранки своими силами. Он разрабатывает методику теплотехнического расчета вагранки, изготавливает вагранку на Ижорском заводе и после трех лет их успешной работы публикует методику теплотехнического расчета в трех номерах "Горного Журнала" за 1910 год. Теоретический расчет Л.И. Какурина не потерял своей технической ценности до наших дней.

На Металлическом заводе Какурин работал 25 лет и лишь в 1917 году перешел на преподавательскую работу в гор. Царицын (ныне Волгоград), где его деятельность плодотворно продолжалась вначале в Техническом училище им. Ньютона, затем в индустриальном техникуме (до 1926 г.) на рабфаке, а с 1930 г. в Сталинградском тракторостроительном институте. В стенах Института доцент и заведующий кафедрой "Машины и технология литейного производства" Какурин разрабатывает логарифмическую зависимость между содержанием кремния, углерода и толщиной стенки отливки и на основании полученных формул строит график, который в дальнейшем оказался очень полезным литейщикам для практических расчетов шахты. Какурин был отличным педагогом, воспитавшим целую плеяду инженеров-литейщиков, будущих строителей и руководителей литейных цехов в годы первых пятилеток.

23 августа 1942 года, за день до самой сильной бомбежки Сталинграда Какурин защитил диссертацию на звание кандидата технических наук. Погиб Лев Иванович Какурин при неизвестных обстоятельствах во время бомбежки Сталинграда в сентябре 1942 года.

## К ИСТОРИИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ В ГОРНЫХ РАБОТАХ

Ленточные конвейеры в настоящее время широко применяются при открытой и подземной добыче полезных ископаемых и на строительстве крупных гидротехнических сооружений. Конвейер – слово иностранное, и можно подумать, что русские не принимали участия в создании этой машины. Однако сохранившиеся документы со всей очевидностью доказывают большой вклад русских техников в разработку первых конструкций ленточных конвейеров и свидетельствуют о первом промышленном использовании конвейеров на горных работах России в середине прошлого века.

В № 47 "Енисейских губернских ведомостей" за 1859 год напечатана статья о том, что енисейский золотопромышленник Александр Лопатин изобрел непрерывно действующую транспортную машину и назвал ее "песковозом". Многолетние труды изобретателя привели к созданию в июле 1859 года действующей модели "песковоза", а к июню 1860 года А. Лопатин построил на Петропавловском прииске три таких конвейера, подающих золотonosный песок в промывательное устройство.

Периодическая печать Восточной Сибири к "песковозу" Лопатина проявила большой интерес. Иркутские "Губернские ведомости" в 1860 году опубликовали четыре статьи по этому вопросу (в №№ 12, 25, 42 и 51). Ежедневная газета Восточной Сибири "Амур" опубликовала в 1860 году пять статей (в №№ 38, 45, 47, 48 и 50), и в 1861 году еще три статьи (в №№ 1, 8 и 12). Сам А. Лопатин выпустил в 1860 г. "Описание разработки золотых приисков посредством песковоза" (рис. 1). К брошюре автор приложил пять листов превосходных рисунков на хорошей бумаге, выполненных с точным соблюдением масштаба.

Песковоз Лопатина имел все основные части современного ленточного конвейера: бесконечную ленту, головной и хвостовой барабаны, привод, раму и поддерживающие ролики. Это был первый в истории горного дела ленточный конвейер, предназначенный для перемещения горных пород на открытых разработках. Изобретатель осуществил на своем прииске установку нескольких песковозов, причем первый из них – забойный – сделал передвижным на катках (рис. 2), а все остальные – стационарными [1].

Привод песковоза осуществлялся канатной передачей силы тяжести головному барабану от вододействующего колеса или конного ворота. Все поддерживающие конструкции для ленты изготовлялись из дерева, что обуславливалось работой песковоза в таежном крае и необходимостью переноски машины в каждый сезон. Самым уязвимым местом песковоза была холстяная лента.

Золотonosный песок на Енисейских приисках содержал большое количество галл и валунов, быстро выводивших из строя холстяные ленты. Пытались холст заменить кожаными ремнями шириной 0,71 м, но это оказалось неэффективным: лента стала прочнее, но стоимость ее

# ОПИСАНИЕ

РАЗРАБОТКИ ЗОЛОТЫХ ПРИСКОБЪ

ПОСРЕДСТВОМЪ ПЕСКОВОЗА.

**А. ЛОПАТИНА.**

**Иркутскъ**

**1860 года.**

Рис. 1. Обложка брошюры А.Лопатина, хранящейся в библиотеке им. Салтыкова-Щедрина в Ленинграде

резко возросла. Тогда стали покрывать холстяную ленту поперечными досками, планками или пластинами из кровельного железа. Затем холстяную и кожаную ленты Лопатин заменил двумя параллельными канатами, протянутыми на расстоянии 630 мм один от другого, а поверх канатов укрепил сплошным слоем поперечные доски для повышения износоустойчивости несущей поверхности.

Впоследствии Лопатин предложил заменить канаты легкими цепями весом "10 фунтов в сажени". Наконец, в 1869 году на Ленских золотых приисках в качестве тягового элемента ленты решили применить два проволочных каната<sup>1</sup>. Таким образом, принцип канатно-ленточного конвейера, который в настоящее время считается самой перспективной конструкцией, изобретен был в России более 100 лет тому назад.

<sup>1</sup> Государственный архив Иркутской области (ГАИО), фонд 720, дело 1302, лист. 10.

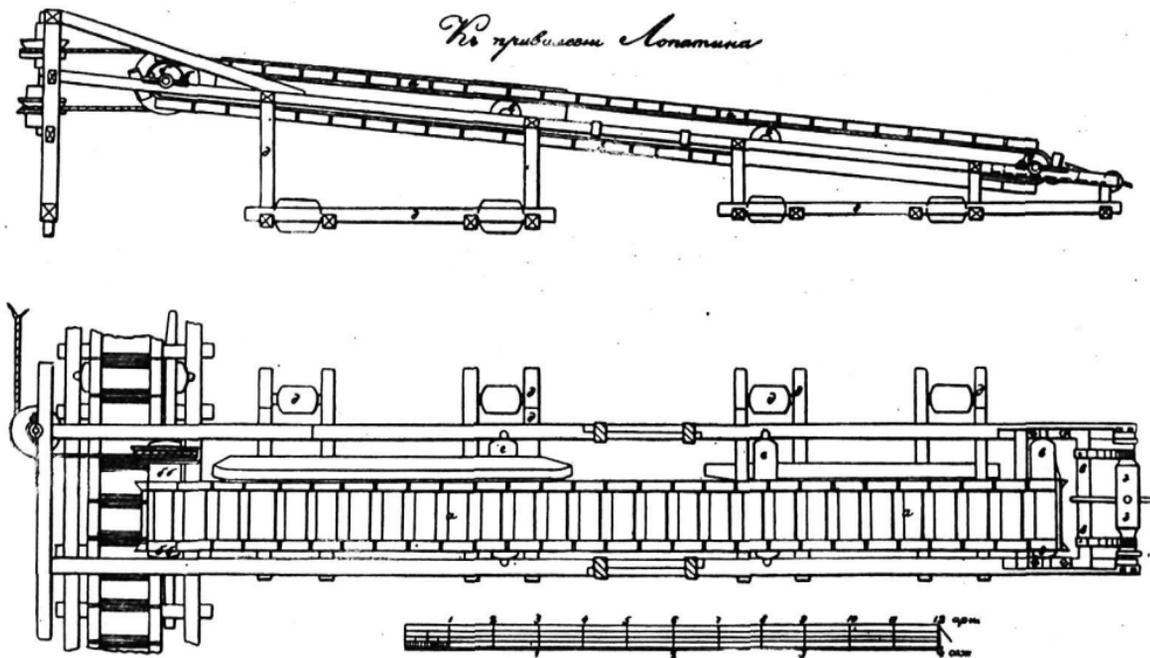


Рис. 2. Ленточный конвейер - "песковоз" А.Лопатина

а - бесконечная конвейерная лента; бб, в - приводной и натяжной барабаны; ее - поддерживающие ролики; д - рама конвейера

Лишь после изготовления модели "песковоза" и испытания его промышленного образца Александр Лопатин 6 октября 1860 года послал в Департамент Мануфактур и Внутренней торговли прошение о выдаче ему привилегии. Вскоре после отправки А. Лопатиным этого прошения в Красноярске был получен издававшийся в Петербурге журнал "Русская Иллюстрация", № 89 (т. IV) за 1859 год, в котором был помещен рисунок ленточного конвейера, предложенного Лессепсом при строительстве Суэцкого канала.

Почти одновременное промышленное применение транспортирующих машин Лессепса и Лопатина породило сомнение — не заимствовал ли Лопатин идею "песковоза" у Лессепса. Проверка достоверности изобретения Лопатина была поручена в 1860 г. горному ревизору частных золотых приисков Енисейского округа полковнику Клейменову<sup>1</sup>, который установил, что "песковоз" Лопатина не мог по срокам его изготовления быть заимствован у француза. Поэтому 29 июня 1860 года генерал-губернатор Восточной Сибири предложил Клейменову прекратить расследование по делу о "песковозе", считая его "излишним"<sup>2</sup> и 9 марта 1861 года привилегия Лопатину была выдана.

Надо полагать, что идея использования непрерывной ленты для перемещения земляных масс возникла одновременно у француза Лессепса и у Александра Лопатина. Разница лишь в том, что Лессепс предназначал свой конвейер для применения на строительных работах, а Лопатин — на горных.

В брошюре Лопатина, кроме конструктивного устройства песковоза, довольно подробно описаны условия, при которых его целесообразно применять, и рекомендована организация горных работ с его использованием. Кроме того, дан расчет экономичности применения песковоза и указаны его недостатки при кустарном изготовлении. Из этого перечня видно, что изобретатель продумал все вопросы конвейеризации горных работ и явился первым инициатором поточной технологии на карьерах. Хотя изобретение А. Лопатина в модифицированном виде широко использовалось в разных частях света, имя изобретателя было незаслуженно забыто в царской России.

Песковозы Лопатина в том виде, как он их предложил, применялись в течение десяти лет по меньшей мере на пятнадцати золотых приисках Восточной Сибири. К началу 70-х годов XIX столетия, по-видимому, из-за прекращения промышленной деятельности изобретателя, песковозы стали постепенно заменяться вагонеточной канатой откаткой. В 1879 году в Иркутске вспыхнул большой пожар, уничтоживший почти все архивы управления промышленностью Восточной Сибири, поэтому теперь трудно детально выяснить причины, приведшие к замене песковозов канатно-вагонеточной откаткой. Из содержания некоторых сохранившихся за 1868–1871 годы документов можно полагать, что этими причинами

---

<sup>1</sup> ГАИО, фонд 712, дело 1115, лист 22.

<sup>2</sup> ГАИО, фонд 712, дело 1115, лист 32–32 об.

были частые неполадки с работой бесконечных лент весьма примитивной конструкции.

Однако интерес к конвейерному транспорту у золотопромышленников в то время еще сохранился. Так, например, в 1873 году Михаилу Коузову была выдана привилегия на изобретение и осуществление на сибирских приисках системы конвейеров с индивидуальным паровым приводом. Это изобретение было премировано Русским техническим обществом [2]. У этих конвейеров, как и у лопатинского песковоза, несущее полотно состояло из деревянных пластин и было неудобно в эксплуатации, а между тем еще в 1844 году в Англии и США уже был открыт способ вулканизации резины.

Только техническая отсталость царской России была истинной причиной, затормозившей внедрение на отечественных рудниках ленточных конвейеров, которые стали широко применяться на открытых разработках в СССР лишь в 30-е годы XX столетия [3].

### Литература

1. А.А. Остромецкий. Очерки по истории русской горной механики. Углетехиздат, 1953.
2. П.В. Березин, Б.Я. Финкельштейн. Подъемно-транспортные машины. Машгиз, М., 1951.
3. П.Н. Гуленков. Применение транспортеров при открытых разработках. "Уголь", 1934, № 110.

А.К. Антейн (СССР)

### ДАМАССКАЯ СТАЛЬ В СТРАНАХ БАССЕЙНА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

В результате исследования изделий из черных металлов в крупных музеях Прибалтики, в ленинградском Государственном Эрмитаже, в московском Государственном историческом музее и в музеях других городов можно заключить, что дамасская сталь (сварочная узорчатая сталь) в средние века использовалась главным образом при изготовлении клинков мечей, перьев наконечников копий и лезвий ножей. Ее задачей было — повысить качество клинков, перьев и лезвий, а также сделать красивой поверхность. Дамасскую сталь нередко использовали для клейма мастера или мастерской, а также для орнаментации — украшения клинков.

Общее количество зарегистрированных древних изделий из дамасской стали составляет 674 экземпляра, из которых автор лично осмотрел 400 экземпляров. Они датированы III—XIV вв.

При исследовании дамасской стали и технологии изготовления изделий из нее в качестве основного метода использован металлогра-

фический анализ. Проводился также спектральный анализ и просвечивание рентгеновскими лучами.

Как полагает Р.Плейнер (Чехословакия), изделия из дамасской стали в Западной Европе начали производить в эпоху Латена, однако по Р.Тилекоту (Англия) изделия из дамасской стали в Западной Европе появились не ранее II века.

Мечи. Из известных нам 265 клинков мечей (III—XII вв.) 147 содержат дамасскую сталь в части дола по всей длине клинка (по всей толщине или с наваренными сталью сторонами). В остальных клинках дамасская сталь использовалась для клейма мастера или мастерской (ULFBERHT, EEBRHT, INGELREED, Людота и других), а также для орнаментации (буквы, полосы, круги, кресты и разные фигуры).

Клинками из дамасской стали пользовались главным образом в VII—VIII веках. Начиная с X—XI веков, клинки постепенно исчезают по двум причинам: вследствие трудоемкости изготовления, а также потому, что меч из рубящего оружия постепенно превратился в колющее, усовершенствовалось искусство его термической обработки.

Режущие вершины клинков (режущая часть) у всех мечей гладкие без узора. Они приварены к средней части слоя дамасской стали. Обычно режущие части клинка закалены: в микроструктуре виден мартенсит и троостит с включениями феррита.

В средней части (дол) клинка находится от 2 до 6—8 полос дамасской стали. Вид узора может быть одинаков по всей длине клинка или может меняться не только на одной, но и на второй стороне его.

Если нидамские клинки (III в.) изготовлены только с узорами четырех видов, то позже сделаны клинки с узорами нескольких десятков видов.

Дамасская сталь клинков (VI—IX вв.) состоит из полос железа и малоуглеродистой стали (0,2—0,3% C). Следует отметить, что железо в дамасской стали меча IX в. содержит до 0,7% фосфора, что увеличивало твердость феррита-железа.

Спектральный анализ трех клинков Прибалтийских мечей (VII—XI вв.) показал, что в одном клинке заметны следы никеля (до 0,02%), во втором — 0,07% и в третьем — 0,2% Ni.

В IX веке появились такие клинки мечей, по сторонам которых имелись надписи "ULFBERHT" и которые отличались высоким качеством. Всего в Европе обнаружено не менее 120 таких мечей. Анализ одного клинка показывает, что он состоит из трех слоев: средний сделан из железа, а крайние — из стали с содержанием углерода до 0,4—0,8%, т.е. железный слой был как сердцевина, вокруг которой наварена сталь.

На одной стороне клинка меча Ульфберхта видны вписанные буквы, а на другой — орнамент плетения между вертикальными линиями. Вписанные буквы и орнаменты выполнены при помощи вваривания прутиков из дамасской стали ("спичек") в углубление металла клинка для букв и орнамента.

Кроме мечей Ульфберхта обнаружены также такие мечи, на которых имелись надписи другого мастера или мастерской, например, INGELREED, EEBRHT, HZO, INNO, Людота и других. Одновременно су-

шествовали мастерские, клеймившие клинки всякого рода знаками несложного геометрического рисунка из дамасской стали. Встречаются и буквообразные начертания, символические знаки (круги, костьльные кресты), подковообразные фигуры, спиралевидные завитки со стилизованным изображением человека, рамовидная фигура и другие.

Большинство этих мечей изготовлено на территории древних франков. Меч Людота сделан в Киевской Руси.

Наконечники копий. Из известных нам 394 наконечников копий с пером из дамасской стали 332 наконечника или 84% найдены в Прибалтике.

Исходя из технологических схем узора, наконечники копий с пером из дамасской стали можно разделить на 17 конструктивных групп:

- I – по обеим сторонам оси симметрии в пере видна тонкая полоса;
- II – по обеим сторонам оси симметрии в пере видны 2 тонкие полосы;
- III – перо состоит из перегнутых на вершине полос;
- IV – по обеим сторонам оси симметрии в пере видна полоса с зубчатым краем;
- V – по обеим сторонам оси симметрии в пере видны полоса с зубчатым краем и тонкая полоса;
- VI – по обеим сторонам оси симметрии в пере видны полоса с зубчатым краем и две тонкие полосы;
- VII – по середине пера расположена угловая полоса;
- VIII – по обеим сторонам оси симметрии в пере видна крученая полоса;
- IX – по обеим сторонам оси симметрии в пере видны две крученые полосы;
- X – по обеим сторонам оси симметрии в пере видны две крученые полосы и тонкая полоса;
- XI – по обеим сторонам оси симметрии в пере видны полоса с зубчатым краем и крученая полоса;
- XII – по обеим сторонам оси симметрии в пере видны две крученые полосы и полоса с зубчатым краем;
- XIII – асимметричный узор;
- XIV – по середине пера расположены две крученые полосы;
- XV – по середине пера расположены три крученые полосы;
- XVI – по середине пера расположены две угловые полосы;
- XVII – по середине пера находится узор елочкой.

Самые большие группы по количеству – I, XI и VIII, но есть также и такие группы, где числится по одному наконечнику (группы III, XIII, XIV, XV и XVII). Наконечники копий из последних четырех групп (XIV–XVII) пока не найдены в Прибалтике.

Наконечники копий с пером из дамасской стали главным образом втульчатые, только несколько экземпляров – черенковые и черенковые с крючком на конце.

В зависимости от формы наконечников копий или отделки втулки их можно условно разделить на 8 типологических групп:

- 1 – древнейшие типы (V–X вв.);
- 2 – наконечники копий с посеребренными втулками (XI в.);

- 3 - наконечники копий, подобные наконечникам копий с посеребренными втулками;
- 4 - пасилциемские наконечники (XI-XIII вв.);
- 5 - куршские наконечники (XI-XIII вв.);
- 6 - латгальские наконечники (XII-XIII вв.);
- 7 - мелкие группы (Вегская подгруппа, Либагская подгруппа, черенковые и др.);
- 8 - фрагментарные наконечники копий.

Тонкая полоса и полоса с зубчатым краем в перо состоят главным образом из чистого железа с примесью фосфора. Крученая полоса состоит из железа и малоуглеродистой стали (0,1-0,3% С), а сам железный брусок содержит от 3 до 11 стальных пластинок. Плохие режущие части пера сделаны из железа, лучшие - из стали с содержанием 0,4-0,8% углерода, а самые лучшие выполнены из стали с 0,7-0,9% углерода и закалены на мартенсит и троостит. Основной металл пера - чаще всего железо, реже - малоуглеродистая сталь, еще реже - сталь со средним содержанием углерода.

Спектральный анализ 89 перьев наконечников копий показал, что: 27 перьев не содержат никеля, 28 - содержат до 0,05%, 28 - 0,10-0,15% и 6 - свыше 0,15% никеля. Надо отметить, что количество никеля неодинаково во всех частях пера.

Многие наконечники копий из дамасской стали сделаны на территории древних франков и на о. Готланд (с посеребренными втулками и подобные им). Есть и такие, которые, очевидно, являются изделиями местных мастеров (куршские, латгальские наконечники и др.).

Ножи. Нам известны 8 ножей, клинки которых содержат дамасскую сталь. Анализ польских ножей показывает, что полосы дамасской стали состоят из 3 стальных и 4 железных пластинок. Режущая часть клинка закалена и состоит из мартенсита и троостита.

Al. Neamtu (Romania)

DIE BERGBAUTECHNIK IN SIEBENBÜRGEN IM 18. ten  
JAHRHUNDERT - ERFINDUNGEN UND ERFINDER

Einer Zeit des Stillstands, den insbesondere die schweren politischen und militärischen Umstände des 17. ten Jahrhunderts bewirkt haben, folgt die Belebung und danach der Aufschwung des Bergbaus und des Hüttenwesens. Die Entwicklung des Organisationssinns, der Fortschritt des methodischen Denkens, die Vorliebe für die Mechanik -- welche nicht nur von den allgemeinen Bedingungen, die auf europäischer Ebene dem Zeit-

alter der Industrierevolution eigen sind, sondern auch vom geistigen Entwicklungsstand der Zeit gefordert wurden -- verallgemeinern sich auch beim einfachen Arbeiter, welcher die gebräuchlichen Verfahren zu verbessern und zu mechanisieren suchte. Es wird üblich Erfindungen zu machen; den Produktivkräften wird ein neuer Rhythmus aufgeprägt. Das vor allem im Bergbau und im Hüttenwesen.

Die Tatsache, daß Siebenbürgen im 18-ten Jahrhundert, infolge seines großen Erzreichtums, von den Vertretern des Wiener Hofes als wahres "Eldorado" bezeichnet wurde, erklärt vollauf dessen beharrliche Bemühungen, den hiesigen Bergbau von der traditionellen Entwicklungsstufe des Tagebaus auf Tiefbau zu orientieren, neue technische, die Rentabilität erheblich steigernde Mittel zu ersinnen. Es ist demnach verständlich, daß die Montan-Behörden im Rahmen der merkantili-stischen Politik Wiens auch für die Belebung des Bergbaus einige wirksame Maßnahmen ergriffen, wie: der Beginn von Schürfungen in neuen Erzgebieten, die Ausarbeitung, den Bergbau betreffender topographischer Skizzen und Karten, die Entsendung von Spezialisten, die geologische Forschungen (geognostische Exkursionen) unternehmen sollten.

Zugleich bezweckte man auch die Ausbildung einheimischer Spezialisten, um den wachsenden Forderungen der Bergbautechnik gerecht zu werden, welche durch die Einführung neuer Verfahren, wie der Bau neuer Pochwerke für die Erzaufbereitung, die Ausführung von "Goldwaschmaschinen", die Errichtung neuer Giessereien mit einem größeren Fassungsvermögen, mit besseren und wirtschaftlicheren Schmelzöfen verbessert wurde.

In Siebenbürgen ist in der zweiten Hälfte des 18-ten Jahrhunderts eine erhebliche Entwicklung des Eisenhüttenwesens feststellbar. Die Tatsache, daß sich der Fiskus schon zu Beginn des 18-ten Jahrhunderts um die Steigerung des Leistungsvermögens der Schmelzöfen bemühte, wird durch den im Jahre 1723 in Baia Sprie erfolgten Bau eines "größeren

und rentableren Schmelzofens", der mit dem "... großen Profit, den er beiden Seiten bringen könnte begründet wird, unter Beweis gestellt.

Vor allem in der zweiten Hälfte des 18-ten Jahrhunderts steigert sich das Interesse des Wiener Hofes an der Verbesserung der Bergbautechnik in Siebenbürgen, insbesondere nach dem Verlust Schlesiens im Jahre 1764. Dem Schlag, den die Wirtschaft des Habsburgerreichs in diesem Jahr erhielt, suchte man durch Maßnahmen zu begegnen, die zur Intensivierung des Bergbaus in Siebenbürgen führen sollten. So ist es zu erklären, daß in der darauffolgenden Zeit ein beträchtliches Anwachsen der Zahl der, zum Zerstoßen des Erzes, notwendigen Pochwerke (molae contusoriae), der zur Erzaufbereitung nötigen Schmelzöfen (ustrinae et liquatoriae), sowie der Goldwaschwerke (lavacra) feststellbar ist. Zugleich mit dem zahlenmäßigen Anstieg macht sich auch eine qualitative Entwicklung bemerkbar, die von einem verbesserten technischen Produktionsprozeß ermöglicht wird.

So wird beispielsweise in der zweiten Hälfte des 18-ten Jahrhunderts (z.B. in den Gruben von Sacarimb) zur Beförderung des Erzes auf langen Strecken durch die Stollen und Schächte außer den traditionellen, von Transportbergleuten ("hontari"), auf Holzschienen gestossenen Loren auch der von Tieren bewegte Flaschenzug verwendet; ein rentableres Produktionsverfahren, das zum "Einsparen von Geld und Arbeitskraft" führte.

Die Verwendung der Wasserpumpen wurde durch den Einsatz der Tierkraft verbessert. Felix Franzenau, der Verwalter der Gruben aus Sacarimb, führte in diesem Bergbauggebiet die Hebmäschinen mit Kolben ein, die im Notfall umgewandelt werden konnten, um auch der Erzförderung aus den Stollen dienen zu können. Das Leistungsvermögen dieser Pumpen wird in den zeitgenössischen Akten auf 4 800 Eimer in 24 Stunden geschätzt.

Zum Zerstoßen und Zerkleinern des Erzes werden weiterhin mit Wasser betriebene Pochhämmer und Pochmühlen (molae contusoriae vel stompales) verwendet. Sie wurden in den Bergbaugebieten neben Bächen, deren Wasserkraft man benützte, erbaut. Oft versiegten jedoch die Bäche im Sommer infolge der Dürre und im Winter bewirkte der Frost deren Vereisen, was den Produktionsausfall der Pochwerke zur Folge hatte. Dieser Mangel wurde in der zweiten Hälfte des 18-ten Jahrhunderts durch die Anlage mehrerer künstlicher Seen behoben, in denen das Wasser gesammelt wurde, um eine gleichmässige und, wenn möglich, ständige, das ganze Jahr umfassende Tätigkeit der Hämmer zu ermöglichen. Nach den, im Jahre 1764 ergriffenen Massnahmen, wurden diese Seen erneuert und vergrössert. Übrigens beginnt man sich nun auch um die Verbesserung der Pochwerke zu bemühen, deren hydraulische Antriebskraft durch eine mechanischen ersetzt werden soll. Zugleich werden die Transportmöglichkeiten des Erzes, auf unwegsamem Gelände bis zu den Pochmühlen durch die Einführung von, mit Flaschenzügen beförderten, Loren verbessert.

Das Erz, das die Pochmühlen verliess, wurde zu den Wäschereien gebracht, wo das Edelmetall von den im Erz vorhandenen Unreinheiten gesäubert wurde. Diesbezüglich ist ein klarer Fortschritt der Bergbautechnik der zweiten Hälfte des 18-ten Jahrhunderts festzustellen. Es wurden neue "Goldwaschmaschinen" hergestellt, die mit Wasserkraft betrieben wurden (Waschwerks-Maschinen). Das Modell solch einer Maschine wird vom Verwalter der Sacarimber Gruben, Felix Franzenau, selbst gegen Ende des 18-ten Jahrhunderts hergestellt. Ein anderes Modell der Goldwaschmaschine (die Siebsätzmaschine) wird von Johann Huber, einem Angestellten der Bergwerke von Sacarimb, ausgearbeitet. Die Vorteile und die Rentabilität des neuen "maschinellen" Waschverfahrens im Vergleich zur früheren Methode des manuellen Waschens werden vom Grubenverwalter treffend in folgender Aussage angeführt: "...

daß 16 Pochwerke unendlich mehr erbauiß und Reparationskosten bedarfen, als zwei Waschwerke und endlich das ein Waschwerk nur 10 000 Eimer Wasser in 24 Stunden, ein Pochwerk samt Ladenwasser aber 59 000 Eimer bedarfe..."

Die letzte Phase der Erzaufbereitung bestand im Schmelzen, das in Spezialöfen, den "cohuri", vorgenommen wurde. In der zweiten Hälfte des 18-ten Jahrhunderts steigt deren Zahl merklich an; zugleich wird ihre Qualität verbessert und deren Fassungsvermögen erweitert. Außer den Schmelzen von Zlatna und Certeje werden auch in Baia de Aries Schmelzöfen erbaut, die der Aufbereitung des Golderzes auf der Domäne Zlatna dienen sollten. Schmelzöfen werden auch für die Eisenmetallurgie aus Hunedoara und Toplita erbaut. Am 24 Januar 1787 werden die Projekte und der Kostenvoranschlag für den Bau zweier, für die Eisenbearbeitung nötigen hydraulischen Hämmer (Zerrenhammer) in Flosca, Domäne Hunedoara, fertiggestellt.

Im Banater Bergbaugebiet wurden Schmelzen in Oravița, Sasca, Moldova Noua, Bocsa Montana und Resita eingerichtet. Mit dem Bau der Reschitzer Werke wurde im Jahre 1768 begonnen. Hier wurde das Eisen nach der ersten Schmelze zu Stahl umgewandelt.

Für das Schmelzen des Erzes wurde in diesen Öfen Holzkohle verwendet, die mit Hilfe eines, durch ein wasserbetriebenes Hebelsystem in Bewegung gesetzten Gebläses oder Blasebalgs, angezündet wurde. Die Wasserkraft benützte man auch zum Bewegen der Hämmer, die neben diesen Schmelzen standen. Wenn Wasser fehlte, wurden sie mit Pferdekraft oder, seltener, in Sasca Montana z.B., mit Menschenkraft betrieben.

Die neuen, in der zweiten Hälfte des 18-ten Jahrhunderts in den Bergbaugebieten Siebenbürgens eingeführten Methoden, sowie die Vervollkommnung der technischen Verfahren erforderte eine bessere Qualifizierung, ausgebildete Kräfte. Des-

halb brachten die Wiener Bergbaubehörden Spezialisten aus anderen Bergbaugebieten, wo die Technik fortgeschrittener war, wo sich die Industrierevolution schon voll entfaltetete. Doch die siebenbürgischen Montanbehörden legten auch auf die Ausbildung einheimischer qualifizierter Kräfte großen Wert. Das erklärt den Aufschwung des Gewerbeschulwesens im Banat und in der Bergbaudomäne Zlatna gegen Mitte und vor allem gegen Ende des 18-ten Jahrhunderts. Hier wurden Bergbauschulen errichtet, welche die, dem wachsenden Bedarf des Bergbaus nötigen, Nachwuchskräfte ausbildeten.

Die einheimischen Elemente leisteten auf diesem Gebiet einen bedeutenden Beitrag. Es waren oft einfach Leute, die jedoch über eine reiche, traditionsträchtige Erfahrung verfügten. Einige von ihnen entpuppten sich als wahre Erfinder, die als solche auch von den Bergbaubehörden anerkannt wurden.

Die Bemühungen all dieser Erfinder befolgten übrigens die Prinzipien den Wiener Hofes, der die Einführung neuer Ausbeutungsmethoden, welche die Leistungskraft der Bergbaubetriebe steigern sollten, bezweckte. Und das sicherlich nicht aus uneigennütigen Motiven. Die Entdecker suchten die Arbeitsproduktivität durch verschiedene Verbesserungen zu steigern, um möglichst grosse Einsparungen zu ermöglichen. Man versuchte die Produktionsmittel wenn möglich dem Einfluss der Naturkräfte zu entziehen, damit sie, den Erfordernissen gemäss, gelenkt werden können, oder rasche und billige Fördermittel zu finden, um mit deren Hilfe das Erz und das Geröll, aber auch das Wasser, das die Arbeit der Kumpel behinderte, aus den Stollen und Schächten entfernen zu können.

Diesen Zielen verschrieb sich auch der Klausenburger (Cluj) Erfinder Samuel Enyedi der im Jahre 1770 eine Maschine zum Emporfördern des Wassers und des Erzes aus den Stollen entwickelte, eine "Hebmaschine" mit deren Hilfe - nach Meinung des Erfinders - "man im Stande ist, im grossen Werke eine Last von 20, 30 bis 40 Zentnern schwer innerhalb etliche

Minuten aus diesen Schachten zu erheben durch einen einzigen Mann". Samuel Enyedi ist bereit die Maschine nach Hermannstadt (Sibiu) zu befördern und sie dort den Montanbehörden vorzuführen und unterstreicht, dass diese Maschine "... im Stande wäre auf einmal einen Lastwagen von 80 siebenbürgische Eimer geschwinde zu heben". Da die Montanbehörden darauf bestanden, dass die Skizzen und die Beschreibung der Maschine geschickt werden, versandte Samuel Enyegi die Beschreibung am 25. Juli 1770 an das Thesaurariat in Hermannstadt (Sibiu). Zugleich betonte er, daß die Möglichkeit bestünde, diese Maschine zu vergrößern was die Leistungsfähigkeit seiner Erfindung erheblich steigern würde, insbesondere was das von ihm "compendium virium et temporis" benannte, betraf. Aus den zeitgenössischen Urkunden erfahren wir nicht, was mit dem Angebot dieses geschickten Klausenburger Technikers des 18-ten Jahrhunderts geschah, der seinem Namen das Beiwort "mechanicus" zulegte und durch sein scharfsinniges Projekt neue Perspektiven zur Entwicklung der Bergbautechnik erschloß.

Ein anderes Ziel, das sich die Erfinder gesetzt hatten, war die Vervollkommnung der Pochhämmer. Hinzugezählt werden darf auch die Beschäftigung mit der Verbesserung der Goldwäscherei, wobei man sich um die verlustlose Erzielung möglichst reinen Goldes bemühte. Das Urkundenmaterial der letzten drei Jahrzehnte des 18-ten Jahrhunderts macht uns mit beträchtlichen Errungenschaften auf diesem Gebiet bekannt. Insbesondere drei rumänische Erfinder aus dem Motzenland sind dabei hervorzuheben: Idu Craciun, Muteanu Urs und Constantin Palade. Sie bemühten sich auf der Domäne Zlatna um den Bau neuer Pochwerkstypen und "Goldwaschmaschinen". Der erstere, Idu Craciun, ein ehemaliger Soldat (miles dimissus), legte am 8. Januar 1779 den Montanbehörden die Skizze eines Pochwerks zur Billigung vor, durch das, wie der Bittstellende ausführt "...die Ersparung der Gängtransports-Unkosten ohne Aufschlagwasser und bloß mit Beihilf eines Schichtlers in Umtrieb ge-

bracht werden könnten". Der zweite, Munteanu Urs, ein Zimmermann (Zimmerpolier) in den Gruben von Sacarimb, stellte im Jahre 1796 das Modell eines Pochwerks vor, das in den zeitgenössischen Quellen als "urszisches Pochwerk" bezeichnet wird und "mit dem Waschwerkwasser in Umtrieb gesetzt wird". Obwohl einige Einwände im Zusammenhang mit der Funktionsschnelligkeit dieses neuen Pochwerks erhoben wurden, würdigt der Grubenverwalter Felix Franzenau am 13. September 1799 die Geschicklichkeit des Herstellers "gleichwie aber alle neuerfundene Maschinen einer Rafinierung bedürfen". Die zweite Erfindung Munteanu Urs", eine Waschwerkmaschine für die Goldreinigung, wodurch, nach Ansicht des Grubenverwalters selbst "das kostspielige der Menschenhände erspart wird", wurde, so scheint es, in grossem Masse im Bergbau angewendet und konnte sich mit jeder zeitgenössischen Maschine dieser Art messen. (Zur Erläuterung sei der Aufsatz von Al. Neamtú, Inovatori români în tehnica miniera din Transilvania în a doua jumătate a secolului al XVIII-lea, în Studii, 1957, an X, 2, p. 97-126, angeführt).

Doch nicht nur in den Metallbergwerken kann eine Verbesserung der Forder - und Verarbeitungsmethoden festgestellt werden. In der zweiten Hälfte des 18-ten Jahrhunderts bezeugen die zeitgenössischen Akten ähnliche Vervollkommnungen auch in den Salzbergwerken, wo, wie bekannt, der Produktionsprozess einfacher und weniger anspruchsvoll wurde. Gegen Ende des 18-ten Jahrhunderts berichten die Quellen von der Verbesserung der Salzförderung aus den Gruben Cojocna und Ocna Dej mit Hilfe von pferdebetriebenen Fördermaschinen (Gäppel-Triebmaschine), die auch früher bekannt waren, jedoch nun verbessert wurden. Zwei Berichte des Markscheiders Aloisius Russbaski vom 10. September 1788 bzw. vom 5. Januar 1789 führen ausführlich die Vorteile der neuen, in diesen Gruben angewendeten Methoden an.

Das Problem, das jedoch immer öfter im Produktionsprozess der Bergbauindustrie auftaucht, ist jenes der Verbesserung der Pochwerke. Das Urkundenmaterial des ausgehenden 18-ten Jahrhunderts macht uns mit dem, aus Tg. Secuiesc stammenden, Montanassessor Daniel Barock bekannt, der am 16. Mai 1798 die Grubenverwaltung Siebenbürgens auf die Vorteile einer, vom ihm ausgearbeiteten, Pochmaschine, aufmerksam macht, Seine, auf gewisse mechanische und hydrostatische Prinzipien gestützte Erfindung, erforderte wenig Wasser. Ihr Erbauer führt folgende Vorteile der "Maschine" an: ihre Antriebskraft kostet nichts; sie kann neben oder in unmittelbarer Nähe jeder Grube erbaut werden und arbeitet ohne Unterbrechung, sowohl im Sommer als auch im Winter. Die Rentabilität der Erfindung wird von ihrem Urheber garantiert, da das investierte Geld bald erarbeitet werden könne. Der vorsichtige Wiener Hof ist, aus Geldmangel, nicht an der Erfindung interessiert. Ein ähnliches Schicksal widerfährt übrigens auch dem Versuch Daniel Barrkos vom 3. Dezember 1799, an den Schmelzöfen einige Verbesserungen durchzuführen, um den Brennstoffverbrauch zu vermindern und somit Einsparungen zu machen.

Zusammenfassend sei festgestellt, dass dem Bergbauwesen des 18-ten Jahrhunderts, insbesondere der zweiten Hälfte, die Tendenz zur Mechanisierung des Produktionsprozesses eigen ist. Diese Phase dauert bis ins vierte Jahrzehnt des folgenden Jahrhunderts, als die Wasserkraft durch die Dampfkraft ersetzt wird. Dieses stellt den Übergang zu einer höheren Stufe in der Entwicklung der Bergbauindustrie dar, den Beginn der Industrierevolution. Die Existenz der ersten Dampfmaschine in unserem Land wird für das Jahr 1838 in den metallurgischen Werken aus Zlatna urkundlich bestätigt.

At the beginning of the railway age all interested nations naturally turned to Britain, homeland of that revolutionary system of land travel. Those who came were more than idle pilgrims, because before 1830 one could only hope to see an operating railway in Britain. All copied their plan and invariably the first steam locomotives operated elsewhere in the world were of British manufacture. Britain's lead was so advanced and its methods so perfect, that its leadership in railway technology seemed invulnerable for all time. But what seems so certain in 1830 was to be very nearly reversed in the following decade as railways spread around the globe. A new concept in railroad construction, markedly cheaper than the established /British/ scheme, was to win popular acceptance by 1840. Lightly built, and surely substandard to British thinking, such lines answered the needs of many under-developed countries in the last century. I have come to call this phenomena the "Provisional Railway".

Curiously this method of railway building first surfaced in the United States, a former British colony. What had this unsettled land of primitive farmers to offer the civilized countries but a haven for their unwanted population? Surely its prospects as a teacher of industrial progress seemed unlikely. Yet by 1840 the engineers of England, France, Germany and Russia were issuing reports on a wonderfully simple and effective style of railway building devised by the rustic mechanics of an infant among the industrial nations<sup>1</sup>. Many of these accounts urged the adoption of the American system in their homelands. One British journal stated "Extensive utility, economical execution, immediate returns—these are the great desiderata of American engineering"<sup>2</sup>.

To understand what inspired this enthusiasm, we must study the American and British experience. At the time the public

railway idea first began to germinate, Britain already possessed a reasonably well developed transport system. By the 1770s surfaced roads carried mail coaches; some so fast they were called "Flying Machines". Canals, improved rivers and coastal shipping moved the merchandise traffic. If a new mode of transport were to effectively compete with these established forms it would have to perform in a spectacular fashion. Merely supplementing the existing systems was not enough to justify the expense and disruption of railway building in a developed and heavily populated country like Great Britain. It had to clearly outrun its rivals, and only a superior rail line could hope to do this. A first class line required a large expenditure. In addition, powerful forces combined to block railway building. The rival modes of transport were in the forefront as might be expected but an even more hostile antagonist was the landed nobility<sup>3</sup>. This influential class was determined to protect their estates and park lands from ravages of the notorious "Fiery Chariots". It was an easy matter to rally the small land holders to their cause, for who loves the countryside more than the English. Where the enemies of the railroad could not block construction they sought to impose excessive engineering requirements in the hope that the resulting cost would discourage the project. Parliament was an effective servant of this lobby and was busily engaged in restrictive railway legislation by the mid 1820's. The builders of Britain's premiere lines clearly envisioned grand public works of an enduring nature. Stephenson wanted the railway to be "the great highway for the King and all his subjects".<sup>4</sup> Isambard Kingdom Brunel, another great railway builder, sought to recreate the glories of Egypt and Rome in his monumental bridges, stations, and excavations. He was satisfied only by a heroic 7 foot gauge. Perhaps the best indicator of what the English ideal for proper construction should be, was their term for the track. They called it the "permanent way".

As the greatest capital nation in the world, Britain could afford the luxury of monumental railways.

When America entered the railway age in 1830 she dutifully copied the British example. Down went giant stone blocks for ties. Solid iron rails and chairs completed the track. Stone viaducts and deep cuttings were begun but after a few miles had been completed, the folly of such construction was obvious to all practical men.<sup>5</sup> We could not afford such extravagant works. More importantly we did not need them. Young America needed a cheap, expedient system of inland transportation. No systems existed; the inland rivers were unimproved, the Appalachian barrier discouraged the advance of canals, much of our territory was far distant from coastal shipping. There was a critical political need to connect and thus bind the unsettled interior to the eastern states. There was also an overwhelming economic desire to develop and exploit these rich land reserves. No fussy aristocracy was about to protect the pastoral character of the land, the forests were in fact a liability to be cleared for farms and commerce. We seemed intent on disproving Jefferson's prophecy that the interior of America would remain unsettled for a thousand years. The very newness of the railway held an appeal to a youthful nation that championed the experimental over the established. By temperament we were a "go ahead" people who thrived on novelty and change. The defects of highway and canal were well known. The railway was offered as a glorious nostrum that promised to solve our travel needs. Railway boosters put down their critics as old fogies opposed to progress.

The realities of actual railroad building must have been discouraging. Costs were far out of line and drastic economies were necessary if more than a few miles of track were to be completed. The most obvious way to effect a saving was to lower standards of construction. By the mid 1830's Yankee mechanics began to build the cheapest railways possible. Wooden cross ties were substituted for stone blocks. Strap rails replaced rolled

sections, timber bridges took the place of stone viaducts. The Philadelphia and Columbia Railroad cut its track cost by nearly one half by substituting strap rail for British chair rail<sup>6</sup>. Other short cuts offered even greater economies. Switchbacks, spiral loops and even incline planes overcame steep grades. Ferry boats serviced large river crossings. Double track, ballast, extensive grading and tunnels were avoided. Lined curved and meandered to avoid natural obstacles. Natural routes such as river valleys were followed. The routes were long and indirect but construction moved swiftly and it could be done at a low first cost. All was makeshift and temporary, but American lines were being built at one-sixth the cost of British lines - the Provisional Railway had come into being<sup>7</sup>.

Our railroads were admittedly inferior and they were expensive to operate and maintain.<sup>8</sup> They were slow, dangerous and unnecessarily long. The ride was unsteady, jostling both goods and passengers. But they could be opened quickly. Their builders emphasized that the first goal was to open the line no matter how poor it might be. Improvements could come in time and these improvements could be paid for by the revenues earned. Double tracking, separate grade crossings, fenced tracks, stations and other refinements were added as the traffic developed. Professional engineers might lament that such works were "founded on a low standard of engineering" and that our wooden railways were a regression back to the primitive tramways of the 17th century<sup>9</sup>. And so they were, but a compromise was eventually reached where tolerable, if not superior, standards were accepted. Flat bottom T rail effected a compromise between chair and strap rail. First used in the United States in 1831 it has since become a world standard.<sup>10</sup>

The chief importance of the Provisional Railway was its adoption elsewhere in the world. Wherever capital was scarce, traffic light, and distances great, this style of general

construction was followed. The concept was first broadcast by European engineers who visited North America. We can account for at least six published reports by the early 1840's. The second wave of dissemination was the emigration of American engineers. A notable example was George Washington Whistler who was invited to Russia in 1842 to build the Moscow to St. Petersburg Railway, the first major railway constructed in that country<sup>11</sup>. The popular legend of the Tsar's straight ruler line has been questioned in recent years. It would seem that there was little need to build a meandering railway over the level plains separating the old empire's principal cities. In addition the line was meant for troop movements and a direct, high speed route was a requisite. In all events Whistler followed standard American practice, the track was built with T rail and wooden cross ties.

America cannot claim the modern steam railway, it is a British invention but one might question if the idea would have strayed outside of western Europe had the British system prevailed. Or would the world have seen some 800,000 miles of line? The railway was a borrowed idea, moulded and revised by Yankee mechanics intent on devising an economical means of communication. The good sense of the Provisional Railway was not lost on others hoping to develop practical avenues of the commerce.

#### NOTES

1. Chevalier, M. *Histoire et Description des Voies de Communication aux Etats-Unis*. Paris, 1840-41.
- Chega, Karl. *Die Baltimore & Ohio Eisenbahn*. Vienna, 1844.
- Poussian, G.T. *Chemins De Fer Americanis*. Paris, 1836.
- Stevenson, David. *Sketch of Civil Engineering of North America*. London, 1838.
- Von Gerstner, F.A. *Die Innern Communicationen der Vereinigten Staaten ...* Vienna, 1842-1843, 2 vols.
- Weale, John. *Examples of Railway Making*. London, 1843

A search is underway for Melnikov and Kraft (1839-1840) report on American railroads to the Russian Government.

2. Weale op.cit., p. IX, Note 9.

3. The Liverpool and Manchester Railway Project 1821-1831, Robert E. Carlson, New York, 1969, p. 71 et seq.

4. The Story of the Life of George Stephenson ..., Samuel Smiles, London, 1864, Edition, p. 136.

5. The Baltimore and Ohio Railroad. Personal Recollections, John H.B. Latrobe, Baltimore, 1968, pp. 10-11.

6. A Description of the Canals and Railroads of the United States, H.S.Tanner. New York, 1840, p.117.

7. The Railroads of the United States, Henry M. Flint, Philadelphia, 1868, p. 25. High land prices were a factor in British railway costs.

8. The Permanent Way and Coal Buring Locomotives. Z. Colburn and H.L. Holley. New York, 1858. Authors both U.S. engineers are highly critical of shoddy construction of American lines.

9. Ibid., p. XIV.

10. John Stevens: An American Record, A.D. Turnbull, New York, 1928, p. 501. T rail designed by R.L. Stevens son of J.S. First used on Camden and Amboy Railroad.

11. Whistler's Father, Albert Parry. Indianapolis, 1939.

Karel Černý (ČSSR)

DIE ANFÄNGE DER EISENBAHN IN RUSSLAND  
UND FRANZ ANTON GERSTNER

Die Entstehung der Eisenbahn in Russland partizipierte in bedeutsamen Masse an dem Zerfall der feudalen Wirtschaftsordnung und an der Entfaltung neuer kapitalistischer Verhältnisse innerhalb der russischen leibeigenen Wirtschaft. In der älteren deutschen und tschechischen Literatur wird sie mit der Persönlichkeit des Frnz Anton Gersner verbunden,

des Sohnes von Franz Josef Gerstner, welcher der Begründer und Direktor des Polytechnischen Instituts in Prag und einer der wichtigsten Vorkämpfer des wirtschaftlichen Fortschritts in Böhmen zu Beginn des 19. Jahrhunderts war.

Franz Anton Gerstner (geb. 1796 in Prag) war unbestreitbar ein Vorkämpfer neuer Transportwege. Bald nachdem er die Professur der praktischen Geometrie an der Polytechnik in Wien erhalten hatte, übernahm er das Projekt einer Verbindung der Donau mit der Moldau mittels der Eisenbahn, welches seinen Vater im Jahre 1808 ausgearbeitet hatte und seit dem Jahre 1824 leitete er den Bau der ersten grossen Pferdebahn auf dem europäischen Kontinent von České Budějovice/Budweis/ nach Linz. Ein Studienaufenthalt in England und die genaue Kenntnis der zeitgenössischen Literatur über Eisenbahnen und Kanäle, praktische Versuche auf der Versuchsbahn im Prater im Wien mit Wagenmodellen haben F.A.Gerstner für diese Aufgabe nach allen Seiten hin vorbereitet. Gerstner löste den Bau so, dass die Bahn in Zukunft auch für den Dampfbetrieb adaptiert werden konnte. Die Bauschwierigkeiten des Projekts, dem bis dahin in Böhmen nichts Ähnliches voranging, der Mangel an Arbeitskräften und die Widersprüche mit der Leitung der Aktiengesellschaft, der Gerstner sein ursprüngliches Privileg für den Bau und Betrieb abgetreten hatte, führten jedoch Gerstner dazu, den Bau zu verlassen, gleich nachdem die erste Etappe der Bahn auf böhmischem Boden beendet worden war (Budweis-Kerschbaum am 30.9.1828), so dass die ganze Strecke erst von Ing. Matthias Schönerer im Jahre 1832 beendet wurde.

Gerstner kam im Jahre 1834 auf Einladung des Grossgrundbesitzers S.I.Maltzow als ausgezeichnetener Kenner des Eisenbahnbauwesens in Belgien, Holland, Frankreich und den USA nach Russland. Nach einer Studienreise in den Ural legte er dem Zaren Nikolaus I. einen Vorschlag der ersten russischen

Eisenbahn von Petersburg nach Moskau vor. Die Bahn sollte von einer Aktiengesellschaft mit einem Kapital von 100 Millionen Rubel gebaut werden und Gerstner erwog auch eine Verlängerung der Bahn nach Nischnij Nowgorod (Gorkij) und den Bau einer witeren Eisenbahn von Moskau nach Odessa und Taganrog. Ein so umfangreiches Projekt stiess auf den Widerstand einflussreicher Kreise, die sich in ihren finanziellen Interessen bedroht fühlten.

Daher ersuchte Gerstner vorerst um die Bewilligung für den Bau und Betrieb von zwei kurzen Strecken Petersburg - Zarskoe Selo (Puschkino) - Pawlowsk und von Petersburg nach Peterhof und Oraniengaum. Diese Bewilligung wurde der neu gebildeten Aktiengesellschaft am 21.3.1836 erteilt und zwar so, dass die Bahn zum 1.10.1836 erteilt und fertiggestellt wird. Die Leitung der Gesellschaft bildeten der Graf Alexis Bobrinski, Zeremonienmeister des Zaren Nikolaus, Benedikt Cramer, Kaufmann, J.C.Plitt, Konsul der Stadt Frankfurt a.M. und schliesslich Gerstner selbst. Zur Durchführung des Baues berief Gerstner 10 tschechische Ingenieure, grösstenteils Absolventen des Polytechnischen Instituts in Prag, von denen er einige auf eine Studienreise durch Westeuropa mitnahm. Der ursprüngliche Termin zur Beendigung des Baues konnte allerdings nicht eingehalten werden, am 6.11.1836 fand nur die erste Reise zwischen Kusmino und Pawlowsk statt (4 Werst in 12 Minuten) in einem Eisenbahnzug mit Lokomotive aus den Hachworth-Werken und 5 Eisenbahnwaggonen. Die öffentlichen Fahrten auf diesem Abschnitt wurden dann am 28.11.1836 begonnen.

Der Abgang der meisten tschechischen Ingenieure infolge persönlicher Streitigkeiten mit Gerstner und seinen anspruchsvollen Forderungen, Schwierigkeiten mit den Arbeitern (deren Zahl von 3000 im Winter auf 750 herabgesunken war, so dass man auch etwa 1400 Soldaten verwenden musste), und die

Reise Gerstners nach Böhmen und Deutschland verzögerten die Beendigung der Eisenbahn, die am 30. Oktober 1837 feierlich eröffnet wurde. (Zum Gedächtnis wurde eine Medaille geprägt, mit dem Bild Peters des Grossen und Nikolaus I. auf der einen und dem Bild einer Lokomotive auf der anderen Seite).

Die eingleisige Eisenbahn war 27 km lang, die Schienenbreite betrug 1829 mm und im ganzen Abschnitt wurden 42 kleine Holzbrücken und eine grössere Brücke über den Kanal aufgestellt. Die Höhe des Damms betrug 3,7 m, die Breite 5,3 m. Die Lokomotiven stammten aus dem Ausland (5 aus England von Hackworth, 1 aus Belgien von Cockerill), die späteren wurden bereits in Russland hergestellt (Poschew-Betrieb am Fluss Kamna). Der finanzielle Aufwand war bedeutend - 5 Millionen Papierruber (61 000 Silberrubel) für 1 km. Trotz allen Frunks bei der Eröffnung und in den ersten Tagen des Betriebs war die Bahn finanziell nicht rentabel, so dass die Gesellschaft den Staat um Kredit ersuchen musste; sie hatte keinen regelmässigen Lasten - und Personentransport und diente hauptsächlich den Sonntagsausflügen der Einwohner von Petersburg. Auch die Dampfmaschine wurde vorerst nur an Feiertagen verwendet, sonst fuhr man mit Pferden und der ausschliessliche Dampfbetrieb wurde erst später eingeführt (4.4.1838).

Gerstner verliess Russland bereits nicht lange danach (im Jänner 1838), um nicht mehr wiederzukehren. Nach einem kurzen Aufenthalt in Böhmen schiffte er sich nach den USA ein und durchquerte 12 Monate lang das ganze Land, um Kanäle, Eisenbahnen und Strassen zu studieren. Seine Beobachtungen veröffentlichte er im Jahre 1839 in Leipzig in einer umfangreichen Publikation, in der er auch zu den europäischen Eisenbahnen zurückkehrte, zu den österreichischen und russischen, und den Bau weiterer russischer Eisenbahnen auch mit den Bauvoranschlägen vorschlug. Dies alles blieben jedoch

mur blosse Projekte. Am 2.4.1840 stirbt Gerstner in Philadelphia und die erste grosse russische Eisenbahn von Petersburg nach Moskau war schon das Werk russischer Techniker.

Gerstner ist es gelungen, in Russland die Idee der Eisenbahn an einem Musterbau zur Geltung zu bringen. Dabei ging er von seinen reichen theoretischen Kenntnissen und praktischen Erfahrungen aus, knüpfte jedoch nicht daran an, was in Russland schon vorher vollbracht worden war. Dies zeigte insbesondere Viktor Semenovic S. Wirginskij in einigen seinen Arbeiten auf (insbesondere in der Arbeit: Voznikovenie szeleznych dorog i zelesnodoroznyj vopros v Rossik, Moskwa 1949).

Die Frage der Eisenbahnen in Russland stand danach bereits seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts im Vordergrund des Interesses und nicht erst nach der Ankunft Gerstners, als es sich zeigte, dass der Stand der Verkehrswege, der festländischen und der Wasserwege, den ansteigenden Bedürfnissen der Volkswirtschaft nicht genügen kann. Zu Beginn der dreissiger Jahre entsteht eine Reihe von Eisenbahn- und anderen Transportprojekten. Ihre Autoren waren nicht nur Ingenieure, sondern auch Unternehmer, Grundbesitzer und Spekulanten, die auf Interesselosigkeit und oft auch auf einen Widerstand der hohen Bürokratie, des Adels und des Zarenhofes stiessen. Die Eisenbahnfrage wurde solcherart nicht nur ein technisches Problem, sondern auch eine komplizierte gesellschaftlich-politische Frage, bei deren Lösung verschiedene ökonomische Teilinteressen aufeinander stiessen.

Die berg- und hüttenmännische Produktion, die in jener Zeit in Russland bedeutende Erfolge erzielt hatte, führte zur Konstruktion von Betriebshahnen aus Holz und Gusseisen (Kusma Dimitrowitsch Frolow und Peter Kusmitsch Frolow bereits gegen Ende des 18. und am Anfang des 19. Jahrhunderts). Obwohl infolge des Mangels an Interesse bei den Grubendirek-

tionen die Projekte umfangreicher Eisenbahnen bis zu einer Länge von 150 km nicht verwirklicht wurden und nur der Bau auf kurzen Abschnitten realisiert wurde, nahm hier Russland im europäischen Masstab eine bedeutsame Stellung ein. Dasselbe gilt vom Bau einer Gusseisenbahn und den Lokomotiven des Jefim Aleksejewitsch und Miron Jefimovotsch Tscherepanow im Betrieb der Demodow. In Fachkrisen wiederum hatte die Tätigkeit des Technischen Instituts in Petersburg einen grossen Einfluss, wo dem Verkehrswesen selbständige Vortragskurse gewidmet wurden und selbständige Publikationen entstanden (W.S.Wolkow, P.P.Melnikow).

Gerstner konnte als Ausländer, der von seinen breiten Kenntnissen der westeuropäischen Eisenbahnen ausging, nicht gut an die russischen einheimischen Anregungen anknüpfen, trotzdem er auf sie aufmerksam gemacht wurde. Daher stiess er bei seiner Tätigkeit nicht nur auf den Widerstand konservativer Kräfte, die sich grundsätzlich gegen die Einführung der Eisenbahnen stellten, wil sie ihre Privatinteressen verteidigten, sondern wurde auch von den einheimischen Anhängern des Eisenbahntransportes nicht günstig aufgenommen. Diese verurteilten bei Gerstner seine kapitalistischen Unternehmerrüze, sein Bestreben, ein Verkehrsonopol zu erzielen. Die Gefahr der Einsetzung fremden Kapitals unter für die russische Staatskassa ungünstigen Bedingungen führte diese neuzzeitlichen Propagatoren des neuen Transports, unter die auch der Dichter A.S.Puschkin gehörte, dazu, einen kritischen Standpunkt zu Gerstners Vorschlägen einzuhehmen, wie sich dies klar aus der zeitgenössischen Presse ergibt.

Von seinen Plänen konnte Gerstner nur einen kleinen Teil realisieren wesentlich noch viel weniger, als dies vorher in Böhmen der Fall gewesen war. Es gelang ihm jedoch nachzuweisen, dass man in Russland Eisenbahnen bauen kann. Einen viel überzeugenderen Beweis dafür erbrachte allerdings erst

der Bau der Eisenbahn Petersburg-Moskau, der im Jahre 1843 begonnen und im Jahre 1851 (vor 120 Jahren), in einer Gesamtlänge von 656 km beendet wurde. Diese Eisenbahn wurde allerdings bereits direkt vom russischen Staat und mit einheimischen Technikern - mit Pawel Petrowitsch Melnikow und Kraft an der Spitze - gebaut.

#### LITERATUR

Franz Anton Gerstner: Ueber die Vortheile der Anlage einer Eisenbahn von St. Petersburg nach Zarskoe Selo und Pawlowsk. St. Petersburg 1836.

F.A.Gerstner: Erster Bericht über die Fortschritte der Unternehmung der Eisenbahn... St. Petersburg 1836.

dtto: Zweiter Bericht ..... 1836

dtto: Dritter Bericht ..... 1837

Eisenbahn von St. Petersburg nach Zarskoe Selo u. Pawlowski: Reglement-Statuten-Protocoll 1837.

F.A.Gerstner: Beschreibung einer Reise durch die Vereinigten Staaten v. Nordamerika in den J.1839 u. 1840... Leipzig 1842.

dtto: Die inneren Communicationen der Vereinigten Staaten v. Nordamerika, 2 Bde, Wien 1842, 1843.

Alfred Birk: Velka myslenska, Praha 1944.

Josef Hons: Fr. A. Gerstner, Praha 1948.

Jaroslav Vesely: Jak cesti inzenyri staveli prvni ruskou zeleznici (Sammelband "Z vyvoje ceske technicke tvorby" Praha 1940).

V.S.Virginskij: Vosniknowenie szezelynych dorog i zeleznodoroznyj wopros v Rossii Moskwa 1949.

Zizny i dzejatelnost ruskich mechanikov Tcerepanowych Moskwa 1956.

Istorija tehniki szezlesnodoroznogo transporta I. Teil Moskwa 1938.

(1)

The modernization of Japanese transportation system began from 1865 to 1870, when feudal government was destroyed. In this paper, the author would like to analyze the development process especially about the electric railway and urban road transport. This paper deals with three periods before 1945.

1. 1870-1895 Establishment of the steam railway and its technique.
2. 1895-1920 Establishment of the electric railway.
3. 1920-1945. Expansion of the electric railway and establishment of its technique. Development of the automobile and the foundation of modern automobile industry.

(2)

In 1872, five years after the Japanese new government had been established, the first Japanese railway was inaugurated. Except the railway, there were a few transportation means at that time. The omnibus and the man-cart (Called jinrikisha) were originated in 1869 and 1870. The man-cart is drawn by one or two men, so this is the simplest public transport. Japanese economic power was so poor that people prefer the man-cart to other system for a long time. The number of the man-cart increased every year and they could be seen in most cities in Japan.

The first railway was 28.6 km in length. At that time the Japanese cannot discuss the railway technique without discussing rail gauge. The construction and the selection of rolling stocks were committed to an English engineer who engaged in the Japanese government after the negotiation between both countries. The name of the English engineer was

Edmund Morel. There were also the horse driven railway in 1882 and the man driven railway in 1895. In developed countries, many coal mines used wagons which were driven by human labour. The human labour was not enough to get a large amount of power, therefore the steam engine was invented. In Japan, however, it was contrary.

First horse car street railway was built in Tokyo in 1882, when there was no public railway transportation on the road in other large cities. Soon after that the Japanese businessmen were attracted by the electric traction system which was exhibited in 1879, and were very eager to import this new technique. First electric railway was operated at the exhibition in Tokyo in 1889. In 1890, a copper mine began to use the electric locomotive in his system. It was the first electric traction in Japan.

(3)

In 1895, the first Japanese public electric traction was operated in Kyoto. This technique was as modern as that of the developed countries. Many people were afraid of the speed of the car, therefore its speed was limited less than 10 km per hour and a man who carried "red flag" warned citizens similarly to ancient London.

Here a Japanese engineer whose name was Ichisuke Fujioka should be introduced. He was the chief engineer of Tokyo Electric Power Co. and went to USA to study the electrical engineering. He selected the technique and the manufactures which were most suitable to the Japanese demand of that time. He gave technical advices to the electric railways, other than government railway, which were planned by the businessmen in a lot of districts.

This was the notable difference between the process of the introduction of the technique of the steam railway and the one of the electric railway. It seems that Fujioka adopted the American system as the most suitable one in Japan and

that most installation and rolling stocks were imported from USA.

(4)

The growth of the Japanese economy made busy citizens use the urban transport. The electric railways increased rapidly not only in large cities but also in small cities and suburban area. In 1907, the tramway in Tokyo was changed into the electric railway, and in Osaka the first municipal railway was opened. In 1906, the first private electric railway company began its service between Tokyo and Yokohama, which was rather smaller compared with the government railway. However, its frequent service, short mileage between stops were pleased by many people. A lot of private electric railway companies were established in many districts.

At that time, many Japanese engineers who had graduated from universities or colleges could be employable, so that the most suitable technique could be chosen. As the technique imported at that time was most advanced one, the advices of Fujioka might have had great influence of the managers of each company. The electric apparatuses and trucks were imported till the end of the first world war.

The electrification of the trunk line was commenced in rack rail section, which was situated in a mountainous region 8 km long. The difference of height was about 1,560 m and its grade was 1:15. This work was decided by Shimpei Goto, the General manager of Japanese government railway. They imported the electric locomotives (1-C-1 system) from Germany.

Since many passengers moved away from the government railway between Tokyo and Yokohama, the government electrified this section to give better service. Two units of bogie cars were used in 1915. Its line voltage was 1,200 volts, which was supposed to be standard at that time although there were 2,400-3,000 volts systems in the world.

(5)

In 1919, the government railway held the electrification committee of the trunk line, who decided to electrify for the protection of coal resource and the price-rise of coal. However, the financial pressure forced to carry out only a short mileage. Moreover, it was delayed on account of the disastrous earthquake in 1923. The locomotives for this purpose were already imported from both USA and European countries, but later they were built in Japan imitating imported locomotives. Minor electric railways in several local districts also used electric locomotives, which were smaller box type and made in foreign or Japanese works. In early days, Japan selected the American system for electric railway, but electric system was limited to 600-1,500 volts d.c. only. There was no a.c. system with three phase or single phase.

After the great earthquake, line voltage of the government railway was adopted 1,500 volts d.c., which was 300 volts higher than the former one. Several intercity railways which were constructed in between 1920 and 1930 also adopted 1,500 volts d.c. system.

During 1920's, Japanese iron works and electric manufacturing companies were able to make the electric cars and apparatuses for the domestic transport demand. The capacity of car became larger, the weight heavier, the speed higher and the output of the main motor rose up to 170 kW.

In 1927, the first underground railway in Japan was inaugurated in Tokyo, next one in 1933 in Osaka. The electric street railway gradually lost its passengers, as bus and taxi system flourished. But during the second world war which ended in 1945, the construction work for transportation was ceased. Serious shortage of liquid fuel for transportation on account of war made the electric railways including street cars play the most important roll again.

(6)

About automobile, only the principal matters shall be described. It is said that the automobile was introduced in 1900. The knowledge of it was informed to Japan by a few people, but the Japanese economic power was not so large to expand the demand of automobiles. A few people tried to build them, but these cars were apt to be called a craft work.

Persons of high rank and leaders of business circles imported them from USA and European countries, and a few people preferred cars which were made by Japanese. So there were many kinds but no for public use. The taxi and bus system was opened in 1919, and then they became familiar to the citizens. The tremendous damages caused by the heavy earthquake in 1923 made Tokyo municipal government use Ford T-type truck for bus soon after that.

About ten years later, Japanese automobile industry began to produce on a large scale. Meanwhile, American enterprises also constructed their factories in Japan. Japanese economy was too weak to overcome foreign power. From 1936, the government wanted to protect the Japanese automobile industry for military purpose, but such effort was not effective for personal use by the end of the second world war. The shortage of liquid fuel because of the war was so serious that there appeared nine kinds of substitution fuel furnace. The electric powered vehicles were also operated for public transport.

In 1932, the trolley-bus system began to operate in Kyoto using only six cars. Four cars out of these were imported from Great Britain.

(7)

Japan ran after the course of the developed countries, but the progress of the technique was stopped during the second world war. As for new modern transport technique, Japan had to wait the time of the industrious recovery.

Here I show the following table for introducing and developing of Japanese transport technique.

Kinds of transport	Introducer	Developer
Steam railway	Government	English engineers
Electric railway	People of business circles	Japanese electrical engineers
Automobile	People of business circles	People of business circles and persons of high rank

L. Reti (Italy)

#### A SHORT HISTORY OF THE WEDGE PRESS

The Wedge Press had an important place in the manufacture of vegetable oils before the advent of Bramah's hydraulic press and the even more recent continuous screw press or expeller. Its popularity did not wane until long after the introduction of the hydraulic devices. Writing in 1852, Appleton, describing the "Dutch mills" that operated with wedge presses, remarked: "They are still in very general use, and are, by many persons, supposed to be preferable to the hydraulic presses".<sup>1</sup> "Dutch mills" continued to be in use small oil mills up to the XXth century.

Crude wedge presses were known in Antiquity.<sup>2</sup> They are mentioned by Heron and Pappos and from Pompeian mural paintings we have an idea of how a Roman wedge press may have looked.<sup>3</sup> The wedges were driven horizontally into a frame which held the material to be pressed between square beams that slid up and down. It was a primitive affair, and was used for the rather small scale preparation of cosmetics and pharmaceuticals.

The large heavy duty oil and wine presses of Antiquity operated by means of levers and screws.<sup>4</sup>

In China, the most important type of press was one which used wedges that were driven home vertically. The Chinese wedge presses, according to Needham, seem to be ancient, indigenous, and without many parallels in the West.<sup>5</sup> Even if such presses precede the European models by centuries, they differ from them in several essential details, which makes their derivation from the Orient unlikely.

Beck, whose book is still one of the best aids for the historian of technology, could not find a wedge press among the graphic and literary evidence available to him earlier than 1612<sup>6</sup>, the date of publication of Zeising's *Theatrum Machinarum*, a most popular machine book, that went through many editions, the last is 1708<sup>7</sup>. One of the plates of the book represents an oil factory, where the material is exhausted by the aid of a press that had wedges rammed in horizontally. As Zeising's plates are extremely crude, I prefer to illustrate the device as redrawn by Beck.

After Zeising, the first printed information on wedge presses appears in 1718 in Leonhart Christoph Sturm's treatise on mills<sup>8</sup>. Sturm discusses and illustrates the "German" presses, with horizontal wedges and the "Dutch" mills which operate with wedges driven in vertically. Sturm is in favor of the Dutch variety, because the pressure can be better regulated and as a result the quality of the oils is improved.

Leupold, in volume 9 of his great technological encyclopedia also refers to both systems.<sup>9</sup> The plates of the Dutch press in Leupold's work are taken from Pieter Linperch's book.<sup>10</sup> From the XVIIIth century on, the vertical or "Dutch" wedge press becomes a standard feature of oil mills. It shows a design of Smeston, the famous English mechanician, in which the essential parts of a Dutch wedge press are clearly shown.<sup>11</sup> The

"Dutch mills" were superseded only gradually, in the second half of the XIXth century, by the hydraulic press.

It remains to be established whether wedge presses were in use in Europe before Zeising's book and whether the Dutch mills actually originated in Holland.

As for the first question, I succeeded in finding a number of documents indicating that such presses of the extraction of oils were known before 1612, one of them even in a printed source. This last is a rare French book, written by Ambroise Bachot in 1598. Few copies of this book are known and it is no wonder that it escaped the attention of Beck. Bachot's book deals with geometry, perspective, fortifications, surveying, military machines of offense and defense, but also water raising devices and mills. The last part of the book bears a strange resemblance in content and style to the famous treatise of Ramelli, which appeared ten years earlier.<sup>13</sup> Even if plate 101 has no heading and no explanatory text, it is apparent that it was the author's intention to represent a central powered oil factory, consisting of a roller mill, a heating pan and a primitive or misdrawn type of vertical wedge press. We shall return to this illustration later.

Yet an older version of a wedge press is found in Juanelo Turriano's unpublished manuscript at the Biblioteca Nacional of Madrid as part of a factory for the extraction of beeswax. Juanelo's press is based on horizontal wedges, rammed in automatically by water-powered hammers. The project is interesting but hardly practical. As Juanelo's manuscript is datable around 1565, we see that the idea of using wedge presses goes back further than it was thought.<sup>14</sup>

Juanelo's automatic wedge press is however not the oldest of its kind.

A wedge press of surprisingly modern design was devised and described by Leonardo da Vinci, in several variants, the oldest datable around 1495 and found on fol. 46 verso and 47 recto of Codex Madrid I. As can be observed, Leonardo's press is identical to those hailed as a novelty 200 years later, in the so-called Dutch mills. Leonardo's press must have been a reality not merely a project. Above the illustration showing how the material should be arranged in the press, there is a note: "Original made by Bre Pierantonio". This is, then, an actual instrument, made by a contemporary craftsman. Unfortunately, Leonardo is not explicit: we are not informed whether the instrument was made to order for Leonardo or whether he is dealing with a device in general use in his time. We would however search in vain for such presses in the writings of the engineers who preceded Leonardo, nor are such instruments mentioned in contemporary documents. As far as we can tell, based on the admittedly scarce testimonies of the history of engineering, Leonardo's is the first record of a device which was to be used, unchanged, for almost 400 years. On the facing page, that is folio 46 verso, Leonardo presents an even more astounding project for an integrated oil factory, where the various machines which take care of the successive stages of production are powered from a central source. The following operations are activated by a single horse whim: a) Crushing of the nuts or olives in the roller or edge mill. b) Rearranging of the crushed material with the aid of sweepers. c) Pressing out the oil, in the wedge press, with the aid of a striking ram. d) Opening of the press by means of a releasing ram and wedge. e) Mixing of the material in a heating pan.

The central shaft transmits the power from the roller mill to the rams and to the heating pan by gearing.

There is no need to emphasize the importance of this project of Leonardo. Not only does it represent the first example

of an integrated central powered semi-automatic manufacturing system, but it also anticipates the general features of the oil factories of the future. Almost 400 years after Leonardo had proposed his scheme, oil factories were diagrammatically presented in the same way, as can be observed, from Knight's excellent Dictionary.<sup>15</sup>

We have already seen that the oldest western oil mill found in a printed source, that is, Bachot's book, which we examined earlier, bears an unmistakable resemblance to the design of Leonardo. It proves that the technological system apparently developed by Leonardo at the end of the XVth century was in use 100 years later.

But how the vertical wedge press came to be known as "Dutch", and why the use of such an important technical device is not again recorded until the beginning of the XVIIIth century, remains a mystery.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Appleton's Dictionary of Machines, Mechanics, Engine-work and Engineering (New York, 1952) Vol. II p. 421
2. A.G. Drachmann, The Mechanical Technology of Greek and Roman Antiquity (Copenhagen, Munkegaard, 1963) pp. 55-56
3. The Corresponding illustration is found in Daremberg and Saglio's Dictionnaire des Antiquités Grecques et Romaines (Paris: Hachette, 1926) Vol. IV p. 167 as well as in R.J. Forbes, Studies in Ancient Technology (Leiden: Brill, 1955) vol. III p. 137
4. Drachmann, op. cit.; Theodor Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues (Berlin: Springer, 1900) "Cato der Aeltere" (234-149 v.Ch.) pp. 66-87
5. Joseph Needham, with collab. of Wang Ling Science and Civilisation in China, (Cambridge: Univ. Press, 1965) Vol. 4:2, pp. 205-211

6. Beck, op. cit. p. 407
7. H. Zeisingk, Theatrum Machinarum... (Leipzig, 1612-14) Vol. III No. 20
8. Leonhart Christoph Sturm, Vollständige Mühlen Baukunst (Ausburg, 1718) pp. 23-24
9. Jacob Leupold, Theatrum Machinarum Molarium ... (Leipzig, 1735)
10. Pieter Linperch, Architectura Mechanica of Moelenbook (Amsterdam, 1727)
11. From Harold W. Braae, History of Seed Crushing in Great Britain (London: Land Books, 1960) p. 35
12. Ambroise Bachort, Le Gouvernail... (Melun, 1598)
13. Agostino Ramelli, Le Diverse e Artificiose Machine (Paris, 1588)
14. Ladislao Reti, "A Postscript to the Filarete Discussion: On Horizontal Waterwheels and smelter Blowers in the Writings of Leonardo da Vinci and Juanelo Turriano". Technology and Culture, Vol. VI (1965) pp. 428-441. Id. "The Codex of Juanelo Turriano (1500-1585)" Ibid. Vol. VIII (1967), pp. 53-66
15. Knight's American Mechanical Dictionary (Boston, 1872) Vol. II, p. 1554

М.И. Воронин (СССР)

ПЕРВЫЕ НАУЧНЫЕ КОНТАКТЫ РУССКИХ,  
ЗАПАДНО-ЕВРОПЕЙСКИХ И АМЕРИКАНСКИХ УЧЕНЫХ  
В ОБЛАСТИ ТРАНСПОРТНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ  
(1800-1850 гг.)

С древнейших времен в России, как и в других странах, существовали водные и сухопутные пути сообщения. Это были судоходные реки с волоками при переходе из одной водной системы в другую и грунтовые дороги с паромными переправами через большие постоянные водотоки. Начиная с XVI века Москва становится центром России. Ее географическое положение во многом содействовало росту и процветанию. От Москвы были проложены сухопутно-водные пути сообщения во все главные города страны.

В 1703 г. основан Петербург. В связи с этим появилась Вышневолоцкая водная система, соединившая новую столицу государства с Ры-

бинском на Волге, и построены знаменитый Ладожский канал в обход бурного Ладожского озера (1731 г.) и улучшенный тракт типа шоссе Петербург—Новгород—Москва (1746 г.).

Крупнейшим событием в технике дорожного дела второй половины XVIII века была перевозка "гром-камня", ставшего пьедесталом памятника Петру Первому в Петербурге. Камень весом 1640 т был найден на Карельском перешейке в 9-ти км от Финского залива. Перевозка его была осуществлена на особой машине-платформе по специально устроенной шаровой (роликовой) рельсовой дорожке. Французский историк того времени Рейналь, подчеркивая важность замысла, писал: "И чего можно будет ожидать от этой страны в будущем". Скульптор Фальконе сказал: "Европа воспела это предприятие, как оно заслужило, история этого не забудет". В честь доставки "камень-грома" на берег Невы была выбита медаль с надписью "Державнику подобно". Все работы по устройству памятника производились под руководством известного деятеля И.И. Бецкого и были закончены в 1782 г.

В начале XIX века во главе дорожного дела был поставлен видный ученый и государственный деятель Н.П. Румянцев — поборник строительства усовершенствованных путей сообщения в России, в частности, искусственных водных каналов и рельсовых дорог с конной тягой. Сам Н.П. Румянцев был высокообразованным человеком, имел богатейшее книжное и рукописное собрание<sup>1</sup>, неоднократно бывал за границей и в 1805—1808 гг. командировал группу специалистов в составе Л.С. Вакселя, Н.И. Яшина, П.Я. Девицте, А.И. Майорова и Дусаева в западные страны "для познания гидравлических и технических наук". Эти лица первыми в России слушали лекции ученых парижской политехнической школы и школы дорог и мостов.

В 1809 г. Н.П. Румянцев представил "предположения о надежных мерах для учреждения по всей России удобных сообщений на суше и на воде". В том же году были созданы: Главное управление Путей сообщения, Корпус Инженеров и Институт Корпуса инженеров Путей сообщения ныне Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта. Эти учреждения и возглавляли подготовку инженеров и строительство всех транспортных сооружений в России. В Институте и в Корпусе инженеров наряду с русскими учеными и инженерами служили и иностранные специалисты. Среди них видный механик и строитель испанский инженер А.А. Бетанкур, французские инженеры П. Базен, К. Потье, Б. Клапейрон. Г. Ламе, Рокурде—Шарлевиль и Г. Ганри. Проф. Базен проработал в России 25 лет, и его деятельность сыграла положительную роль в развитии строительного искусства в России. Молодые инженеры Клапейрон и Ламе пробыли в Институте с 1820 по 1831 гг. Здесь они стали видными учеными, членами-корреспондентами Петербургской Академии наук, что несомненно способствовало избранию их позднее членами Парижской Академии наук.

---

<sup>1</sup> Румянцевская библиотека в 1905 г. вошла в Государственную библиотеку в Москве.

Специальные предметы Инженерного образования в институте "Курс построений" и "Курс прикладной механики" в первое время возглавляли французские ученые, а с начала 30-х годов русские инженеры путей сообщения проф. М.С. Волков и проф. П.П. Мельников. Изучение этих курсов проводилось, как правило, по литографированным учебным пособиям. В 1828 г. вышел в свет "Курс построений" французских и русских ученых Г.Ганри, П.Базена, К.Потье, М.С. Волкова и А.М. Завадовского, положивший начало творческому содружеству в области научной работы. В том же году проф. Клапейрон литографировал "Курс прикладной механики", содержащий его лекции, объемом в 44 страницы текста и 33 листа иллюстраций. В 1835 г. проф. Мельников опубликовал часть этого курса под названием "О железных дорогах", в 1836 г. вторую часть по гидравлике, а в 1838 г. литографировал "Записки практической механики" уже на 460 страницах. Так труды Клапейрона и Мельникова создали основы "Курса прикладной механики" в Институте инженеров путей сообщения. Интересно отметить, что в конце 50-х годов Клапейрон прислал проф. Мельникову свой труд "Расчет упругой балки, свободно покоящейся на равноудаленных опорах" с надписью "Генерал-лейтенанту Мельникову от его друга и бывшего профессора Б.Клапейрон". Этот труд и поныне хранится в библиотеке института<sup>1</sup>.

В 1826 г. вышел в свет первый номер "Журнала путей сообщения". Это был периодический орган ведомства путей сообщения. В нем печатались научные труды русских и иностранных ученых. Подобные журналы выходили и в других странах. Так, в первом номере журнала, вышедшем в 1832 г., говорилось: "Железная дорога есть выше всех других путей сообщения. Она должна занять место каналов и рек". Здесь же приведены сведения о привозе товаров в Америку, в том числе железа и меди из России.

Важное значение в развитии транспортной науки и техники имели научные поездки ученых института Инженеров путей сообщения в страны Западной Европы и в Соединенные Штаты Америки. Все такие поездки сопровождалось представлением подробных отчетов о строительстве железных дорог, гидротехнических и других сооружений в иностранных государствах. Подлинные Отчеты – рукописи, часть которых опубликована в печати, являются важнейшими источниками истории становления и развития железнодорожного транспорта в Англии, Франции, Бельгии, Германии и в США. Русские ученые, в частности, М.С. Волков, П.П. Мельников, Н.О. Крафт и С.В. Кербеде, встречались со Стефансонами, Кориолисом, Сен-Венаном, Робинсоном, Уистлером, Латробом, Брауном и с другими зарубежными специалистами. Это и были первые научные контакты в области транспортной науки и строительства усовершенствованных путей сообщения.

В 1834 г. в Петербург приехал чешский инженер Ф.А. Герстнер – строитель Молдово-Дунайской железной дороги. В 1837 г. по его проекту и под его руководством была построена первая железная дорога

<sup>1</sup> Инженеры путей сообщения, состоявшие на службе в Корпусе инженеров, имели военные звания.

общего пользования в России – Петербург–Царское Село (ныне г. Пушкин) – Павловск, протяжением 25 км. С постройкой этой линии Россия стала пятой страной в Европе и шестой в мире по времени появления железных дорог общего пользования.

В 1842–1851 годах проф. Мельников и проф. Крафт возглавили проектирование и строительство Петербурго–Московской железной дороги. Это была двухпутная прямая магистраль, которая, в отличие от железных дорог США, имела пологие уклоны и большие радиусы закруглений. Здесь, на постройке этой линии, и создавалась русская школа строителей железных дорог. Необходимо отметить, что царское правительство в 1842 г. пригласило американского инженера Уистлера на должность “совещательного инженера” ведомства Путей сообщения. Уистлер пробыл в России 7 лет. В 1849 г. его сменил инженер Браун, который проработал в России 5 лет и затем возвратился в Америку. Американские инженеры находились в дружественных отношениях с Мельниковым и Крафтом и высоко ценили их деятельность по постройке Петербурго–Московской железной дороги.

В заключение следует сказать, что первые общения русских и иностранных ученых в области транспортной науки и техники имели важное значение не только для нашей страны. Не случайно проф. Ламе, уже будучи в Париже, часто повторял “Я обязан многим России”. Выдающиеся ученые проф. П.П. Мельников и проф. С.В. Кербедз еще на заре железнодорожного строительства показали образцы научного сотрудничества русских и польских ученых, о чем автор докладывал в 1965 г. на XI Международном конгрессе по истории науки<sup>1</sup>.

В настоящее время научные контакты развернулись со многими странами мира, но с особой силой они развиваются между учеными братских социалистических стран, свидетельством чего является единогласно принятая комплексная программа дальнейшего углубления и совершенствования сотрудничества и развития социалистической интеграции стран Совета Экономической Взаимопомощи.

---

<sup>1</sup> Воронин М.И. Первые научные контакты русских и польских ученых в области транспорта и строительства.

Josef Hons (CSSR)

DIE ENSTEHUNG UND ENTWICKLUNG  
DER HAUPTEISENBAHNSTRECKE KOSICI-BOHUMIN UND  
DER "STRECKE DER FREUNDSCHAFT" CSSR-SSSR

Im Jahre 1867, das ist in der Zeit der staatsrechtlichen und wirtschaftspolitischen Vorteilung der Österreichischen Monarchie und der Entstehung der Oesterreichisch-Ungarischen Monarchie, hatte die Slowakei - damals ein Teil von Ungarn - nur drei Eisenbahnstrecken: die Pferdebahn Bratislava-Trnava-Sereď (1840-1846) und die eichige Ungarische Centralbahn Wien-Bratislava-Budapest (1848)1850) am Süden, dann die Theissbahn Debreczen-Kosice (1860) in den östlichen Teil des Landes. Erst in den Jahren 1868-1872 ist an Norden der Slowakei eine wichtige Eisenbahnstrecke zwischen Kosic in der Ostslowakei und Bohumin in Schlesien entstanden. Sie diente zur Verbindung des reichen landwirtschaftlichen Theissgebietes und der Gebieten von Spis und Liptov (mit den Eisengruben und der Roheisenerzeugung) mit den oberschlesischen Steinkohlgruben, Eisenhütten und Eisenwerkstätten, weiter zur direkten Eisenbahnverbindung von Ungarn über Schlesien nach Galizien und Preussen.

Der Geburt dieser Strecke war nicht leicht und kurz. Schon im Jahre 1862 hatte ein Konsortium die Bewilligung zur Vorbereitungsarbeiten erreicht - am Stern des Konsortiums stand die belgische Unternehmung Gebrüder Riche mit dem - taktisch gut erwählten - ungarischen Kanzler Graf Anton Forgách. Die wiener Regierung hatte aber kein Interesse eine solche Konkurrenzbahn der mächtigen Kaiser Ferdinand Nordbahn von Wien über Mähren nach Bohumin und Galizien zu unterstützen. Erst nach langjährigen Verhandlungen und Verschiebungen hatte im Jahre 1866 die Unternehmung Gebrüder Riche und Konsorties die Konzession zum Bau und Betrieb der Eisenbahnstrecke Kosice-Bohumin (Kaschau-Oderberg) mit der Abzweigbahn nach Presov erhalten. In der Konzessionurkunde hatte die Regierung eine

Garantie des 4% Reinertrages für diese Bahn in der Zestimmten Höhe gegeben.

Gebrüder Riche gehörten aber zu solchen fremden Spekulant<sup>n</sup>, deren wichtigstes Ziel war nicht bauen, aber ohne eigenen Kapital möglichst höchsten Gewinn zu erreichen. Nach verschiedenen Transaktionen begannen sie - mit der finanziellen Unterstützung des Staates - im Herbst 1867-mit dem Bau des schlesischen Abschnittes der konzessionierten Bahn. Die kurze Eisenbahnstrecke Bohumin-Tesin (32 km) wurde zwar am 1. Februar 1869 dem öffentlichen Betrieb übergeben, aber die im September 1868 gebildete K. und k. privilegierte Gesellschaft der Kaschau-Oderberger Bahn hatte kein witeres Baukapital und wurde daher gezwungen die Konzession der mächtigen Angloösterreichischen Bank zu überlassen.

Die neue Eisenbahngesellschaft errichtete bald für die allgemeine Führung der Gesellschaft eine Generaldirektion und für die Bausaufsicht eine Baudirektion, beide mit dem Sitz in Budapest, und aufbot alle Kräfte, um die verlorenen Zeit nachzuholen und den - in der Konzessionsurkunde festgestellten Termin zur Eröffnung des Betriebes auf der ganzen Bahn (Juni 1872) - einzuhalten; dazu hatte sie nicht ganze drei Jahre.

Im Februar 1870 arbeiteten in verschiedenen Abschnitten der Strecke schor siebzehn Tausend Arbeiter, davon über fünf Tausend Handwerker; tausende von den Karren, Rollwagen und Pferden, das war - mit den Spitzhacken, Scahfeln und Schiesspulverihre einzige Ausstattung. Trotzdem war der Termin zur Eröffnung der Bahn eingehalten. Die einzelnen Abschnitte wurden dem öffentlichen Verkehr stufenweise übergeben:

Bohumin-Tesin,	31,6 km	1.2.1869
Kocise-Kusak-Presov,	33 km	1.9.1870
Tesin-Zilina,	70 km.	8.1. 1871
Zilina-Poprad,	139 km,	8.12.1871
Poprad-Spisska Nová Ves	26,6 km,	12.12.1871
Spisska Nova Ves-Kysak,	67,7 km,	18.3.1872.

So war, ein Vierteljahr vor dem Termin, der Bau der grossen nordslowakischen Einbahntransversale beendete, und die Slowakei hatte eine direkte Verbindung nach Westen und bald (im Jahre 1873) auch nach Osten erzielt. In jener Zeit war der Bau dieser eingleisigen 367 Kilometer langen Strecke eine grossartige Bauunternehmung. Die Strecke führte durch ein schweres gebirgiges Gelände, musste zwei Wasserscheide (bei Strba zwischen den Hohen und Niedrigen Tatra und bei Jablunkov an der Landesgrenze zwischen der Slowakei und Schlesien (Überschreiten, die Wasserströme von Hornád, Poprad, Váh, Orava, Kysuca usw. mit vielen Brücken überqueren und die Begangsläufer mit vier Tunneln durchbrechen. Ingesamt musste man fast neun Millionen M<sup>3</sup> des Erdgeruchs und Gesteins abgraben, ausbrechen und verschieben; die Dämme erreichten eine Höhe von 23 Meter und die Einschnitte 26 Meter. Die Brücken auf der slowakischen Seite waren überwiegend eiserne Fachwerkbrücken, auf der schlesischen Seite provisorische Holzbrücken. Die Brücken und die Durchlässe (an der Hauptstrecke und Abzweigstrecke insgesamt 937 (hatten im ganzen 3830 Meter Leichtweite. Die Gesamtlänge von vier Tunneln bei Tahanovce, Margecany, Strecno und Jablunkov betrug 2220 Meter.

Die Schienen des Oberbaues hatten zwischen Kysak und Bohumin 6,5 Meter und zwischen Kosice und Presov 4,25 Meter Länge und wogen 32,5 und 34,5 kg/m. Sie stammten teilweise von Belgien und England, teilweise von den schlesischen und ungarischen Eisenhütten.

Die ganze Kaschau - Oderberger Bahn (mit Abzweigbahn nach Presov) hatte 34 Bahnhöfe mit 226 Weichen (durchschnittlich 6 Weichen in einem Bahnhof), 8 Drehscheiben mit Durchmesser 5,69 M und 19 mit Durchmesser 4,42 M. Man musste auf der Hauptstrecke und Abzweigstrecke 350 Gebäude, davon 245 Wachtelhäuser, erbauen. Die Zwischenbahnhöfe hatten gewöhnlich nur zwei Gleise für die Kreuzung der Züge und ein stempfes Gleis für die Abstellung von Güterwagen.

Zur Sicherung des Betriebes wurde neben der Strecke eine Telegraphenleitung von Eisendraht mit Durchmesser von 5 mm erbaut. Die Bahnhöfe wurden mit Morse Telegraphenapparaten ausgestattet. Zur Streckensignalisation dienten elektrische Glockensparate. Vor und hinter jedem Bahnhof wurde ein drehbarer Raumabschlussignal zur Deckung der Station aufgestellt.

Schon im Jahre 1868 hatte die Kaschau - Oderberger Eisenbahngesellschaft in den österreichischen Wertstätten in Wiener Neustadt sieben Drillingslokomotiven Reihe IIIa später bekamen sie die Reihe 321.1 bestellt. Dann folgten die österreichischen Zwillingslokomotiven Reihe IIa (später 221.0) für Personenzüge und die ungarischen Drillingslokomotiven Reihe IIIb<sub>1</sub> und IIIb<sub>2</sub>. Diese Lokomotiven wogen durchschnittlich 30 Tonen leer und höchstens 36 Tonen ausgerüstet. Im ersten Jahre des Betriebes auf der ganzen Strecke (1873) hatte die Eisenbahngesellschaft im Betrieb 51 Lokomotiven (6 für Personen- und 45 für Güterzüge), 73 Personenwagen I. - IV. Klasse und 791 Güterwagen von Firma Ganz in Budapest.

Nach der ersten Fahrordnung für die ganze Strecke (1.7. 1872) verkehrten zwischen Kosice und Bohumin: 1 Paar Personenzüge und 1 Paar Gemischterzüge mit der Reisezeit 13 St. 18. Min. Die Schnelligkeit der Personenzüge wurde in der Dienstfahrordnung (gültig von 16.11.1873) auf 25,8 - 35 km/St. festgestellt. Ausserdem verkehrten auch die Züge in den einzelnen Streckensabschnitten Bohumin - Tesin, Bohumin - Vrutyky, Vrutyky - Kosice, Kosice - Presov, Spisska Nova Ves - Kosice usw.

In den siebziger Jahren, in der Zeit der wildesten Eisenbahnpekulation, charakteristisch mit der rücksichtslosen Raubgier und Gewinnsucht nicht nur der Eisenbahnkonzessionäre und Unternehmungen, sondern auch der hohen Staatsangestellten und der ungarischen Edelleute, wurden die Betriebströme der Kaschau-Oderberger Bahn durch den Bau der wichtigen Anschlussbahnen verstärkt. Als erste wurde schon im Jahre

1872 die Strecke Zvolen-Vrutky (Ungarische Staatsbahn) eröffnet, im Jahre 1873 wurde Kosice durch die ausgebauten Strecken der Ungarischen Nordostbahn über Cop mit dem Osten, und im Jahre 1876 über Presov mit Tarnow in Galizien verbunden. (Der Bau der wichtigen Waagtalbahn von Komarno und Bratislava nach Zilina erst später - im Jahre 1883- beendet).

Nach dem kritischen Jahre 1873, mit einem Krach auf der Wiener Börse kamen die finanziellen Schwierigkeiten auch für die Kaschau-Oderberger Bahn. Die Staatseinleihen ermöglichten aber diese allgemeine Krisis der Eisenbahngesellschaften zu überwinden; im Jahre 1879 brauchte die Kaschau-Oderberger Bahn im österreichischen (schlesischen) Abschnitt mit der grossen Kohleförderung gar keine Staatsgarantie, und konnte in den Jahren 1887-1889 die vom Staat ausgezahlten Garantiesummen zurückzahlen. Der Ungarische bzw. der slowakische Streckenabschnitt blieb aber - trotzdem guten Wirtschaften - weiter von der Staatsgarantien abhängig.

Im Zeitraum bis zum 1. Weltkrieg 1914-1918 wurde die Kaschau-Oderberger Bahn mit 21 Lokalanschlussbahnen ergänzt. Die Betriebsströme auf der Hauptstrecke stärkten sich, so dass in den Jahren 1898-1915 musste die Gesellschaft die Strecke Zilina-Bohumin schrittweise mit zweiten Gleis ausstatten. Nach dem ersten Weltkrieg und nach der Entstehung der Tschechoslowakischen Republik wurde der Betrieb auf der ganzen Strecke von den Tschechoslowakischen Staatsbahnen (CSD) übernommen. (Die Verstaatlichung der Bahn dauerte - mit grossen politischen Schwierigkeiten - bis zum Jahre 1949).

Zwischen den beiden Weltkriegen wurde (im Zeitraum 1935-1940) ein zweites Gleis in einem Streckenabschnitt Zilina-Vrutky mit zwei grossen Waagbrücken und zwei Tunneln bei Strecno erbaut. Diese kostspieligen Bauten wurden in dem letzten Kriegsjahre 1945 zerstört; die nazistischen Armeen vernichteten bei dem Rückgang unter dem starken Druck der siegreichen Roten Armee einen grössten Teil des slowakischen Eisenbahnnet-

zes; 71% von der Gesamtlänge der Strecken mit 31 Tunneln und 800 Grösseren Brücken, wurde damals gesprengt oder (der Oberbau) zerackert.

Nach dem zweiten Weltkrieg musste man zuerst die grossen Schäden auf den slowakischen Eisenbahnstrecken rasch beseitigen - zuerst provisorisch (die Brücken), dann definitiv. Die Bedeutung der Eisenbahnstrecke Cierna nad Tisou-Kosice-Zalina ist rasch gewachsen, die starkenden Verkehrsströme zwischen der Tschechoslowakischen sozialistischen Republik und der Sowjet Union zwangen zur Erhöhung der Betriebsfähigkeit dieser zwischenstaatlichen Hauptstrecke. Es war nötig die angefangene Verdoppelung der Strecke rasch beendigen, die Strecke zu elektrifizieren, die Sicherungsanlagen zu modernisieren usw. Es begann der Umbau der "Strecke der Freundschaft".

Dabei ging es nicht nur um die Errichtung des zweiten Gleises, aber hauptsächlich um den Umbau der Unterbaues mit Streckenverlegungen für die maximale zulässige Geschwindigkeit 100 bis 120 KM/St, ausnahmsweise (in den kurzen Streckenabschnitten) 80-90 km/St. Die Gesamtmenge der Erd- und Steinarbeiten betrug 7 Millionen  $M^3$ , d.h. fast so viel, wie bei dem Bau der ursprünglichen Strecke. Auf der Strecke wurden fast 30 stählernen Fachwerkbrücken mit der Spannweite von 20 bis 69M erbaut; die grösste von ihnen, sg. "Ruziner Viadukt über Hornád, hat vier Brückenfelder jedes mit der Lichtweite 69M. Man musste sechs neue zweigleisige Tunnel durchbrechen, und zwei eingleisigen Tunnel bei Strecno, die während des Krieges vernichtet wurden, erneuern; der grösste von ihnen, sg. "Bujanover Tunnel", ist mit der Länge 3410 M - der grösste zweigleisige Tunnel in der CSSR. Die umgebauten Streckenabschnitte wurden fortschreitend in den Jahren 1946-1955 dem Betrieb übergeben.

Gleichzeitig mit dem Umbau der Strecke wurde mit der Elektrifizierung des Betriebes und mit der Errichtung der automatischen Streckensicherungseinrichtung begonnen. Mit der

Elektrifizierungsarbeiten wurde im Jahre 1949 in dem Abschnitt Spisska Nova Ves-Zilina begonnen und der elektrische Betrieb wurde hier am Anfang 1956 eröffnet. Die Elektrifizierung der ganzen Strecke Novy Bohumin-Cierna nad Tisou wurde im Jahre 1964 beendet.

Auch Aufbau der automatischen Streckensicherungseinrichtung ist in dem grossen Teil der Strecke schon fertig.

Mit dem Umbau der "Strecke der Freundschaft" hängt natürlich auch der Aufbau eines grossen Umladebahnhofes zwischen der CSSR und der Sowjet Union in Cierna nad Tisou.

Usammen das ist aber ein selbständiges Tema für die Eisenbahnhistoriker.

Я.И. Водяницкий (СССР)

## ИЗ ИСТОРИИ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ В СССР

В дореволюционной России строительные работы, как правило, осуществлялись с применением примитивных средств (носилки, тачки, "коз" и др.). Объясняется это наличием в царской России дешевого ручного труда, сезонность выполнения строительных работ, длительными сроками возведения зданий и сооружений, ограниченной этажностью зданий и столь же ограниченным перечнем применявшихся строительных материалов (преимущественно мелкоштучного кирпича).

Правда, история отечественной строительной техники знает немало примеров блестящего решения сложнейших инженерных задач подъема и перемещения тяжеловесных и громоздких грузов. Различные подъемные машины и устройства (вороты, лебедки и полиспасты, домкраты, стационарные и передвижные краны) успешно использовались в строительстве на протяжении XV-XIX вв. Но использование это в силу указанных условий носило единичный характер.

Ко времени промышленного подъема девяностых годов прошлого столетия переход от ручного труда к машинному вызвал необходимость в организации подъемно-транспортного машиностроения внутри страны. К этому времени относится начало позаказного выпуска различных кранов, главным образом для удовлетворения нужд металлургической, машиностроительной и судостроительной промышленности.

По статистическим сведениям, относящимся к 1912 г., выпуск различного подъемно-транспортного оборудования в России составлял в ценностном выражении около 3,8 млн. рублей, не превышая 1,6% стоимости всей продукции машиностроительной промышленности России.

Производственные программы русских машиностроительных заводов не предусматривали выпуск оборудования (кроме простейшего) для механизации строительных работ, хотя его изготовление не составляло для них каких-либо затруднений. Отсутствие сколько-нибудь достаточного спроса на такое оборудование делало явно невыгодным освоение его выпуска машиностроительными заводами внутри страны. Только Великая Октябрьская социалистическая революция изменила отношение к развитию механизации труда в строительстве и производству подъемно-транспортного оборудования.

На начальном этапе восстановления народного хозяйства использовалось преимущественно старое подъемно-транспортное оборудование, перешедшее от дореволюционного времени.

Ввиду слабости отечественного машиностроения Советское правительство вынуждено было прибегнуть в 20-х годах к закупкам грузоподъемных машин за границей. Но одновременно предпринимались меры по организации выпуска подъемно-транспортных машин на отечественных заводах.

В 1928-29 хозяйственном году выпуск строительного оборудования в стране достиг в стоимостном выражении 6 млн. руб., а импорт этого оборудования составил 0,7 млн. руб. Общее количество машин на стройках было к этому времени еще не велико. Тем не менее, в городском строительстве нашли применение передвижные ленточные конвейеры, подъемники и краны-укосины, позволившие вытеснить тяжелый труд подносчиков строительных материалов. Машинный парк крупных строительных организаций постепенно пополнялся импортными строительными машинами, в том числе несколькими передвижными башенными кранами, закупленными у германских фирм.

Для выполнения грандиозных строительных работ в годы первых предвоенных пятилеток требовалось дальнейшее развитие и широкое применение подъемно-транспортных машин. В этих целях во все возрастающих количествах выпускали стационарные мачтово-стреловые краны грузоподъемностью 5; 15; 20 и 40 т, и легкие стреловые краны типа "Максим", ДИП, Т-108 и краны-укосины.

Однако применение кранов-укосин и легких стреловых кранов не могло полностью решить задачу механизации транспорта материалов на строительстве вследствие их небольшого вылета, малой грузоподъемности, малого подстрелового объема и крайне ограниченной маневренности. Потребовалось быстрее развитие отечественного производства башенных кранов, которые наиболее полно, как это выявилось в процессе эксплуатации первых импортных кранов, отвечали требованиям строительного производства.

Первые башенные краны для жилищного строительства были изготовлены по типу "Кайзер" Московским заводом "Красный металлист" в I квартале 1936 года. В том же году производство башенных кранов освоил один из ленинградских заводов, а трест "Стальпроммеханизация"

изготовил первый передвижной башенный мачтово-стреловой кран для нужд промышленного строительства. С 1938 г. завод "Красный металлист" начал выпуск кранов отечественной конструкции типа БККМ-1 грузоподъемностью до 3 т и вылетом стрелы 20 м для строительства зданий высотой до 8 этажей.

Башенные краны все в большей степени становились важнейшими средствами механизации подъемно-транспортных работ в строительстве, особенно в связи с наметившейся тенденцией возведения многоэтажных крупнопанельных зданий и сооружений. Все увеличивавшееся производство башенных кранов позволило развернуть поточно-скоростное строительство и существенно изменить технологию и организацию строительных работ.

Однако вероломное нападение фашистской Германии на Советский Союз прервало осуществление намеченной в мае 1941 года программы значительного расширения производства подъемно-транспортного оборудования в стране.

Резкий перелом в темпах внедрения башенных кранов для всех видов строительства наступил только в послевоенный период. Выпуск башенных кранов в 1950 г. в сравнении с предвоенным 1940 г. возрос в 21 раз.

Длительное время разработкой конструкций и изготовлением башенных кранов занимались в основном строительные министерства. Выпуск башенных кранов на специализированных заводах Минстройдормаша был начат только в 1950 г., но уже в 1958 г. их выпуск достиг 2387 шт. Общий годовой выпуск башенных кранов в стране к этому времени достиг рекордной цифры 4241 шт., и по ежегодному приросту и парку башенных кранов СССР прочно занял первое место в мире.

В этот период впервые в мировой практике был разработан и изготовлен ряд оригинальных новых конструкций башенных кранов. Для осуществления строительства высотных зданий в Москве в 1948-1949 гг. были созданы самоподъемные краны. Большим достижением советских инженеров явилось создание в 1952 году комбинированного приставного башенного крана-лифта для монтажа зданий любой высоты. В 1957-1958 гг. были созданы наиболее мощные в мировой практике башенные краны БК-1425 и БК-1000 для промышленного и гидротехнического строительства грузоподъемностью 75 и 50 т.

Повышение производительности кранов при крупноблочном и крупнопанельном строительстве привело к сокращению сроков и соответствующему уменьшению времени работы крана в пределах одной строительной площадки. Требования ускорения монтажа, демонтажа и перебазирования кранов с объекта на объект повлекло появление ряда новых конструкций башенных кранов со складными стрелами колоннами, быстро перевозимых с одного объекта на другой (БК-215, МСК, МБТК и др.).

Применение башенных кранов не только резко снизило трудоемкость монтажа зданий, но и послужило одной из причин научно-технической революции в характере самого строительства. Однако мощный парк башенных кранов к концу 50-х годов отличался большим разнообразием и насчитывал более 80 типоразмеров. Проведенный ВНИИСтройдормаш-

шем анализ показал, что все эти типоразмеры кранов могут быть заменены 8 типоразмерами с применением унифицированных механизмов и узлов. Социалистическое плановое хозяйство позволило в короткое время освоить серийный выпуск унифицированных башенных кранов типа КБ и полностью перевести все заводы на их производство. Это позволило на 25–30% снизить вес кранов и в 15–20 раз сократить время монтажа и демонтажа кранов на строительстве по сравнению с прежними немобильными кранами.

От копирования зарубежных кранов в начале их применения к созданию новых отечественных конструкций на уровне лучших зарубежных образцов – таков путь развития советского краностроения.

Проведенное историко-техническое исследование позволило не только воссоздать историю развития отечественного краностроения, оценить настоящее, но и сделать прогнозы на будущее. Предварительные долгосрочные прогнозы развития строительства в Советском Союзе позволили установить, что для монтажа элементов в крупнопанельном, крупнообъемном и крупноэлементном строительстве потребуются повышение основных параметров башенных кранов. Таким образом, наряду с продолжением работ по созданию большого числа модификаций на базе унифицированных узлов, одной из важнейших задач ближайших лет является разработка конструкций башенных кранов с грузовым моментом до 2500 тм и высотой подъема до 300–500 м.

Исследование показало также, что современные конструкции башенных и стреловых кранов все более сближаются между собой и что, следовательно, становится возможным и целесообразным создание универсальных монтажных кранов, особенно существенное для перспективного развития промышленного строительства.

Выявлено, что некоторые ранее применявшиеся прогрессивные решения в конструкциях башенных кранов со значительным эффектом могут быть возрождены на новой технической основе. Примером этого может служить упоминавшийся кран-лифт, используя идеи которого в 1970–1971 гг. разработан и изготовлен экспериментальный образец нового комбинированного крана, оборудованного автоматическим захватным устройством для монтажа и независимым подъемом элементов в накопитель, позволяющими в 1,5–2 раза повысить производительность в сравнении с существующими кранами.

В течение многих веков в строительных кранах при всех изменениях их конструкций неизменно сохранялась гибкая подвеска груза и простейшие захватные органы, вручную скрепляемые с поднимаемым грузом. Это не вызывало затруднений, пока краны подавали мелкие грузы или контейнеры и бады. Но сохранение в современных монтажных кранах гибкого подвеса и ручных захватных устройств приводит к резкому возрастанию непроизводительных затрат времени. Даже на передовых стройках на установку одного элемента затрачивается 10–20 мин, из которых на ручные операции расходуется от 70 до 90% времени. Это несоответствие между методами современного сборного строительства и конструкциями строительных кранов может быть преодолено заменой гибкого подвеса жесткими связями и применением автоматических захватных органов.

При этом становится целесообразным возвращение к гидроприводу. Но современный гидропривод, в котором в качестве жидкости используется масло, находящееся под давлением до 250 атм, конечно, отличается от гидропривода третьего столетия.

Все основные положения проведенного исследования положены в основу перспективного развятия отечественного краностроения.

Так, пользуясь методом историко-технического исследования, изучая прошлое, лучше осмысливая настоящее, мы наиболее обоснованно прогнозируем будущее.

G. Goldbeck (HRI)

DIE ATMOSPÄRISCHE VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE  
ALS VORLÄUFER DES VIERTAKTMOTORS

Die Versuche, einen Verbrennungsmotor zu schaffen, beginnen am Ende des 18. Jahrhunderts. Es war nahe liegend, wie bei der Dampfmaschine den Druck der Verbrennungsgase unmittelbar auf den Kolben wirken zu lassen. Ein anderer Weg war, die Explosion zur Herstellung eines Unterdruckes im Zylinder zu benutzen, so dass der Druck der Atmosphäre den Kolben zur Arbeitsleistung bewegen konnte. In dieser Weise hatte schon die Dampfmaschine von Newcomen, ein Vorläufer von James Watt, gearbeitet. Nach diesem Prinzip hatte Huyghens 1673 eine Kraftmaschine probiert, in der Pulver verbrannt wurde. Im 19. Jahrhundert sind von mehreren Erfindern Motoren nach atmosphärischem Prinzip vorgeschlagen worden, aber nur drei Ingenieure kamen zu gangbaren Motoren: Assac de Rivaz (1752-1828), Augenio Barsanti (1821-1864) und Nikolaus August Otto (1825-1891). Von diesen gelang es nur Otto, seinen Motor in die Praxis zu bringen. Die beiden anderen Erfinder blieben im Versuch stecken.

Im atmosphärischen Motor wird ein Unterdruck im Arbeitszylinder dadurch erzeugt, dass nach der Verbrennung des Kraftstoffes im Zylinder, die ohne vorherige Verdichtung erfolgt, die Gase sich abkühlen und kondensieren. In einem senkrecht stehendem Zylinder wird das als Kraftstoff benutzte Gas mit Luft gemischt und unterhalb des Kolbens entzündet, wenn dieser sich in seiner unteren Stellung befindet. Die Explosion schleudert den Kolben nach oben, ohne dass während dieses Aufwärtsganges Arbeit nach aussen geleistet wird. Die Verbrennungsgase kühlen sich ab und ihr Druck sinkt unter den Druck der Atmosphäre. Jetzt kann die Aussenluft den Kolben in den Zylinder herunterdrücken. Das Gewicht des Kolbens unterstützt die arbeitsleistende Kraft der Atmosphäre.

Allen atmosphärischen Motoren gemeinsam ist daher ein Arbeitskolben in einem stehendem, oben offenem Zylinder. Die Kolbenstange muss mit der Motorwelle so in Zusammenhang stehen, dass beim Aufwärtsgang keine Verbindung vorhanden ist. Erst beim Abwärtsgang überträgt die Kolbenstange ihre Kraft auf die Motorwelle. Damit wird erreicht, dass der Explosionsstoss vom Triebwerk ferngehalten wird. Nur der Druck der Aussenluft leistet stossfrei Arbeit. Abgesehen von der Beschaffung des Gases und der Zündung ergeben sich aus dem atmosphärischen Prinzip zwei konstruktive Probleme: Die Durchführung des Ladungswechsels und die Verbindung der Motorwelle mit der Kolbenstange, wenn diese den höchsten Punkt erreicht hat und beginnt, hinunter zu gehen. In der betriebssicheren Lösung dieser Probleme lag der Schlüssel zum Erfolg.

Isaac de Rivaz betätigte sich als Unternehmer und Politiker im Kanton Waadt im Südwesten der Schweiz. Nachdem er mit unzureichendem Erfolg einen Dampfwagen versucht hatte, wandte er sich dem Verbrennungsmotor zu, von dem er die Motorisierung des Verkehrs erhoffte. Seine Versuche gipfelten schliesslich 1817 in einem grossen Wagen, auf den er einen

atmosphärischen Motor gestellt hatte. Zum Ladungsweehsel be-  
sass dieser Motor am unteren Ende des Arbeitszylinders einen  
Hilfzylinder, dessen Kolben Ansaugen den Gas-Luft-Gemisches  
und Austreiben der verbrannten Gase besorgt. Geht der Hilfs-  
kolben nach unten wird erst Luft Und dann Gas aus einem mit-  
geführten Behälter angesaugt. Dann erfolgt die elektrische  
Zündung und der Arbeitskolben wird nach oben geschleudert.  
Die Kolbenstange steht mit einer Klinke in Verbindung, die  
beim Abwärtsgang der Kolbenstange in ein Zahnrad auf der Mo-  
torwelle greift, von der eine Achse des Wagens angetrieben  
wird. Diese Kraftübertragung zwischen Kolbenstange und Motor-  
welle brach nach kurzer Fahrtstrecke und der erste Automobil-  
versuch war zu Ende. Da es Rivaz auch nicht gelungen war,  
den Hilfskolben von der Motorwelle aus automatisch zu betä-  
tigen, musste eine auf dem Wagen mitfahrende Person den Hilfs-  
kolben den Spiel des Arbeitskolben entsprechend bewegen. Auch  
die Zündung wurde von Hand geschaltet. Es war also noch kein  
automatisch arbeitender Motor. Doch war Rivaz der erste, der  
ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor gebaut und versucht hat,  
70 Jahre bevor das Automobil Wirklichkeit wurde.

Eugenie Barsanti war Lehrer der Physik in Florenz. Im  
Unterrivht zeigte er die Explosion brennbarer Gase nach Zün-  
dung durech einen elektrischen Funken. Die Kraft solcher  
kleinen Explosionen brachte ihn auf den Gedanken, eines Ver-  
brennungsmotor zu bauen. Auch er erkannte, dass das atmosphä-  
rische Verfahren am sichersten zu verwirklichen war. Nach lan-  
gen Versuchen mit verscheidenen Konstruktionen gelangte er zu  
einem Motor, von dem er glaubte, dass er für die Praxis bet-  
riebssicher sein würde.

Der wesentliche Fortschritt gegenüber Rivaz ist, dass der  
gleichfalls unten am Zylinder angebrachte Hilfskolben von der  
Motorwelle aus betätigt wurde. Auch die elektrische Zündung  
konnte automatisch geschaltet werken. Für die Kraftübertra-

gung verwandte Barsanti wie Rivaz ein Klinkengesperre, gewiss aber in besserer Ausführung als es Rivaz hatte fertigen lassen können. Selbst wenn diese Übertragung den Bennisprechungen stand hielt, blieb sie ein grundsätzlich unsicheres Element des Motors. Ladekolben und Zündung werden von der ziemlich gleichmässig umauffenden Motorwelle hetätigt. Aber die Bewegung des Kolbens steht in keinem sicheren Zusammenhang mit dem Umlauf der Welle. Die Hubhöhe ist durch wechselnd Verbrennungen verschieden hoch, die Dauer des Abwärtsganges ist abhängig von der Belastung des Motors durch die anzutreibende Arbeitsmaschine. Auch setzt gewiss die Zündung nicht sofort beim Einschalten des Zündstromes ein. Dadurch ist die Dauer des Kolbenspieles ungleich, es besteht kein Synchronismus mit der Drehbewegung der Welle. Wenn aber das Spiel des Arbeitskolbens nicht synchron mit der Bewegung des Ladeskolbens ist, kommt die Maschine ausser Takt und bleibt stehen. Rivaz hatte diese Schwierigkeit dadurch umgangen, dass er den Hilfskolben von Hand bätätigen liess, wobei sich der Bedienungsmann nach dem Takt des Arbeitskolbens richten konnte.

Trotzdem gelang es Barsanti, das Interesse der Maschinenfabrik Cockerill in Lüttich zu erregen. Im März 1864 brachte er seinen Motor dorthin und es gelang ihm, den Motor den belgischen Ingenieuren zu ihrem Erstaunen einwandfrei arbeitend vorzuführen. Aber unglücklicherweise starb Barsanti, der schon lange leidend und auch halbblind war, in Lüttich bevor die Verhandlungen abgeschlossen waren. Seine Arbeit am Motor blieb unvollendet, da Cockerill sich nicht entschloss, den Motor ohne die Mitarbeit des Konstrukteurs zu bauen. So bleibt es also offen, ob der Motor von Barsanti wirklich für die Praxis geeignet war.

Glücklicher als Barsanti war der Kölner Erfinder Nikolaus August Otto. Er war 1860 durch die Nachrichten vom Motor des Franzosen Lenoir auf den Verbrennungsmotor gemacht worden und hatte die Bedeutung des Motors für Gewerbe und

Verkehr erkannt. Bei seinen Experimenten mit einem Motor nach System Lenoir erfand er das Viertaktverfahren, konnte dies aber nicht verwirklichen, da die Explosionsstöße zu stark waren, die seinen Motor zerstörten. Als Ausweg ging er nach dem Vorbild der atmosphärischen Dampfmaschine zum atmosphärischen Verbrennungsmotor über. Mit einem gangbaren Motor gewann er 1864 den Ingenieur Eugen Langen zur Gründung einer Motorenfabrik, der späteren "Motorenfabrik Deutz".

Hier vollendeten sie den Motor.

Konstruktiv beruhte dieser Erfolg auf der sicheren Lösung der beiden Hauptprobleme des Motors. Otto benutzte den Arbeitskolben selbst zum Ladungswechsel. Der Kolben fällt bei Ende des Arbeitsganges auf den Zylinderboden und treibt die Gase aus. Wenn der Kolben unten angekommen ist, wird er durch einen vom Schwungrad betätigten Mechanismus angehoben. Das Anheben des Kolbens zum Ansaugen der frischen Ladung ist also von der Stellung des Kolbens und nicht von der von ihm unabhängigen Motorwelle bestimmt. Das andere wichtige Element des Motors von Otto und Langen ist eine Reibungskupplung zwischen Motorwelle und Kolbenstange. Sie ergreift stossfrei die Motorwelle, wenn die Kolbenstange beginnt, abwärts zu gehen. Die Zündung erfolgt zeitlich in Abhängigkeit von der Stellung des Kolbens durch eine Gasflamme. Die teuren galvanischen Elemente fallen weg. Der Gasverbrauch war, wie auf der Weltausstellung in Paris 1867 festgestellt worden ist, nur ein Drittel des Verbrauchs beim Lenoir-Motor. Die Produktion des Atmosphärischen Motors von Otto und Langen übertraf die Produktion des etwa gleichzeitigen Lenoir-Motors. Insgesamt wurden rd. 5000 Motoren mit Leistungen von 1/2 - 3 PS hergestellt. Davon wurden in England rd. 1500 Stück hergestellt. Auch nach Russland wurden Motoren geliefert.

Rückblickend erscheinen die Motoren von Rivaz, Barsanti und Otto als eine folgerichtige Reihe von verbesserten Ausführungen eines Verfahrens. Das atmosphärische Prinzip wurde

gewählt, weil es die Wirkung des Explosionsstosses auf das Triebwerk ausschaltete. Es stellte bestimmte Probleme, die zu gleichartigen Lösungen führten. Erst die konstruktive Qualität, Einfachheit und Betreibssicherheit führten zum Erfolg. Es ist gewiss, dass Barsanti den Motor von Rivaz nicht gekannt hat und Otto hörte erst von Barsanti als sein Motor bereits drei Jahre im Versuch war. Barsanti und Otto standen bessere Mittel zur Verführung als Rivaz sie besass, dessen Arbeit hoch bewertet worden muss. Barsanti konnte nicht zu der Einfachheit finden, die Ottos Maschine auszeichnet, aber seine Zähigkeit ist bewundernswert.

Für Otto war der Atmosphärische Motor die Vorstufe zu seinem späterem Motor. Am atmosphärischen Motor studierte er die Verbrennungsvorgänge, um den Explosionsstoss durch richtige Gemischbildung beherrschen zu können. Im Jahre 1876 schuf er dann mit seinem Viertakt-Gasmotor den entwicklungsfähigen Verbrennungsmotor, auf dem die weitere Entwicklung des Motors beruht. So ist der atmosphärische Motor eine wichtige Stufe im Werden des Verbrennungsmotors.

Младен Г. Цонев (НРБ)

## О РАЗВИТИИ СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ В ЭПОХУ МАНУФАКТУРЫ

(На примере истории техники в Болгарии)

Развитие автоматики на протяжении веков шло в основном по двум направлениям. Первое из них характеризуется разработкой самодействующих механических устройств, имитирующих те или иные действия живых существ. Подобные уникальные устройства иллюстрировали высокие достижения изобретательской мысли, но прямого практического значения для развития производства не имели.

Это направление истории развития автоматики сравнительно хорошо изучено. Значительно менее знакомо второе направление развития автоматики, связанное с использованием автоматических устройств (средств автоматического управления, контроля и регулирования) для

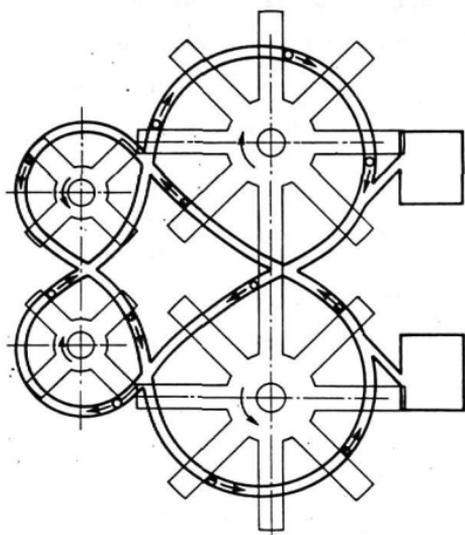


Рис. 1. Схема движения цевок с пряжей в машине для сплетения шнуров эпохи Болгарского возрождения

По данньм с натурь

осуществления производственных процессов без непосредственного участия человека.

Некоторые средства автоматки (СА) второго направления появились на самых ранних этапах развития техники (их представителями являются, например, ловушки охотничьих племен первобытного общества). Но история СА второго направления начинается, по существу, с развития элементов машин и механизмов в конце эпохи феодального способа производства. Благоприятной основой для развития СА послужила мануфактура со своим широким разделением труда между участниками производственного процесса.

Между двумя основными направлениями развития автоматки существует определенная связь, которая может быть продемонстрирована на примере истории машины для сплетения шнуров. Сначала сплетение нитей осуществлялось вручную, но в конце XVIII в. в Болгарии начинается широкое применение специфической технологической машины – флектмашины. В этой машине СА обеспечивается плавное, строго последовательное движение цевок с пряжей и их взаимное перекрещивание для образования оригинального болгарского шнура – так называемого гайтана, служащего для окантовки национальной одежды болгар.

Движения цевок в флектмашине и траектория рабочих каналов (рис.1) сильно напоминает аналогичные элементы средневекового театра кукол-автоматов, что свидетельствует о преемственности в развитии двух направлений автоматки.

Для развития болгарской технической мысли исключительное значение имело освоение производства механических часов, "первого автомата, употребленного для практических целей" (К.Маркс). Производство башенных часов в Болгарии (в XVIII и XIX вв.) послужило основной для становления отечественного машиностроения, а элементы механизмов хода и боя часов были удачно использованы для создания других

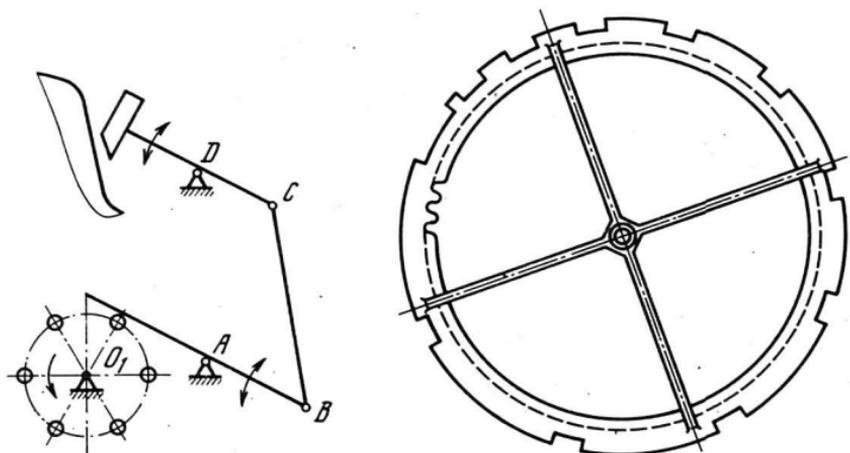


Рис. 2. Кинематическая схема действия молота башенных часов  
По данным с натуральных образцов (XVIII в.)

Рис. 3. Счетный диск механизма боя башенных часов

СА, предназначенных, главным образом, для применения в технологических машинах.

Необходимо подчеркнуть, что часовой механизм в эту эпоху является самым характерным примером единой динамической автоколебательной саморегулирующейся системы. По существу, часы – это целый комплекс СА, действующих согласованно. Башенные часы – не только средство производства равномерного движения. Их механизм боя осуществляет и неравномерное, весьма сложное, строго рассчитанное движение, необходимое для нанесения точного числа ударов молота часов (рис. 2). Счетный диск механизма боя является первым примером разработки средств программированного регулирования (рис. 3).

Элементами СА насыщена и лесопильная установка, освоенная в самом начале эпохи мануфактуры<sup>1</sup>, одна из самых ранних технологических машин в Болгарии. Здесь впервые успешно решена сложная техническая задача согласования непрерывной подачи бревна по мере распиливания с возвратно-поступательным движением пилы (рис. 4), что происходит без какой-либо помощи со стороны человека. Как видно из рис. 4, вращение передается от вала рабочего колеса раме, несущей пилу, а посредством рычажно-храпового механизма осуществляется перемещение салазок с бревном.

<sup>1</sup> Мануфактура в Болгарии охватывает период от второй половины XVIII до 70-х годов XIX века.

Рис. 4.

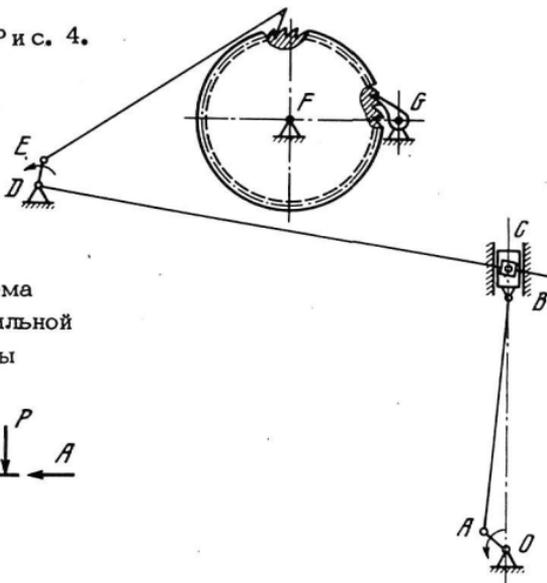


Рис. 4. Кинематическая схема механических передач лесопильной установки эпохи мануфактуры

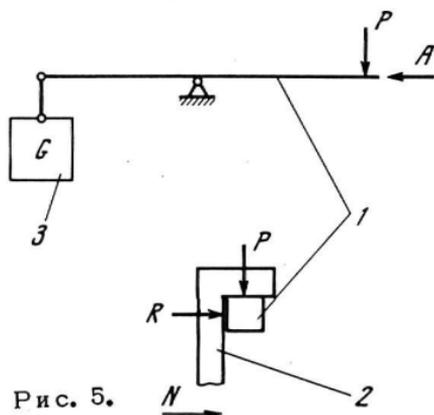


Рис. 5. Схема действия системы для автоматической остановки движения салазки лесопильной установки после окончания рабочего цикла

1 — рычаг; 2 — Г-образный крюк; 3 — затор

Для многократного повторения в определенной последовательности одних и тех же операций (в сукновальном, кузнечном и металлургическом пространствах) применяются несколько видов механических средств, первое место среди которых занимают кулачковые механизмы. Их достоинство в качестве СА — сравнительно легкое осуществление заданного закона движения рабочих органов. Поэтому они и до сегодняшнего дня находят применение в СА, наряду с системами программно-электронного управления.

В механических устройствах мануфактуры широко встречаются и средства автоматического контроля и, прежде всего, его простейший вид — автоматическая сигнализация. Применяются, главным образом, две группы средств автоматической сигнализации.

а. Средства автоматической сигнализации о нарушении рабочего процесса производства. К этой группе относятся, например, простейшие рычажные устройства, реагирующие на обрыв нити в машине для сплетения шнуров. В качестве воспринимающего органа (чувствительного элемента) здесь используется небольшой рычаг в форме деревянного ножа, удерживаемый нитками цевок. Как только нить оборвется, рычаг падает между цевками и останавливает движение.

б. Средства автоматической сигнализации об окончании определенного цикла производственного процесса.

Устройство этой группы использовались, например, в лесопильных установках Болгарии. После выхода пилы из обрабатываемой среды (бревна) сразу включается рычажная система, которая опускает затвор, прекращающий доступ воды к колесу и при отсутствии человека (рис. 5).

На рис. 5 стрелкой А обозначено направление движения салазок, Р — первоначальная прикладываемая сила для подъема затвора З, R — сигнализирующие усилие-толчок от салазок об окончании цикла. Это усилие выводит из-под опоры крюка 2 конец рычага 1, вследствие чего затвор свободно идет на закрытие под действием собственной тяжести.

Средства автоматического регулирования в этом периоде представлены прежде всего маятником механических часов, который обеспечивает равномерное движение механизма хода часов.

Самый древний регулятор, однако, обнаруживаем в водяной мукомольной мельнице. Это Г-образный рычаг, один конец которого связан с подвижной частью ящика, наполненного зерном, а другой — конец свободно подпрыгивает по верхней поверхности вращающегося жернова. Этим устройством предельно упрощенно регулируется подача зерна на жернов. По существу, это прообраз скоростного регулятора. Он автоматически реагирует на изменение угловой скорости жернова, увеличивая (вибрацией) или уменьшая количество ссыпавшихся зерен. Тем самым непрерывно восстанавливается равновесие между моментом движущих сил и моментом сил сопротивления.

В часах и в водяной мельнице действуют СА, в которых впервые осуществлена обратная связь, один из самых существенных элементов современной автоматики.

Существует обособленно еще одна группа СА, при которой эффект автоматического управления заложен не в движении звеньев, а в конструктивной форме. Так, например, в валяльной машине обеспечено автоматическое перевертывание сукна после каждого удара молота за счет рационального выбора формы корыта и ударной поверхности молота.

Автоматическое переворачивание материала осуществлено и в оригинальной болгарской конусообразной стиральной водяной установке, нашедшей применение во время Возрождения в горных районах страны.

## Выводы

1. СА эпохи мануфактуры являются закономерным результатом развития генеральной линии научно-технического прогресса — стремления материализовать трудовые функции человека в технических устройствах, включая и его контрольно-управляющие функции в процессе труда.

2. Рассматриваемые СА отличаются изяществом технического решения. Они являются продуктом и — в рамках отдельно взятой страны —

своеобразным памятником находчивости, остроумия и технического таланта народных мастеров эпохи мануфактуры.

3. Возможности СА, разработанных в эпоху мануфактуры, все-таки относительно ограничены. Так, например, автоматический контроль, по существу, пассивный. Он только выявляет нарушения правильного хода технологического процесса, но не способен вносить коррективы в ходе самого процесса.

Замкнутый автоматический цикл существует только в часах, а во всех остальных случаях цикл прерывается и возобновляется только после вмешательства человека.

4. Технические решения, найденные в эпоху мануфактуры в области создания СА, обладают значительной живучестью – они послужили в качестве основы для создания СА машинного периода и сохранились до сегодняшнего дня.

Е.Л. Немировский (СССР)

#### ФОТОНАБОРНЫЕ МАШИНЫ, ИХ ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

Данная статья представляет собой попытку дать обзор одного из основных направлений научно-технического процесса современной полиграфической техники – фотографического набора. Полученные результаты в дальнейшем будут использованы для футурологической проработки вопроса.

Идея фотографического набора впервые была сформулирована в 90-х годах XIX в. Это были годы бурного роста и широкого распространения всевозможных фотомеханических способов изготовления иллюстрированных печатных форм. Естественным было стремление распространить эти способы и на изготовление текстовых форм.

Изобретение фотографического набора связано с именами трех людей, работавших независимо один от другого в трех странах – Венгрии, Англии и России. В 1894 г. венгр Е. Порцольт патентует буквопроецирующую фотонаборную машину, снабженную непрозрачным барабаном, несущим изображения шрифтовых знаков. В 1895 г. англичанин В. Фриз-Грин предложил строкопроецирующую машину с групповыми матрицами. И. Порцольт и Фриз-Грин предполагали фотографировать шрифтовые знаки в отраженном свете. Принцип фотографирования в проходящем свете вводит в фотонабор русский изобретатель В. А. Гассиев, работавший в этой области с 1894–1895 гг. Гассиев впервые применил групповой носитель в виде непрерывно вращающегося литерного диска. На этой машине 11 сентября 1897 г. был произведен первый известный нам опыт фотографического набора.

В первые три десятилетия XX в. проблема фотонабора интересовала многих изобретателей. Назовем машину англичанина З. Хентера, который успешно решил сложную проблему выключки и впервые в фотонаборе использовал принцип предварительного программирования

текстового сообщения в виде комбинации отверстий на перфорированной ленте. Первой фотонаборной машиной, использовавшейся в промышленности и выпускавшейся в 30-х гг. небольшими сериями, был "Угертип" вергерского изобретателя Э. Угера. Важным этапом в развитии фотонаборной техники было предложение американцев С. Фризмана и О. Блума (1935), приспособивших для фотонабора широко известную строкоотливную наборную машину "Линотип".

В 1936 г. американец Г. Фройнд предложил размещать изображение литеры не на торце линотипной матрицы, а на ее плоской части. Предложение было положено в основу конструкции фотонаборной машины "Фотосеттер", серийный выпуск которой был начат фирмой "Интертайп Корп".

Английский изобретатель Дж. Вестовер в 30-х гг. работал над тем, чтобы приспособить для фотографического набора буквоотливную наборную машину "Монотип". Его предложения легли в основу конструкции машины "Ротофото", выпущенной в послевоенные годы небольшой серией. Аналогичные исследования в годы войны вела английская фирма "Монотайп Корп.", которая в 1954 г. экспонировала опытный образец, а в 1957 г. начала серийный выпуск машины "Монофото", в результате получившей широкое распространение. На 31 марта 1970 г. в Европе работало 289 машин "Монофото" - примерно 30% всего европейского парка фотонаборных машин.

"Фотосеттер" и "Монофото" - машины с оптико-механическим выбором знака. Отбор знака и вывод его на оптическую ось осуществляются здесь в принципе теми же методами, что и отбор матрицы и транспортировка ее к отливному устройству в машинах т. н. горячего набора. Производительность этих машин - 5-10 знаков в сек.

Более высокие скорости фотографирования знаков были получены на фотонаборных машинах с электро-оптико-механическим выбором знака, в которых отбор знака и точное фиксирование момента прохождения его мимо объектива осуществляется средствами электроники. Основой для таких машин послужили изобретения французов Р. Хигонне и Л. Майру, применивших, вслед за В. А. Гассиевым, в качестве матриценосителя непрерывно вращающийся литерный диск. Производительность электро-оптико-механических фотонаборных машин с литерными дисками (американская машина "Фотон", английская - "Монофото 600", советская - 2·НФА) была доведена до 40 знаков в секунду.

Параллельно с совершенствованием фотонаборных машин с подвижным литероносителем велись исследовательские поиски и в области машин с неподвижным носителем. В этой области работала, главным образом, американская фирма "Мергенталер Линотайп Ко". В 1954 г. была запатентована конструкция, в которой отбор знаков осуществлялся с помощью системы взаимно перпендикулярных маскирующих пластин, а вывод знаков на оптическую ось - системой линз-коллиматоров.

Следующий шаг в развитии фотонаборной техники был сделан с помощью ЭЦВМ, которые в послевоенные годы стали базой научно-технической революции во многих отраслях народного хозяйства. Использовать ЭЦВМ в наборной технике предложили впервые французы Г. Баль-

фур, А. Бланшар и Ф. Реймонд в 1954 г. В июле 1961 г. М. Барнетт в Массачузетском технологическом институте на ЭЦВМ "ИБМ" изготовил программу для управления машиной "Фотон" 560". В 1962 г. в Англии в Ньюкастлском университете аналогичные исследования проводил К. Дункан, используя ЭЦВМ фирмы "Ферранти" и фотонаборную машину "Монофото".

Задача ЭЦВМ в наборной технике первоначально виделась в том, чтобы осуществить автоматическое строкоделение, а затем и грамматически правильный перенос слов с обеспечением удовлетворительной выключки строк.

Кроме программирования набора, ЭЦВМ уже в настоящее время успешно используют для целей корректуры. Наиболее перспективным представляется использование запоминающих ЭЦВМ в качестве своеобразных литероносителей, емкость которых практически неограничена. Эта возможность, а также чрезвычайно высокая производительность ЭЦВМ, создали предпосылки для их совместного применения с фотонаборными машинами с электронолучевыми трубками (ЭЛТ).

Первые опыты воспроизведения шрифтовых знаков на экране ЭЛТ (с целью оценки ее качества) были предприняты еще в 1938 г. инженером завода "Светлана" в Ленинграде И.П. Поляковым. Однако прошло около 10 лет, прежде чем эта идея была использована в наборной технике. Заявка на первую фотонаборную машину с ЭЛТ была подана фирмой "Мергенталер Линотайп Ко" в 1948 г. В основу конструкции положен принцип развертки оригинального изображения шрифтового знака с помощью передающей ЭЛТ и его воспроизведения на экране приемной трубки. В 1952 г. Дж. Макнейни создал фотонаборную машину "Карактрон" с ЭЛТ, воспроизводящую знак без построчной развертки его. Аналогичные устройства по сей день широко используются для знаковой индикации.

Принцип развертки с помощью ЭЛТ изображений шрифтовых знаков, помещенных на шрифтовой рамке, с последующим воспроизведением знака приемной ЭЛТ разрабатывался английскими фирмами "Макинтош" и "К.С. Поул". С 1969 г. машина выпускается серийно фирмой "Мергенталер Линотайп Ко" – под названием "Линотрон 505".

В мае 1966 г. западногерманская фирма "Р. Хелл" экспонировала фотонаборную машину "Дигисет", в которой в качестве шрифтоносителя использовано запоминающее устройство на магнитных сердечниках.

В настоящее время основу парка машинной наборной техники составляют строко- и буквоотливные наборные машины. Избирательный опрос 300 фирм США, проведенный в 1968 г., показал, что 80,3% из них используют "горячий набор" и лишь 12,2% – фотонабор. Однако прогноз развития полиграфической техники, составленный в США в том же 1968 г., предусмотрел на 1978 г. следующую расстановку машинной наборной техники: 81% – фотонаборные машины, управляемые ЭЦВМ, 11% – фотонаборные машины, 5% – автоматические строко- и буквоотливные наборные машины, 3% – другие методы. В справедливости прогноза убеждает тот факт, что крупнейшие капиталистические фирмы наборного машиностроения "Мергенталер Линотайп Ко" и "Гаррис-Интертай Корп." прекратили с 1971–72 гг. производство строкоотливных машин

на американских предприятиях и перевели последние исключительно на выпуск фотонаборной техники.

Можно предположить, что примерно к 1978 г. потребности рынка в высокопроизводительной фотонаборной технике с ЭЛТ и запоминающим устройством (ЗУ) будут насыщены, ибо 8-10 таких машин в состоянии обеспечить программирование набора для всех типографий таких крупных стран, как США. Для небольших и средних типографий будут изготавливаться машины с ЭЛТ средней производительности, осуществляющие пополосный набор и воспроизведение текста с помощью программы, изготовленной в централизованном порядке на ЭЦВМ. Будут продолжены исследовательские поиски в области машин, непосредственно изготавливающих печатную форму. Появление первых образцов можно ожидать примерно в 1974-76 гг.

M. Loria (Italie)

L'AUBE DE LA TRACTION ELECTRIQUE FERROVIAIRE

Notes Historiques sur les origines et le développement du Système triphasé. H.T.-B.F. ("Système Italien")

Les premières applications, sur une grande échelle, de la traction électrique sur rail sont dues aux Etats-Unis, par Thomas J. Sprague (un collaborateur de Edison), et ensuite, par Georges Westinghouse; et précisément avec le système courant continu basse tension, fil aérien, sur les réseaux tramviaires urbains. Ces réseaux s'étendaient déjà en Amérique, en 1899, sur plus que 300.000 kilomètres, lorsque en Europe ils ne comptaient à la même époque que 2.259 kilomètres. Le passage de la traction électrique tramviaire à la grande traction électrique ferroviaire est dû à l'Italie par l'adoption d'un système à courant alternatif.

L'initiative partit d'un groupe d'ingénieurs ferroviaires de l'"Ispettorato" du Ministère des Travaux Publics, responsable de la surveillance des 3 Sociétés privées, concessionnaires alors de l'exercice du réseau des chemins de fer

de l'Italie. Un comité d'études fut nommé en 1898. On lui proposait un thème très restreint, se bornant à considérer l'électrification de lignes existantes à trafic réduit, selon l'idée courante (fondée sur la seule expérience de la traction tramviaire) que la traction électrique fut convenable seulement pour un service à trains fréquents et légers. Mais le Comité passa outre, et il s'en suivit le premier "test d'exercice complet, comprenant voyageurs et marchandises. Le Comité accepte en effet la proposition de la Société d'exercice du Réseau Adriatique de "exploiter à titre expérimental "jusqu'à la fin de son contrat, selon les accords pris avec la Firme GANZ & C. "de Budapest, comprenant service complet voyageurs et marchandises, les lignes "Lecco-Colico-Sandrio et Colico-Chiavenna (lignes de la Valteline), au moyen "d'un transport d'énergie fournie par une dérivation du fleuve s'élevant "à 3000 HP environ, réalisé par courants triphasés haute tension".

L'intervention de la firme GANZ n'était pas fortuite. Les techniciens avaient été témoins et part même des premiers pas, modestes en dimension mais décisifs dans la substance, que GALILEO FERRARIS avait fait faire aux courants alternatifs dans son Laboratoire du Turin. Il suffit de rappeler que en 1884, dans l'Exposition Internationale d'Electricité, organisée par Galileo Ferraris dans l'Institut même où il donnait ses cours, on couronna (avec le premier transformateur de Gaulard et Gibbs, qui fut à la base de la transmission à distance de l'énergie électrique) une machine dynamo-électrique autoexcitatrice à courant alternatif présentée par la firme GANZ, au nom de son ingénieur Zipernowski, qui dirigeait depuis 6 ans son nouveau répat électrique; que en 1885, les techniciens de la GANZ, Zipernowski, Deri et Blathi, avaient construit et mis à la disposition de Galileo Ferraris un nouveau transformateur, qu'il en fit l'objet d'une étude approfondie et dont il tira la théorie générale du transformateur;

que, dans la même année 1885, Galileo Ferraris avait fait dans le même Laboratoire de Turin, les premières expérimentations de sa découverte du champs magnétique tournant. Transformateur et moteur à champs tournant sont à la base du transport à distance de l'énergie électrique sous la forme de courants alternatifs, et de son utilisation loin des centres de production, et GANZ, à par-tir de 1895, s'était dédié passionnément à l'étude expérimentale de son emploi dans la traction. Lorsque en 1898 la Société du Réseau Adriatique lança sa demande d'offre, GANZ était déjà prêt à répondre d'une manière positive aux objections courantes, concernant principalement la sécurité d'emploi des hautes tensions (63000 Volts); les difficultés provenant de la ligne aérienne à 2 fils de phase différente imposée par le système triphasé; les chutes de tension dans la voie, employée comme troisième phase; l'emploi, dans la construction des moteurs de traction de matériaux isolants tout à fait sûrs comme efficacité et comme durée. GANZ avait en outre à son service l'ingénieur Koloman Von Kando, fauteur convaincu de l'emploi du courant alternatif dans la traction électrique ferroviaire, qui allait donner, juste avec l'électrification des lignes de la Valteline, la preuve de sa qualité réalisatrice et la démonstration de l'avantage de la traction électrique, système triphasé haute tension basse fréquence, le seul système consentant alors la fabrication relativement facile de moteurs de traction de fonctionnement sûr et de durée convenable.

Le projet GANZ, qui fut accepté et mis rapidement en exécution, comprit installations fixes et matériel roulant, comme il suit:

Installations fixes: Une Centrale hydroélectrique avec 3 groupes turbine-alternateur de 1000 HP chaque, alimentée par une dérivation du fleuve Adda (canal long 1800 m.) - (alternateurs triphasés à la fréquence de 15/17 périodes/

/seconde), alimentant à travers une ligne de transmission à 15.000 Volts une série de transformateurs échelonnés le long de la ligne, baissant la tension à 3000 Volts pour l'alimentation roulant moteur (deux fils aérien et la voie comme troisième phase).

Matériel roulant: 10 automotrices pour service voyageurs (60 km/h. sur rampes de 100/000) et 2 locomotives électriques pour service de marchandises (vitesse motié), La fréquence de 15 périodes fut choisie pour pouvoir coupler directement le moteur de traction aux roues motrices sans l'intermédiaire d'engrenages réducteurs, dont la garantie de durée pour un service ferroviaire était alors douteuse. Ce fut décision courageuse, si l'on pense que le Congrès des Chemins de Fer de Londres, 1895, avait déclaré irrésolu le problème de la traction ferroviaire au moyen de locomotives électriques de grande puissance, et que, même dans le Congrès suivant de Paris (1900), c'est à grande peine que les délégués italiens réussirent à faire adopter une conclusion non complètement négative sur la traction électrique.

Le service régulier commença en 1902. Tous les problèmes basilaires de construction et d'exercice avaient dû être affrontés. Le matériel roulant offrit des solutions d'avant-garde, en partie prématurées en raison des difficultés d'exécution (comme la transmission élastique entre moteurs complètement suspendus et roues motrices), mais en général définitives comme conception, comme le "joug écossais" ou bielle triangulaire, le réostat à liquide, le réglage à puissance constante, la connexion en cascade des moteurs de traction.

Cinq années d'exploitation permirent de relever quelques inconvénients (fonctionnement de la transmission du mouvement des moteurs aux roues, et du trolley). On ajouta d'autres locomotives électriques plus puissantes. On passa une nouvelle commande de locomotives, 3 à Ganz et 2 Brown Boveri.

La Firme Brown Boveri (1), une pionnière aussi dans l'emploi des courants alternatifs dans le sillage des découvertes de Galileo Ferraris, n'était pas restée indifférente au succès de Ganz. Les 2 nouvelles locomotives présentaient unenouveauté importante: le réglage de la vitesse était assuré pour la première fois non seulement par couplage en cascade et en parallèle des moteurs de traction, mais aussi par le changement du nombre des pôles. Mais ces deux locomotives n'entrèrent jamais en service sur les lignes de la Valteline: elles furent affectées à l'exercice par traction électrique du tunnel du Simplon dès le jour de son inauguration (1<sup>o</sup> mai 1906).

Le succès éclatant de la Ganz avait en effet poussé la Brown Boveri à proposer au printemps 1905, aux C.F.F., la traction électrique triphasée pour ce tunnel. Les installations fixes furent exécutées par Brown Boveri même, à temps de record, et le Gouvernement Italien, qui avait alors substitué les concessionnaires privés dans l'exercice des chemins de fer, consentit à détourner à Brown Boveri la commande des deux locomotives, et à lui en prêter deux en plus.

Le passage des chemins de fer à l'Etat marqua en Italie par l'impulsion de son premier Directeur Mr. Riccardo Bianchi, l'extension du triphasé à d'autres lignes et avant tout à celles en pente raide des Giovi (1908) et du Mont Cenis (1914). Koloman Von Kando, nommé Directeur Technique du nouveau établissement construit ad hoc à Vade Ligure (Gênes) par la Société Italienne Westinghouse (à capital anglais), projecta et dirigea la fabrication du locomoteur gr. 550, qui acquirit une vraie célébrité par les performances exceptionnelles dont il se démontra capable. Les caractéristiques de ce locomoteur sont mises en évidence dans le tableau suivant, en comparaison avec celles de la nouvelle locomotive à vapeur établie presque en même temps pour le lourd trafic de la vieille ligne Porrettana (Bologna)Firenze) encore exploitée à vapeur.

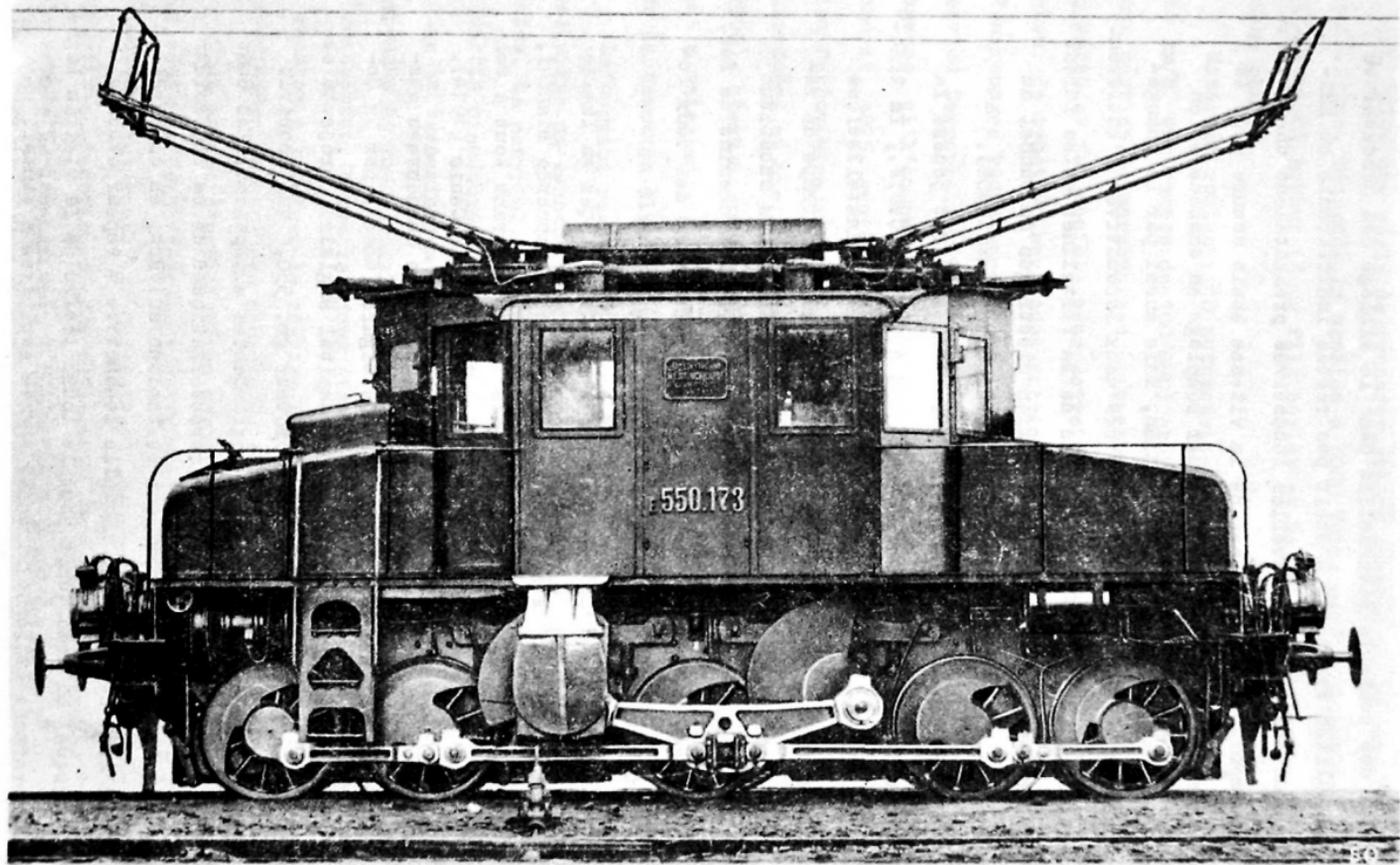


Fig. 1

Tableau I

Caractéristiques de construction et d'exercice	Traction		Différences %
	à vapeur locom. gr. 470	électrique locom. gr. 550	
1	2	3	4
<b>Poids total de la locomotive</b>			
tonn.	103	60	-42%
<b>Poids adhérent</b>			
"	75	60	-20%
<b>Rapport entre poids adhérent et poids total</b>			
	0,728	1	27,2%
<b>Vitesse maximum sur pente</b>			
kms/h.	25	45	80%
<b>Vitesse commerciale trains voyageurs</b>			
	22,3	39,1	75%
<b>Vitesse sur pente des trains marchandises</b>			
	20,8	39,1	88%
<b>Poids remorqué avec traction simple T</b>			
	170	190	11,7
<b>Poids remorqué avec traction double T</b>			
	310	380	22,8%
<b>Poids remorque avec traction triple T</b>			
	450	530	18%
<b>Rapports poids remorqué/poids total:</b>			
traction simple	0,622	0,760	22,2%
traction double	0,600	0,760	26,6%
traction triple	0,592	0,746	26,0%
<b>N° trains ascendants:</b>			
d'horaire N°	28(1)	34 (2)	21,4%
moyen par jour N°	24(3)	33 (4)	36,6%
<b>effectués en avril 1913:</b>			
moyen	-	38	58,3%
max.	-	42	75%

	1	2	3	4
N° maximum de trains N°		37 (5)	56 (6)	51,3%
Capacité de la ligne			84 (7)	127%
par jour:				
service total		7.054 (3)	12.311 (8)	75%
seul service marchandises		6.820	16.440 (9)	133%
			17.440 (9)	153%
			27.900 (7)	310%

- |  |  |
|--|--|
| (1) Horaire d'été 1910                       | (6) Service avec intervalle                                  |
| (2) Horaire d'hiver 1913                     | de 15'   |
| (3) Moyenne années 1909-1910                 | (7) Service avec intervalle                                  |
| (4) Moyenne années 1911-1912                 | de 10'   |
| (5) Prévision Commission du<br>Port de Gênes | (8) Moyenne 1911-1912 rappor-<br>tée à 20 heures de service  |
|  | (9) Maximum Avril 1913 rappor-<br>té à 20 heures de service. |

Le grande guerre 1914-1918 confirma définitivement la locomotive et le système, tandis que l'autres locomotives à grande vitesse à changement de polarité, projetées par des firmes étrangères (Brown Boveri, Oerlikon, Ganz) vinrent s'ajouter au parc locomotives électriques.

L'année 1920 marque une date importante dans le développement de l'électrification italienne. Le Bureau d'Etudes du Service Matériel et Traction des Chemins de Fer de l'Etat, établi au début de l'exercice d'Etat (1905), est chargé du projet complet des locomotives électriques. C'est donc de 1920 que commence l'oeuvre passionnée de l'Administration d'Etat, dont l'animateur fut l'ing-Giuseppe Bianchi, l'étude systématique de nouvelles locomotives électriques, qui se rattachant, au départ, aux types étrangers en exercice, déboucha plus tard à des types complètement nouveaux techniquement très avancés.

Les groupes 551 et 431 sont des types dérivés. Le groupe E 554, à 5 essieux couplés, pour lignes en pente et trains marchandises, et le groupe E 432 à 4 essieux moteurs et bissel de guidage (bogie de guidage type italien) pour grandes vitesses et trains voyageurs lourds, sont des types nouveaux.

Les moteurs de traction des locomotives groupe E 432 ont un enroulement statorique unique (étudié et breveté par M. Giuseppe Bianchi) continuellement sous courant, commutable à 12, 8 et 6 pôles, de manière à pouvoir réaliser aussi bien la vitesse maximum de 100 kms/h. (connections pour 16 pôles) sur lignes plates, que celle de 50 kms/h. (connections pour 12 pôles) sur lignes en pente, avec couplage des moteurs en parallèle. Les caractéristiques très avantageuses de couple et de rendement aux 3 vitesses de 50-75 et 100 km/h. ont consenti des prestations remarquablement plus larges sur les pentes plus raides, même aux vitesses inférieures.

Dans l'ensemble le Bureau d'Etudes des Chemins de Fer se dédia à simplifier construction et entretien des locomotives électriques, à introduire des perfectionnements remarquables dans quelques parties d'importance foncière, (bielles articulés, rhéostat, trolley) et à affiner le calcul du moteur de traction à plusieurs polarités en augmentant ses prestations.

Le centre de l'Electrification, siégeant à Rome, projetait en même temps les installations fixes, en typifiant et normalisant aux limites des possibilités; en faisant du tri-phase haute tension basse fréquence un système parfaitement fonctionnel, qui, ainsi perfectionné, fut appelé à juste titre "système italien".

Nous pouvons considérer comme piliers extrêmes du développement du matériel roulant moteur le locomoteur Kando gr. E.550 (1908) et le locomoteur Bianchi gr. E.432 (1928).  
Tableau II et photos).

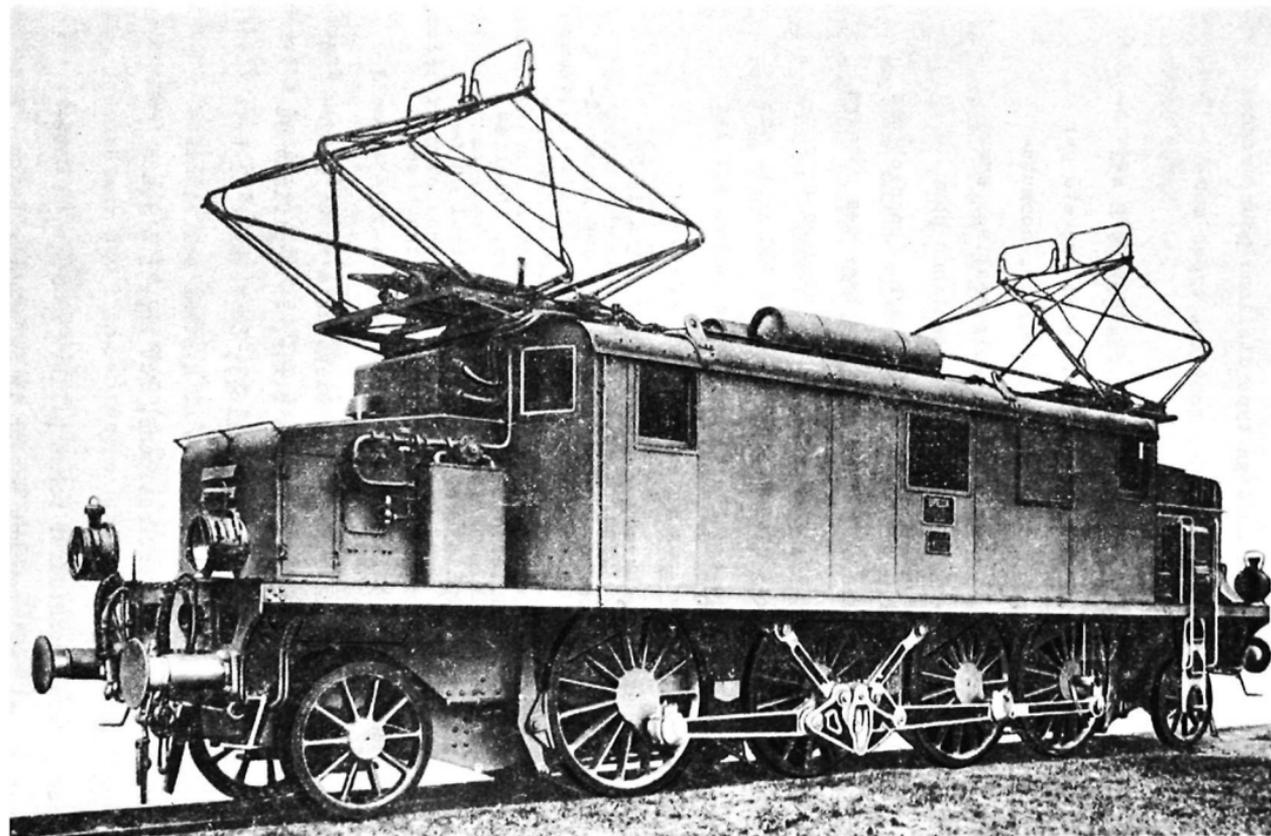


Fig. 2

Tableau II

	locomotive électrique	
	gr. E.550	gr. E.432
Année	3000/3300	
Tension de ligne	3000/3300 Volt	3300/3600 Volt
Fréquence	15/6,7	16,7
Rouage	0 - 5 - 0	1 - 4 - 1
Longueur entre tampons	mm. 9500	mm. 13910
Pas total	" 6120	" 12810
Pas rigide	" 1140	" 2100
Diamètre des roues motrices	" 1070	" 1630
Diamètre des roues porteuses	-	" 1110
Nombre des moteurs	2	2
Transmission du mouvement		
roues motrices	rigide Kondo	Bianchi
Puissance unhoraire de chaque moteur	KW 750	KW 1100
à la vitesse en kms/h	50	75
Réglage de vitesse	Commutation cascade-parallèle	Commutation cascade-parallèle et change de polarité
Vitesses économiques	2	4
Couplages	Cascade (8-8) et parallèle	Cascade (8-8) et parallèle 12, 8 6p.
Vitesse maximum	kms/h.50	kms/h.100
Poids total	kg. 60.100	kg.93.000
Poids adhérent	kg.60.100	kg.77.00
Effort de traction:		
unhoraire	kg.12.500 à 50 kms/h	
continuatif		kg.8300/14000/10000/8000

Dans l'espace d'un quart de siècle, 749 locomoteurs à courant alternatif haute tension basse fréquence entèrent en service, dont 533 entre 1920-1929.

Le système triphasé, malgré son fonctionnement parfait, dû céder le pas, autour de 1930, au système courant continu haute tension (3000 Volts) qui avait progressé entre temps économiquement d'une manière décisive, entre autre par l'introduction des redresseurs statiques à vapeurs de mercure, pour la conversion du courant alternatif en courant continu. Le système triphasé ne se prêtait pas, en outre à des vitesses supérieures à 100 kms/h., soit pour la captation du courant soit pour le réglage de la vitesse.

L'électrification du réseau italien a été en effet complétée en courant continu 3 KV, soit pour les électrifications nouvelles, soit en transformant en courant continu, dans les dix ans derniers, toutes les lignes déjà électrifiées en triphasé. (1)

<sup>1</sup> Ces argument est développé dans le 1<sup>er</sup> volume (qui va paraître) de mon ouvrage en 3 volumes sur l'histoire de la traction électrique ferroviaire en Italie (CNR - Centro sur la Storia della Recnica in Italia).

А.И.Дубравин (СССР)

НАУЧНЫЙ ВКЛАД Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА В СУДОСТРОЕНИЕ  
И АРКТИЧЕСКОЕ МОРЕПЛАВАНИЕ

Деятельность великого русского ученого Д.И. Менделеева в области судостроения и арктического мореплавания весьма многогранна. Им решены не только теоретические, но и практические вопросы.

1. Большим вкладом в судостроение стали исследования Менделеева по сопротивлению среды в 1877-1880 гг.

Отводя немаловажное место истории науки, Менделеев начал работу с изучения мемуаров многих ученых, архивных и литературных источ-

ников по этому вопросу. Он проанализировал опыты по наблюдению падающих тел в воздухе и в воде Галилея, Ричиолли, Мариотта и Ла-Гира, которые в XVI-XVII вв. установили, что сопротивление среды пропорционально площади сечения исследуемого тела, плотности среды и определенной степени скорости. Менделеев рассмотрел гипотезу Ньютона о сопротивлении среды и работы его последователей. Все они полагали, что взаимодействие жидких частиц и трение частиц среды о движущееся тело малы по сравнению с теми затратами, которые идут на перемещение частиц среды телом. Другими словами, все сопротивление приписывалось только инерции, т. е. выводу среды из состояния покоя.

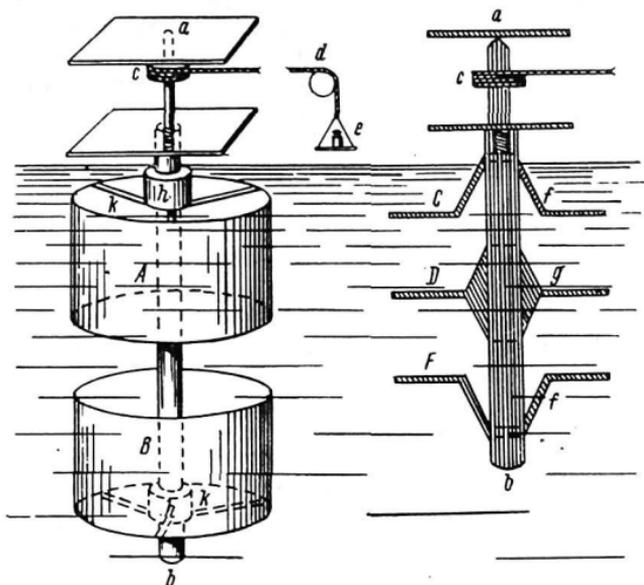
Оценивая эту гипотезу Менделеев отмечал, что влияние на сопротивление кормовой оконечности тела ею не учитывалось. Между тем, роль кормовой оконечности исследовали некоторые ученые. Менделеев придавал большое значение для этих исследований изобретенному французским академиком Пито прибору для определения скорости течений. Этот прибор, названный трубкой Пито, позволил другому французскому ученому Дю-Бюа (1764 г.) исследовать обтекание тел жидкостью и обратить внимание на кормовое "недавление". Именно с этого времени, по мнению Менделеева, произошел перелом во взглядах на сопротивление среды движению тел. Одновременно с работами Дю-Бюа капитан французского флота Борда и несколько позже русский кораблестроитель Бурачек решительно выступают с критикой гипотезы Ньютона.

Изучая работы французских академиков д'Аламбера, Боссю и Кондорсе, Менделеев обращал внимание на то, что французские ученые наблюдали влияние углов встречи различных тел на "меру" сопротивления. Они установили отсутствие пропорциональности, как это предусматривалось гипотезой Ньютона, и приступили к исследованию новых законов сопротивления. Сопротивлением среды занимался в 1780 г. французский ученый Кулон, сделавший на основе изучения крутильных колебаний дисков в различных средах принципиальное дополнение к ньютоновской гипотезе. Он считал, что сопротивление выражается суммой двух членов; один из них зависит от инерции, а другой - от трения. После опытов Кулона на трение стали смотреть, как на измеримую долю сопротивления, стали его рассчитывать<sup>1</sup> писал Менделеев.

Работу Кулона использовали в дальнейшем английские ученые М. Бофуа, В. Фруд, она была принята во внимание в процессе создания учения о "внутреннем трении", на глубоком анализе которого останавливался Менделеев. Затем появляется фрикционная теория и связанное с нею учение о вязкости жидкости. Волновую теорию выдвинули в 1830 г. Ранкин и Скотт-Россель, причем последний, по мнению Менделеева, "прямо или косвенно повлиял на всю историю учения о сопротивлении". В числе работ по сопротивлению среды Менделеев отмечал работы русских кораблестроителей П. Я. Гамалея, М. М. Окунева, С. О. Бурачка, И. П. Алымова и П. Д. Кузьминского.

---

<sup>1</sup> Менделеев Д. И. О сопротивлении жидкостей и воздухоплавании. Вып. I. Типография В. Демакова, СПб., 1880, стр. 29.



Прибор конструкции Д.И.Менделеева для исследования трения воды

а, в - вертикальная ось; е - груз; А, В - цилиндры; С, Д, Г - диски.

При плотно вдвинутом в цилиндр А цилиндре В или плотно соединенных дисках С, Д, Г трению подвержены меньшие поверхности. По величине груза е, развивающего заданную скорость вращения, находится трение "выбывающей", по выражению Менделеева, поверхности

Менделеев не ограничился исследованиями и анализом трудов своих предшественников и современников. Он сам производил опыты над телами различной формы в воздухе и в жидкостях. Особенно ценным оказался сконструированный и построенный им прибор для определения трения воды при вращательном движении дисков и цилиндров (рисунок).

Таким образом, впервые в истории развития науки о сопротивлении среды Менделеев обобщил научные данные различных школ и раскрыл физическую сущность трения жидкости обтекаемых тел. С его именем связано понятие о пограничном слое.

Считая, что опыты в лабораторных условиях нужно вести систематически, Менделеев поддерживал в 1879-1890 гг. предложение о создании Опытного бассейна, крайне необходимого для испытания моделей

судов и гребных винтов, а также для исследования многочисленных вопросов сопротивления воды при движении судов.

Оборудование бассейна совершенной техникой, организация широкого изучения моделей судов, подготовка документации об ассигновании средств на обеспечение работы бассейна — этими и многими другими вопросами занимался ученый в то время. Идеи и предназначения Д.И. Менделеева, огромный труд, вложенный им в это дело, позволили заложить основы прочной отечественной экспериментальной базы судостроения. Им стал Опытный судостроительный бассейн.

2. В 1897 г. адмирал С.О. Макаров выдвинул проект создания ледокола, который получил название "Ермак". Менделеев не только по достоинству оценил эту "блистательную идею", но и принял самое деятельное участие в ее осуществлении. Еще во время постройки судна Менделеев посоветовал Макарову провести испытания модели ледокола. Модель "Ермака" прошла все необходимые испытания в бассейне в 1898 г.

Занимаясь вопросом изучения Центральной Арктики, Менделеев наметил на 1901–1902 гг. проведение высокоширотной научной экспедиции, предусмотрев два варианта обеспечения экспедиционных работ. Один из них включал в себя перевод "Ермака" с твердого топлива на жидкое. Второй (основной) вариант предусматривал постройку специального экспедиционного ледокола, способного форсировать ледовые перемычки и преодолевать лед средней сплоченности. Так как предполагалось, что ледокол будет дрейфовать во льдах, форма корпуса выбиралась наиболее приспособленной для сопротивления сжатию льдами. Проект такого ледокола был разработан Менделеевым.

Аналитическим способом ученый построил несколько вариантов вполне законченных носовых оконечностей теоретического чертежа ледокола, приняв при этом наклон форштевня равным  $19\frac{1}{2} - 20^\circ$ , а наклон подреза кормовой оконечности —  $30^\circ$ . В своей работе он с успехом использовал различные "прогрессики", в том числе эллиптические для шпангоутов и параболические для ватерлиний. В настоящее время эллиптические очертания поперечных сечений ледокола являются весьма перспективными.

Теоретический чертеж Менделеева в целом виде не сохранился. Однако по сохранившимся в его рабочей тетради черновым эскизам и подробным расчетам в Музее-архиве Менделеева в Ленинграде удалось воспроизвести в 1965–1966 гг. теоретический чертеж ледокола. По этому чертежу в Ленинградском кораблестроительном институте была сделана модель судна в  $1/50$  натурального размера. Модель испытывали на тихой воде в Опытном судостроительном бассейне. Результаты сравнивались с данными аналогичных испытаний моделей современных ледоколов и "Ермака". Сопоставление кривых коэффициентов остаточного сопротивления моделей этих судов позволило установить, что по ходкости на чистой воде ледокол Менделеева не отличается от "Ермака" и современных ледоколов.

Кроме того, модель ледокола испытывалась в ледотермическом бассейне Арктического и Антарктического научно-исследовательского института и результаты сравнивались с результатами испытаний модели

"Ермак", имевшей такой же масштаб. Форма обводов носовой части корпуса экспедиционного ледокола оказалась практически равноценной форме ледокола "Ермак" и находится на уровне современных требований, предъявляемых к судам такого типа.

Работа Д. И. Менделеева над проектом экспедиционного ледокола характеризует его как талантливого и дальновидного инженера.

Ф. А. Джинджихашвили, Б. Р. Тогонидзе,  
В. М. Январашвили (СССР)

### ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГРУЗИНСКИХ УЧЕНЫХ И ИНЖЕНЕРОВ В ЕВРОПЕ

Каждый народ выдвигает из своей среды талантливых людей, жизнь и дела которых остаются в памяти благодарных потомков. Но есть люди, прославившие свою родину далеко за ее пределами. Немало сыновей грузинского народа прославили свою родину в разных странах мира.

Грузин по происхождению, Антимоз Ивериели (Антим Ивериану) жил в Валахии (Румынии) в течение 26 лет (1690-1716) и вошел в историю румынского и грузинского народов как выдающаяся личность, сыгравшая видную роль в развитии их культуры.

Шестнадцатилетним юношей Антим был похищен турками из Грузии и попал ко двору Иерусалимского патриарха, находившегося в то время в Константинополе.

Восприняв наиболее передовые знания своего века, он стал поистине энциклопедически образованным человеком, блестяще овладел типографским делом, после чего был приглашен государем К. Брынковяну для организации книгопечатания в Валахии.

С 1694 года Антим руководит Бухарестской типографией, реорганизованной им и получившей название "Государевой типографии". Антим оснастил типографию изготовленными им самим и под его руководством шрифтами - кириллицей, арабским и греческим. Вскоре Антим основал второй типографский центр - В Снаговском монастыре. Под его руководством Снагов превратился в крупный и наиболее прогрессивный культурно-просветительный центр Румынии. Лучшие ученики Антима - Михаил Штефанович, Георге Радович, Дионисе Флоу и др. были воспитаны в Снаговской типографии. Здесь Антим создал арабский шрифт и напечатал "Греко-арабскую литургию", после чего изготовленное Антимом оборудование было использовано для основания книгопечатания в Алеппо (Сирия).

В 1705 г. Антим получил сан Епископа Рымниковского. И здесь, в Рымнике, он основал типографию, которая просуществовала до наших дней.

В 1708 г. Антим был избран митрополитом Валахии, но он никогда не оставлял типографской деятельности. Переехав в древнюю столицу

Валахии — Тырговиште, он основал и там типографию. Затем Антим снова переносит типографию в Бухарест, где и была издана последняя книга, напечатанная Антимом в 1716 г. "Святая или Иудейская история".

Антим жил в Валахии в эпоху наибольшего расцвета румынской культуры, в развитие которой он внес неопределимый вклад. Его считают зодчим румынского литературного языка, основоположником религиозного красноречия и одним из лучших румынских писателей XVII—XVIII вв.

Но он был не только выдающимся писателем-гуманистом, просветителем, проповедником. Его деятельность в области изобразительного искусства наложила отпечаток на всю культуру Валахии Брынковяновской эпохи.

Подлинным шедевром изобразительного искусства является рукопись "Лики Ветхого и Нового Завета". В ней содержится 505 интереснейших миниатюр, сделанных рукой Антима.

Интересно отметить, что во всех областях художественной деятельности: в орнаментах, архитектуре, гравюрах и т. д. Антим применял грузинские национальные мотивы.

За двадцать шесть лет своего пребывания в Валахии Антим принял участие в издании шестидесяти четырех книг на греческом, румынском, церковно-славянском, арабском языках. Художественное оформление этих книг принадлежит Антиму и представляет собой настоящие шедевры.

Будучи одновременно типографом, литейщиком, гравером, переводчиком, писателем и проповедником, Антим стал центральной фигурой в развитии книгопечатания не только в Румынии, но и в Сирии и у себя на родине, в Грузии, куда он послал лучшего своего ученика Михая Штефановича с группой мастеров, которые основали в Тбилиси в 1709 г. первую типографию. Интересно отметить, что Антим послал в Грузию отлитый им самим грузинский шрифт и типографское оборудование.

Примечательной является деятельность в Риме в первой половине XVII в. Николоза Чолокашвили (Никифор Ирбах), который более 10 лет был послом Грузии при папе Урбане VI и имеет непревзойденные заслуги в деле основания там первой грузинской типографии.

В Грузии в то время, в связи с непрекращающимися нашествиями иноземных племен, не было условий для создания типографии.

С XVII века между Римом и Грузией расширяются связи. Число итальянских миссионеров, проводивших в Грузии пропаганду католической веры, увеличивается, но их работа затрудняется отсутствием грузинско-итальянского словаря и другой нужной литературы.

Только при царствовании Теймураза I удалось организовать печатание книг на грузинском языке. В Риме Чолокашвили организовал в 1627 году грузинскую типографию и уже в 1629 г. издал первые печатные книги на грузинском языке: "Грузинскую азбуку с молитвой" и "Грузинско-итальянский словарь", составленные им совместно со Стефаном Паолини. Шрифт алфавита был гражданский, буквы были взяты из письма Теймураза I.

В "Пропаганде фиде" (Папская конгрегация), в знаменитое тогда высшее духовное училище (где была и кафедра грузинского языка),

направлялась на учебу одаренная грузинская молодежь, и некоторые оставались жить в Италии.

Один из выпускников этого училища – Давид Тулукашвили защитил диссертацию по философии, остался в Риме и активно участвовал в работе грузинской типографии. В его переводе, в 1733 г. было напечатано "Христианское учение".

Во второй половине XIX века активизировались грузины, проживавшие в Венеции. Под руководством Петре Харисчирашвили в 1850 г. они открыли грузинскую типографию на территории Лазаревского монастыря, где в 1853 г. напечатали: "Библию" (в переводе М. Мамулашвили), в 1858 г. – "Житие святых" и др.

П. Харисчирашвили с 1860 г. переселился в Константинополь и организовал "Грузинское братство", затем открыл грузинский монастырь и грузинскую школу, а в 1874 г. – грузинскую типографию, где были напечатаны: "Путь жизни" (1876 г.), "Мудрец" (1878 г.) и др.

В 70-х г. П. Харисчирашвили продолжает свою деятельность в г. Монтобан, где в 1876 г. открывает грузинский монастырь и грузинскую типографию, в которой были напечатаны восемь книг, в том числе: "Грузинская грамматика" (1877 г.) и "Малый молитвенник" (1878 г.).

Из проживающих в Европе видных ученых-инженеров следует отметить деятельность в текущем столетии Михаила Каухчишвили (Каух).

М. Каухчишвили с 1912 г. работал на электротехнической концессии фирмы известного предпринимателя Симменса в Петербурге в должности инженера фильтро-озонной станции. Позже он переезжает в Берлин и возглавляет в этой же фирме отдел стали. Здесь М. Каухчишвили руководит исследованиями по металлообработке электротехническим способом. В 1938 г. его переводят на самостоятельную работу в Италию – в Милан начальником крупного производства концессии "Симменс и Гальске". Как высококвалифицированный специалист он ведет крупные работы в области электротехники, разрабатывая проблемы изучения сильных токов. Руководит исследованиями электромашинного генератора с самовозбуждающим электромагнитом. Этими новаторскими предложениями М. Каухчишвили внес большой вклад в развитие мировой электротехнической промышленности. Он вел также научно-педагогическую деятельность в Калрсруэсском высшем техническом училище, где и защитил докторскую диссертацию.

Труды доктора-профессора М. Каухчишвили опубликованы в электротехнических научных журналах в Германии и Италии.

О деятельности многих славных сынов грузинского народа, внесших свой вклад в сокровищницу мировой науки и культуры, можно говорить много. К сожалению, здесь мы имели возможность сделать лишь краткое сообщение.

А. П. Лысак (СССР)

## К ВОПРОСУ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ АВТОМАТИЗАЦИИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ В СССР

В первый период индустриализации отечественное станкостроение только отыскивало собственные пути развития, в основном же копировало иностранные модели, училось на импортных образцах. Советские инженеры, конструкторы, техники и рабочие создавали и осваивали новую технику. Тогда-то и возникли первые в промышленности СССР элементы автоматических систем. В это время появилось много различных приспособлений и усовершенствований, позволявших совмещать вспомогательное и машинное время, увеличивать во много раз производительность труда, и, наконец, автоматизировать управление станками. Уже на первых советских токарных станках "ДИП" (завод "Красный пролетарий", 1932 г.) был предусмотрен автоматически действующий механизм выключения, на горизонтально-фрезерных станках - автоматизирована система смазки.

Зарождение элементов автоматизации производства в этот период было обусловлено также первыми успехами советской технической науки. В 1932 г. было выпущено 40 типоразмеров металлорежущих станков, а в 1937 г. - уже 270. В это число входили станки принципиально новой конструкции - автоматы и полуавтоматы. Автоматические машины начали выпускаться и проектироваться для многих отраслей промышленности. Это, естественно, требовало ускоренного развития науки о машинах. Первые работы советских ученых в области теории рабочих процессов и производственных машин были опубликованы уже в 20-е годы В. П. Горячкиным и А. П. Малышевым. В первой половине 30-х годов были опубликованы работы И. И. Артоболевского, Г. А. Шаумяна, С. О. Доброгурского, А. П. Малышева, В. А. Юдина, и др., в которых ставились задачи развития теории производственных машин с учетом организации технологического процесса и высокой производительности. В организованном в 1931 г. НИИСТИ (в дальнейшем Экспериментальный научно-исследовательский институт металлорежущих станков (ЭНИМС)) Г. А. Шаумяном было создано научное бюро по автоматике. На основе научных обобщений и анализа конструкций лучших образцов автоматов того времени был обоснован и внедрен типаж автоматов и полуавтоматов. После обсуждения доклада Г. А. Шаумяна "Пути советского станкостроения" на коллегии Наркомтяжпрома в мае 1933 г. Г. К. Орджоникидзе направил усилия станкостроителей на путь производства высокопроизводительных автоматов, полуавтоматов, специальных и агрегатных станков.

В течение 1934-1936 гг. к производству автоматов и полуавтоматов приступили многие заводы страны.

Автоматизация охватывала не только процессы механической обработки, но и контроль деталей на отделочных операциях. Широкая автоматизация обработки, контроля, транспортировки и зажима деталей привела станкостроителей к созданию автоматических линий из станков.

В этот период большое значение приобретало поточное производство. Организация поточности производства являлась в 30-е годы необходимым предварительным условием автоматизации. Использование универсальных станков делалось нецелесообразным – требовались агрегатные и специальные станки.

В течение 1934–1940 гг. в ЭНИМСе под руководством В.И. Дикишина были спроектированы, а на заводе построены многошпиндельные, многопозиционные агрегатные станки разнообразных типов. Компановка специальных станков из технологически отработанных нормализованных агрегатов, объединенных единой системой гидравлического, электрического или иного управления, создала ряд преимуществ для промышленности, а главное – возможность автоматизации цикла обработки. Новый этап в области автоматизации производства начался с перехода группы металлорежущих станков на полностью автоматизированный цикл рабочего процесса. В 1939 г. на тракторном заводе была пущена в эксплуатацию оригинальная автоматическая линия агрегатных и специальных станков, сконструированная группой новаторов под руководством И.П. Иночкина.

Автоматические линии, создавшиеся в предвоенные годы, были еще несовершенны, но они имели огромное значение как первый опыт, наглядно показавший широкие возможности внедрения автоматизации в массовое производство в машиностроении.

В этот период в развитии исследовательской работы особенно возросла роль семинара по теории машин и механизмов при Институте машиноведения АН СССР. В 1939 г. в работе семинара начали принимать участие многие крупные ученые. В этом году с докладами на семинаре выступили профессора В.А. Юдин, А.П. Иванов, С.О. Доброгурский, С.И. Артоболевский, Г.А. Шаумян и др. Этот год следует отметить как год, когда на семинаре начинают широко обсуждать вопросы теории машин-автоматов. Вопросам теории машин-автоматов были посвящены доклады В.А. Юдина, Г.А. Шаумяна, С.И. Артоболевского. Этими докладами внимание участников было привлечено к одной из важнейших проблем теории машин – проблеме развития теории машин-автоматов. В конце 30-х годов началась исследовательская работа по вопросам, связанным с механикой машин-автоматов. Задачу проектирования машин-автоматов рассматривал в своих работах С.В. Вяхирев; С.И. Артоболевский в исследовании того же вопроса исходил из специфических особенностей машин-автоматов. Широкое развитие в СССР получила научно-исследовательская работа в области автоматизации, которая проводилась как в АН СССР, так и в различных отраслевых институтах и специализированных лабораториях. Однако строго разработанные принципы и теоретические обоснования автоматизации появились лишь после Великой Отечественной войны. Оптимальный объем и экономическая эффективность автоматизации являлись нерешенными не только для универсальных, но и для специализированных и специальных станков. Также не были решены практически вопросы автоматизации комплексной обработки деталей. Все осуществленные до тех пор как за границей, так и в СССР автоматизированные линии решали частные

вопросы и давали еще чрезвычайно мало материала для обобщения опыта и расширения области внедрения автоматизации.

Предшественниками автоматических линий были автоматы и полуавтоматы. Механический принцип автоматизации, который применялся на них, не всегда обеспечивал должную надежность. Была поставлена задача перехода на автоматические системы с применением электрических, гидравлических, пневматических и других устройств, которые позволили бы полностью устранить недостатки автоматизированных станков, основанных на механическом принципе. Уже в период Великой Отечественной войны производство автоматов, работающих на чисто механическом принципе, было сведено к минимуму. Автоматизация станков и агрегатов шла за счет электрификации и гидрофикации управления и привода. Ряд моделей был в значительной мере автоматизирован, что способствовало увеличению их производительности и упрощению обслуживания.

В 1947–1952 гг. в ЭНИМС был проведен ряд работ по комплексной автоматизации технологических процессов. На основании этих работ коллективом ЭНИМС вместе с рядом станкостроительных заводов и организаций был создан автоматический завод, предназначенный для изготовления автомобильных поршней.

Дальнейшим этапом в развитии комплексной автоматизации технологических процессов явилась теоретическая и экспериментальная разработка автоматических линий по производству общемашиностроительных деталей.

Купнейшим достижением явилось создание в начале 1956 г. на подшипниковом заводе двух автоматических линий для изготовления массовых шариковых и роликовых подшипников. Весь процесс изготовления подшипников вплоть до упаковки был автоматизирован.

В настоящее время автоматические линии являются характерным средством автоматизации главным образом в массовом производстве, а для автоматизации серийного и тем более индивидуального производства необходимы были принципиально новые устройства, дающие возможность осуществлять быструю переналадку станка в зависимости от изменения обрабатываемой детали. Работы в этом направлении привели к созданию станков с электронным программным управлением. Создание таких станков знаменует новое, чрезвычайно перспективное направление в развитии автоматизации обработки металлов резанием, когда автоматизируется не только сам процесс обработки, но и выдача программы.

Одной из первых систем программного управления, разработанных в СССР, является система управления (с перфолентой) токарным автоматом, разработанная инж. Л. А. Глейзером. Затем была создана система управления токарным станком с магнитной записью программы на барабанах, предложенная в 1955 г. Г. А. Спыну (Институт физики АН УССР); Л. М. Кауфман создал цифровую систему управления токарным станком. В. К. Бесстрашновым, М. Г. Брейдо и А. Е. Кобринским была предложена фотоэлектрическая система с шаговым приводом и записью программы импульсами на киноленту.

Позже появилось много различных систем. Наибольшее распространение получил цифровой метод программирования, что обуславливается

возможностью быстрой переналадки, повышением точности и коэффициента использования станков. Использование средств вычислительной техники в сочетании с комплексом контролирующих и корректирующих устройств позволяет создавать высокоорганизованные системы автоматического управления, обладающие способностью приспосабливаться к изменяющимся условиям, запоминать наиболее выгодные режимы, накапливать опыт автоматического управления и таким образом выбирать наиболее выгодные условия работы.

В настоящее время перспективным в автоматизации металлорежущих станков является создание автоматических линий с программным управлением из переналаживаемых агрегатных станков с ЦПУ типа "обрабатывающий центр".

Такие линии могут одновременно обрабатывать несколько разных деталей. Несмотря на большую стоимость их в период освоения, в дальнейшем они найдут широкое применение в мелкосерийном производстве и прежде всего в станкостроении.

Г. А. Зеленский (СССР)

## ВОПРОСЫ ЭВОЛЮЦИИ КОНСТРУКЦИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Развитие сельскохозяйственных орудий и машин охватывает период, измеряющийся тысячелетиями, начало которого теряется в глубокой древности каменного века. Эволюция этих машин имеет, очевидно, наиболее богатую историю по сравнению с другими отраслями техники.

Подвергая анализу эволюцию конструкций, приходим к выводу, что их развитие подчинено всеобщим законам диалектики.

В первую очередь, отмечаем постоянное количественное накопление опыта, являющегося результатом увеличения производства орудий и машин. Накопление опыта, в свою очередь, неизменно приводит к качественным изменениям, происходящим с различной скоростью, обусловленной факторами, действующими долгое время стихийно, без надлежущей координации ввиду отсутствия данных, определяющих объективно-необходимое направление развития.

Изменение технологических процессов и конструкций сельскохозяйственных машин целесообразно рассматривать в пределах машин одного целевого назначения. Рассмотрим эволюцию конструкций посевных машин.

Родоначальницами сеялок следует считать известные варианты китайских и индийских посевных устройств.

Индийская сеялка предназначалась для рядового посева семян на ручной тяге. Она являлась цельнодеревянной конструкцией, имела центральное расположение семенного ящика и радиальное размещение семяпроводов.

Следующим вариантом является китайская сеялка, предназначенная для разбросного посева риса на конной тяге. Высевающее отверстие в этой сеялке перекрывалось керамической задвижкой. Эти конструкции относятся к началу нашей эры, дошли до нас на рисунках на скалах и посуде.

Вероятно, ввиду торговых связей Европы с Азией прототип китайской сеялки для разбросного посева проникает в юго-западную Европу и в XVI—XVII веках получает дальнейшее развитие в конструкциях Джованни Каваллина, Жозефа Локателли, Джербо Туллы, Джемса Кука и др.

Модификация сеялки в этот период приводит к появлению колесного хода и высевающих аппаратов.

В России появление сеялки, имевшей производственное применение относится в первой половине XIX века. Так, получила распространение восьмирядная сеялка Ф. Майера, предназначенная для посева зерновых культур на конной тяге. Она имела четыре высевающих аппарата катушечного типа, приводившихся от ходовых колес, и трубчатые семяпроводы. В дальнейшем имели применение модифицированные и усовершенствованные конструкции Н. Журавлева, Л. Мызина, В. Васильчикова и др. Улучшение сеялок включало применение передаточного механизма установки нормы высева и сошников.

В то же время получили распространение сеялки для разбросного высева мелких семян трав системы И. Гриневецкого. Эти сеялки отличались наличием щеточных высевающих аппаратов.

В 60-е годы прошлого века создан оригинальный "Всеобщий почво-обработчик" В. Христофорова, сочетающий агрегаты обработки почвы и посева.

Несмотря на многочисленные самостоятельные изобретения, выпуск сеялок в России не ставился на широкую промышленную основу. Хозяйства России закупали иностранные сеялки для забросного и рядового посева. В основном имели распространение сеялки английской и германской конструкции, отличающиеся наличием громоздких ложечных и ячеистых высевающих аппаратов, значительной металлоемкостью и "тяжестью в ходу". Ввиду последнего качества упомянутые сеялки покупались хозяйствами неохотно и широкого применения не имели.

Появление во второй половине XIX века на русском рынке легких американских рядовых сеялок, отличавшихся наличием катушечных аппаратов и широким применением древесины, увеличило распространение сеялок и удовлетворенность хозяйств.

К 80-м годам прошлого века расширилась также сеть отечественных заводов, производящих сеялки. Особенно высоким объемом производства и качеством зерновых рядовых сеялок отличался завод Эльворти. Завод выпускал сеялки с катушечными высевающими аппаратами. Дальнейшее развитие конструкции зерновых сеялок привело к появлению комбинированных и узкорядных сеялок. Завод Гельферих Саде и другие специализировались на выпуске строчных (пунктирных) сеялок для посева пропашных культур на конной тяге. В сеялках применялись дисковые высевающие аппараты и деревянные служебные части.

Увеличение производства упомянутых сеялок привело к созданию различных гнездообразующих устройств и обусловило переход к производству квадратно-гнездовых сеялок.

В соответствии со сказанным можно заключить, что право производственного применения машин завоевывается ими в постоянном единстве и борьбе противоположностей, определяющих их эффективность. Это видно при рассмотрении технологических и конструктивных показателей машин.

Производительность зависит от двух основных факторов: ширины захвата и скорости движения агрегата. Увеличение ширины захвата агрегата приводит к возрастанию веса и ограничивает скорость работы.

Прочность машины зависит от качества материала и размеров ее элементов. В данном случае снижение размеров детали ограничивается качеством материала, а последнее определяет ее размеры.

Упомянутые факторы, влияющие на показатели машины, обуславливаются состоянием ряда смежных технических отраслей, например, производством легких и достаточно прочных материалов и более совершенных конструкций. Касаясь экспериментальных образцов следует отметить, что, несмотря на их оригинальность и целевую обоснованность, они не находили производственного применения ввиду отсутствия объективных предпосылок для их производства и применения. Так "Всеобщий почвообработчик" Христофорова не был обеспечен достаточным развитием производства материалов, машиностроения и энергетики.

Закон "Отрицания отрицания" в процессе эволюции конструкций также представляется возможным усмотреть в развитии технологических процессов и конструктивных форм элементов машин.

Так, например, на заре производства сеялок увеличение производительности достигалось облегчением сеялок. Ввиду применения тракторной тяги производительность увеличивалась, в основном, за счет ширины захвата. В последнее время, в связи с созданием более совершенных рабочих органов, допускающих качественную работу в более высоких режимах, увеличение производительности за счет скорости работы снова стало актуальным.

Первые производственные сеялки были разбросного типа, затем применялся рядовой, узкорядный и перекрестный посевы, в большей или меньшей степени не рационально использующие почвенный ресурс. В настоящее время изыскиваются методы точного разбросного посева.

В начале использования сеялок для посева пропашных полевых культур применялся строчный (пунктирный) посев. Затем наблюдалась двукратная смена его гнездовым и квадратно-гнездовым. В последнее время, ввиду применения химической защиты растений имеет место возврат к точному пунктирному посеву. То же заключаем относительно эволюции высевающих и гнездообразующих устройств сеялок для пропашных культур.

В части конструкций отдельных элементов зерновых сеялок представляется возможным отметить начальное применение высевающих аппаратов катушечного типа, затем ложечного-ячейистого. В дальнейшем осуществлялся возврат к катушечным аппаратам.

Более общее проявление закона возможно наблюдать и в повторении общей компоновки узлов, например, индийской сеялки на современной сеялке системы Стокланда.

Таким образом, цикличность в применении технологических процессов и конструкций вполне закономерна. Она обуславливает технический прогресс на постоянно повышающемся качественном уровне.

Положив в основу диалектический метод анализа эволюции конструкций, применяя статистические методы обработки периодичности их смены, представится возможность математического моделирования процесса развития машин.

### Литература

1. Вебер К. К., "Земледельческие машины и орудия. Атлас". СПб., 1896.
2. Записки императорского Русского технического общества, СПб., 1899-1905.
3. Милюков А., Производство сельскохозяйственных машин и орудий. СПб., 1913.
4. Семенов А. Н. "Из истории посевных машин". Труды опытной станции Вильямова, т. XX, Кишинев, 1959.
5. Христофоров В. Г. "Описание сельскохозяйственных орудий и снарядов, приспособленных к потребностям Новороссийского края и введенных в имении Лошкаревке Екатеринославской губернии и уезда". СПб., 1857.
6. Черняев Н. В., "Сельскохозяйственные орудия и машины на Московской выставке сельских произведений в 1864 году". СПб., 1865.
7. Шиндлер К. Г., "Политипажи, эскизы и чертежи машин и орудий современного сельского хозяйства", Киев, 1902.

И. В. Бренев (СССР)

### ВОЗНИКНОВЕНИЕ РАДИОТЕХНИКИ

Более трех с половиной веков отделяет нас от того времени, когда в науку и в человеческий язык вошло понятие "электричество". "Vim illamelectricam nobis placet appellare" – писал в 1600 году придворный врач королевы Елизаветы Английской – Уильям Гильберт (1544-1603). Но электричество "покоя" еще не открывало для себя столбовой дорожки к техническому применению. Понадобилось 129 долгих лет, чтобы Стивен Грей (1670-1735) впервые обнаружил, что электричество может "течь" по каналам, образованным определенными веществами и притом такими, которые сами не электризуются. Благодаря этому появилась принципиальная возможность использовать "движущееся" электричество и "перемещать" его с помощью "проводников" из одного пункта в другой. А это, в свою очередь, порождало идею осуществления электриче-

ской связи (передача информации или управление на расстоянии) по проводам. Важно отметить при этом, что на пути своей реализации подобная идея не сталкивалась с людским психологическим барьером, т.к. по своей сути не была чужда человеческому опыту. Человек издавна имел возможность наблюдать процесс кровообращения в своем организме, а для осуществления связи в земных условиях ему всегда служили такие локальные каналы как пути-дороги и реки.

Использование сплошных сред для создания энергетического контакта (связи) без каких-либо направляющих устройств было также хорошо знакомо человечеству ввиду распространения световой и звуковой энергий в свободном пространстве. Но применение для тех же целей электричества еще долго оставалось скрытым от людского взора. Прозрение наступило лишь после опубликования Джемсом Клерком Максвеллом (1831–1879) знаменитого "Трактата об электричестве и магнетизме" (1873). Здесь им впервые в предельно обобщенном виде было внесено в науку понятие о третьем состоянии электричества – "колебательном" и при том высокочастотном, – наиболее подходящем для решения задачи беспроводной связи. После работ Генриха Герца (1857–1894) возможность рождения связи без проводов на основе применения электромагнитных волн сделалась вполне очевидной (1888).

Девяностые годы прошлого столетия в истории естествознания были временем, когда, по меткому выражению известного русского физика А.Г.Столетова<sup>1</sup>, созрел "один из величавых синтезов нового времени". Так представлялись тогда русским физикам возможные последствия того огромного внимания, которое уделяли многие из них теории Максвелла и опытам Герца.

Прошло немногим более пяти лет и ожидаемое "неизвестное" предстало перед взором человечества в виде электрической связи без проводов (1895 г.), гениально синтезированной А.С.Поповым (1859–1906) из достижений науки и техники своего времени.

Приоритет А.С.Попова в решении этой задачи закреплен его публичным выступлением на заседании физического отделения Русского физико-химического общества 25 апреля (7 мая) 1895 г. с демонстрацией в действии "прибора для обнаружения и регистрирования электрических колебаний", сообщением газеты "Кронштадтский вестник" от 30 апреля (12 мая) 1895 г. об этом докладе и о предшествовавших опытах А.С.Попова по связи без проводов в Минном офицерском классе, публикацией в августовском номере 1895 г. "Журнала Русского физико-химического общества", часть физ. (т. 27, стр. 213–220), протокола указанного выше заседания с изложением в нем краткого описания прибора. В январском номере того же журнала за 1896 г. (т. 28, стр. 1–14) была опубликована статья А.С.Попова с подробным описанием электрической схемы и принципа действия его прибора. При этом все перечисленное было напечатано до получения каких бы то ни было сведений из-за границы об аналогичных опытах и приборах и до подачи (2 июня

<sup>1</sup>Выступление на VIII съезде естествоиспытателей и врачей в Петербурге в январе 1890 г.

1896 г.) заявки Маркони в Англии на "усовершенствования в передаче электрических импульсов и сигналов и в аппаратуре для этого".

Только начиная с середины 1896 г. в западноевропейской прессе (преимущественно английской) стали появляться небольшие заметки о проводимых с электромагнитными колебаниями опытах, имеющих практическую направленность. При этом упоминались имена индуса Джегдиша Чандра Боса (1858–1937) и итальянца Гульельмо Маркони (1874–1937).

О первых опытах Боса сообщалось во многих журналах за 1896 г., где, в частности, приводились и его суждения о том, что электрические волны проникают сквозь стены и достигают "силоприемника" с достаточной энергией для того, чтобы заставить прозвонить колокол или произвести выстрел из пистолета.

Познакомившись с ними по английским первоисточникам и прочитав, кроме того, в кронштадтской газете "Котлин" в № 3 за 1897 г. краткую заметку об этих опытах, А.С.Попов сразу же направил в редакцию газеты письмо (оно было опубликовано 8(20) января 1897 г.), где указывал на то, что "... Подобный прибор, на том же принципе основанный, был устроен мной в 1895 г. ... Мой прибор отвечает звонком на электрические волны, и с ним можно производить все опыты, описанные в № 3 газеты "Котлин", т.е. произвести выстрел, взрыв и т.п., — все это может сделать энергия электрического тока, потому что в этом приборе электрическая волна действует на телеграфное реле, а при помощи реле можно ввести в цепь какую угодно постороннюю энергию. ... В пределах одной мили сигнализация и сейчас возможна".

С большим достоинством, очень спокойно и веско этим письмом А.С.Попов не замедлил подтвердить свой приоритет в изобретении связи без проводов.

Совершенно по другому выглядела деятельность Г.Маркони. Прибыв ранним летом 1896 г. из Италии в Англию с неизвестной аппаратурой, так и оставшейся необнародованной до середины 1897 г., он при помощи главного инженера службы английского правительства телеграфа Вильяма Генри Приса (1834–1913) произвел демонстрацию передачи сигналов без проводов сначала между зданиями Лондонского почтового управления, а в сентябре того же года в районе Солсбери на расстояниях до  $1\frac{3}{4}$  мили.

В связи с шумихой, поднятой в печати вокруг опытов Маркони, как и раньше, когда дело касалось работ Боса, А.С.Попов отправляет письмо на этот раз в газету "Новое время" (оно было напечатано 22 июля 1897 г.), в котором считает нужным четко и ясно заявить о том, что "В июне были опубликованы Присом новые результаты опытов Маркони и подробности приборов. При этом оказалось, что приемник Маркони по своим составным частям одинаков с моим прибором, построенным в 1895 г., а источником электрических колебаний служит увеличенный в размерах прибор итальянского профессора Риги". Таким образом, приоритет А.С.Попова снова оказался подтвержденным.

Первоначально международная обстановка, сопутствовавшая первым шагам развития радиосвязи, оказалась довольно сложной. С одной стороны имело место первенство А.С.Попова в изобретении радиосвязи, с другой стороны — Маркони был выдан патент (получен 2 июля 1897 г.

по заявке от 2 июня 1896 г.). В этих условиях крупные державы, заинтересованные в использовании и дальнейшем развитии беспроводной связи, принуждены были в зависимости от своего экономического и политического положений примкнуть к одной из сторон. Естественно, что в первой группе государств оказались Германия, Франция, США и Россия, а во второй — Англия и Италия. Первые считали родоначальником беспроводной связи А.С.Попова, вторые — Маркони. При этом надо иметь в виду, что английский патент Маркони не являлся помехой для возникновения такой группировки государств, т.к. он имел силу только внутри своей страны. Добиться же патентов на систему связи без проводов (в духе заявки от 2 июня 1896 г.) в других странах (кроме Италии) Маркони не смог.

Очень скоро между сторонами разгорелась упорная борьба за монополию производства, строительства и эксплуатации станций беспроводного телеграфа, а также за рынки сбыта. Через небольшое время в этой борьбе узловые позиции заняли две крупнейшие формы — "Маркони" (Англия), основанная в 1897 г., и "Телефункен" (Германия), возникшая в 1903 г.

В происходившей мировой конкурентной борьбе одни предприятия, как водится, разорялись и переставали жить, а другие втягивались в орбиту действия более сильных и сливались с ними.

Итоги этого процесса можно видеть из приводимой ниже таблицы, где помещены данные о мировой численности станций беспроводного телеграфа (гражданских), находившихся в эксплуатации в 1912 г., с указанием фирм-поставщиков.

	Станции	в %
фирма "Маркони"	872	51,5
Фирма "Телефункен"	403	23,8
Французские фирмы	200	11,8
Японские фирмы	100	5,9
Независимые фирмы США	57	3,3
Другие фирмы	65	3,7
<b>Всего:</b>	<b>1697</b>	<b>100,0</b>

Данные этой таблицы свидетельствуют одновременно и о том, что уже с начала века развитие техники беспроводной связи пошло по индустриальному пути.

В описываемой обстановке Россия из-за слабости в то время своей экономики представляла весьма емкий и выгодный для монополий рынков сбыта. Приводимые ниже данные на 1913 г. могут служить иллюстрацией этого.

	Станции	в %
Изготовлено на "казенных" (государственных) предприятиях в России. . . . .	153	22,3
Поступило от фирмы "Телефункен". . . . .	325	47,5
Поступило от фирмы "Маркони" (включая поставки завода "РОБТИТ") . . . . .	183	26,6
Поступило от фирмы "Дюкрете" (Франция). . . . .	25	3,6
<b>Всего:</b>	<b>686</b>	<b>100,0</b>

Возникновение крупных фирм, занятых разработкой и изготовлением аппаратуры, а также строительством мощных станций беспроволочной телеграфии, вызвало приток научных сил в промышленность. В интересах фирмы "Маркони" стали работать Дж.Флеминг, О.Лодж, В.Икклз и др. С фирмой "Телефункен" связали свою научную и инженерную деятельность Г.Арко (стал главой фирмы), А.Слаби, Ф.Браун, М.Вин и др. Тот же процесс наблюдался позже в США и в других странах.

Сам по себе факт вовлечения больших групп ученых в промышленность не лишен известного интереса в социально-экономическом отношении. Он говорит о возникновении в начале текущего века новых форм взаимоотношений между наукой и производством. Необходимость в такой организации производства начинала чувствоваться тем раньше и полезность ее появлялась тем заметнее, чем стремительнее протекал процесс развития данной отрасли техники. В этом отношении сфера техники беспроволочной связи может служить весьма убедительным примером, поясняющим эту мысль. Но нельзя на замечать и теневой стороны отмеченного явления. Вместе с повышением интенсификации производства эта мера в рамках капиталистического общества, вне всякого сомнения, одновременно усиливала эксплуатацию умственного труда и помогала превращению высоко-интеллектуальной деятельности человека в товар.

Наряду с возникновением нового вида промышленности, вызванного появлением связи без проводов, происходило и "осмысливание" этой новой отрасли техники в человеческом сознании. Нужно было определить ее место среди родственных и ранее сложившихся научнотехнических дисциплин, необходимо было определить ее содержание и границы.

Еще в конце прошлого века (до изобретения связи без проводов) сложилась дисциплина, объединявшая учение об электрическом и магнитном полях. Позже в качестве вполне оформившегося самостоятельного предмета и научной дисциплины возникла электротехника. И, наконец, примерно в 1899-1900 гг. появился самостоятельный предмет - "беспроволочная телеграфия", сначала охватывавшая все ее теоретические и практические стороны. В ее состав в течение многих лет входили такие разделы, как теория электрических колебаний, теория электромагнитного поля, распространение электромагнитных волн, источники (генераторы, передатчики) электрических колебаний, методы индикации (обнаружения) электромагнитных полей, приемники электрических колебаний, сети (антенны), источники питания и измерения. По этой структуре на протяжении многих лет велись теоретические исследования, осуществлялись технические разработки, делались изобретения, писались учебники и монографии.

Между тем, сфера применения высокочастотных электрических колебаний с годами расширялась. Связь без проводов постепенно сама становилась лишь составной частью нарождавшейся обширной области техники. Нужно было искать для последней подходящее наименование.

Еще в 1890 г. Э.Бранли назвал предложенный им индикатор электромагнитных волн радиокондуктором. Международные конгрессы по беспроволочной связи, проходившие в 1903 и 1906 гг., в свою очередь рекомендовали к употреблению термин "радиотелеграфия". Но термин этот в широкий обиход входил очень медленно. Нужно было появление како-

го-то нового, ярко выраженного качества для того, чтобы сложившаяся со временем техника получила соответствующее ее тогдашнему содержанию название. И это новое качество в конце концов заявило о себе в виде того, что к началу двадцатых годов телеграфия без проводов, где раньше преобладали интуиция и искусство, превратилась в инженерную дисциплину, покоящуюся на твердом фундаменте технических расчетов и проектирования. Вместе с ней родилось и новое, более емкое, чем раньше, понятие "радиотехника".

### Литература

1. Изобретение радио, А.С.Попов. Документы и материалы. Изд. "Наука", М., 1966.
2. "Proceedings of the Institute of Radio Engineers", June 1917.
3. "Telefunken Zeitung", N 12, 1913.
4. Очерк развития радиотелеграфных сообщений в России и за границей. СПб., 1913.

Thomas Parke Hughes (USA)

A.A. MICHELSON AND E.A. SPERRY:  
THE DETERMINATION OF THE SPEED OF LIGHT, 1924-26

The instrument maker's contribution to Renaissance science is known; the instrument maker's role in the history of twentieth-century science also deserves attention. Galileo and Brahe depended so heavily upon instruments that both employed instrument makers full-time; Albert Michelson (1852-1931), America's first Nobel laureate (1907) also depended upon instruments. His Nobel Prize was awarded "for his optical precision instruments and the search he has carried out with their help in the fields of precision metrology and spectroscopy." The essay that follows recounts the making of an instrument used by Michelson in 1926 to make a new determination of the speed of light. The episode provides a glimpse of Michelson's technique in his later years, evidence

of the problems of instrument making, a reminder of the errors and misfortunes of scientific research, and an instance of inventors, engineers, and fine machinists enthusiastically serving pure science.

For an instrument needed in the 1924-26 experiments, Michelson turned to an old acquaintance, Elmer Ambrose Sperry (1860-1930), Sperry by the mid-twenties was world famous for his applications of the gyroscope for guidance and control of ships and airplanes. The Sperry Gyroscope Company supplied the world's navies with gyrocompasses and the company had an established reputation for precision manufacture, as well as for research and development. Skilled machinists, clever young design engineers, and the ever-resourceful and widely experienced inventor and engineer, Sperry, gave the company a character expressed by Sperry's own performance for the difficult problems, the kind of technology the mass manufacturers would not attempt.

In 1924, Michelson offered Sperry and his company a sweet technological problem: he wanted a three-inch octagonal nickel-steel mirror that would revolve at 540 r.p.s. Michelson had been working on a new determination of the velocity of light since 1921. A beam of light from a Sperry arc at a station on Mt. Wilson, California, was reflected from one face of a glass rotating octagonal mirror to a mirror located on Mount San Antonio about 22 miles away. From the stationary mirror there it was reflected back to the originating station, where it was reflected by the next succeeding face of the rotating mirror into a micrometer eyepiece. The velocity of light was ascertained from the rate of rotation of the mirror. In these observations, Michelson had used a Sperry high-intensity search-light with which he was greatly pleased.

Michelson, however, was not entirely satisfied with the one and one-half inch diameter glass octagonal mirror he was

using, and attempted to construct another twice as large. When it was run up to speed, however, it flew to pieces. Hence, Michelson's request to Sperry for a steel mirror with a peripheral speed of 27,500 ft. per minute, 540 turns per second, a diameter of three inches, and a face of about one and one-quarter inches. The mirror was to be rotated on a vertical axle, driven by an electric motor or by an air blast upon turbine blades on the axle. Michelson intended to operate the mirror in a vacuum, if an electric motor drive were used. He added, "it will be necessary to provide for both positive and negative rotations which may require motors above and below". His remark about positive and negative rotations only in conjunction with motors would prove ambiguous and unfortunate.

Sperry accepted the assignment, assured that his company could do the engineering and drafting, make the patterns, perform the machine work, and take care of the high-speed dynamic and static balancing. He judged the "little apparatus" required by Michelson similar to the precision devices made by his company. He recommended an air drive for the mirror because Michelson wanted to hold down costs and an electric motor would have to be specially built.

In April 1925, as Michelson was preparing for a summer of experimentation after a winter layoff, Sperry reported the mirror ready. With satisfaction, he wrote "we have it in such a complete state of balance, both dynamic and static, that we can find no evidence whatever of vibration..." He hoped that the machining of the facets was so fine that little polishing would be necessary, for polishing might disrupt the balance. Because there was a tendency toward heating within the casing and around the upper bearing, the casing had been provided with a jacket for air cooling.

Ready for shipment, the apparatus was a handsome example of craftsmanship. Beneath the mirror, a single row of

turbine buckets were located to receive the jets of air from four nozzles projecting from a ring casing. Air diverted at 65 p.s.i. had been found to drive the mirror at about 600 r.p.s. In the casing, two diagonally-opposed windows permitted the light beam to be directed upon one facet of the mirror and to be observed reflected upon another. External fixtures provided for air to drive the mirror and cool the casing.

The handsome apparatus - so carefully and tenderly made - reached Michelson in sad condition. The device had not been disassembled in the Sperry packing room, as directed, and it arrived with the upper end of the shaft tightly imbedded in the shipping crate and, as a result, sprung several hundredths of an inch. Furthermore, Michelson noted that the mirror facets did not appear to be hardened (nor had he so specified), and he doubted that unhardened mirror facets could be optically polished, or figured. The instrument was returned "via American Express".

Upon testing, the Sperry craftsman found, as Michelson said, that a heat-treated sample of the nickel-steel from which the mirror was made would take higher polish. By heating in an electric furnace, varying by steps from 40° to 15° between 1400° and 1600°, and by various quenching techniques, the surface was brought up by glass hardness. On May 27, a month later, the "beautifully running" instrument was re-packed in "April fool" package and sent to Michelson, whose enthusiastic acceptance Sperry confidently anticipated. Sperry offered to contribute the device, if payment was to be from Michelson's personal account, for Sperry begged "the honor of considering this apparatus as my little contribution (c.\$400) towards your wonderful work along the line of giving the astronomer greater accuracy as to his yard-stick."

Michelson, age 73, was ill in the summer of 1925 and was not able to inspect the instrument until late August. "Much to my chagrin and owing to an oversight which I trust

your generosity will attribute to my illness," Michelson wrote, "I find it necessary to return to you again the revolving mirror..." It had been provided with only one row of turbine buckets; two rows were needed to allow for rotation in the negative as well as the positive direction (Michelson did not - or didn't choose to - recall his penciled letter of August 23, 1924, to Sperry in which he asked for both positive and negative rotations, but only in connection with an electric motor drive). Sperry, a veteran of countless mishaps during a career of invention and development, replied: "As to the little mirror, my dear Michelson, you know that your merest desire is our command, so that the moment it gets here we will see just what is necessary to accomplish what you wish!..."

Sperry, quite sincere in insisting upon his desire to be of assistance. He and his engineers and technicians at the Sperry Company had begun to look upon the Michelson work as an exciting scientific challenge, as a change from their more mundane tasks. Preston Bassett, a young Amherst graduate, who headed the Sperry searchlight department and later the Sperry Gyroscope Company, expressed this sentiment after visiting the Mt. Wilson Observatory to overhaul and adjust the Sperry searchlight. Bassett spent three days on Mt. Wilson working with the ailing Michelson's assistant, Fred Pearson, and he was thrilled to see the Sperry light reflected from "Baldy" 22 miles away. "I doubt," the young engineer wrote, "I ever enjoyed three days as much as these." Later, Sperry told Michelson that the superintendent of the grinding department was "nearly a week" as a result of continuous work on the final grinding of the mirrors and that "our boys have all become so intensely interested... that they want to know... how you make the final determinations..."

After the instrument with the single-row of turbine buckets was returned, it was modified and, upon Michelson's

request, a twelve-faceted mirror was also built. Michelson and Sperry agreed that the two mirrors could be interchangeably operated in the same housing. When Michelson expressed concern about costs, Sperry once more freely gave the apparatus. Three months were needed at the Sperry Company to complete the work, which was ready late in January, 1926.

On the eve of shipment, Sperry reported that the eight-sided mirror had been run up to almost 600 r.p.s. with 60 p.s.i., and the twelve-sided to the same speed with 40 p.s.i. The balance was so well done that there was no evidence by feel that there was motion in the case. Sperry warned that the glass must be kept in the observation windows or the oil would be sucked out of the upper bearing. The two mirrors operated equally well in either direction (see fig. 2-6). In a formal letter of appreciation entered by Michelson in the record of the Board of Trustees at the University of Chicago, Michelson's university, he acknowledged Sperry's gift of "two beautiful specimens of workmanship" and the loan of "a magnificent arc-light" to which Michelson attributed "a large measure of the success of last year's (1925) work on Mount Wilson."

Observations using the Sperry mirror were made in the summer of 1926. Some modifications were made in the experimental apparatus as compared to earlier experimentation. In addition to the Sperry mirror, Michelson used three glass mirrors. Notwithstanding the great difficulty in figuring, or optically polishing, the steel mirrors, Michelson assigned observations made with them the highest weight.

Michelson wrote Sperry that results obtained in the summer of 1926 reduced the uncertainty in the velocity of light "from something like 100 kilometers to one or two". He seems to have been comparing the 1926 value of  $299,800 \pm 1$  km/sec in vacuo reported to Sperry, with his value of 299,895 obtained in 1878 or 1879. Michelson also supplied Sperry a

table of results for 1925 and 1926. The table gave five sets of observations, one for the glass octagonal mirror, one for the twelve-sided glass, one for the twelve-sided steel, and another for a sixteen-sided glass mirror. The values for the steel mirrors were identical with the weighted mean. Sperry thought it was a "wonderful" report from Michelson and was greatly pleased that the steel mirrors operated "absolutely in the middle of the loaded average."

Curiously, when Michelson published the results he gave 299,796 km/sec., a different value from the same observations. Furthermore, the article carries a full-page illustration of the ill-fated steel octagonal with a single row of buckets and only an obscure note on another page informing the reader that it was not actually employed. In addition, Michelson's limits of uncertainty given in the letter to Sperry and in the article not only differ ( $\pm 1$  as compared to  $\pm 4$ ) but are not standard deviations, nor weighted standard deviations; they appear to be a rather exotic standard deviation of the mean.

During the period September 1929 to March 1933 at Irvine Ranch near Santa Ana, California, Michelson planned another measurement of the velocity of light, but the measurements were carried out after Michelson's death by F.G. Pease and F. Pearson using rotating mirrors and a one-mile long steel tube. The value found was 299,774 km/sec. Since then the value of 299,792.5 km/sec in vacuo has been adopted by the International Union of Geodesy and Geophysics (for surveying purposes) and by the International Scientific Radio Union. The value varies only 3.5 km/sec. from that Michelson published in 1927 for the Sperry steel mirrors.

## ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РАДИОПЕРЕДАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ

Начальные шаги радиотехники характеризовались быстрым развитием техники радиоприема. Передающие устройства искрового типа конца XIX века некоторое время оставались почти на том же уровне совершенства, как в первых практических применениях радиосвязи. Вскоре, однако, картина изменилась. Достижения в технике радиоприема позволили осуществлять связь на все большие расстояния, стали развиваться и передатчики. Началась та своеобразная гонка мощностей, которая характерна почти для всех периодов истории радиотехники.

Главным в развитии первых генераторов было стремление уменьшить затухание излучаемых волн с целью увеличения мощности и улучшения качественных показателей радиопередачи. Важный этап в истории искровых генераторов (первое десятилетие XX в.) был связан с использованием ударного возбуждения колебательного контура для получения незатухающих волн.

Анализируя этот период, нужно отметить, что количественные изменения в развитии систем искровых генераторов завершились качественным скачком — переходом на незатухающие колебания.

Новым типом передатчиков незатухающих волн были дуговые преобразователи, которые явились логическим результатом изучения физики искрового разряда. Накопление знаний в этой области позволило осмыслить именно те стороны явления, которые для искровой техники были малозначимыми или вовсе выпадали из поля зрения. При конструировании передатчиков искрового типа знание внутренних свойств искрового разряда не было необходимым, в то время как для совершенствования дуговых преобразователей эти знания были первостепенными. Таким образом, развитие техники передатчиков в ранний период (до 20-х годов XX в.) шло от изучения внешней стороны процесса возникновения колебаний в искровом генераторе к исследованию внутренней сущности этого явления — в дуговых генераторах.

Наряду с дуговыми преобразователями в качестве генераторов незатухающих колебаний использовались и передатчики электромашинного типа. К этим устройствам обратились в поисках новых технических средств для генерирования, используя элементы электроэнергетики для радиотехнических целей.

Серьезные качественные изменения в процессе радиопередающей техники произошли только в конце первого десятилетия XX в. после выхода на техническую арену новых приборов — электронных ламп, внедрение которых протекало в острой конкурентной борьбе с генераторами предшествовавших типов. Сначала электронная лампа уступала им по мощности, но вскоре заняла ведущее положение в радиотехнике и стала одним из революционирующих средств техники. Она занимала прочное место в радиотехнике на протяжении почти полувекowego периода. Только в 50-е годы на смену ламповым передатчикам пришли полупроводниковые приборы на твердом теле, составившие исключительно многогранное сред-

ство генерирования радиколебаний почти во всех радиотехнических применениях.

В истории радиопередатчиков можно выделить три наиболее важные тенденции развития. Исторически первой возникла тенденция увеличения мощности в ответ на требования практики увеличить дальность действия радиостанций. В ламповую эпоху мощность передатчиков определялась номинальной мощностью радиоламп. На всем протяжении истории радиотехники имело место отставание возможностей производства мощных генераторных ламп от требований жизни. Это отставание является выражением внутреннего противоречия, присущего процессу развития техники радиопередачи. В хронологической последовательности нашли применение следующие методы построения мощных передатчиков: параллельное включение ламп, двухтактные каскады, блочное построение радиостанций, сложение радиоэнергии в пространстве и сложение энергии в мостовых схемах. Проблема увеличения мощности не снята и в настоящее время. Будучи решенной в каких-либо определенных применениях передатчиков, она начинает проявляться в других. Когда проблема мощности в радиосвязи и радиовещании была решена в пределах Земли, поиски переместились в область космических применений.

Вторая тенденция в развитии радиопередающей техники – освоение все более высоких частот. Эта тенденция возникла в начале 20-х годов, когда единичные мощности передатчиков (в основном дуговых) достигли технологического предела, а длины волн – десятка километров. К этому времени радиолюбителями были открыты свойства коротких волн распространяться на большие расстояния при малых излучаемых мощностях. С этого момента начинается новая эпоха освоения коротких волн и еще более высоких частот. Эта тенденция оказалась тесно связанной с проблемой увеличения мощности. Она также определяла прогресс и в технике генераторных ламп.

Переходу на более короткие волны способствовало перенасыщение уже освоенных диапазонов радиоканалами и конкретные удобства, основанные на специфических особенностях распространения радиоволн новых частотных диапазонов. В процессе овладения высокими частотами радиотехника несколько раз претерпела существенные изменения, связанные как с ломкой устоявшихся теоретических принципов, так и с резкими изменениями конструктивных особенностей аппаратуры. Происходила переоценка взглядов на многие физические явления и, в частности, на явления, считавшиеся вредными, мешающими. Вследствие более глубокого осмысления этих явлений, проникновения в их сущность, они смогли использоваться в технике как полезные. Так произошло с влиянием времени пролета электронов и паразитных параметров электронных ламп на их частотный предел. Сначала с этим боролись, строили, например, лампы с дисковыми электродами для уменьшения индуктивности вводов в лампах. Но затем стали использовать эти явления для получения новых полезных эффектов. В результате появились электронные генераторы пролетного типа и т.п.

В настоящее время высокочастотная тенденция продолжается. В среднем освоение частотного диапазона идет со скоростью изменения одного порядка величины за десятилетие.

Третья тенденция связана с проблемой передачи информации, с управлением радиоколесаниями. Исторически первым видом модуляции была амплитудная. Ее развитие шло от простейших методов телеграфной манипуляции, к схемам с сеточной и анодной телефонной модуляцией, к системам модуляции с повышенным к.п.д., к анодной модуляции с отсечкой, к автоанодной модуляции. В развитии амплитудной модуляции характерно соревнование систем сеточной и анодной модуляции, пять раз на протяжении всей истории сменявших друг друга в массовых применениях.

В качестве средства осуществления помехоустойчивой широкополосной модуляции в 30-е годы появилась частотная модуляция. До этого она рассматривалась как возможное средство сужения частотного спектра, и ее отвергли, не получив ожидаемых выгод. Она нашла применение значительно позже лишь после теоретического осмысления ее свойств. Дальнейшее развитие технической мысли привело к появлению новых методов модуляции с использованием достижений импульсной и цифровой техники.

Названные проблемы и тенденции развития характеризуют прогресс радиопередающей техники вплоть до настоящего времени. Сейчас употребляется термин "современная радиоэлектроника", которым обозначается качественное отличие ее от состояния, имевшего место до 50-х годов. В области радиопередатчиков это отличие характеризуется следующими важными особенностями:

во-первых, использованием всего частотного спектра, включая сверхдлинные волны и акустические волны. Контакт с электроакустикой дал новое плодотворное направление в технике усиления СВЧ;

во-вторых резким повышением удельного веса низкочастотной аппаратуры, приборов обработки информации. Характерная особенность состоит в тесной связи радиоэлектроники с технической кибернетикой;

в-третьих характерно также увеличение взаимодействия передающей техники и электроники.

Четвертая особенность состоит в резком возрастании количества физических явлений, используемых в современной передающей технике, в сильной связи этой области техники с физическими науками. В настоящее время в передающей технике можно насчитать несколько десятков новых физических явлений, нашедших применение и позволивших построить сотни новых типов передающих приборов.

И наконец, пятая особенность состоит в том, что современное состояние техники радиопередачи характеризуется значительно возросшей ролью теории, увеличившейся математизацией этой области техники.

## Литература

1. Родионов В.М. Развитие генераторной радиолампы. "Труды Института истории естествознания и техники АН СССР", т. 11, 1957.
2. Уэлдон Дж. Радиопередатчики. "ТИРИ", 1962, т. 50, № 5, ч. 1.
3. Родионов В.М. История радиопередающих устройств. М., 1969.

Во вступительном докладе на данном Конгрессе академик Б.М.Кедров охарактеризовал существенные факторы и этапы развития в науке и технике. Прием радиосигналов, при всей важности его для современного человечества, только частный пример, но и он дает материал, иллюстрирующий некоторые общие принципы. И в нем проявились влияния глобального климата мировой науки, макроклимата, определившего логику основных процессов, и "микроклиматов", отразившихся в успехах и противоречиях индивидуального творчества отдельных ученых.

Факты истории радиоприема примерно за столетие показывают, как сначала накапливались общие знания и как они были малопродуктивны без осознанной центральной идеи, как затем наступал этап догадок, момент понимания, озарения, открытия, как рождающаяся идея становится материальной силой и образовывала фундаментальный вклад в развитие материальной культуры.

Основные факты современного этапа радиоприемной техники — это переход от ламп к транзисторам и постепенное внедрение интегральных узлов; малощумящие туннельные и варакторные усилители; варакторная настройка; высокостабильные опорные генераторы и декадные синтезаторы частоты; применение оптоэлектронных элементов и др. Эти факты, с одной стороны, прямо связаны со стремительным развитием полупроводниковой электроники за последние 20 лет; с другой стороны они — результат 80 — 90 лет исследований, открытий и изобретений.

К основным этапам истории радиоприема относят создание приемника с когерером; резонансную настройку; детекторный слуховой прием (1900—1905); применение электронных ламп, регенеративный прием (1912—1913), супергетеродинный прием (1924), освоение частотной модуляции (1933) и др. Подробная характеристика этих этапов имеется в литературе [1].

Наибольший накал страстей исследователей истории радиоприема до сих пор относился к первому этапу, к вопросу о создании первого комплекта аппаратуры для радиосвязи. С одной стороны, это естественно, так как рождение радиосвязи прямо связано с изобретением определенной системы автоматического телеграфного приемника. С другой стороны, можно сожалеть, что продолжение дискуссий на тему "Попов или Маркони" [2] порой отвлекает исследователей от важных и интересных процессов развития идей в области радиосвязи.

Приемник, описанный в патентной заявке Г.Маркони в 1896 г. и с успехом примененный им для радиосвязи, тождественен приемнику, продемонстрированному в действии А.С.Поповым годом раньше; применимость этого приемника для радиосвязи указана самим А.С.Поповым в опубликованном им тексте доклада. Эти исторические факты документированы и неоспоримы, что, конечно, не снижает больших заслуг Г.Маркони в развитии радио. В истории радиоприема большой интерес представляет сравнение двух четко разделенных этапов: от опубликова-

ния работы Максвелла (1864) до публикаций об открытии Г.Герца (1888) и период после 1888 г.

Рассматривая события первого этапа, мы встречаемся с интереснейшей картиной того, как в течение четверти века большие ученые вплотную подходили к важному открытию, но не смогли увидеть сущности явлений и возможности их использования, так как идеи Максвелла еще не были в полной мере осознаны. Только после открытия Г.Герца и последовавших изобретений многим стало ясно, что им оставалось сделать единственный шаг, который открывал великую эпоху в технике. Как пример, укажем на работы одного из выдающихся русских физиков И.И.Боргмана (1849-1914).

Поскольку можно судить теперь, И.И.Боргман, исследуя атмосферное электричество, практически экспериментировал с электрическими колебаниями в пространстве еще до Г.Герца. Ему удалось обнаружить слуховой прием излучений на телефон на расстоянии более 11 метров. При этом был использован передатчик, подобный передатчику Герца, которым позже воспользовались и Попов и Маркони. Проведенные опыты описаны в 1886 г. в "Журнале русского физико-химического общества" и в журнале "Электричество".

Звук в телефоне мог объясняться обычным слабым детектирующим действием контактов в цепи телефона. Окажись в цепи телефона контакт с более отчетливо выраженными детектирующими свойствами, — И.И.Боргман заметил бы, конечно, что прием сигналов возможен на значительно большем расстоянии. Такая удача сопутствовала, как известно, помощникам А.С.Попова П.Н.Рыбкину и Д.С.Троицкому при их случайном эксперименте с телефоном на 13 лет позже; в цепи оказался когерер, контакты в котором оказались сильно детектирующими, и устойчивый прием получился на расстоянии в 28 км. В результате родилась аппаратура с детекторным слуховым приемом, определившая дальнейшее развитие радио на десятилетия. Но в 1886 г., когда экспериментировал И.И.Боргман, Герц только начинал свои исследования, открытие его еще не было сделано, а связь наблюдаемых явлений с идеями Максвелла не была замечена.

Столь же близко, как и И.Боргман, по-видимому подходил к открытию радиоволн и Т.Эдисон. В 1886 г. в журнале "Электричество" была описана система Эдисона-Жиллилянда, предложенная для связи с движущимися поездами. В комплект аппаратуры на каждом конце линии связи входили передатчик с прерывистым контактом (индукционная катушка) и телефонный приемник. Прием объяснялся распространением сигналов через телеграфные линии, идущие вдоль железной дороги, что вполне вероятно, несмотря на сравнительно большое расстояние между крышей вагона, игравшей роль антенны, и проводами (5-7 м). Но в этой публикации есть и такая фраза: "При опытах же проведенных в Менло-парке Эдисону удалось передать депешу посредством индукции через воздух на расстоянии в 193 метра". Ясно, что на таком расстоянии ни индукционная, ни емкостная связь действовать не могла. Это была, по-видимому, связь посредством электромагнитных волн, что в то время еще не смогли понять и оценить. Новый "сознательный" этап был открыт публикациями Г.Герца.

К чести русских ученых следует отметить, что в научных обществах и периодике России работы Г.Герца были освещены очень оперативно: изложение их появилось в печати уже в начале 1889 г. Было понятно и значение открытия Герца. Следует отметить статью О.Д.Хвольсона в журнале "Электричество" в 1890 г., в примечании к которой прямо высказывалось предположение о возможности телеграфии без проводов.

В раскрытии путей и методов радиосвязи особое место принадлежит В.Круксу, статья которого появилась в 1892 г. В ней с полной ясностью говорится о возможности беспроводной связи с частотным разделением сигналов; о применении направленных антенн и пространственной селекции; о применении резонансных цепей для настройки радиоаппаратуры; об использовании кодов для засекречивания радиосвязи. Реализация всех этих возможностей ставится в зависимость от усовершенствования устройств, которые уже существуют.

Прогноз Крукса осуществился через три года.

В последовавшем развитии радиоприема заслуживают дальнейшего изучения две взаимосвязанные цепи фактов: слуховой прием и полупроводники.

После 1900 г. переход к слуховому приему искровых радиостанций, с одной стороны, сильно повлиял на схемотехнику радиоприема. С развитием передатчиков с незатухающими колебаниями слуховой прием вызвал появление гетеродинного приемника; в свою очередь, из гетеродинного приема возник современный супергетеродинный приемник.

С другой стороны, совершенствование слухового приема потребовало усиления исследований полупроводников. Этот процесс имеет ряд важных этапов: создание полупроводникового диода (Пикар, Дэнвуди, 1906), изучение свечения и отрицательного сопротивления кристаллов (О.В.Лосев, 1920), изобретение полупроводникового усилителя и варактора (Лиленфельд, 1925-1928) [3], "взрыв" полупроводниковой электроники в 1948 г.

Журнальные публикации позволяют проследить эти и многие другие важные процессы в развитии радиоприема. Заслуживают внимания факты, отраженные в публикациях прошедших лет и ставшие теперь крайне важными. Сюда относятся, например, раскрытие применений комплексной обратной связи (Г.В.Брауде, 1931), узкополосная фильтрация с двукратным преобразованием частоты (В.И.Юзвинский, 1941) и др.

## Литература

1. Очерки истории радиотехники. М., Изд-во АН СССР, 1960; обзорные статьи в "PIRE", 1962, № 5, и 1963, № 8; "Радиотехника", 1970, № 5.
2. Ч.Зусскинд. "PIRE", 1962, № 10.
3. "Physics Today", 1964, Feb., pp. 24-26.

## СТАНОВЛЕНИЕ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ КАК САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ ТЕХНИКИ

Последние два десятилетия, в особенности период с момента создания лазеров и новейших твердотельных фотоприемников, характеризуются бурным развитием оптоэлектроники [1, 2].

Исторический и физикотехнический анализ радиоэлектроники и оптоэлектроники позволяет установить их функциональную аналогию, а также и то, что в настоящее время в оптоэлектронике происходит завершение создания первого логически и технически полного комплекса специфических для нее компонентов и технических средств. Этот же анализ позволил дать следующее определение понятия "оптоэлектроника".

Оптоэлектроника есть комплексная научно-техническая дисциплина, функцией которой является теоретическое исследование и обоснование, изобретение, практическое воплощение и применение методов и средств извлечения первичной информации, переноса (передачи и приема), переработки (преобразования), запоминания и хранения информации при помощи электромагнитных излучений на частотах от 6 - 10 до 1500 ТГц с использованием различных эффектов взаимодействия этих излучений с веществом, в частности и физиологических, а также, при необходимости, с использованием постоянных и переменных электрических и магнитных полей и электрических потенциалов и токов [3].

Это определение, вытекающее из первоначальных историко-технических исследований, позволило более четко разграничить методы и средства радиоэлектроники, с одной стороны, и оптоэлектроники - с другой. Оно также позволило сознательно пользоваться терминологией и классификацией радиоэлектроники применительно к объектам оптоэлектроники. На основе этого определения оказалось возможным провести второй тур историко-технических и сравнительных исследований оптоэлектроники, выявить и уточнить характерные тенденции развития в прошлом и наметить некоторые следствия на будущее.

Коренное различие в исторических путях радиоэлектроники и оптоэлектроники связано с фундаментальным фактом развития живой природы: в земных условиях никогда не существовало постоянно действующее интенсивное поле радиочастотного диапазона, но всегда было очень интенсивное поле оптического диапазона, в первую очередь от Солнца. Это привело к развитию светочувствительных органов, к созданию человеческого глаза и зрения. Таким образом, еще задолго до возникновения техники вообще существовали предпосылки для развития средств и методов переработки, передачи и приема оптической информации. Радио, наоборот, не могло возникнуть, пока не были изобретены источник излучений радиодиапазона и соответствующий приемник, так как на Земле не возникли биологические органы, чувствительные к радиоизлучениям.

Поэтому практическая оптика зародилась еще в далекой древности и многие важнейшие технические средства, включая линзу, призму, телескоп и микроскоп, были созданы эмпирически. Наличие солнечного света, изобретение искусственных источников света позволили создать

оптические методы сигнализации, пеленгации, измерения расстояний, фотометрии и колориметрии. Эти методы в дальнейшем переняла радиоэлектроника.

Однако в важнейшей области – в области передачи сообщений на дальние расстояния – оптика не могла дать надежного решения в силу того, что земная атмосфера и явления в ней приводят к непредсказуемым и нерегулярным нарушениям оптической связи. Задача эта решалась не раз, но всякий раз без особого успеха. Радио возникло именно как следствие невозможности создать надежную “безконтактную” связь в оптическом участке спектра.

С исторической точки зрения удивляет односторонняя оценка роли опытов Г.Герца. Обычно считают, что они положили начало работам в области радио, забывая при этом, что эти же опыты положили начало работам в области фотоэффекта и фотоэлементов. Второй факт, который обычно остается в тени, это то, что термоэлектронный и фотоэлектронный детекторы были применены на практике одновременно, в 1904 г. Тот и другой функционально тождественны, однако изобретение термоэмиссионного диода послужило толчком к бурному развитию радио, а последствия изобретения фотоэлемента, особенно на первых порах, были куда более скромными. Это объясняется тем, что в распоряжении радиоэлектроники не было ничего лучшего, а в оптике царил человеческий глаз – самый совершенный приемник оптического излучения.

Интересно задаться и таким вопросом: как решились физики конца прошлого столетия, например О.Д.Хвольсон, не зная ничего о распространении радиоволн в атмосфере, утверждать, что радиосвязь вообще возможна в том смысле, что на нее не будет влиять атмосфера? Этот вопрос еще недостаточно изучен.

Изобретение диода, а затем и многосеточных ламп привело к созданию специфических методов и технических средств, беспредельно расширило области их применения; радиосвязь при этом стала лишь одним из направлений. Радио перешло на новый этап, оно превратилось в радиоэлектронику. Этому превращению во многом способствовали идеи, заимствованные из оплотехники, в частности, идеи осуществления направленного излучения, пеленгации, осциллографии и ряд других.

В свою очередь, расширялось применение фотоэлектрических приборов в сочетании с радиоэлектронными приборами и методами. Однако развитие все еще тормозилось тем, что визуальные методы по-прежнему давали во многих случаях лучшие результаты. Не менее существенно, особенно в 40 – 50 гг. нашего столетия, сказывалось отсутствие когерентного оптического генератора. К концу 50-х гг. его отсутствие ощущалось с особой остротой: появление высотных самолетов, космических аппаратов и спутников вывело технику за пределы атмосферы, препятствовавшей осуществлению надежной оптической связи, локации, пеленгации. На повестку дня вновь была поставлена задача создания оптических систем дальней связи, локации, пеленгации. Наряду с этим были и другие важные инженерные задачи в промышленности, науке и военной технике, требовавшие внедрения различных устройств, работающих в оптическом диапазоне. В ответ на эти требования создавались различные типы фотоприемников, усилителей изображения, телевизион-

ных трубок, волоконно-оптических устройств, устройств хранения визуальной информации и источников света – импульсных газоразрядных и, наконец, лазеров. Все они начали входить в практику примерно в одно и то же время, с разрывом в один – два года. Это позволяет говорить, что в 60-е гг. в оптотехнике произошел коренной качественный скачок, она превратилась в оптоэлектронику. В эти годы и возник термин "оптоэлектроника".

70-е гг. знаменуются быстрым развитием оптоэлектроники, существенным расширением круга решаемых задач. Ныне оптоэлектроника широко и с большой пользой заимствует методы, разработанные радиоэлектроникой. Наиболее ярким примером является применение обратной связи и резонаторов в лазерах, методы гетеродинирования при приеме оптических сигналов, принципы модуляции и приема. С другой стороны в оптоэлектронике созданы специфические, почти недоступные радиоэлектронике методы пространственной обработки сигналов, что открывает широкие перспективы развитию систем параллельной обработки информации с очень высоким быстродействием.

Наиболее отсталой в оптоэлектронике является "схемная оптоэлектроника". Это объясняется молодостью систем генерации когерентных излучений и чрезвычайной развитостью схемотехники в радиоэлектронике, которая прекрасно решает подавляющее большинство задач, необходимых ныне и оптоэлектронике. Тем не менее ясно, что уже в ближайшем будущем следует ожидать развития элементов и схем чисто оптоэлектронного характера. Правда, они получают признание только при условии, что будут выполняться в виде интегральных схем. Это позволит им выдержать конкуренцию с нынешними интегральными схемами. Можно полагать, что создать оптоэлектронные интегральные схемы удастся, причем их габариты будут еще меньше, чем у электронных интегральных схем, благодаря малости длины волны оптического излучения, отсутствию емкостных и индуктивных паразитных связей. По-иному в этих схемах возможно решать и вопросы питания. Не исключено, что питание может быть обеспечено внешней засветкой.

В заключение подчеркнем, что радиоэлектроника и оптоэлектроника – сямские близнецы, они никогда не разъединятся полностью. Тем не менее, следует учитывать их существенные различия, это позволит с наименьшими ошибками и затратами разделить сферы влияния этих двух областей техники. Тенденции развития показывают, что к 2000 г. радиоэлектроника и оптоэлектроника окажутся самостоятельными, но тесно связанными отраслями техники.

О термине "оптоэлектроника". В настоящее время его применение вполне правомерно, поскольку в оптоэлектронных схемах очень важную роль играют чисто электронные устройства. Однако термин этот вводит и в заблуждение, вызываемое традиционным толкованием понятия "электроника". Поскольку между радиоэлектроникой и оптоэлектроникой существует функциональная аналогия, возможно пойти и на лингвистическую аналогию. Тогда для новой области можно предложить название "фотоника", оно является лингвистическим аналогом слова "электроника". Слово "фотоника" дает такие же словообразования, так же склоня-

ется, как и слово "электроника", но достаточно точно характеризует содержание новой области техники и не вызывает нежелательных ассоциаций с электроникой.

### Литература

1. Э.И.Адирович. Оптоэлектроника. В сб. "Микроэлектроника", вып. 1, М., "Советское радио", 1967, стр. 75.
2. Э.И.Адирович. Основные идеи и перспективы оптоэлектроники. "Известия ВУЗов. Радиоэлектроника", т. 11, 1968, № 7, стр. 679.
3. А.И.Штейнгауз. Историко-техническое и физико-техническое обоснование термина "оптоэлектроника". В сб. "Проблемы языка науки и техники", М., "Наука", 1970, стр. 90-102.

P. Swinbank (Great Britain)  
JOHN ROBISON

It is wholly appropriate that, at this XIIIth International Congress of the History of Science we should commemorate a Scotsman who, just 199 years ago, was a Professor in the Naval Academy at St. Petersburg, and who, before the news of his death reached Moscow, was elected an Honorary Member of the University in which we are now meeting. It was this same remarkable man who first drew James Watt's attention to the possible importance of steam power, who escorted Harrison's fourth chronometer on its first journey to Jamaica, experimentally determined the law of force between electrically charged objects, made the Encyclopaedia Britannica a respected organ of scientific publishing, and edited the lectures of Joseph Black.

John Robison has been curiously neglected by historians of science; and my object today at least in part is to bring him back to remembrance.

John Robison was born in 1739 at Boghall a few miles North of the centre of Glasgow, a house which he retained

throughout his long life. His father was a prosperous merchant and the family name seems to have been Robertson: when and why John changed is a little obscure. In 1750 he entered the University of Glasgow, where he studied until 1756 when he took his degree, like all other Glasgow students of that time, in Arts.

John Robison's undergraduate career must have been highly meritorious, for in 1757 he was nominated as Assistant to Robert Dick in place of Dick's own son who had recently died. Dick, however, thought clearly well disposed to Robison felt that he was too young for the post and Robison therefore looked for employment elsewhere. Fortunately, however, Robison soon got on close terms with Admiral Charles Knowles, and it was arranged that he should go to sea to act as instructor to Knowles' son. Alas, Robison did not take kindly to the life of a sailor, though he saw a good deal of action.

His dislike of the sea caused him to leave the Navy in 1761, but his association with Knowles continued, and very shortly afterwards Robison was, after all, at sea again this time with William Harrison and John Harrison's fourth and most famous marine chronometer. Unfortunately, before he left for Jamaica Robison omitted to settle his pay with the Admiralty, and was faced with problems in securing his due reward. Perhaps Robison was discouraged by this experience, for he seems to have spent several years wondering what to do next. In 1766 he found himself back in his old University as lecturer in Chemistry in succession to his old friend and master Joseph Black who had moved to Edinburgh. By his return to Glasgow Robison rejoined old friends, for in 1757, as James Watt himself records, it was Robison who had suggested to him the possible importance of steam power and the friendship between Robison and Watt lasted until the death of Robison.

Robison spent some time with Black in Edinburgh learning about his new duties and no doubt his lectures closely

followed, in their early stages at any rate, those of his predecessor. However, Robison was a man of great originality and ingenuity of mind and amongst other things he set about measuring the force between electrical charges. Priestley deduced from the absence of field inside a closed, charged, conductor and the gravitational analogy that the electrical law of force probably was an inverse-square, and Aepinus had tended to favour an inverse-square law, even to the extent of assuming it in one or two of the examples in his famous 'Tentamen' but to Robison must go the credit, years before Coulomb, of actually measuring the force. This he did by a simple, ingenious and very direct electrometer.

But a change lay just ahead for Robison. With the outbreak of war between Russia and Turkey it seemed desirable to the Empress Catherine to refurbish her Navy, and to this end she applied, through the Ambassador in London, to be allowed to take into her service a British sailor. The choice fell on Sir Charles Knowles, Admiral of the White and Rear-Admiral of Great Britain, and close friend and patron of our John. Knowles was well suited for the task for some 50 years earlier he had rendered like assistance to the Navy of Portugal. The post offered to Knowles in Russia was equivalent to that of the Presidency of the Board of Admiralty, and, as Mr. Porter in his manuscript account of Mr. Robison tells us, "the most skilful are ever the most ready and disposed to appreciate justly the talents and the skill of others. He proposed taking him along with him as his Private Secretary in the first instance, with the purpose of procuring for him after their arrival at St. Petersburg the place of Secretary to the Admiralty with appointments and the chance of perquisites equal or as he hoped superior to those enjoyed by the person who holds that office in London. Mr. Robison readily embraced the proposal and they set out together, and crossing from Dover about the end of October 1770 pursued their journey

by land to St. Petersburg where they arrived early in the January following. - Neither of them had been aware that Peter the Great, in establishing his Admiralty, had embodied the French rather than the English form, and that no situation corresponding to our office of General Secretary to the Board had any place in it. This part of his plans therefore fell to the ground."

In spite of this apparent setback Knowles and Robison proceeded to the technical revival of the Imperial Fleet, apparently with great success and with more than the predictable jealousy from the existing Naval Establishment making itself felt. Mr. Porter gives an account of their activities, which I will not go into here, but intend to publish elsewhere, but leaves the impression of great zeal and technical reform. So good an impression did Robison produce that when "a vacancy happening, in the summer of 1772, in the Nautical Mathematical Chair of the Imperial Sea Cadet Corps of Nobles, he was solicited to accept of the appointment to it." There is one point about his residence in St. Petersburg, and also of his willingness to take appointment there in the first place which I would like to stress and this is that, at that time, the great Aepinus was resident there. I have already drawn attention to Robison's involvement in the study of magnetism and electricity, and would emphasize that in his analysis he followed the Tentamen of Aepinus very closely. It seems to me not at all improbable that the presence of Aepinus was a significant factor in persuading Robison to go to Russia.

Alas, the delights of St. Petersburg did not hold Robison for long. In 1773 Dr. Russel, Professor of Natural Philosophy in the University of Edinburgh, died and the post was offered to Robison. He left Russia with goodwill on both sides, and he was promised a pension of 400 Roubles per year. For the rest of his life he resided in Edinburgh -

just one example of the debt which the East of Scotland owes to the West. He delivered his first course of lectures in the winter of 1774, and in 1804, the first volume (the only one published) of his "Elements of Mechanical Philosophy", embodying the substance of much of his discourse appeared. His years in Edinburgh were not devoted solely to teaching. There had been in the City for some years a Philosophical Society which in 1783 was elevated to the status of the Royal Society of Edinburgh and Robison was the first of its Secretaries. A little later he found himself called on by his old friend James Watt to prepare and ultimately to give evidence in a Patent Infringement Action in the Courts in London. In course of the preparations for this Action both Black and Robison wrote accounts of their acquaintance with Watt which are of great importance for the student of the History of the Steam Engine.

It may seem that this would be the point at which to conclude what has been intentionally a commemorative discourse but there is one more document to quote, a letter from St. Petersburg dated 19th April 1805 - a few weeks after Robison's death:

"Sir, Having the honour of being placed by my Most Gracious Sovereign His Majesty the Emperor at the head of his University of Moscow I avail myself of the first opportunity it has given me by passing a resolution in its Learned Council in virtue of which you have been annexed to its Honorary Membership, to recommend myself to your friendship and to acquaint you of the nomination.

If the University have thought it our duty to consider you in this instance not only as a person well known in the literary world but likewise ----- labours during his residence in Russia a right to the gratitude of our countrymen.

Will you, Sir, be pleased to accept of this new title offered to you by an University grateful for the advantages

its country has acquired by your means and at the same time of an annual pension it has voted to you of 200 Roubles for the trouble it may occasionally give you as a corresponding member?

The Patent shall be got ready without loss of time, and I will do myself the pleasure to forward it to you as soon as it comes to my hand. - Meanwhile I remain in the grateful expectation of your favourable acceptance of the pension and diploma - I have the honour to be with the greatest respect and consideration

Sir, Your Most Obedient Servant..."

Л.Г. Давыдова (СССР)

ОБ ОДНОМ ОБЩЕМ ПРИНЦИПЕ ПЕРИОДИЗАЦИИ  
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ (на примере истории грозозащиты)

Вопросы периодизации в истории техники являются недостаточно разработанными и наиболее спорными с точки зрения выбора характерных периодов в развитии технических объектов. В настоящем сообщении предлагается один из возможных подходов к периодизации истории технических средств в зависимости от методов изучения физических принципов, лежащих в основе соответствующих технических объектов. Попытаемся показать на конкретном примере истории грозозащиты, что качественные изменения в процессе эволюции этой отрасли определялись методами изучения молнии.

Начальный период знакомства человека с молнией - с древнейших времен до начала XVII в. - был характерен простейшими наблюдениями. В практической деятельности ничто не наталкивало на схожие с грозовыми явлениями свойства, а весьма отдаленные аналогии приводили к неправильным толкованиям. Так, одно из первых объяснений грозы по аналогии с высеканием искры при соударении камней породило представление о том, что вначале бывает гром, а за ним молния.

В глубокой древности появилось стремление предохранить человеческие жизни и постройки от поражения молнией. Наряду с суеверными обрядами вырабатывались и некоторые реальные средства защиты, подсказанные эмпирическими находками и инстинктом самосохранения. Вещественные памятники древнего Египта и старинные книги свидетельствуют о том, что для защиты от молнии применялись устройства,

сходные с современными молниеотводами. Бессознательный опыт древних был совершенно утрачен в последующие столетия.

Второй период начинается введением экспериментального исследования электрических явлений на рубеже XVI и XVII вв. и завершается установлением электрической природы молнии в середине XVIII в. Опытное изучение электричества привело к созданию основ электростатики и к открытию электрической искры. Качественные наблюдения над искусственными электрическими разрядами при постепенном совершенствовании техники эксперимента заронили предположение об электрическом происхождении молнии: одна из первых догадок была высказана английским доктором У. Уоллом (W. Wall) в начале XVIII в. Это предположение перерастает в уверенность с появлением усовершенствованных электростатических машин трения и лейденских банок, позволивших оперировать с весьма мощными электрическими разрядами. Летом 1752 г. опытами д'Алибара и В. Франклина были установлены электрические свойства грозových разрядов.

Для данного периода в изучении молнии, кроме наблюдения, был характерен новый метод: логическая операция переноса знания об электрической искре на грозовой разряд. С точки зрения метода научного познания это была экстраполяция по аналогии.

Средства защиты от молнии в этот период отсутствовали, но существенно, что для проведения электростатических опытов создаются устройства, по принципу действия аналогичные будущим громоотводам. В 1747 г. было обращено внимание на способность "заостренных предметов извлекать и испускать электрический огонь" [1].

Получение критериального вывода о сущности атмосферных разрядов знаменовало собой начало нового – третьего периода в развитии знаний о молнии. Начиная с середины XVIII в. проводятся многочисленные эксперименты с атмосферным электричеством, возникают попытки количественно оценить действие атмосферных разрядов (опыты М. В. Ломоносова и Г. В. Рихмана). Однако трудности исследования молнии ограничивали возможности ее изучения и вплоть до середины 20-х гг. XX в. добытые сведения характеризовали явление лишь с качественной стороны. Для выяснения механизма атмосферных электрических разрядов большую службу сослужила фотография, вошедшая в исследовательскую практику с 1880-х годов. Знания о молнии, кроме того, обогащались лабораторными исследованиями электрической искры в длинных промежутках [2].

Следствием открытия электрической природы молнии и синтеза сведений по электростатике явилось создание первого сознательно употребляемого грозозащитного средства – громоотвода. Громоотводы для защиты наземных сооружений первоначально создавались на эмпирической основе с использованием лишь в самой незначительной степени законов электрического тока [3]. Поиски средств защиты от атмосферных разрядов стимулировались развитием телеграфных линий связи и, в особенности строительством линий передачи электрической энергии, начиная с 90-х гг. XIX в. В последующие 25–30 лет было создано большое число грозозащитных аппаратов, но все они отличались недостаточной надежностью. [4].

В рассматриваемый (третий) период в изучении молнии наблюдение, эксперимент, экстраполяция по аналогии находились в тесном и постоянном взаимодействии, но экспериментальный метод был ведущим. Однако отсутствие технических инструментов для измерения параметров молнии обусловило недостаточный уровень знаний и, как следствие этого, неуспех в создании молниезащитных устройств. Становилось очевидным, что только количественная оценка значений токов молнии, амплитуд и скоростей распространения волн перенапряжений могли лечь в основу конструирования защитных средств.

Четвертый период начался с середины 20-х гг. XX в.: впервые были измерены значения токов молнии и зарегистрированы волны грозовых перенапряжений в линиях электропередачи на экранах катодных осциллографов; в это же время появились импульсные генераторы напряжения, позволявшие моделировать грозовой разряд в лабораторных условиях.

В результате большого числа измерений токов молнии и перенапряжений взгляды на грозозащиту к началу 30-х гг. XX в. претерпели существенные изменения. Начала осуществляться защита высоковольтных сетей от прямых ударов молнии, в противоположность ранее бытовавшему мнению о том, что такая защита невозможна.

Последующие четыре десятилетия исканий и опытов с применением все более усложнившейся аппаратуры, приближающей условия протекания искрового разряда к длинным промежуткам к натуральной молнии, т. е. с введением метода моделирования, дали возможность представить основные стадии механизма электрического разряда и их количественные характеристики. Это позволило постепенно начать переход к расчетному определению грозоупорности защищаемых объектов [5]. Методы конструирования и выбора молниезащиты стали коренным образом отличаться от ранее существовавших чисто эмпирических способов. Были созданы надежные молниезащитные средства, обеспечивающие бесперебойность электроснабжения в грозовые сезоны. Таким образом, для последнего рассматриваемого периода в вопросе изучения молнии и атмосферных перенапряжений определяющим оказался метод моделирования.

Выбранный принцип периодизации истории грозозащиты в зависимости от исторически развивающихся методов изучения молнии позволяет вскрыть внутреннюю связь качественных сдвигов в технике грозозащиты с уровнем знаний об электрическом разряде. Такие методы научного познания, как наблюдение, эксперимент, аналогия, экстраполяция по аналогии, моделирование, являются общими методами познания. Область их действия чрезвычайно широка, и они справедливы для любого познавательного процесса, для истории любой отрасли техники, развивающейся как результат освоения практикой какого-либо физического явления. В связи с этим представляется возможным рекомендовать принцип периодизации эволюции технических средств, возникающих как результат исследования конкретной научной проблемы, на основе генезиса новых методов познания.

## Литература

1. В. Франклин. Опыты и наблюдения над электричеством. М., Изд-во АН СССР, 1956, стр. 8.
2. И.С. Стекольников. Природа длинной искры. М., Изд-во АН СССР, 1960.
3. Ф.Араго. Гром и молния. СПб., 1859.
4. Л.Г. Давыдова. Средства защиты от электрических перенапряжений. (Исторический очерк). М., Изд-во АН СССР, 1961.
5. А.И. Долгинов. Перенапряжения в электрических установках. М.-Л., Госэнергоиздат, 1962.

Bernard Finn (USA)  
SURVIVAL OF EARLY TECHNIQUES  
IN THE TELEGRAPH INDUSTRY

The two original practical electromagnetic telegraph systems developed in the 1830s--by Morse and Vail, and Cooke and Wheatstone (following Schilling)--underwent a few alterations in their early years; but they then survived virtually unchanged as key segments of the telegraph industry well into the twentieth century. I shall center my talk around the story of this remarkable endurance in order to illustrate some characteristics of the telegraph industry.

Morse's original receiver consisted of an electromagnet which pulled an iron armature and moved a pencil back and forth across a moving strip of paper. He had an automatic transmitter: a stick which held pieces of metal "type", each with one or more projections; these were drawn under a lever, forcing it to make and break contact and thus transmit the signal. Morse spent more time on this aspect of his invention--the port-rule--than on any other, designing several ways in which the type could be held. Yet, as we have shown in recent experiments on Morse's original apparatus, preserved at the Smithsonian, this was the

limiting factor in his invention, limiting his speed to about six words per minute. By the time of his 1844 trial the port-rule had been replaced by a hand-operated key, and the receiver had been modified so that the instrument in its essential parts was indistinguishable from those in use at the end of the century though the method of marking--embossing with a steel stylus on a paper strip--was replaced in the United States by sound reception and in Europe by an ink marking system. Similarly the Weststone-Cooke five needle telegraph, which also was at first capable of about six wpm,<sup>1</sup> gave way quickly to the two-needle instrument which was somewhat more slowly replaced by the single-needle version. But the basic design remained unchanged.

The survival of these primitive devices might be considered all the more remarkable because they attained a close-to-maximum speed rather early in life and generally were incapable of any major improvement. With the change to key operation Morse operators at least by the early 1860s were able to transmit to sounders at 20 wpm or more,<sup>2</sup> and with the ink-writer at about 35 to 40 wpm.<sup>3</sup> Note that in the twentieth century 15 to 20 wpm was considered adequate for commercial sounder practice with the old type key; a new key developed soon after 1900 enabled an operator effectively to double his speed.

The early needle telegraphs were also quite slow at first, but by 1862 it was reported that the double-needle system (which used two wires) could transmit up to 45 wpm, and the single-needle could get up to 35 wpm.<sup>4</sup> The receiving operator would have difficulty copying much faster than that.

But by the sixties some much more elegant and faster instruments were developed. Notable was the Hughes printer invented by David Hughes in the United States in the 1850s. Hughes sold his American rights and moved to Europe, where his instrument was further developed and became quite popular. In the mid-1860s it could transmit at 20 wpm and in 1872 at 60.<sup>5</sup> This is already about as fast as the human operator could be expected

to work. The use of punched paper tape was applied to automatic telegraph transmission by Alexander Bain the 1840s and subsequently developed by Charles Wheatstone. The Wheatstone automatic (punched tape) transmitter could transmit at 7 wpm in 1870; and this number was raised to 600 by the end of the century. It was standardized at 100 wpm for printing output because of limitations on the typing equipment.<sup>6</sup> Event though printing and punch-tape systems were held down to modest speeds, wires could be used to much greater capacity by the use of multiplexing techniques. Standard practice in the twentieth century was to use a rotating wheel with separated contacts which would effectively distribute the messages into anywhere from two to eight time-separated channels. Since these could be duplexed, the result could be as many as sixteen channels. This type of operation was most highly developed on the submarine cables, where it was economically important to make fullest use of the capacity of the wire.

A third major system was introduced by J.M.E. Baudot in 1879 with a capability of 60 wpm, a speed which was doubled before long.<sup>7</sup>

There were, of course, numerous other high-speed and automatic devices invented. I mention only those turned out to be the most practical

An idea of the relative use of these instruments can be obtained by considering the equipment employing in the major telegraph offices in London, New York and Paris.<sup>8</sup> First, London, in 1875:

- 12 Hughes printers
- 40 Wheatstone automatic
- 240 Morse ink-writers
- 130 single-needle
- 12 Morse sounders
- 26 other

and in New York:

149 Morse sounders  
6 Phelps printers  
15 other

and in Paris in 1878:

4 Wheatstone automatic  
4 Baudot  
"very many" Hughes printers  
"a large number" of morse ink-writers on important lines and on all secondary lines

The large proportion of Morse and needle instruments in use continued well into the twentieth century.

There were several reasons for the survival of primitive instrumentation, of which I shall mention a few. One was the development of duplex and quadraplex techniques which came into use in the seventies. These showed immediately how to double or quadruple the capacity of a Morse or needle circuit; they were, of course, also applied to the other systems but not as easily, and in some cases a bit later due to technical difficulties. Another factor concerned economics. The complex instruments were also expensive (a Hughes instrument cost about three times the amount of a Morse ink-writer<sup>9</sup>); and for the Wheatstone automatic there was the need for a considerable increase in staff. One estimate suggested that for distances under 200 miles it was cheaper to run extra lines and install an automatic system.<sup>10</sup>

There was also a certain conservatism built into the telegraphic enterprise. This was true economically, since expansion had been rapid and expensive. It was also true in human terms. In the United States, for instance, virtually all of the telegraph executives had at one time been operators. This, I think, helps to explain statements in 1875 by William Orton, President of Western Union, describing Morse transmission as a "beautiful process" and rejecting out of hand the "so-called automatic

process."<sup>11</sup> It is worth noting that several other systems were tried in America, but often only for temporary competitive reasons. Thus the promoters of the Atlantic Cable purchased the rights to Hughes instrument in order to develop a competitive position for land-line transmission. When an accommodation was reached with the Morse interests the Hughes instrument was abandoned.

A similar force may have been at work in persuading the British Committee on high-speed telegraphy in 1916 to suggest as one reason to be cautious of new high-speed apparatus the fact that "The principle of specialisation would also operate prejudicially against those operators selected for rare or special types of apparatus, as they would be incapable at a later period of acting as supervisory officers" since the national system necessarily "involves the use of several types of apparatus,"<sup>12</sup>

But most important, no doubt, was the nature of the business, in which there was need for variety. High speed automatic instruments were ideal for long news dispatches that had to go out to numerous locations. They were not as well suited to short messages, or for small offices. And it was a characteristic of the telegraph that it ended up with offices in small towns--especially if any government pressure was brought to bear. This is especially noticeable in Britain where, after the telegraph system was nationalized in 1870, there developed a tremendous increase in the number of stations and in business, and a comparably large deficit.

In recent years, as the telephone has taken away most of this small-town business, the companies have been able to drop the needles and the sounders and concentrate on their high-capacity and automated systems.

NOTES

1. William H. Preece, "Telegraphy: its rise and progress in England", J.Soc. Telegraph Engineers 1 (1872-73), 231.
2. E.E.Blavier, Telegraphie Electroque Vol. 1 (Paris, 1865), 208, states that although messages can be sent at 25 wpm, the ear can distinguish at best 17 wpm. F.L.Pope, "The General Telegraph Office of the Western Union Company in New York City", The Telegrapher 3 (1867), 250, reports an expert telegraphier sending at 28 wpm.
3. Preece, Op.Cit., 232.
4. Ibid., 231.
5. Blavier, Op.Cit., R.S.Culley, "Automatic Telegraphs", J.Soc. Telegraph Engineers 1 (1872-73), 51.
6. H.G.Sellers, "A Short History of the Telegraph", Post Office Green Paper No. 5 (1934), 8. British Post Office, Report of the Committee on High Speed Telegraphy (London, 1917), 8.
7. W.J.King, "The Development of Electrical Technology in the 19th Century," Contribution from the Museum of History and Technology, U.S. National Museum Bulletin No. 228, 308.
8. Anon., Central Telegraph Stations," J.Soc. Telegraph Engineers 4 (1875), 107. A.M.Jean, "The Telegraph in France", J.American Electrical Society 3 (1880), 39-40.
9. David Brooks, Report on Telegraphy and Apparatus (1875), 10.
10. Culley, Op.Cit., 47.
11. William Orton, Extract from the Annual Report of the Western Union Telegraph Company, J.Soc. Telegraph Engineers 4 (1875), 313.
12. British Post Office, Report of the Committee on High Speed Telegraph (Op.Cit.).

Почти полтора века прошло с тех пор, как были созданы первые практически пригодные системы передачи информации посредством электричества. Чудесным достижениям современной электросвязи человечество обязано многим поколениям, тысячам известных, мало известных или вовсе безвестных ученых, инженеров, конструкторов и изобретателей.

Каждый из них внес свою лепту, которая всегда добавляла новое к тому, что уже было сделано предшественниками.

Наша страна справедливо гордится тем обстоятельством, что первые электрические телеграфы, нашедшие практическое применение, были созданы в России.

Член-корреспондент Петербургской академии наук П.Л. Шиллинг с 1810 года начал заниматься вопросами электрического телеграфирования. Тесная связь с целым рядом крупных ученых того времени (С.Т.Земмерингом, А.Ампером, К.Гауссом, В.Вебером, А.Гумбольдтом и многими другими) позволила П.Л. Шиллингу впервые с требующейся полнотой обобщить соответствующие достижения науки, необходимые для решения технической стороны задачи. Накопленный им огромный опыт в области языкознания (он был востоковедом) и криптографии (им был разработан для правительства целый ряд государственных шифров) позволил П.Л. Шиллингу разработать телеграфный код, что явилось главной предпосылкой успешного разрешения всей задачи устройства электрического телеграфа. Наконец, изобретение П.Л. Шиллингом электрической мины и связанные с этим изобретением многочисленные полевые испытания различных проводниковых и изоляционных материалов привели его к сооружению первых практически пригодных кабельных и воздушных телеграфных линий. Изобретенные П.Л. Шиллингом одномультимпликаторные и многомультимпликаторные телеграфы демонстрировались с 1832 года, а затем получили особенно широкое применение и дальнейшее усовершенствование в Англии.

Преемник этих работ П.Л. Шиллинга член Петербургской академии наук Б.С. Якоби разработал и впервые с истории техники ввел в эксплуатацию пишущий телеграф с электромагнитом и якорем. В 1841 году пишущий телеграф Якоби работал на линии, соединявшей Зимний дворец с Главным штабом, с 1842 года – на линии между Зимним дворцом и Главным управлением путей сообщения, с 1843 года – между Петербургом и Царским селом (ныне г.Пушкин). На Царскосельской линии длиной 25 км Якоби применил подземные провода с каучуковой изоляцией. Масштабы телеграфных сооружений побудили его разработать целый ряд устройств для изготовления кабеля, приборов для электрических испытаний, обучить первых телеграфных механиков, а затем создать первые в России электротехнические мастерские. На Царскосельской линии Якоби применил в схеме телеграфирования предложенный в 1831 году Джозефом Генри принцип работы с местной батареей.

На протяжении 1842–1845 гг. Якоби сконструировал целую серию оригинальных стрелочных (алфавитных) телеграфных аппаратов, в том числе военно-полевой аппарат, который в 1847 году был принят на вооружение саперных частей русской армии, чем было положено начало развитию военной электросвязи.

В результате творческих исканий Якоби реализовал в конкретных конструкциях идеи буквопечатающего, электрохимического и звукового телеграфов. Хотя эти его изобретения непосредственно не получили практического применения, они также содействовали дальнейшему прогрессу телеграфии, а заложенные в них идеи были с успехом использованы другими изобретателями.

Все перечисленные аппараты Шиллинга и Якоби изготавливались талантливым русским механиком И.А. Швейкиным, – с 1828 года по частному соглашению с Шиллингом, а с 1841 года в государственных мастерских, организованных Якоби.

Важным направлением в развитии телеграфии явилось изобретение способов уплотнения телеграфной связи. И в этом направлении русскими учёными был сделан ценный вклад. Петербургский профессор математики З.Я. Слонимский в 1858 году разработал "способ передачи двух различных депеш и в тоже самое время приема двух других депеш по одному и тому же проводнику", т.е. схему квадруплексного телеграфирования. Профессор Харьковского университета Г.И. Морозов в 1869 году предложил "способ одновременной передачи нескольких депеш по одной проволоке", основанный на использовании вибрирующих пластин с различными частотами собственных колебаний в качестве передатчиков телеграфных аппаратов. Как известно, обе идеи получили впоследствии дальнейшее развитие и дали плодотворные результаты.

Значительным усовершенствованиям подвергалась телеграфная аппаратура, закупавшаяся за границей для эксплуатации в России. Главный механик Петербургского телеграфного округа И.Н. Деревянкин был удостоен бронзовой медали на Международной электрической выставке в Париже за усовершенствования, внесенные в аппараты типа Морзе. Изобретенный в 1871 году механиком Московского телеграфа Э.Ф. Краевским регулятор к аппаратам Юза был затем повсеместно внедрен. Многочисленные усовершенствования были сделаны русскими механиками и в аппаратах Уитстона, которые получили применение в нашей стране с 1885 года.

Первый успешный шаг в реализации идеи электрической передачи речи, сделанный в 1876 году одновременно и независимо Э.Греем и Г.Беллом, вызвал на обоих континентах поток изобретений и усовершенствований.

Первым русским физиком и инженером, посвятившим свою деятельность телефонной технике, стал ученик Ф.Ф. Петрушевского и А.Г. Столетьева, воспитанник Петербургского университета П.М. Голубицкий. Изобретения П.М. Голубицкого, описанные в одиннадцати русских и иностранных патентах, оказали решающее влияние на начальный период развития мировой телефонии. Они касались весьма широкого круга основополагающих вопросов телефонной техники. П.М. Голубицкий изобрел

многополюсный телефон, микрофон с угольным порошком, телефонный аппарат с рычагом для автоматического переключения, телефонный ответчик, телефонную гарнитуру, разработал первую схему телефонной станции с центральной батареей, которая была реализована во Франции.

В.Б. Якоби (сын академика Б.С. Якоби) с 1878 года разработал ряд полевых телефонных аппаратов, а в 1882 году его миниатюрный аппарат "Телекаль" получил высокую оценку на второй Петербургской электротехнической выставке. Военный инженер Г.Г. Игнатъев уже в 1880 году практически реализовал разработанную им схему одновременного телеграфирования и телефонирования. Достижения Е.И. Игнатъева получили развитие и усовершенствование в изобретениях Е.Г. Гвоздева. Усовершенствовали телефоны Р.Р. Вреден, А.А. Столповский, В.М. Нагорский, Ю.О. Охорович и другие русские изобретатели.

Ряд оригинальных и основополагающих изобретений был сделан в России и в области автоматической телефонии. Раннюю попытку автоматизации телефонных соединений предпринял лодзинский инженер К.Л. Мосицкий, разработавший и опубликовавший в 1887 году схему и описание "самодействующего центрального коммутатора", построенного на одних реле. Весьма плодотворной явилась работа русского изобретателя М.Ф. Фрейденберга, который в 1895 году изобрел предыскатель и впервые осуществил свободное искание с механической блокировкой занятых выходов, а в 1896 году запатентовал также машинный искатель с обратным управлением.

Работы наших соотечественников явились благоприятной предпосылкой для прогресса электросвязи в нашей стране после 1917 года. Так, в 1918 году П.А. Азбукин превращает созданную им до революции измерительную лабораторию в научно-испытательную станцию Народного Комиссариата почт и телеграфов, коллектив которой в последующие годы выполнил проектирование и устройство первых в нашей стране линий высокочастотной телефонной связи и систем подтонального телеграфирования. Известный своими изобретениями еще с 1904 года телеграфный инженер М.М. Божко-Степаненко в 1918 году организовал в Москве аналогичную лабораторию. Воодушевленный открывшимися после 1917 года перспективами изобретатель телефонной трансляции на электронных лампах В.И. Коваленков интенсивно продолжал начатые в 1915 году работы и за период 1919-1927 гг. получил 29 патентов в этой области, позволивших организовать транзитные телефонные связи на большие расстояния, в которых так нуждалась наша обширная страна.

Г.К. Цвєрава (СССР)

## ПИОНЕРЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ ВЕНГРИИ, ЧЕХОСЛОВАКИИ И ЮГОСЛАВИИ

Ученые и изобретатели – уроженцы стран, вынесенных в заголовок, внесли ощутимый вклад в развитие электротехники.

Честь быть первопишущими по этой отрасли знания принадлежит венгерским естествоиспытателям. Их литературное наследие с конца XVII по начало XIX в. составляют компиляции, отображающие состояние науки об электричестве в дофранклинов период; трактаты, написанные под воздействием концепций Франклина и его последователей; сочинения по магнетизму и гальванизму. Вклад венгерских ученых в разработку теории электричества до середины XIX в. был не велик.

Ученые чешской национальности начали проявлять интерес к электрофизическим исследованиям с середины XVIII в. Многие из них были тесно связаны с Пражским университетом. В отличие от венгерских коллег, увлекавшихся научно-литературными обзорами, пражские профессора были склонны к экспериментальной работе. Электростатическими опытами занимались Ян Скринши (1697–1773), Йозеф Степлинг (1710–1778), Йозеф Клинокш (1734–1778). Наиболее талантливым из них был Клинокш. Развивая результаты, полученные итальянским физиком Беккариа и шведским ученым Вильке в области электростатической индукции, Клинокш одновременно с Вольтой в 1774–1775 гг. изобрел смоляной электрофор [1].

Вне пражской группы физиков находился Прокоп Дивиш (1698–1765), священник из местечка Пржиметице (Моравия). В 1742–1750 гг. он воспроизвел и расширил весь комплекс тогдашних наблюдений над статическим электричеством. Примечательны новизной его исследования, показавшие ускорение всхожести растений под действием электрического поля, и разработка методов электротерапии. Большим достижением Дивиша были его исследования атмосферного электричества. Еще в середине 40-х годов он был убежден в электрической природе молнии. В те же годы Дивиш обнаружил особые свойства острия. Это навело его на мысль, что с помощью установленных на высоте остроконечных предметов можно отсасывать и сводить в землю заряды из наэлектризованных туч. Руководствуясь этой идеей, Дивиш в июне 1754 г. установил молниеотвод высотой 41 м., названный им “метеорологической машиной”. Это был первый действующий заземленный молниеотвод.

В южнославянских землях первые исследования в области электростатики связаны с именем хорвата Иосипа Домина (1754–1819), занимавшегося вопросами электротерапии.

Созданная в 20-х годах XIX в. электродинамика открыла новую главу в летописи электричества. Учитель в венгерском городе Дьєре Аньош Йедлик (1800–1895), впоследствии член Венгерской Академии наук, первым в странах Центральной Европы приступил к изучению электромагнетизма и практическим разработкам в этой области. В 1827–28 гг., экспериментируя с мультипликатором Швейггера, Йедлик заметил в его подвижной части стальной магнит (стрелку) электромагнитом и добился большего, чем кто-либо до него, электродинамического

эффекта [ 2 ]. На основе этого опыта Йедлик сконструировал самые ранние модели электродвигателя. Они были более техничными – полностью электромагнитными и вращательного движения, чем образцы, предложенные 3-4 года спустя Джозефом Генри и Сальватором даль Негро. Йедлику принадлежит первенство и в нахождении принципа самовозбуждения. Не позднее 1858 г. у венгерского ученого зародилось ясное представление о схеме электрического генератора, работающего на принципе самовозбуждения с использованием остаточного магнетизма. Он устроил униполярную машину, которая была испытана в 1861 г., на шесть лет ранее конструкций Сименса и Уитстона.

В чешских землях пионером в области электромагнетизма был профессор Пражского университета Франтишек Петржина (1799-1855). Техническое значение имели его разработки в телеграфном деле. Наряду с австрийским инженером Ю. Гинтлем, Петржина был изобретателем встречного телеграфирования по мостиковой схеме (1843).

К 80-м года XIX в. в Австро-Венгрии сложились социально-экономические условия для возникновения электротехнической промышленности сильного тока. В Чехии первый электротехнический завод был основан в 1881 г. в Пльзени Франтишеком Кржижиком (1847-1941). Он вошел в историю электротехники как изобретатель дифференциальной дуговой лампы с равномерным сгоранием углей. Реальную ценность имели изобретения Кржижика и в области железнодорожной сигнализации и электротяги. Он был строителем первых электростанций и электрофицированных железных дорог в Чехии.

В Чехии электротехника до конца прошлого века развивалась в области постоянного тока; в Венгрии предпочтение было дано переменному току. Пропагандистами этой системы явились трое ведущих электриков фирмы "Ганц и К<sup>о</sup>" в Будапеште Карой Циперновски (1853-1942), Микша Дери (1854-1938) и Отто Блати (1860-1939).

В 1882 г. Циперновски и Дери сконструировали однофазный синхронный генератор с самовозбуждением от механического выпрямителя, а в 1889 г. совместно с Блати – однофазный синхронный двигатель с подобной системой возбуждения. В 1885 г. они получили патент на схему параллельного присоединения первичных обмоток нескольких однофазных индукционных катушек к сети высокого напряжения.

Кардинальное решение задачи распределения электроэнергии однофазным током было дано названными изобретателями в германском патенте, заявленном 6 марта 1885 г.; в патенте были описаны индукционные аппараты с замкнутой магнитной цепью, для которых впервые был применен термин "трансформатор". Это изобретение явилось важнейшим вкладом, главным образом Блати, в прогресс электротехники.

Сотрудником фирмы "Ганц и К<sup>о</sup>" был и Кальман Кандо (1869-1931), известность которому принесли его разработки в области электротяги на трехфазном токе. В 1931-34 гг. по системе Кандо была электрифицирована железная дорога Будапешт-Хедьешхалом.

В 90-е годы в Чехии получил распространение трехфазный ток. Инициатором его внедрения был изобретатель и крупный предприниматель Эмиль Кольбен (1862-1943), основатель концерна ЧКД в Праге. По

его проекту была построена первая в Чехии электростанция трехфазного тока в Праге (1900).

Судьба пионеров электротехники югославского происхождения сложилась совсем по-иному. Их незаурядное дарование проявилось далеко от родных краев, в США.

Речь идет прежде всего о Николе Тесле (1856–1943). Трудно найти раздел современной электротехники, на развитие которого не оказал бы прямого или опосредованного воздействия гений Теслы. Его электротехнические исследования и изобретения можно разбить на три группы: многофазные токи и электрические машины; техника высоких частот; радиотехника и телеуправление.

В 1882 г. Тесла представил себе принцип вращающегося магнитного поля. Через год в Страсбурге он строит первую в мире модель двухфазного асинхронного двигателя – за три года до того, как Феррарис сконструировал лабораторный индукционный двигатель с расщепленной фазой. В конце 1887 г. Тесла показал целесообразность генерирования, передачи и применения (в качестве двигательной силы) многофазных (двухфазных) токов. В своей практической деятельности Тесла предпочел двухфазную систему трехфазной, хотя вторая и фигурировала в его патентах. Построенная по планам Теслы и пущенная в 1895 г. самая крупная в ту пору энергосиловая установка – Ниагарская ГЭС мощностью 37 Мвт явилась кульминацией двухфазной системы.

В 1889–1898 гг. Тесла выполнил цикл фундаментальных исследований, положивших начало технике высоких частот. Он изобрел генератор индукторного типа на частоты до 20 кгц, который впоследствии в усовершенствованном виде использовался в качестве источника незатухающих колебаний для радиостанций. В 1891 г. он изобретает резонансный бессердечниковый трансформатор. Достижения Теслы в области техники высоких частот: изобретение антенны, связанного контура и ряд других работ явились той инженерной основой, на которой могла развиваться радиотехника.

В США протекала научная деятельность и югослава – Михайлы Пупина (1858–1935), профессора Колумбийского университета. Теоретические и экспериментальные труды Пупина оказали существенное влияние на развитие дальней телефонной связи (пупинизация, например).

Заметный след в истории электротехники оставил словенский ученый Милан Видмар (1835–1962). Его труды касались в основном проблем трансформаторостроения.

## Литература

1. J.T.Klinkosch. Antwortschreiben an Herrn A. Volta. "Abhandlungen einer Privatgesellschaft in Böhmen". B.III., Prag, 1777, s. 22.
2. V.Ferenzy. Jedlik Ányos István élete és alkotásai. iii. rész, Gyôr, 1938, 94 old.

В.В. Большаков (СССР)

ТРУДЫ СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ ПО ИСТОРИИ  
СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ  
И ИХ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

В трудах советских ученых развитие строительной техники рассматривается в неразрывной связи с развитием производительных сил общества. Просто и убедительно это можно показать на примере построек первобытного общества, в которых закономерно проявляется соответствие конструктивной формы уровню развития производительных сил. Сходство конструктивных приемов и типов сооружения, обнаруживаемое у первобытных народов в странах, удаленных друг от друга на громадные расстояния или хронологически отпеленных тысячелетиями, но стоящих на одинаковой ступени развития материальной культуры, подтверждая эту закономерность, дает, кроме того, возможность использовать метод аналогии. Пользуясь этим методом, то-есть изучая быт и сооружения народностей, до недавнего времени сохранявших уклад первобытной жизни, можно расширить данные археологии о материальной культуре первобытного общества. Примером могут служить постройки обитателей Новой Гвинеи — папуасов, у которых выдающийся русский ученый Н.М.Миклухо-Маклай (1846—1888) застал в 70-е годы XIX в. первобытно-общинный родовой строй и каменный топор в качестве основного орудия производства. Примитивный, но простой и надежный конструктивный прием опирания балки на стойку с помощью естественной развилки дерева, применявшийся в этих постройках, мы находим и в конструкциях землянок первобытного человека, раскопанных на территории СССР, и в сооружениях северо-американских индейцев. Одним из примеров отчетливо выявленной в работах советских исследователей взаимосвязи развития строительной техники с прогрессом науки может служить развитие клееных конструкций, получивших широкое распространение в современном строительстве. Применение их стало возможно благодаря успехам к началу текущего столетия материаловедения, строительной механики, химии полимеров, обеспечившей получение высокопрочных, водостойких синтетических клеев.

Труды советских исследователей базируются: на литературных, письменных источниках, в том числе летописях (работы М.Г.Милославского и др.), архивных материалах (широко использованных В.Н.Немковой, В.В.Косточкиным и многими другими), данных археологии (исследования Г.М.Людвига, Ф.Н.Пашенко), результатах натурных обследований (проведенных автором доклада, авторы трудов стремятся пользоваться первоисточниками. В некоторых работах (например трудах И.Л.Значко-Яворского) был применен метод экспериментальных исследований.

В трудах советских ученых ставится задача выявления закономерностей развития отдельных отраслей строительной техники с целью обоснования путей их дальнейшего развития. Одним из примеров могут служить исследования автора настоящего доклада, в которых на основе анализа и обобщения обширного фактического материала выявлен ряд закономерностей. Одной из них, например, является жизненность

систем деревянных конструкций, наилучшим образом отвечающих в своей основе специфическим особенностям дерева как конструктивного материала. Анализ многовекового развития арочных, многорешетчатых, металло-деревянных систем, подтверждая указанную закономерность, дает материал для прогнозов развития этой отрасли строительной техники.

Практикуемое в СССР обсуждение итогов исследований в области истории техники, в том числе строительной, с привлечением широких кругов научной и технической общественности, способствует обмену опытом и повышению научного уровня работы. Примером здесь могут служить:

первое совещание по истории техники в 1952 году, организованное Комиссией по истории техники ОТН АН СССР (вып. VIII Трудов которого посвящен истории строительной техники);

Всесоюзная конференция по истории естествознания и техники (проведенная в 1954 году Институтом истории естествознания и техники АН СССР, на которой работала секция истории строительной техники (рук. к. т. н. И.Г.Васильев);

семинары по истории строительной техники, регулярно работавшие в упомянутом выше Институте в 1954–1956 гг.

Советские ученые активно участвуют в работе Международных конгрессов по истории науки. С докладами в области истории строительной техники на XI конгрессе в Польше в 1965 году выступили И.Л.Значко-Яворский, Ю.К.Милонов, В.В.Большаков, на XII конгрессе, в Париже в 1968 году – В.В.Большаков; в программу работы данного конгресса включено 17 докладов по истории строительной техники, в том числе 7 докладов от СССР.

Исследования по истории строительной техники 20–30-х годов (среди которых следует отметить работы Ю.К.Милонова, Н.И.Абрамова и др.) в общем носили спорадический характер, координация их отсутствовала. Эти исследования стали планомерно развиваться в СССР в послевоенный период, чему весьма способствовала деятельность секторов истории строительной техники в Институте истории естествознания и техники АН СССР (1954–1957 гг.) и в НИИ теории и истории архитектуры и строительной техники (1957–1964 гг.). Последний обеспечил за время своего существования издание "Материалов по истории строительной техники" коллектива авторов под общей редакцией проф. Г.М.Людвига (вып. I – в 1961 г., вып. II – в 1962 г.), и капитальной работы коллектива авторов "Очерки истории строительной техники в России XIX – начала XX веков", вышедшей в 1964 году. Положительная роль в развитии и координации исследований по истории строительной техники принадлежит секции истории строительной техники Советского национального объединения истории и философии естествознания и техники при АН СССР, созданного в 1957 году. В частности, секция, объединяющая на общественных началах специалистов, которые ведут исследования по истории строительной техники, продолжила публикацию "Материалов по истории строительной техники", обеспечив совместно с Московским инженерно-строительным институтом имени В.В.Куйбышева, выход в свет в 1971 году III-го выпуска этого издания, под ред. проф. Г.М. Людвига.

Труды советских ученых по истории строительной техники различных общественно-экономических формаций содержат значительный фактический материал с анализом и обобщением его и освещают историю развития строительных материалов (работы И.Л.Значко-Яворского, С.А.Миронова, Г.М.Щербо), строительной механики (труды И.М.Рабиновича, С.А.Бернштейна, И.Г.Васильева), строительных конструкций (каменных - в канд. диссертациях В.Караулова и Абрамускаса, деревянных - в трудах автора настоящего доклада, металлических - в исследованиях И.Г.Васильева, железобетонных - в канд. диссертациях Косенко, Костикова, Ясевича, пространственных конструкций - в работах М.С.Туполева, истории механизации и скоростных методов строительства (канд. диссертации Б.Н.Филиппова и А.С.Бобкова, индустриализации строительства (работы Г.М.Щербо). Ряд трудов посвящен вопросам истории развития отдельных отраслей строительства. К их числу относятся: труды (в том числе докт. диссертация) Ф.Я.Нестерука в области гидротехнического строительства, работа А.С.Кудряшова - по истории дорожного строительства, Н.И.Фальковского - по истории водоснабжения в России, А.И.Орлова - по истории русской отопительно-вентиляционной техники, В.В.Косточкина - в области русского оборонного зодчества конца XIII - нач. XVI вв. (докт. диссертация).

Необходимо также упомянуть о трудах, посвященных творчеству выдающихся деятелей отечественной науки и техники: И.П.Кулибина. (АН СССР. Труды архива, вып. II. "Рукописные материалы И.П.Кулибина, 1936 г.), Д.И.Журавского (статьи автора настоящего доклада); В.Г.Шухова (работы А.Э.Лопатто, Г.М.Ковельмана, И.Г.Васильева, А.Ф.Лолейта, (статьи А.Э.Лопатто) и др. В перечисленных выше работах, как правило, выявляется и утверждается приоритет СССР по ряду вопросов строительной техники.

По истории строительной техники советскими исследователями опубликовано много статей, монографий и сборников; в дополнение к упомянутым выше следует указать том 7-ой трудов Института истории естествознания и техники, целиком посвященный вопросам строительной техники. Из числа защищенных в СССР диссертаций в области истории строительной техники, кроме указанных выше, можно отметить: докторские диссертации Алферова, Значко-Яворского, автора настоящего доклада, кандидатские - Березовского, Милославского, Кирилловой, В.В.Нестерова и др.

Вопросы истории строительной техники нашли отражение в учебных планах, пограммах и учебной литературе для строительных вузов. Примером последней является учебное пособие "История строительной техники" коллектива авторов под ред. проф. В.Ф.Иванова, 1962 г.

История строительной техники все еще имеет совсем мало данных, касающихся комплекса и характера знаний, которыми располагали зодчие античности и средних веков. В этом круге проблем особенно важное место занимают следующие два вопроса: 1) каким был характер знаний, необходимых для сооружения сводчатых конструкций. Были ли они только ремесленными правилами, выработанными практикой, или методами, опирающимися на достижения науки в области механики? 2) В какую конкретную форму были облечены эти ремесленные правила, и, соответственно, методы?

Письменные сведения того времени не дают категорического ответа на эти вопросы [1]. В современной науке по первому вопросу мнения расходятся. Преобладает мнение, что были использованы ремесленные правила [2]. Существуют и доказательства, что были использованы методы статического исследования [3]. Однако, нам не известны публикации, которые дают ответ на второй вопрос с точки зрения истории строительной техники [4].

Попытка ответить на вышеупомянутые два вопроса предпринимаются в подготавливаемом нами к печати исследовании под заглавием "Методы установления статического равновесия сводчатых конструкций в античности и средние века". Настоящее сообщение представляет краткое изложение основной части этого исследования.

Современные методы расчета сводчатых конструкций создавались постепенно, медленно воспринимались строительной практикой и в течение длительного периода времени сожигательствовали со средневековыми методами. Поэтому, не исключается возможность, что некоторые "практические методы", нашедшие место и в технической литературе первой половины XX в., являются поздними формами средневековых методов.

Практическим правилом, которое мы имели в виду, является метод Дерана (рис. 1) [5]. В приложении к болгарским средневековым памятникам он дал только одиночные совпадения с обмерами. Это, однако, оказалось достаточной причиной для продолжения наших исследований.

Стоял вопрос, не вытекают ли неудовлетворительные результаты из самого метода, который при определении толщины несущих стен не учитывал высоту пят свода? Один пассаж у Альберти, а именно, что у римлян "все линии арок..., доведены до земли" и "этим аркам хордою (затяжкой) служит... земля", позволил нам допустить, что линия 0-4 (рис. 1) могла бы рассматриваться как результативная.  $S$ , приводящая распор свода к основанию здания (рис. 2). Это дополнительное графическое построение мы назвали условно методом "Деран-Альберти".

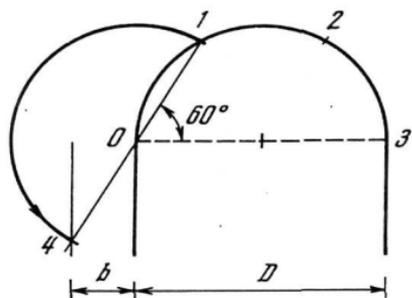


Рис. 1

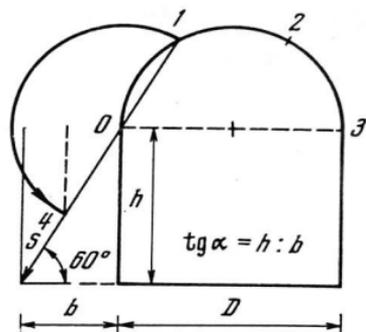


Рис. 2

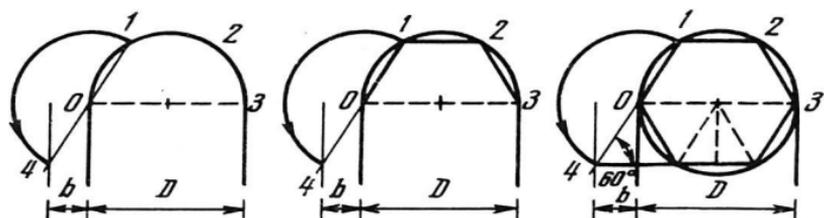


Рис. 3

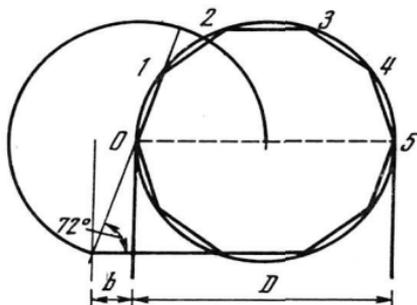


Рис. 4

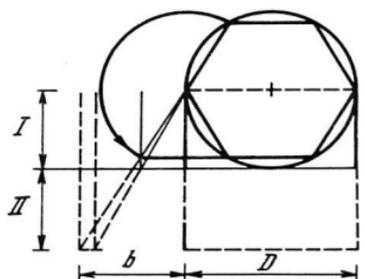


Рис. 6

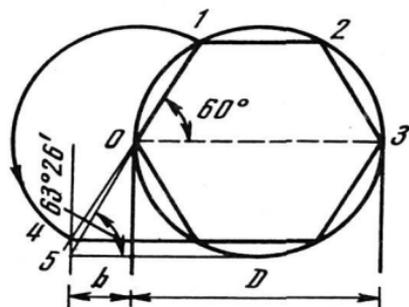
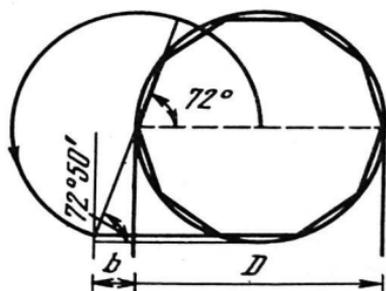


Рис. 5



Луч  $S$  образует с уровнем пола здания всегда угол в  $60^\circ$ . Приняв  $S$  за гипотенузу, а  $h$ ,  $b$  за катеты можно вычислить угол при уровне поля и установить таким образом приложим ли метод Дерана-Альберти к исследовавшимся памятникам. Мы так и поступили. Результат был неожиданным — получился широкий веер углов, в группах около  $60$ ,  $63$ ,  $72$  и  $73^\circ$ .

Можно допустить, что углы около  $60$  и  $63^\circ$  являются результатом неточности, допущенной при строительстве или обмере памятников. Наличие других двух групп углов, которые при этом были многочисленными, подсказывает, что полученные четыре группы отражают какие-то особенности решений конструкций. Это предположение оказалось верным. Исследование построения Дерана показывает, что оно связано с вписанным шестиугольником (рис. 3). Аналогичным образом угол  $72^\circ$  отражает построение на основе десятиугольника (рис. 4), в то время как остальные две группы углов отражают построения того же типа, но при углах  $63^\circ 26'$  и  $72^\circ 50'$  (рис. 5). Следовательно, каждая из этих четырех групп, полученная при анализе памятников, соответствует точно определенному построению типа Деран.

Мы снова исследовали те же памятники, но теперь с помощью формулы, представляющей цифровое выражение вышеупомянутых четырех графических построений. На этот раз получились вполне благоприятные результаты. Статическое равновесие каждого из 25 исследованных болгарских памятников, датированных X — XIV веками, можно было установить только одним из вышеуказанных построений. Разницы в сантиметрах незначительны.

Были ли эти четыре выявленные построения типа Деран действительно формами забытого метода установления статического равновесия сводчатых конструкций? Исследования дополняют 38 доболгарских памятников, находящихся в нынешних пределах Болгарии, включая церковь св. Софии в Софии, как и 14 памятников, находящихся за пределами нашей страны, в числе которых Пантеон и Минерва Медика в Риме, Гарский мост близ Нима, акведук в Сеговии и Айя София в Константинополе, не только дали положительный ответ на вышепоставленный вопрос, но и указали на широкое географическое распространение и раннее происхождение метода Деран-Альберти.

Итак, исследование показало, что уже в античности был создан графический метод установления статического равновесия сводчатых конструкций. В нем четко разграничиваются две последовательные фазы (рис. 6). Первая фаза используется когда высота до пят свода равна или немного меньше его радиуса. В позднем Средневековье первая фаза использовалась и в том случае, когда распор свода берут на себя затяжки. Вторая фаза используется, когда высота до пят свода больше его радиуса. В этом случае толщина несущей стены, полученная в первой фазе, увеличивается пропорционально подъему пят, причем используется подобие треугольников.

Из сказанного явствует, что в данном случае имеют место не простые ремесленные правила, а четыре решения статической задачи средстами тогдашней технической науки. В связи с этим нам хочется отметить, что по Делаиру, с которого начинается исторический период сов-

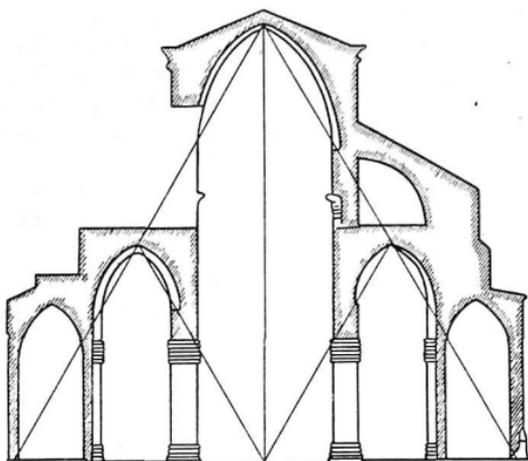


Рис. 7

ременных вычислений, разрушение свода наблюдается в четверти подпорного расстояния [ 7 ], что отвечает построениям с помощью шестиугольника. Проф. Бернштейн, однако, считает, что трещина появляется обычно ниже  $45^\circ$ , что совсем близко к построениям с помощью десятиугольника.

В течение всего XVIII века ученые стремились найти формулу для определения опорного сечения цилиндрического свода. Эти опыты, в сущности, представляют попытку дать научное объяснение средневековых методов. Так, они являются звеном, связующим современную строительную статику с средневековой строительной механикой.

Здесь нет возможности остановиться ни на новых проблемах, которые влечет за собой выявление метода Деран-Альберти, ни на выводах в области истории науки и культуры, вытекающих из этого. Отметим только, что метод Деран-Альберти объясняет значение треугольников в гравюре Фриано Амб्रेसино (1952) (рис. 7) [ 8 ] и вместе с тем проливает новый свет на известные споры, касающиеся поперечных разрезов соборов в Милане и Болонье. Метод Деран-Альберти выявляет и смысл выражения "us dem Grunde zu nemen" [ 9 ], в котором кроется тайна средневековых архитекторов.

Как долго хранилась эта тайна, как тщательно скрывался метод установления статического равновесия сводчатых конструкций, показывает и анализ известных чертежей, оставленных Франческо ди Джордано Мартини [ 10 ], Карло Фонтана [ 11 ] и Блондель [ 12 ].

#### Литература

1. Письменные источники указаны в работах Ю.К.Милонова: ВИА, т.3, Л.-М., 1966, стр. 161-196; т.4, Л.-М., 1966, стр. 637-658; ВИЕТ, 2/31, М., 1970, стр. 75-80.

2. Г.Кожухаров. Принос към предисторията на строителната механика. ТМ, т.3/1966, № 6, стр. 37.
3. А. Нертвиг, Aus der Geschichte der Gewölbe – ein Beitrag zur Kulturgeschichte. Technik Geschichte. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, B. 23, 1934, Berlin. S. 86–93.
4. С сообщением на эту тему я выступил на Premier Congrès International des Etudes des Balkaniques et Sud-est Européennes, 1966.
5. F.Derant, L'architecture des voutes ou l'art de traits et coupes des voutes. Paris, 1643, chapitre VI, что этот метод действительно средневековый, я узнал позже – Ю.К.Милонов, ВИА.
6. Л.Б. Альберти. Десять книг о зодчестве, кн. I гл. 12, М., МСМXXXV стр. 38.
7. С.А.Бернштейн. Очерки истории расчета свода. Сб. статей. Исследования по теории сооружений. М.–Л., 1936, стр. 229.
8. O.Chubert, Gesetz der Baukunst. BB. Leipzig, 1954, Abb. 59.
9. См.: P.Frankl. The secret of the mediaeval masons. The Art buletin, March 1945, vol. XXVII, N 1, p. 46.
10. Д.Б.Хазанов. Модуль в архитектуре. Вопросы теории архитектурной композиции. 2. М., 1958, рис. 15.
11. H.Staub, A history of civil engineering, London, 1952, fig. 29.
12. A.Choisy, Histoire d'architecture, v. 2, Paris, p. 746, fig. 4.

Kurt Milde (DDR)

DIE BEWERTUNG DER EINFLÜSSE DER BAUTECHNIK  
AUF DIE ARCHITEKTONISCHE FORM IM 19. JAHRHUNDERT  
IN DER MODERNEN BAUGESCHICHTSWISSENSCHAFT

Jene Bauten, die die Einflüsse der raschen technischen Entwicklung im 19. Jahrhundert auf die Architektur repräsentieren<sup>1</sup>, stehen in grossen Gegensatz zur Masse der übrigen Bauten, für die eine im Verlaufe des 19. Jahrhunderts immer üppiger werdende Dekoration mit allen möglichen historischen Formen verbindlich blieb. Angesichts dieses Gegensatzes<sup>2</sup> ist zu fragen:

1. Unter welchen Bedingungen wurden die Einflüsse der Technik auf die Architektur wirksam, so dass einerseits diese demerkenswerten Bauten entstanden aber andererseits sich die in ihnen enthaltenen Ansätze für neue Architekturformen nicht durchsetzten?

2. In welchem Verhältnis stehen sie zur "modernen Architektur" des 20. Jahrhunderts? Sind sie ihre direkten Vorläufer?

Befassen wir uns zunächst mit dem ersten Fragekomplex.

Unmittelbar nach dem Sieg der Grossen Französischen Revolution erklärte bekanntlich der Architekturtheoretiker Durand der in England bei Produktionsbauten schon längst gängigen Praxis folgend, "dass das von der Anwendung der architektonischen Ordnungen erwartete Wohlgefallen nichting, die daraus entspringenden Verzierungen nur eine Trugbild und die dadurch veranlasste Ausgäbe Torheit" seien<sup>3</sup>. Das "ganze Talent des Architekten" komme vielmehr "darauf zurück, ... mit einer gegebenen Summe das möglichst passendste Gebäude auszuführen"<sup>4</sup>, wodurch es - da es so "seinen Charakter" erhalte<sup>5</sup> - notwendig auch schön sein müsse<sup>6</sup>.

Damit war das bisher für die Architektur ungebräuchliche Prinzip der Kosten-Nutzen-Rechnung zu ihrem eigentlichen Ausgangspunkt gemacht. Ein Grund dafür ist in der industriellen Revolution zu suchen. Durch sie kamen viele Bauwerke in wesentlich engere Beziehung zur Technik als je zuvor: so wurden sie als Hallen, Fabrikgebäude, Speicher, Kanäle, Brücken etc. zwar nicht unmittelbar zu Produktionsmitteln aber doch zu unerlässlichen Elementen der materiellen Produktion, d.h. zu einer Investition, die genau kalkulierbar sein musste. Zum anderen waren sie nur durch den rationellen Einsatz der neuesten Technik herzustellen. Die ausschliessliche Anwendung der Kosten-Nutzen-Rechnung dagegen ergab sich aus den Bedingungen der kapitalistischen Warenproduktion, die "kein anderes Band zwischen Mensch und Mensch" übrig gelassen hat, "als die gefühllose bare Zahlung"<sup>7</sup>. Die Auswirkungen dieser "Architekturauffassung" konnte Schinkel auf seiner Englandreise nur als "Kästen ohne Architektur" bezeichnen<sup>8</sup>. Und doch waren diese "Kästen" mit Hilfe einer sehr entwickelten Bautechnik errichtet worden.

Sie hatten seit 1801 ein aus Eisenstützen und T-Trägern bestehendes inneres Skelett.

Heute haben wir zu manchen dieser Bauten - etwa zu den St. Katharine - Docks in London - eine andere Einstellung, denn wir erkennen die in ihren einfachen Formen enthaltenen ästhetischen Qualitäten. Das gilt in noch viel höherem Masse für die beeindruckenden Ingenieurbauten, vor allem die Brücken und Hallen, wo ebenfalls die mit dem technischen Fortschritt zusammenhängende Neuartigkeit und Dringlichkeit der Baueaufgabe ganz einfach den Einsatz der entwickeltsten Technik forderte und folglich auch zur Anerkennung der unkonventionellen Form zwang<sup>9</sup>.

Steht diese Feststellung nun im Widerspruch zur theoretischen Erkenntnis, dass die neuen Formeigenschaften nicht unwesentlich durch das Wirken des kapitalistischen Profitstrebens bedingt waren? Eine kurze Betrachtung jener Architektur, die dem nackten Zweckrationalismus gegenüberstand, kann diese Frage klären.

Der Grund dafür, dass die historischen Formen trotz ihrer theoretischen Verdammung weiter verwendet wurden, ist bereits von Marx hinreichend geklärt worden<sup>10</sup>. Er ist in dem mit der klassenmässigen Beschränktheit der bürgerlichen Wirklichkeit und Idealität verbundenen Zwang zu suchen, für die künstlerischen Ideale nicht die bürgerliche Realität selbst, sondern die Vergangenheit in Anspruch zu nehmen. So musste die von Heinrich Hübst 1828 gestellte Frage: "In welchem Style sollen wir bauen?"<sup>11</sup> trotz aller Betonung von Sparsamkeit und Zweckmässigkeit zum Kernproblem der Architekturtheorie und -praxis werden. Es ist daher logisch, dass nur dort dem kühnen konstruktiven Gedanken und seiner ebenso neuartigen technischen Lösung freie Bahn gegeben wurde, wo das vom Profitinteresse bestimmte Nützlichkeitsdenken das Repräsentationsinteresse überwog. Das geschah fast immer bei den Bauten, die in enger Bindung zur Produktion standen oder wo allenfalls die überraschende Form

des unter Einsatz der neuesten Technik entworfenen Bauwerkes allein schon repräsentativ genug für das mit ihm verbundene Anliegen war, den Fortschritt des Jahrhunderts zu manifestieren; also vor allem in den Maschinenhallen der Weltausstellungen und nicht zuletzt am berühmten Eiffelturm.

Das bedeutet: In dem Masse wie der Anspruch auf "Kunst", d.h. auf Drapierung mit historischen Formen, durch Nützlichkeitsüberlegungen eingeschränkt wurde, entstanden die neuen Ausdruckswerte, die mit der technischen Entwicklung im Bauwesen unmittelbar zusammenhängen.

Sie wurden jedoch das ganze Jahrhundert hindurch in ihrer grossen Bedeutung für der Architektur unterschätzt<sup>12</sup>. Das hatte tiefe gesellschaftliche Gründe. Bekanntlich ist wegen der Entfremdung der Arbeit im Kapitalismus die Arbeit für den Arbeiter keine Bestätigung seines menschlichen Wesens, sondern ein äusserliches, knechtendes Mittel, Lebensmittel zu erwerben<sup>13</sup>. Dagegen dient sie dem Kapitalisten - Ebenfalls nur als äusserliches Mittel - zur Realisierung grösstmöglichen Profits. Durch dieses bornierte Nützlichkeitsverhältnis können die durch die Technik bedingten Formqualitäten auch nicht als wesentliche und damit positiv ästhetisch wirksame Äusserungen des Menschen erkannt werden. Die Nutzform musste in einer "höheren" Kunstform aufgehoben werden<sup>14</sup>.

Im Gegensatz zu dieser das ganze 19. Jahrhundert hindurch gültigen Auffassung hatte der Marxismus schon immer auf die elementare ästhetische Bedeutung verwiesen, die gerade die Produkte menschlicher Arbeit besitzen. Schon in den ökonomisch-philosophischen Schriften hatte Marx vom "gegenständlichen Dasein der Industrie" als dem "Aufgeschlagenen Buch der menschlichen Wesenkräfte"<sup>15</sup> gesprochen, davon dass sich der von Ausbeutung befreite Mensch "in einer von ihm geschaffenen Welt anschaut"<sup>16</sup>.

Wenn dann am Ende des Jahrhunderts tatsächlich die Maschine salonfähig wurde und die durch sie bedingten Formgesetze wesentlicher Gegenstand ästhetischer Betrachtungen wurden, so hatte das seinen handfesten Grund: Vor der sich ständig entwickelnden Kraft der revolutionären Arbeiterklasse, deren Ideale nicht in der Vergangeheit, sondern in einer realen Zukunft angesiedelt sind verloren die bürgerlichen Scheinideale schnell ihre Bedeutung. Die Bourgeoisie war nicht mehr nur - wie bisher - zu einem Kostümwechsel, sondern zur Anpassung an die revolutionären Ideen, d.h. zur Flucht nach vorn gezwungen. Hierfür boten jene Bauten des 19. Jahrhunderts, die ehemals wegen ihrer vordergründig technischen Erscheinung nicht zur eigentlichen Architektur gerechnet wurden, besonders günstige Ansatzpunkte. Im Zusammenhang mit unserem Problem der Industrialisierung des Bauwesens gesehen, gewinnen sie den Charakter von Meilensteinen einer Entwicklung, die Scheinbar gradlinig zur sogenannten "modernen Architektur" des 20. Jahrhunderts führt<sup>17</sup>. Dadurch werden sie auch zur historischen Legitimation ihrer theoretischen Prämissen: Bedenkt man nämlich, dass die endgültige Ablösung der handwerklichen Produktion durch die industrielle unvermeidlich ist, und unterstellt man dann, dass die Kunst notwendig die individuelle Handarbeit voraussetze, so ist unschwer zu folgern, dass mit dem Übergang zur industriellen Produktion die Architektur unausweichlich den künstlerischen Charakter verlieren müsse<sup>18</sup>. Den scheinbaren Beweis dafür liefern die Bauten des 19. Jahrhunderts: Der Verzicht auf künstlerische Ansprüche bei den "Zweckbauten" habe zu den dem 20. Jahrhundert kongenialen Leistungen geführt, während das Festhalten an ihnen bei den "Kunstabauten" sowohl die generelle Durchsetzung der neuen Bautechnik als auch das Entstehen einer neuen Architektur verhindert hätte.

Dieser "Logik" ist jedoch zunächst entgegenzuhalten, dass die architektonische Aussage - trotz der grossen Bedeutung der

technischen Grundlagen - letzten Endes von der Raumorganisation abhängt. Deshalb treten unabhängig von den technischen Mitteln, mit welchen Bauwerke hergestellt werden, in der Gesamtheit ihrer räumlichen Ordnung die sozialen Beziehungen der jeweiligen Gesellschaft in Erscheinung. In der Gestaltung dieses immer vorhandenen gesellschaftlichen Bezuges ist auch immer die Möglichkeit der künstlerischen Stellungnahme zur gesellschaftlichen Realität gegeben. Sodann ist zu beachten, dass die Technik auch in der Architektur des 19. Jahrhunderts nicht ansich sondern unter den konkreten Bedingungen der kapitalistischen Warenproduktion wirksam wird.

Das hatte zur Folge, dass

1. für bestimmte Bauaufgaben die durch das Klassenanliegen der Bourgeoisie geprägten künstlerischen Ansprüche, vor allem die Drapierung mit historischen Formen, nicht wirksam wurden. Dadurch aber konnten sich.

2. in dialektischer Umkehrung des kunstfeindlichen Wirkens<sup>19</sup> der kapitalistischen Warenproduktion bestimmte von der Technik abhängige Ausdruckswerte entwickeln, die erst heute und unter Voraussetzung eines neuen Verhältnisses zur Arbeit als Vergegenständlichung spezifischer menschlicher Wesenskräfte auch ästhetisch positiv bewertet werden können. Deshalb wurden

3. diese Formqualitäten zur Zeit ihres Entstehens generell in ihrem ästhetischen Wert unterschätzt und mussten nur Tendenz in einer aufgrund der historischen Bedingungen im Historizismus verhafteten Architektur bleiben, so dass sich

4. aus ihnen keine umfassend neue architektonische Formsprache entwickeln konnte, zumal die Bauten, an denen sie wirksam wurden, in ihrem sozialen Inhalt und damit in der Raumkonzeption ganz den Ansprüchen der Bourgeoisie genügten<sup>20</sup>.

Die Qualität als voll integrierte Momente der architektonischen Form erlangen die durch die Bautechnik im umfassenden Sinne bedingten Ausdruckswerte erst mit der Beseitigung der Entfremdung der Arbeit, d.h. unter sozialistischen Bedingungen.

## ANMERKUNGEN

1. Diese Bauten, die Hallen der Weltausstellungen und Bahnhöfe, die Marktbauten und die vorgefertigten Häuser aus Gesseisen oder anderem Material wurden durch S. Giedion (Bauen in Frankreich. Leipzig, Berlin 1928) für die Baugeschichte interessant. Das ist sicher kein Zufall, denn das geschah zu jenem Zeitpunkt, als es notwendig wurde, die historische Position der "modernen Architektur" zu klären.

2. Für diesen Gegensatz haben die bürgerlichen Historiker keine rechte Erklärung. So wertet E. Schild (Zwischen Glaspalast und Palais des Illusions, Form und Konstruktion im 19. Jahrhundert. Berlin, Frankfurt/Main, Wien 1967) die bei vielen öffentlichen Bauten mit neuartigen Konstruktionen, etwa den beiden Bibliotheken in Paris von H. Labrouste und verschiedenen Hallen der Pariser Weltausstellungen vorhandenen historisierenden Formen einfach als "noch" vorhandene Unzulänglichkeiten. Beim Lesen entsprechender Veröffentlichungen gewinnt man den Eindruck, als hätten die Architekten und Ingenieure unter dem Zwang eines unerklärlichen Fatums gearbeitet, das sie daran hinderte, bis zur letzten Vollendung vorzudringen. Als Maß dieser Vollendung werden stillschweigend die Formideale der funktionalistisch ausgerichteten und technikbejahenden "modernen Architektur" postuliert.

3. J.N.L. Durand: Précis des Leçons d'architecture données à l'école polytechnique. Paris 1809. Deutsche Übersetzung, Karlsruhe, Freiburg 1831. S.10.

4. I.N.L. Durand: a.a.O., S.13.

5. I.N.L. Durand: a.a.O., S.12

6. I.N.L. Durand: a.a.O., S.12

7. K.Marx, F.Engels: Manifest der kommunistischen Partei. Berlin 1960. S.9-10.

8. A. von Wolzogen: Aus Schinkels Nachlass-Reisetagebücher, Briefe, Aphorismen. Berlin 1863, 3.Bd. S.119f.

9. Dieser Sachverhalt ist für den Londoner Glaspalast von J.Paxton sehr überzeugen durch Georg Münter nachgewiesen worden (Der Londoner Glaspalast von 1851, in: Anschauung und Deutung, Willy Kurth zum 80. Geburtstag, Hg.: G.Strauss, Berlin 1964. S. 170 ff).

10. K.Marx: Der achtzehnte Brumaire des Louis Bonanaparte. Berlin 1946. S.9ff.

11. H.Hübsch: In welchem Style sollen wir bauen? Karlsruhe 1928.

12. Selbst für Paxton und Eiffel war die Verwendung historischer Formen selbverständlich, sobald sie sich bewusst auf architektonisches Gebiet begaben.

13. K.Marx: Zur Kritik der Nationalökonomie, ökonomisch-philosophische Manuscripte, in: K.Marx, F.Engels, Kleine ökonomische Schriften, ein Sammelband. Berlin 1955. S.96ff.

14. Diese Auffassung ist nachzulesen sowohl bei G.Semper (Der Stil in den technischen und tektonischen Künsten oder praktische Ästhetik, ein Handbuch für Techniker und Kunstfreude, 2Bde. München 1878-79), der die schon von L.B. Alberti vertretene Bekleidungstheorie zu einem theoretischen System ausbaute, als auch bei K.Bötticher (Die Tektonik der Hellenen. Berlin 1874), der die Begriffe "Kunst-" und "Kern-" oder auch "Werkform" prägte. "Die Kunstform tritt als sichtbarer Ausdruck" der statischen Verhältnisse "zur Werkform hinzu und vollendet letztere zugleich als Kunstwerk" schreibt Bötticher (S.17).

15. K.Marx: Zur Kritik der Nationalökonomie a.a.O., S.135.

16. K.Marx: a.a.L., S.105.

17. Eine solche Auffassung ist zu finden bei E.Schild (wie schon bemerkt), bei L.Benevolo (Geschichte der Architektur des 19. und 20. Jahrhunderts. München 1964), der - wohl durch Giedion angeregt - eine der "modernen Architektur" zugehörige "Aperspektivische" Formauffassung als Massstab setzt, und auch bei Giedion (Space, time and architecture. London

1954), der voraussetzt, dass etwa Labrouste schon im Sinne dieser modernen Formideale entworfen hätte, jedoch bei der Ausführung durch den Publikumsgeschmack gehemmt gewesen sei.

18. "Der Architekt? ... war Künstler und wird ein Spezialist der Organisation", schrieb Hannes Meyer während seiner Bauhauszeit. (Cl. Schnaidt: Hannes Meyer, Bauten, Projekte und Schriften. Teufen AR 1965.S.96).

19. E.J.Solowjow: Karl Marx über die Kunstfeindlichkeit des Kapitalismus, in: Kunst und Literatur. Berlin 1958. H.10. S.978 ff.

20. Das gilt für die kapitalistische Periode generell, wie W.Tassalow nachgewiesen hat (Die Volksverbundenheit der Architektur, in: Kunst und Literatur 1967. H.11. S.1180 ff.).

Г.М. Шербо (СССР)

## РАЗВИТИЕ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И СТРОИТЕЛЬНОЙ НАУКИ В СССР

### I. Индустриализация жилищного строительства как закономерный исторический процесс

Если промышленный переворот, заключающийся в замене руки рабочего машинами, завершился в России в самом конце XIX в., то в области строительства в это время только начался наиболее значительный подъем с тенденциями к индустриализации, прерванный первой мировой войной. В.И. Ленин писал; "Только крупная машинная индустрия вносит радикальную перемену, выбрасывает за борт ручное искусство, преобразует производство на новых рациональных началах, систематически применяет к производству данные науки"<sup>1</sup>. Во второй половине 20-х годов индустриализация начала охватывать промышленное, затем жилищное строительство. Началась борьба за преодоление сезонности работ, облегчение труда, ликвидацию дефицита стройматериалов, ускорение строительства жилищ. Научные организации повели борьбу за революционные преобразования в технике жилищного строительства, творчески используя опыт тех стран, где еще в начале XX в. появились

<sup>1</sup> Полн. собр. соч., т.3, стр. 544.

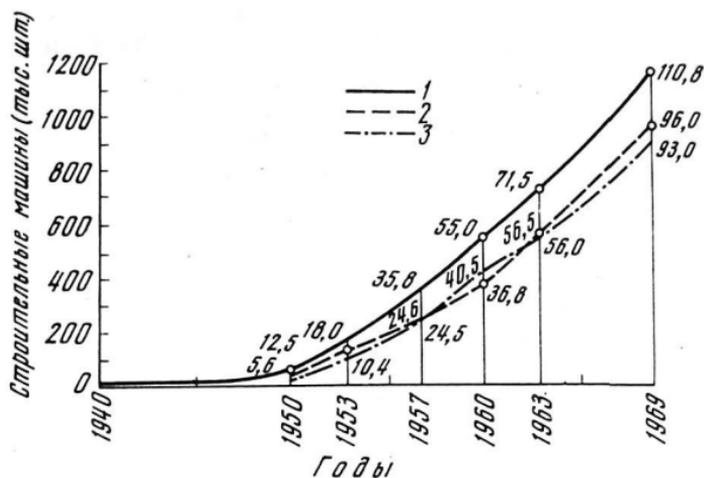


Рис. 1. Рост парка основных строительных машин в СССР

1 – краны передвижные; 2 – экскаваторы; 3 – бульдозеры

первые конструктивные системы домов из крупных бетонных и железобетонных элементов (системы Р.Эйкена, Г.Эттербери, В.Шеффера, Э.Мая, Хайнемана и др.). Ещё К.Маркс отметил экономический эффект... "когда строительство ведется, как в Лондоне, фабричным способом..."<sup>1</sup>

Целесообразным оказалось начать с этапа крупноблочного строительства. Первые многоэтажные дома построили в Москве (1927–1929 гг.), затем на Украине, в Ленинграде, на Урале. В 30-е годы создали заводы крупных блоков, тресты крупноблочного строительства, начали выпуск башенных кранов, внедрили скоростные методы строительства. Тогда же началась разработка крупнопанельных и объемно-блочных конструкций.

Послевоенный этап характерен основанием крупнопанельного строительства, для чего созрели научно-технические и производственно-технологические предпосылки. Развитие энерго- и механовооруженности строительства (рис. 1) – свидетельство действия основного закона технического прогресса, заключающегося в передаче рабочих функций от рук человека к машинам. В 50-е годы построены первые крупные заводы сборного железобетона, по выпуску которого с 1957 г. СССР вышел на первое место в мире. Началось внедрение керамзитобетона.

Начавшийся с 1959 г. современный этап массового крупнопанельного домостроения (рис. 2) связан с постройкой более 300 домостроительных предприятий. В 1970 г. в панельных домах введено 38%, а в 1975 г. намечено ввести 50% нового жилья. Важным фактором ста-

<sup>1</sup> К.Маркс, Ф.Энгельс, соч., изд. 2, т.25, ч. II, стр. 335

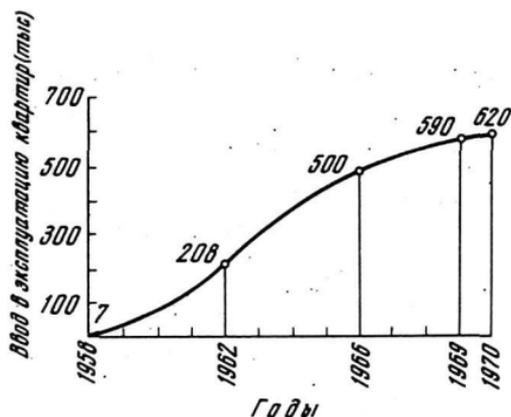


Рис. 2. Объемы ввода жилья в крупнопанельных домах

новится опережающее развитие производства сборного железобетона и эффективных стройматериалов.

Развитие полносборного домостроения насыщено борьбой за достижение нового качественного уровня и решение комплекса научно-технических проблем. По проблеме стыков, порожденной противоречием между разделностью конструкций (по монтажно-технологическим условиям) и эксплуатационно-гигиеническими требованиями, с 1951 г. проведена большая исследовательская работа, усовершенствованы конструкции, внедрены герметики и т.д. Посредством совершенствования конструкций, применения легких бетонов, навесных панелей из новых материалов решается проблема снижения веса конструкций. С ней связана проблема повышения качества жилищного строительства и проблема экономии трудовых и материальных ресурсов. В условиях массового промышленного производства конструктивных элементов домов важную роль приобрела проблема технологичности. Разработаны методы повышения гибкости технологических процессов, обеспечивающие выпуск широкой, периодически меняющейся номенклатуры изделий. В процессе решения производственно-организационных проблем панельного домостроения наибольшее развитие получил оправдавший себя метод домостроительных комбинатов, объединяющий в едином потоке весь цикл работ, начиная от изготовления комплексов деталей и кончая сдачей панельных домов в эксплуатацию.

Закономерным следствием укрупнения конструктивных элементов домов и повышения их заводской готовности явилось внедрение объемных элементов размером на комнату и больше. Этот метод активно внедряется в экспериментальном порядке.

Исторический опыт свидетельствует об объективной обусловленности форм типизации в жилищном строительстве. Применение типовых проектов позволило за последние 10 лет уменьшить количество типовых размеров железобетонных изделий, выпускаемых предприятиями, в 4-5 раз.

Сущность индустриализации строительства состоит в его превращении в крупное машинное производство. Содержание процесса индустриали-

защиты жилищного строительства СССР складывается из разработки и использования полносборных конструкций, комплексной механизации строительно-монтажных работ и внедрения средств автоматизации, а также использования наиболее совершенных технологических методов. Индустриализация строительства хотя и не порождена современной научно-технической революцией, но связана с ней наиболее совершенные технические средства и методы включаются в решение задач индустриализации.

Полносборное домостроение, надолго ставшее генеральным направлением, однако не может само исчерпать исторически развивающийся процесс индустриализации. Его границы постепенно расширяются, формы умножаются. Возведение домов в скользящей опалубке, методом подъема этажей и другие внедряемые методы, основанные на использовании высокопроизводительной машинной техники, также обладают определенным уровнем индустриальности.

## 2. Строительная наука как развивающаяся система

Советская строительная наука на ряде направлений давно уже вышла на международные рубежи; к началу 60-х годов в целом достигла уровня развитых капиталистических стран в этой области и сейчас на отдельных участках значительно опережает зарубежные достижения. Переход к каждому новому этапу в развитии науки обусловлен значительными структурно-связевыми преобразованиями и совершенствованием форм ее организации. Отражая подлинные структурные свойства объектов исследования, строительная наука соответственно формирует структуру своей содержательной части. При этом осуществляется процесс ее дифференциации, связанный с практическим расчленением объектов исследования (по назначениям зданий, типам сооружений, применяемым материалам и т.д.). Это приводит к сужению специализации научных кадров. Заметим, что при меньшей развитости общетеоретических основ той или иной науки острее проявляются отрицательные моменты узкой специализации. Другой стороной единого диалектического процесса развития науки является интеграция, еще более важная в условиях современной научно-технической революции, когда возрастает роль синтеза научного знания. Однако, в рамках узкой специализации научных учреждений по строительству тесно разворачиваться процессу интеграции в строительной науке, как динамичной системе, развивающейся по объективным законам.

В полиструктурной науке важнейшая роль принадлежит базовым звеньям. Первым таким звеном была строительная механика, затем также наука об основаниях и фундаментах, строительная физика, теория железобетона и некоторые другие. Важную роль играет экономика, рассматривающая вопросы строительства и строительной техники методами экономической науки. Эти теоретические разделы позволяют создать как бы каркас всей строительной науки. Но последняя, развиваясь, нуждается в новых "звеньях каркаса", подобно шахте, по мере углубления которой приходится устраивать все новые, более сложные

системы креплений. "Здание" строительной науки находится в такой стадии возведения, что пора решать вопросы формирования его новых контуров. Строительная наука в целом подготовлена к этому, в том числе к разработке новых теоретических проблем, а значит, к повышению своей дееспособности.

Считаю необходимым выдвинуть актуальные теоретические проблемы строительной техники, которые по мере своей научной разработки могут стать теоретическими основами строительной техники и явиться головным базовым элементом всей строительной науки. К первой группе отнесем достаточно широкий круг теоретических проблем индустриализации строительства, начиная от философско-теоретических концепций. Предстоит выявить закономерности развития строительной техники, обусловленные социалистической индустриализацией строительства, особенности влияния современной научно-технической революции на строительную технику, взаимосвязь последней с другими областями техники и т.д.. Нужно разработать детальную научную классификацию объектов строительства. Важную группу составляют теоретические аспекты междотраслевой унификации, модульной координации и стандартизации в межотраслевом масштабе строительства. Нужно развивать теоретические предпосылки для перспективного решения вопросов специализации, районирования и кооперирования индустриального строительного производства. Сюда же отнесем комплексную разработку проблем научно-технической терминологии в области строительства. Следующую группу составляют теоретические основы регламентации качества, детальная взаимосвязь качества и экономики, вопросы теории надежности, применительно к широкому кругу задач строительства, теория геометрической точности в строительстве (в частности теоретическая разработка пространственных задач точности), исследования влияния точности на физико-технические качества конструкций. Группа актуальных проблем инженерной психологии в строительстве включает исследование условий психофизиологического восприятия основных конструктивных, эксплуатационных качеств зданий, сооружений и их элементов и принципов назначения или корректировки требований к их параметрам. Группа проблем истории строительной техники и строительной науки призвана связать на единой методологической основе все области строительной техники. Предстоит установить действие ряда законов и закономерностей развития строительной техники. Проблемы научного прогнозирования в строительстве пока разрабатываются разрозненно, в недостаточной мере и на разных уровнях. Необходимы также плановые науковедческие исследования строительной науки. Все эти теоретические проблемы относятся к одному научному уровню и тесно взаимосвязаны. Их совместная централизованная разработка должна способствовать переходу строительной науки как сложной развивающейся системы в новое качественное состояние.

Ю.К. Милонов (СССР)

## О БОРЬБЕ ВНУТРЕННИХ ПРОТИВОПОЛОЖНОСТЕЙ В РАЗВИТИИ ТЕХНИКИ

( на материале истории висячих мостов)

Диалектическая концепция развития призывает историка техники, не ограничиваясь анализом конфликтов между производительными силами, элементом которых является техника, и производственными отношениями, в которых и по законам которых она развивается, исследовать также внутренние технические конфликты в конструкциях и работе машин, аппаратов и сооружений.

Для иллюстрации своего представления о том, как это можно сделать, я избрал историю висячих мостов, насыщенную яркими проявлениями конструкторской мудрости и инженерного героизма, а также многообразием внутренних технических конфликтов.

Деревянная балка, явившись исторически исходным пролетным строением мостов, раздваивается по работе своего материала на противоположные зоны: растяжения и сжатия. По мере увеличения отношения длины к высоте, эта противоположность приводит к внутреннему техническому конфликту, который проявляется в потере балкой сначала функции несущей конструкции, а затем способности нести даже свой собственный вес. Уже античная наука в лице Аристотеля объясняла парадоксальное на ее взгляд явление, что "толстое бревно длиной в 100 локтей становится как бы тоньше короткого двухлоктевого бруса", исходя из принципа рычага в его первоначальной доархимедовой формулировке. А Витрувий уже указывал предел безопасного по тем представлениям отношения высоты  $h$  поперечного сечения обычной балки к ее пролету  $l$  в  $1/16$ , сохранившийся чуть ли не до наших дней в старинном правиле русских плотников: "сколько аршин пролет, столько вершков высота". Простая балка, судя по знаменитому мосту Цезаря, остановилась на пролете в 9 м при предельном отношении  $h/l=1/15$ .

Наличие внутренних противоположностей в балке было открыто только после того, как средневековые плотники-ремесленники, в борьбе за увеличение пролетов зальных помещений городских ратуш, строительство которых стало развиваться с XIII века, изобрели составную балку, т.е. в поисках усиления этого конструктивного элемента от античного приема сдвигания балок по горизонтали перешли к более эффективному сдвиганию по вертикали. Это открытие нашло отражение у Альберти, в частности, в его рекомендации класть балки трещиноватой гранью не в бок, а вверх, либо, еще лучше, вниз. Рекордом составной конструкции тех времен явилась балка Аугсбургской ратуши пролетом в 14,5 м при отношении  $h/l = 1/19$ .

Первым, кто занялся подлинно научным исследованием поперечного изгиба на частном случае консоли, был Галилей, к слову сказать, не заметивший двузначности эпюры ее сопротивления изгибу. Он не только поставил вопрос о границе, за которой консоль ломается под действием одного своего собственного веса, но и предложил способ опре-

деления приближенной величины этой границы. Заслуга открытия и изучения двузначности эпюры принадлежит Мариотту, который однако тоже не достиг нашего современного представления о ней.

Здесь совершенно необходимо подчеркнуть, что только ретроспективная или по преимуществу ретроспективная оценка прошлого науки, игнорирующая ленинскую концепцию ее развития как закономерного процесса перехода от незнания к знанию, в котором из суммы относительных истин складывается абсолютная истина, неизбежно приводит к потере исторической перспективы.

Даже такой глубоко знающий фактический материал и высокоавторитетный историк строительной механики, как проф. С.А. Бернштейн, трактовал как "досадный случай" то, что "вычисляя сопротивления стержня прямоугольного профиля изгибу по двузначной эпюре напряжений из условия равенства моментов внешних и внутренних сил, Мариотт допустил алгебраическую ошибку и ввел в расчет лишнюю двойку", а поэтому "получил значение момента сопротивления прямоугольного профиля  $\frac{bh^2}{3}$ , тогда как для двузначной эпюры должно было получиться значение  $\frac{bh^2}{6}$ ". В свете ленинской концепции эта алгебраическая ошибка становится ошибкой логической, к тому же исторически обусловленной. И поэтому наибольший интерес представляет не только и даже, пожалуй, не столько результат вычислений Мариотта, сколько путь, которым тот пришел к нему. Обнаружив, в отличие от Галилея, факт сочетания в консоли работы материала и на растяжение и на сжатие, Мариотт констатировал, что напряжение отдельных волокон нарастает в сжатой зоне от нижнего волокна к среднему, а в растянутой наоборот. Он сделал вполне логичное предположение, что усилия сжатия и растяжения равны и вызываются одной и той же нагрузкой, действие которой распределяется между ними. Но затем совершенно неожиданно заключил, что сумма сопротивлений верхней растянутой и нижней сжатой части консоли равна сопротивлению всей консоли на растяжение.

Из приведенного текста видно, что найти принимаемое современной строительной механикой выражение момента сопротивления прямоугольной балки изгибу ( $\frac{bh^2}{6}$ ) Мариотту помешало отсутствие в науке того времени (1675 г.) представления о нейтральной линии как волокне, не подверженном ни сжатию, ни растяжению и являющемся границей постепенного перехода одного в другое. Это было характерно и для других тогдашних исследователей изгиба: Лейбница (1684) и Якова Бернулли (1703). Лишь Паран, сумевший обобщить понятие нейтральной линии (1713), нашел формулу, вошедшую в арсенал современной науки.

Представление о наиболее древней висячей конструкции дает мост, обнаруженный Александром Гумбольдтом на реке Чембо в Эквадоре. Его пешеходное строение, состоящее из поперечно расположенных досок, было настлано на два растительные каната диаметром в 7,5 см, растянутых между стоящими на берегах козлами, и имело пролет  $l = 37$  м при стреле провеса  $f = \frac{1}{8}l$ .

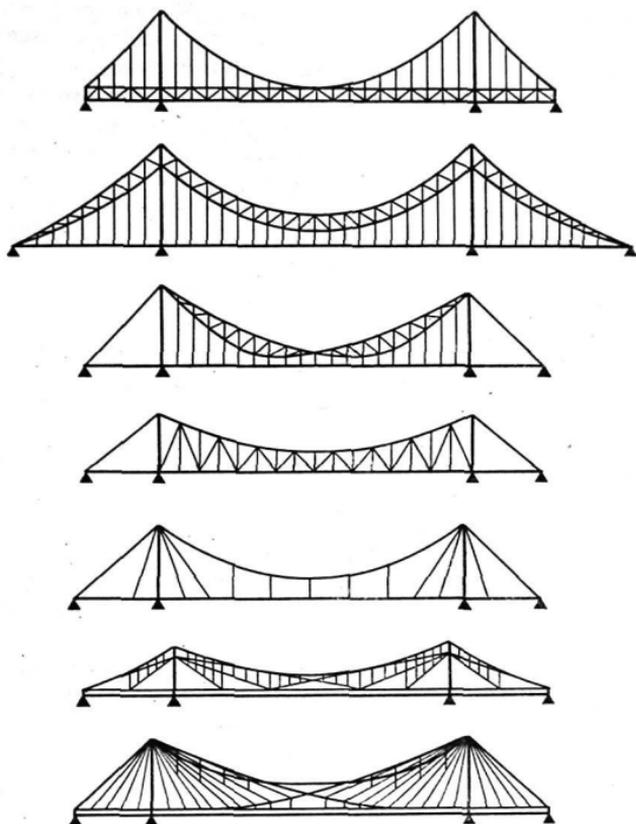


Рис. 1. Средства борьбы с горизонтальной деформативностью висячих мостов

Пригодная для пешеходных мостов такая конструкция не смогла удовлетворить требованию гужевого транспорта, нуждавшегося в мостовом полотне пригодном для проезда. Это противоречие было разрешено разделением моста на несущий канат, сохранявший форму цепной линии, и на подвешенное к нему при помощи специально подобранных по длине тяжей горизонтальное проезжее строение. Такой мост со стрелой  $f = 1/8 l$  описан в начале XVII века Фаустом Веранцием.

Последствием разделения висячего моста на гибкую несущую и жесткую проезжую системы явилось раздвоение конструкции, сохранившей в целом свою зыбкость, на независимые по своей деформативности комплексы: один, деформируемый собственными колебаниями тоже независимых друг от друга кабелей, другой – динамической нагрузкой на проезжее полотно.

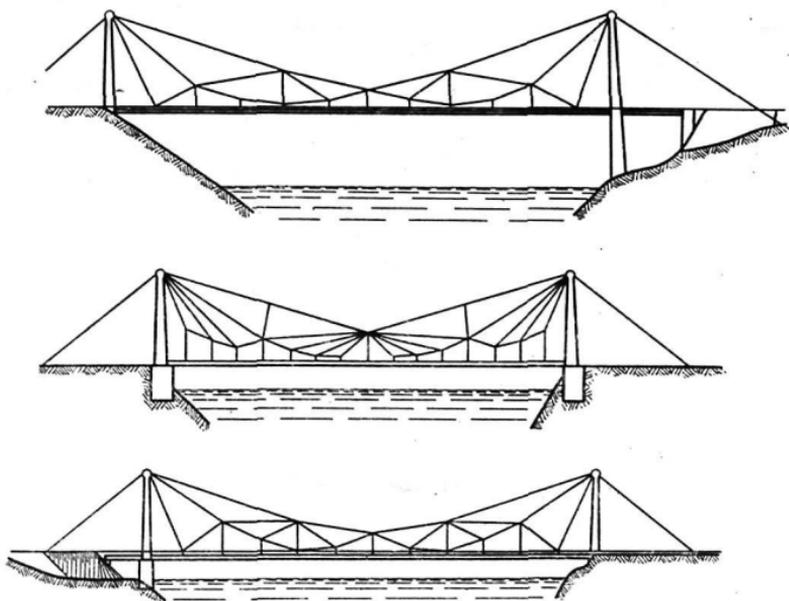


Рис. 2. Паутинные конструкции висячих мостов

Большую опасность представляло вступление собственных вибраций моста в резонанс с колебаниями от динамической нагрузки, в особенности при ритмичности этой последней. В качестве примера катастрофы, вызванной такой ситуацией, я приведу обрушение в 1850 г. 120-метрового тросового моста в Анжере. Оно произошло во время сильного ветра с дождем в момент, когда по мосту маршировала воинская часть.

Эта катастрофа вызвала дискуссию о возможности строить висячие мосты для железнодорожного транспорта, где величина нагрузок, их динамичность и ритмичность были особенно велики. Опыт усиления в 1840 году мощной балкой проезжей части висячего моста в Монтрозе вызвал к жизни идею борьбы с зыбкостью этих сооружений при помощи специальной балки жесткости.

Обеспечив увеличение гравитационной устойчивости, пояс жесткости однако в то же время повысил парусность конструкции и тем самым снизил устойчивость аэродинамическую. Этот внутренний технический конфликт проявился в катастрофе в 1940 г. Такомского моста со средним пролетом в 854 м при стрелке провеса  $f = 1/121$ . Клепаные двутавровые балки жесткости высотой в 2,44 м, т.е. менее  $1/300$  пролета, не были снабжены запроектированными обтекателями.

Поскольку все средства борьбы с горизонтальной деформативностью обычных висячих мостов (двойной кабель, ветровые связи, расчалки, уменьшение парусности пояса жесткости, относительное уширение про-

летного строения и усиление его вантами) оставляли в неприкосновенности основной источник зыбкости несущего элемента - свободное висение гибкой "нити", инженерная мысль наметила выход в трансформации висячих систем мостовых конструкций в "паутину" из предельно натянутых непровисающих струн.

Примерами этих решений могут служить конструкции, разработанные еще в 30-х годах советскими инженерами Б.А.Хохловым, Е.И.Крыльцовым и В.А.Росновским.

Изучение возникновения внутренних конфликтов в конструкциях и работе машин, аппаратов и сооружений, их факторов, течения и разрешения практически полезно потому, что это может помочь прогнозированию технического прогресса.

Günther Kabus (DDR)

REKONSTRUKTION DER STRUKTUR DER WOHNBAUSUBSTANZ  
IN DEN STÄNDTENHISTORISCHE UND TECHNISCHE PROBLEME  
VOLKAWIRTSCHAFTLICHER BEDEUTUNG

Mit der Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft in der Deutschen Demokratischen Republik werden die gesellschaftlichen und individuellen Lebensprozesse vielfältiger und differenzierter. Die sozialistische Umgestaltung unserer in Jahrhunderten gewachsenen Städte wird zu einer entscheidenden Aufgabe bei der Gestaltung sozialistischer Umweltbedingungen für alle Bürger. In der Deutschen Demokratischen Republik besteht daher eine wichtige Aufgabe auch für den Wohnungsbau darin, die sich neu entwickelnden Formen der sozialistischen Lebensweise, die Arbeitsfähigkeit und das Wohlbefinden der Menschen aktiv zu fördern.

Damit entstehen qualitativ neue Anforderungen an die Wohnungsbautätigkeit, denn die Wohnverhältnisse sind ein wichtiger Bestandteil des Lebensmilieus und die Wohnung eine wesentliche Voraussetzung für die Reproduktion der Arbeitskraft. Neben der ständigen Erweiterung des Wohnungsbestandes unter gleichzeitiger Herausbildung neuer Wohnformen wird der Moder-

nisierung der vorhandenen Wohnungen grosse Beachtung geschenkt.

In Übereinstimmung mit dieser Zielsetzung und der weiteren Entwicklung der Wohnbedürfnisse wird die Wohnungsbau-tätigkeit in der Deutschen Demokratischen Republik durch die optimale Gestaltung der Proportionen zwischen den Massnahmen der Erhaltung, der Rekonstruktion (Modernisierung) und des Ersatzes der Substanz so entwickelt und die Wohnbedingungen bis 1980 so verändert, dass der Gebrauchswert eines wesentlichen Teiles den Wohnraumbestand dem Niveau der nach 1960 errichteten Wohnungen entspricht.

Nach der Volks-, Berufs-, Wohnraum- und Gebäudezählung vom 1.1.1971 leben in der DDR etwa 6,3 Mio Haushalte in rd. 6,07 Mio Wohnungen mit rd. 16m<sup>2</sup> Mio Wohnräumen. Für 1000 Bürger stehen durchschnittlich 930 Wohnräume mit durchschnittlich 18- 19 m<sup>2</sup> Wohnfläche je Einwohner zur Verfügung. Die Wohnbausubstanz hat mit rd. 37 Prozent den grössten Anteil an der Bausubstanz der gesamten Volkswirtschaft. Etwa 80 Prozent davon sind vor der Gründung der Deutschen Demokratischen Republik und etwa 55% vor 1919 gebaut worden. Ihre historisch gewachsene Struktur ist sehr differenziert. Sie entspricht der sozial-ökonomischen Struktur des Kapitalismus und nicht den Merkmalen sozialistischer Wohnbedingungen. Nur ein Drittel der Wohnungen besitzt Bad und Toilette. Diese Ergebnisse der historisch-technischen Untersuchungen zeigen, dass die Wohnverhältnisse in der Deutschen Demokratischen Republik im Unterschied zu den meisten europäischen Ländern nicht so sehr durch einen Fehlbedarf an Wohnungen (ungenügender Versorgungsgrad), sondern in erster Linie durch hohes Alter und ungenügende Ausstattung eines grossen Teiles des Wohnungsfonds mit modernen sanitären Einrichtungen bestimmt werden.

Aus den statistischen Materialien der europäischen Wirtschaftskommission für Europa) geht hervor, dass jährlich im Durchschnitt etwa 0,5 - 0,7 Prozent der Wohnbausubstanz er-

setzt werden. In der Deutschen Demokratischen Republik betrug dieser Anteil in den letzten 20 Jahren durchschnittlich nur 0,25 Prozent. Das bedeutet, dass für die Ablösung der vorhandenen Wohnbausubstanz eine lange Zeit benötigt wird. Selbst ein vorläufiger Ersatz der den Bedürfnissen nicht mehr entsprechenden Wohnungen ist aus volkswirtschaftlichen Gründen kurzfristig nicht möglich.

Der Wohnungsneubau für Ersatz und Erweiterung der Wohnbausubstanz beträgt in den europäischen Ländern im Maximum jährlich etwa 4 Prozent der vorhandenen Wohnungen und liegt im Durchschnitt unter 2 Prozent. Das heisst, eine qualitative Veränderung der Wohnbausubstanz ausschliesslich durch Wohnungeneubau würde nur sehr langsam erfolgen und eine neue Qualitätsstufe für alle Bürger könnte erst im Verlaufe von mehr als 5 Jahrzehnten erreicht werden. Aus historischen Untersuchungen zur Entwicklung des Wohnungsbaues kann jedoch abgeleitet werden, dass der moralische Verschleiss der Wohnungen in einen Zyklus von etwa 25 bis 30 Jahren verläuft und sich eine Tendenz zur Verkürzung dieses Zyklus abzeichnet.

Mit der sozialistischen Umgestaltung unserer Städte und Siedlungszentren ist daher neben der Errichtung von Neubauten eine umfassende Rekonstruktion der Gebäude und Stadtgebiete erforderlich, um einheitliche funktionsfähige Ensembles zu schaffen, die den Bedürfnissen der entwickelten sozialistischen Gesellschaft gerecht werden. Die Erhaltung und Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit eines grossen Teiles der Wohnbausubstanz ist daher eine Aufgabe von hoher gesellschaftlicher und volkswirtschaftlicher Bedeutung.

Die Zielstellung, in historisch kurzer Zeit für alle Bürger der Deutschen Demokratischen Republik sozialistische Wohnverhältnisse zu schaffen, erfordert die konsequente und planmässige Rekonstruktion eines grossen Teiles der vorhandenen Wohnungen. Dabei ist das Ziel der Rekonstruktion, die Qua-

lität der Wohnungen, die den Anforderungen nicht mehr genügen, so zu verändern, dass sie unter Berücksichtigung volkswirtschaftlicher Gesichtspunkte und in Abhängigkeit von der möglichen Restnutzungsdauer schrittweise der Qualität der Neubauwohnungen angenähert werden.

Sowohl aus historischer als auch aus technischer Sicht ist die Vielfalt der Bausubstanz bezüglich der Qualität der Ausstattung und bezüglich der Abmessungen, der Konstruktion und der Materialart das entscheidende Problem. Aus technischer Sicht ist ausserdem die unzuverlässige Angabe des Verschleissgrades der Bauteile und der Ausrüstungen, wie sie sich durch Einschätzung nach Augenschein ergibt, zu nennen. Beim Aufdecken verdeckter Schäden während der Rekonstruktionsarbeiten ändert sich der geplante Material und Kapazitätsbedarf. In der Regel nimmt er gegenüber der Vergabe im Projekt sprunghaft zu und die geplante Bauzeit kann nicht eingehalten werden. Dies führt dazu, dass die Projektgenauigkeit bei Rekonstruktionsarbeiten im Durchschnitt unter 70 Prozent liegt.

In dieser Tatsache liegt das entscheidende volkswirtschaftliche Problem nämlich einerseits die im Umfang ständig wachsende Aufgabe der Rekonstruktion der Bausubstanz, die nur durch eine hohe Steigerung der Arbeitsproduktivität, das heisst durch Anwendung industrieller Produktionsverfahren gemeistert werden kann und andererseits die ungenügende Voraussetzung für die Anwendung industrieller Produktionsverfahren wie sie auf der Grundlage der eben erwähnten Projektgenauigkeit gegeben ist.

Für die Vorbereitung und Durchführung der industriellen Produktion ist die exakte Vorausbestimmung, die Planung aller erforderlichen Leistungen unbedingte Voraussetzung. Störungen des industriellen Produktionsprozesses führen, bedingt durch den hohen Mechanisierungsgrad, zu hohen Verlusten. Aus dieser Erkenntnis leiteten wir die Aufgabenstellung für historische und technische Forschungen zur Rekonstruktion der

Bausubstanz ab. Dabei ergaben sich gegenüber dem Neubau bei Rekonstruktionsaufgaben folgende Besonderheiten:

1. Rekonstruktionsarbeiten sind zwangsläufig in oder an vorhandenen Gebäuden bzw. baulichen Anlagen durchzuführen.
2. Die vorhandene Bausubstanz ist uneinheitlich hinsichtlich Abmessungen, Material und Konstruktion sowie hinsichtlich des physischen und moralischen Verschleissgrades
3. Umfang und Art der Bauleistungen bei Rekonstruktionsaufgaben sind abhängig von Abmessungen, Material und Konstruktion sowie vom tatsächlichen physischen und moralischen Verschleissgrad der Bausubstanz
4. Umfang und Art der Bauleistungen für Rekonstruktionsaufgaben können vor Baubeginn mit den gegenwärtigen technischen Mitteln und Methoden nicht exakt ermittelt werden.

Auf Grund dieser Besonderheiten sind gegenüber dem Neubau die Möglichkeiten der konstruktiv-technischen und bautechnologischen Durchdringung eingeschränkt. Daraus folgt, dass die exakte Bestimmung des Umfanges der Bauleistungen für technologische Abschnitte aufwendig bzw. praktisch nicht möglich ist, insbesondere bei der für die Anwendung industrieller Methoden erforderliche langfristige Planung ist die Ermittlung des tatsächlichen Baubedarfs nur angenähert möglich. Grundprobleme für eine Bautaktstrasse bei Rekonstruktionsmassnahmen sind daher hohe Unrhythmik und hohe Variabilität.

Diesen Grundproblemen muss die einzusetzende Technik entsprechen. Gleichzeitig aber muss erkannt werden, dass im Zuge der industriemässigen Organisation und Durchführung der Bauprozesse bei Rekonstruktionsmassnahmen die Altbausubstanz in ihrer Vielfalt nicht bedingungslos erhalten bzw. weiter genutzt werden kann. Die Rationalisierung des Prozesses der Reproduktion der Wohnbausubstanz erfordert daher in Interesse der Senkung des volkswirtschaftlichen Gesamtaufwandes.

1. den Abbau der Vielfalt durch systematische Reduzierung der Altbauwohnsbstanz

2. die Standardisierung der Elemente und Verfahren für die Rekonstruktion der verbleibenden Altbauhaussubstanz
3. die Entwicklung von Systemlösungen zur Rekonstruktion bestimmter Repräsentantengruppen der Altbauhaussubstanz.

Unter diesen Gesichtspunkten wurde im Rahmen der historisch-technischen Forschungsarbeiten die Struktur der Wohnbausubstanz untersucht. Im Ergebnis dieser Forschungsarbeiten wurde die Wohnbausubstanz nach.

Baujahrsgruppen, entsprechend historisch-bestimmter Zeiträume der Herstellung der Wohngebäude,

Klassifikationsgruppen, entsprechend der Qualität der gebäudetechnischen Ausstattung der Wohnungen,

Repräsentantengruppen, entsprechend dem strukturellen und technischen Aufbau der Wohngebäude und

Bauzustandsgruppen, entsprechend dem physischen Verschleiss der Bauelemente und Bauwerksteile systematisiert. Davon ausgehend und in Abhängigkeit von der Restnutzungsdauer und dem volkswirtschaftlichen Aufwand für die Erhaltung und Rekonstruktion wurde die Rekonstruktionswürdigkeit bestimmt.

Auf dieser Grundlage wurde eine langfristige Konzeption für die Rekonstruktion der Wohnbausubstanz der Deutschen Demokratischen Republik ausgearbeitet. Für den Perspektivplan 1971 - 1975 wurden bereits umfangreiche Massnahmen zur Rekonstruktion der Wohnbausubstanz beschlossen. Dabei liegt der Schwerpunkt entsprechend der Struktur der Wohnbausubstanz in der Deutschen Demokratischen Republik auf der Verbesserung der sanitärtechnischen Ausstattung der Wohnungen. Die im Rahmen eines Experimentes in der Stadt Halle/Saale 1970 dafür erprobten Prototypen brachten den Beweis, dass auch bei Rekonstruktionsmassnahmen vorgefertigte komplexe Baugruppen anwendbar sind. Gegenüber traditioneller handwerklicher Ausführung kann die Bauzeit um rund 80 Prozent gesenkt und der Arbeitszeitaufwand und die Baukosten um rund 50% reduziert werden.

В.Н. Немкова (СССР)

## ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТИПОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ВЕДУЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОССИИ XIX - НАЧАЛА XX ВЕКА

Характер общественного производства определяет типы зданий и сооружений промышленности. От технологии производства зависит конструктивное решение зданий.

Технология производства зависит от уровня развития производительных сил общества и от состояния науки и техники на каждом этапе развития общественного производства, от взаимодействия многих его элементов. Рассмотрим наиболее интересные цехи крупнейших заводов по видам производств.

Особенности строительства предприятий в конце XVIII и начале XIX в. определялись видом применяемой в производстве энергии и уровнем развития строительной техники.

Размещение большинства заводов зависело от наличия водных ресурсов, т.к. главной двигательной силой в то время в заводском производстве являлась водная энергия. Планировка заводов подчинялась системе распределения воды по механизмам. Цехи металлургических заводов: молотовые, кричные, плющильные и другие располагались вдоль каналов, подводивших воду.

Доменные печи строились прямоугольной формы из камня и имели высоту 8-12 м. Здания, в которых размещались доменные цехи, были деревянными рубленными или небольшими каменными. Но уже с 1824 г. доменные цехи стали размещаться в более просторных каменных корпусах. Сами доменные печи попрежнему строились в каменных массивах, достигающих высоты 12-15 м.

В дальнейшем конструкции как домен, так и зданий доменных цехов совершенствуются. Например, на уровне колошниковых площадок предусматривается свободное пространство, в котором размещается устройство для вытяжки доменных газов и площадка для загрузки домны шихтой. Помещение над доменной печью перекрывается куполом. Литейные дворы перекрывали металлическими двухскатными стропильными фермами или металлическими фермами арочной конструкции.

Кричные, молотовые, плющильные и кузнечные цехи - прямоугольные в плане, однопролетные, строились большей частью из камня, но применялось и дерево. Конструкции деревянных стен, как и в XVIII в., выполнялись из бревен, заделанных в пазы деревянных столбов.

К середине XIX в. появились крупные машиностроительные и механические заводы, которые размещались в каменных двухэтажных, а иногда и трехэтажных зданиях имели протяженность до 200 м и перекрывались металлическими фермами. Появляются механические, прокатные и другие цехи, размещавшиеся в трехпролетных зданиях.

Во второй половине XIX в. капиталистическое производство передовых стран поднялось на более высокую ступень развития. Концентрация производства и расширение рынков, быстрые темпы строительства

железных дорог характеризуют бурное развитие капитализма и переход его в конце XIX в. в монополистическую стадию. Промышленность, которая развивалась на новой энергетической и технической основе, не могла удовлетвориться конструкцией старых заводов и фабрик.

В.И. Ленин писал: "Рост торговли, фабрик, городов, железных дорог предъявляет спрос на совершенно иные постройки, непохожие ни по своей архитектуре, ни по своей величине на старинные здания патриархальной эпохи"<sup>1</sup>.

В этот период развитие промышленности юга России и Урала идет разными темпами. Если южная промышленность развивается бурно и в конце XIX в. туда переводятся из Америки целые заводы, то в промышленности Урала отмечается техническое отставание. Экономические причины этого явления глубоко проанализированы В.И. Лениным в книге "Развитие капитализма в России".

Особенностью строительства промышленных зданий во второй половине XIX в. является необходимость более тесно связывать конструкции зданий с технологией производства.

Применение паровых машин и переход в конце века к электрическим двигателям требовали приспособленности зданий к этим энергетическим установкам. Энергия паровых двигателей в ряде производств распределялась через трансмиссии, нагрузки от которых передавались вначале на специальные конструкции, а затем на строительные конструкции зданий. Применение электродвигателей в производстве привело к созданию мостовых электрокранов, значительная нагрузка от которых также передавалась на строительные конструкции. В связи с этим менялся характер промышленных зданий как по габаритам, так и по применяемым материалам. Каменные и деревянные несущие конструкции заменялись более прочными металлическими.

В конце XIX в. в промышленном строительстве стал применяться монолитный железобетон. Появились корпуса с железобетонными рамами, железобетонными колоннами, подкрановыми балками и покрытиями. Железобетонные своды и перекрытия начали применяться в предприятиях текстильной промышленности.

С конца XIX в. в промышленном строительстве параллельно развивались решения зданий в металлических, железобетонных и деревянных конструкциях. Типы зданий доменных цехов в конце XIX в. отличаются размерами и конструкциями от типов зданий первой половины XIX в. Например, доменный цех Днепропетровского завода, пущенный в 1872 г., имел 7 доменных печей высотой 23 м, все домны были в железных кожухах. Доменные печи имели 2 линии эстакад для серых материалов и были снабжены паровыми вертикальными подъемниками. Каждая из домн имела свой литейный двор. Таким образом, на юге России уже с конца XIX в. строились доменные цехи нового типа. Грузоподъемность мостовых кранов определялась производительностью печей. Она же влияла на габариты цеха, так как с увеличением про-

<sup>1</sup> В.И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 3, стр. 530.

изводительности печей, разливочных ковшей и грузоподъемности кранов увеличилась и высота зданий. Ширина пролетов зависела от пролетов мостовых кранов. Вместо прежних зданий кирпичных, мототовых и плющильных цехов появляются новые промышленные корпуса, обустроенные новой технологией производства: цехи мартеновские, бесемеровские и томасовские. Мартеновский цех завода (1910 г.) представлял собой двухпролетное здание, перекрытое металлическими фермами. Мостовые электрические краны ходили в 2-х пролетах шириной в 23,3 и 14,75 м. Следовательно, общая ширина двухпролетного цеха, равная 38,05 м, была значительной для того времени. Пролеты разделялись металлическими решетчатыми колоннами, которые служили опорами для мостовых кранов. Высота цеха от уровня пола до нижнего пояса фермы равнялась 16 м. Вдоль ферм был установлен вытяжной фонарь. Здания машиностроительных и электромеханических заводов, как правило, имели прямоугольную форму, что определялось технологией, было связано с прокладкой рельсовых путей вдоль цехов, устройством мостовых кранов, широким применением трансмиссий, целесообразным решением отопления и вентиляции здания. Стены возводились из кирпича на известковом растворе. Применялись фахверковые конструкции, состоящие из железного каркаса, заполненного кирпичом или бетонными камнями. Толщины стен от 1 до 2 1/2 кирпичей определялись характером производства. Балки и фермы применялись металлические и деревянные, колонны — железные и чугунные. В конце XIX в. появились железобетонные балки. Широкое применение получают многопролетные здания. Например, на электромеханическом заводе в Петербурге по проекту проф. Л.А.Серка было построено 9-пролетное здание механической мастерской размерами 107×80 м. В связи с развитием железнодорожного строительства появляются новые типы паровозных и вагонных мастерских. Пролеты этих зданий в среднем превышали пролеты других производственных зданий того времени. Паровозосборочная мастерская Брянского машиностроительного завода имела размеры 68,8×48,8 м. Вагоносборочная мастерская Брянского машиностроительного завода имела размеры в плане 90×79 м при высоте до нижних поясов ферм в 7,5 м.

С развитием судостроения в начале XIX в. в Петербурге строятся судостроительные цеха-эллинги. Так, в 1887 г. на Охтенской верфи был построен корабельный деревянный эллинг длиной 84 м, шириной 34 м, высотой до конька крыши 22,36 м, с высотой стен 10,44 м. Конструкция эллинга представляла собой сложную деревянную регионально-подкосную систему. В 1887 г. на Балтийском судостроительном заводе был построен уникальный деревянный эллинг. Конструкция его была приспособлена для установки мостового крана на высоте 23,4 м. Эллинг был перекрыт деревянными стропильными фермами пролетом 21,7 м, очертание которых было связано с необходимостью создания габарита для прохождения крана. Таким образом, в России в эллингостроении были выработаны определенные формы здания и его несущих конструкций. Применение дерева в строительстве таких высоких и протяженных сооружений, воспринимающих значительную

ветровую нагрузку, является выдающимся достижением в строительстве промышленных сооружений 60–70 годов.

В конце XIX в. в русском судостроении от деревянных эллингов перешли к зданиям с каменными стенами и с металлическими несущими конструкциями.

В начале XX в. русские судостроители возводили такие уникальные промышленные здания, как Путиловские судостроительные мастерские размерами 150×142 м с сеткой колонн 28×14 м, высотой 12 м и с внутренними водостоками.

К интереснейшим зданиям Путиловского завода относится также здания башенной мастерской, высота которой, вместо обычной для того времени от 8 до 17 м, была равна 34,8 м.

В начале XX в. в Петербурге на судостроительной верфи был построен уникальный эллинг длиной 250 м, шириной 80 м и высотой до подкрановых путей 40 м. Эллинг строил крейсера водоизмещением 6800 т.

Итак, в каждой отрасли производства появляются свои характерные черты производственных зданий, что было обусловлено изменением технологического процесса и ростом мощностей производственного оборудования.

А.Э. Лопатто (СССР)

## НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Широкие научные обобщения, экспериментальное обоснование идей, доводимых до практической их реализации, глубокая инженерная интуиция, простота и ясность мысли – отличительные особенности творчества основоположников нашей строительной науки, их учеников продолжателей.

Подобно трем гигантам Возрождения (Леонардо да Винчи, Микель-анджело, Рафаэлю) Белелюбский, Шухов и Лолейт жили и работали в одно и то же время, знали друг друга и оставили богатое научное и инженерное наследие. Они – создатели плодотворных направлений, развиваемых и в настоящее время.

Творческие приемы и наследие Белелюбского, Шухова и Лолейта наиболее полно иллюстрируются научность основ развития нашей строительной техники и поэтому избраны в качестве обобщающих примеров.

Н.А.Белелюбский (1845–1922) – крупнейший мостостроитель, один из основателей науки испытания материалов, президент Международного общества испытания материалов. В 1867 г., когда Ж.Монье получил свой первый патент на цветочные кадки из армированного железом цементного раствора, Н.А.Белелюбский окончил Петербургский институт инженеров путей сообщения. В 1891 г. возглавляемая им ме-

ханическая лаборатория этого института приняла на себя возведение и исследование ряда железобетонных конструкций. В их числе арочный мост с 17-метровым пролетом и закроем элеватора из сборных элементов – провозвестник наших нынешних успехов в развитии промышленности сборного железобетона [ 1 ].

Эти исследования, проведенные 1–5 ноября 1891 г. в Петербурге, на Преображенском плацу, а также другие отечественные испытания железобетонных элементов позволили Н.А.Белелюбскому добиться решающего успеха в развитии отечественного железобетона: 23 декабря 1898 г. Инженерный Совет Министерства путей сообщения разрешил применение железобетона в сооружениях на железных и шоссейных дорогах “без особого каждый раз разрешения при условии, чтобы размеры сооружений были оправданы соответствующими расчетами”. Это было первым в истории железобетона актом официального его признания.

В 1893 г. по проекту А.Ф.Лолейта были “исполнены в виде опыта” первые 2 трубы под насыпью Московско–Казанской железной дороги, в 1894 г. им был спроектирован, а в 1895 г. построен 32-метровый мост на территории Нижегородской выставки 1896 г.

В 1903 г. Н.А.Белелюбский возглавил работы по установлению русских норм для проектирования железобетонных сооружений, которые были официально утверждены в 1908 г. [ 2 ].

Н.А.Белелюбский возглавил отечественную науку о железобетоне, закрепил первые ее успехи.

В.Г.Шухов (1853–1939) – инженер и ученый поразительной разносторонности. Почетный академик Академии Наук СССР.

Среди огромного шуховского научного и инженерного наследия особняком находится замечательная книга “Стропила”, изданная в 1897 г. [ 3 ]. В ней В.Г.Шухов впервые научно обосновал идею сокращения количества ступеней в восприятии и передаче нагрузки пролетными конструктивными элементами покрытий. Вместо 4-х ступенчатой системы (кровельный материал, настил под кровельным материалом, прогоны, фермы) В.Г.Шухов научно обосновал, разработал и применил в ряде сооружений только 2 ступени: кровельный материал и поддерживающую сетчатую конструкцию, элементы которой работали либо как ванты на растяжение, либо как арки на сжатие, но не на изгиб, характерный двузначностью напряжений и поэтому неполной работой материала по восприятию усилий от нагрузки. В круглом павильоне на Нижегородской выставке 1896 года Шухов пошел еще дальше, осуществив 25-метровое висячее покрытие из одного только кровельного железа. В 1898 г. в г.Выкса по проекту В.Г.Шухова было построено здание, 38-метровые пролеты которого перекрыты сетчатыми конструкциями двойкой кривизны – первыми в мире пространственно работающими конструкциями двойкой кривизны.

Современные висячие и арочные (типа оболочек) конструкции являются развитием идей Шухова и их инженерных воплощений.

Если творчество Н.А.Белелюбского и А.Ф.Лолейта переплеталось потому, что зрелость одного, молодость и вся жизнь другого были посвящены железобетону – материалу тогда молодому, то творческие

пути В.Г.Шухова и А.Ф.Лолейта пересекались вероятно потому, что гении не встретиться не могут. Нижегородская выставка 1896 года привлекла сетчатой башней и павильонами, в стальные конструкции которых гений В.Г.Шухова вдохнул новую жизнь, мостом из нового материала – железобетона, заявившем о творческом почерке молодого А.Ф.Лолейта. Торговые ряды на Красной площади (здание ГУМа) поражают ажурностью сетчатого покрытия Шухова и легкостью переходных мостиков Лолейта.

А.Ф.Лолейт (1868–1933), Его имя стоит в ряду создателей науки о прочности материалов.

Галилео Галилей – основоположник науки о прочности материалов, опиравшийся в ее оценке на стадию разрушения элемента (1638 г.).

Луи Навье – основатель теории расчета конструкций и их элементов по напряжениям в стадии их эксплуатации (1826 г.).

Артур Лолейт – автор положения, что “при расчетах конструкций необходимо рассматривать мгновенное равновесие, предшествующее моменту разрушения” (1905 г.).

Еще в 1904 г., анализируя расчет одного из мостов, А.Ф.Лолейт пришел к выводу о неприемлемости принятых тогда методов расчета железобетона, обосновал критическое отношение к расчетам конструкций по допускаемому напряжению в стадии их эксплуатации [4].

В период между 1928 и 1932 гг. А.Ф.Лолейт развил и обосновал идею построения расчета железобетона по стадии разрушения. И не только железобетона, “... но и для дерева и для стали мы никогда не уясним действительных запасов прочности, не усвоим правильного отношения к оценке конструкции до тех пор, пока не будем рассматривать стадии разрушения” [5].

Дальнейшие события уже хорошо известны. Сперва под руководством самого А.Ф.Лолейта, а после его смерти в июне 1933 г. – под руководством А.А.Гвоздева, опытная проверка расчетных предпосылок А.Ф.Лолейта была продолжена, ее результаты были закреплены Харьковской конференцией по бетону и железобетону (1934 г.). В 1938 г. новая теория железобетона вошла в нормы, а затем расчет элементов по стадии разрушения был распространен на конструкции из других материалов.

Решая чисто практическую задачу проектирования железобетонного перекрытия минимальной высоты, А.Ф.Лолейт сначала создал веерные своды, а затем пришел к идее устройства безбалочных перекрытий, разработал методику их расчета и приемы конструирования [6]. Безбалочные перекрытия были первой “истинно железобетонной” пролетной конструкцией. Противоестественное железобетону, но принятое в дереве или металле, поэтажное (многоступенчатое) разделение несущих функций плиты, второстепенных и главных балок ребристых перекрытий, было заменено пространственно работающей пологой оболочкой-плитой безбалочного перекрытия.

Но ведь еще В.Г.Шухов доказал, что даже и металлу и дереву многоступенчатость передачи нагрузки не свойственна.

И тем не менее во всех типовых балочных покрытиях промышленных зданий мы все вновь и вновь повторяем предложение одного из тех четырех шутников, которые, чтобы вынести рояль, забирались друг другу на плечи, нагружая роялем самого верхнего. Правда, убрав прогоны в явном виде, придав им функции ребер "беспрогонных" крупнопанельных плит, мы, казалось, взошли на первую ступень сокращения многоступенчатости. Но только казалось...

Белелюбский, Шухов, Лолейт. Перечень фамилий и достижений можно умножить, но идеи и этих трех гигантов не все еще осмыслены и претворены в жизнь.

Итак, Н.А.Белелюбский – один из основателей науки об испытании материалов, А.Ф.Лолейт – об их прочности, В.Г.Шухов – о том, как применить материал наилучшим образом.

### Литература

1. Н.А.Белелюбский, Б.П.Васенко. Железобетонные сооружения системы Монье. Журнал министерства путей сообщения. 1892, февраль, март.
2. Н.А.Белелюбский, Железобетон. К составлению технических условий для железобетонных конструкций. Цемент, его производство и применения. 1904, № 6.
3. В.Г.Шухов. Стропила. Изыскание рациональных типов прямолинейных стропильных ферм и теория арочных ферм. М., 1897.
4. А.Ф.Лолейт. К вопросу о правилах приемки железобетонных сооружений. Записки московского архитектурного общества, том. I, вып. 2, 1905–1906 гг.
5. А.Ф.Лолейт. О необходимости построения формул для подбора сечений железобетонных конструкций на новых принципах. Строительная промышленность. 1932, № 5.
6. А.Э.Лопатто. Артур Фердинандович Лолейт. К истории отечественного железобетона. М., Стройиздат, 1969.

Gheorghe Curinschi (Roumanie)

L'ÉVOLUTION DES CONCEPTIONS DANS LA RESTAURATION  
ARCHITECTURALE ET URBAINE  
ET LES TENDANCES ACTUELLES

Invité pour faire connaître les résultats de ses recherches dans le domaine de l'histoire des restaurations, l'auteur estime que son modeste apport représenté par les travaux Centres historiques des villes et Restauration des monuments, publiés à Bucarest, respectivement en 1968 et 1969, ainsi que par d'autres études, réside en: 1. la tentative de reconstituer le processus dialectique de l'accumulation des éléments théoriques qui, aux différentes étapes de l'évolution de la science de restauration se sont cristallisés en théories et doctrines indépendantes et qualitativement distinctes; 2) la délimitation à l'intérieur de ce cadre de la position de l'école nationale roumaine de restauration; 3) la définition de l'étape actuelle dans le développement des conceptions sur la restauration; 4) l'élaboration d'un modèle de cadre théorique d'une méthodologie qui corresponde à l'étape présente.

Des millénaires durant, l'humanité a considéré les édifices hérités tout d'abord à travers leur utilité, en les re-maniant suivant les besoins pratiques et les goûts esthétiques de l'époque. Les bâtiments doués d'une signification spéciale, d'un certain symbole étaient seuls respectés. Ce sont les classes sociales révolutionnaires en lutte pour la prise et la consolidation du pouvoir qui, conscientes du fait que la tradition culturelle représente le fondement de la création contemporaine, ont promu la notion de monument historique et l'idée de la conservation des oeuvres du passé. Ainsi un décret de la Convention Nationale, datant de l'an II de la République Française, en énonçant l'idée du respect pour les monuments du passé est devenu l'acte de naissance de la science des restaurations.

En raison de leur caractère historique, les notions de monument et de restauration ont subi, comme toute notion, une évolution continue. Un aspect de cette évolution concernant la notion de monument a été l'acquis du facteur temps. Si pendant la Révolution française on attribuait la qualité de monument seulement aux oeuvres de l'antiquité et si la famille des monuments s'est enrichie sous l'influence du courant romantique des vestiges moyenâgeux, à la fin du siècle dernier, l'école historique de restauration a reconnu comme monuments les constructions de valeur de toutes les étapes du développement architectural et artistique précédant l'époque contemporaine. La notion de monument a inclu par la suite le facteur espace aussi. Par conséquent, si pendant le siècle dernier on considérait comme monuments les bâtiments à caractère d'unicité, à présent on y inclut des quartiers, des zones urbaines, des centres historiques, certaines localités et même des sites entiers.

Ramenée à ses moments essentiels, l'évolution de la notion de restauration se présente comme il suit:

Durant les trois premières décennies du siècle dernier, les restaurations ont gardé un caractère empirique en dépit de la vaste expérience accumulée, expérience couronnée d'ailleurs de certaines généralisations théoriques reflétant les nécessités objectives de la conservation des monuments. Entre 1840 et 1880, restaurer signifiait démanteler le monuments et le refaire après avoir renoncé à la restitution des toutes les étapes de construction postérieure à l'initiale, dans une forme idéale, conformément aux exigences d'une certaine unité de style imaginée par le restaurateur. La doctrine de l'unité de style qui a entraîné des interventions arbitraires, annulant des phases importantes de l'histoire des monuments a été remplacée dans le IX<sup>ème</sup> décennie du siècle dernier par la conception de la restauration historique qui exigeait de respecter et de conserver toutes les phases de l'existence d'un mo-

nument en les considérant toutes, comme des documents historiques, de refaire les parties entamées d'après des documents absolument certains, de marquer de manière évidente l'intervention du restaurateur. Entre les deux guerres mondiales, l'ainsi-dite "restauration scientifique", issue de la conception historique, a prétendu limiter l'intervention du restaurateur exclusivement aux mesures de conservation. La reconstruction intégrale ou sélective de certains monuments endommagés au cours de la deuxième guerre mondiale, rejetée par des conceptions antérieures, étant appliquée aux monuments épargnés par la guerre, a amené des modifications sensibles dans l'évolution des conceptions sur la restauration, en engendrant la restauration appelée "critique". Les monuments historiques étant considérés, en premier lieu, des œuvres d'art la restauration critique s'efforce à leur rendre l'intégrité plastique correspondante à l'époque de leur charge esthétique maxima, en éliminant les composants dépourvus de valeur.

Bien qu'apparemment les conceptions sur la restauration se soient définies en opposition avec celles qui les ont précédées, la succession de négations a eu un caractère dialectique. L'auteur affirme sa contribution dans la mise en évidence de tels thèses théoriques d'autrefois qui, repris successivement sur un plan plus élevé, ont représenté le processus progressif comme tel de la pensée dans le domaine de la restauration et ont préparé l'étape des conceptions théoriques contemporaines. C'est le cas de Viollet-le-Duc, l'exposant le plus représentatif de la restauration stylistique qui a énoncé les thèses fondamentales de la conception historique. Les contradictions entre sa théorie avancée et sa pratique discutables, s'expliquent par le stade peu évolué de la technique des constructions qui faisait de la restauration une reconstruction intégrale; et aussi par sa conception sur l'architecture gothique qui lui a suggéré l'idée qu'on peut reconstituer une cathédrale en partant d'un profil.

L'école roumaine de restauration, constituée en opposition avec les excès de la restauration stylistique a été continuellement réceptive envers l'évolution progressiste des conceptions des restaurations du monde entier, mais le spécifique du patrimoine national, le degré de conservation des monuments ainsi que la personnalité de certains restaurateurs a entraîné l'élaboration d'une position particulière.

Le respect envers les valeurs progressistes du passé, caractéristique pour la culture roumaine de l'époque moderne, élaborée en lutte pour l'unité nationale et l'indépendance l'état, représente la raison pour laquelle les restaurateurs roumains se sont placés sur les positions de la restauration historique et cela dès la fin du siècle dernier. Pendant l'entre-deux guerres mondiales, tandis que la restauration scientifique, issue d'une pratique intense menée dans des pays riches en vestiges antiques en ruine, prétendait à juste raison en de tels cas, à limiter les interventions exclusivement aux mesures de conservation, les restaurateurs roumains, ayant à intervenir notamment sur des monuments féodaux, dont les éléments composants verticaux, déterminants pour leur composition de volumes, avaient souffert à cause du degré élevé de séismicité propre à des régions étendues faisant partie du territoire du pays, ont adopté comme principe la reconstitution de l'intégrité plastique. Ainsi le développement de la théorie et de la pratique des restaurations en Roumanie a préfiguré certaines positions affirmées bien après la deuxième guerre mondiale.

Un trait caractéristique pour l'étape actuelle, à l'échelle mondiale, c'est l'extension des interventions des bâtiments à caractère d'unicité aux zones, aux centres historiques, aux agglomérations entières. Une nouvelle branche faisant partie de la discipline des restaurations, la restauration urbaine, prend ainsi naissance, en trouvant sa place entre l'aménagement et la restauration. La réhabilitation fonction-

nelle des vieux bâtiments, centres, zones ou villes historiques devient un objectif important de la restauration afin de pouvoir les inclure dans le circuit de la vie contemporaine en tant qu'éléments viables. Ce processus de rénovation et de réanimation pose des problèmes complexes concernant l'introduction du confort moderne, exige des opérations délicates de suppression des excroissances parasitaires en les remplaçant par des bâtiments nouveaux qui expriment eux-mêmes une étape nouvelle dans l'existence des monuments. Une révision de la notion traditionnelle de restauration est ainsi à envisager. Tout en gardant ses objectifs classiques, la restauration aspire de plus en plus vers une résolution harmonieuse du rapport entre le vieux et le neuf, dans toutes les manifestations du phénomène architectural, de l'édifice isolé à l'agglomération humaine.

S'attachant à élaborer un instrument méthodologique, basé sur l'expérience mondiale, l'auteur adopte une méthodologie dans l'étude des agglomérations douées de centres historiques reposant sur les critères suivants: l'origine et le développement des agglomérations, le degré de conservation du centre historique, le rapport territorial existant entre le centre historique et la zone qui remplit la fonction de centre civique, le profil socio-économique de l'agglomération. Dans sa conception, la restauration urbaine constitue un processus de sélection, de suppression des traits négatifs et de la mise en valeur des traits positifs apparus au cours de l'existence d'une agglomération et dont la recherche s'attachera à montrer l'existence. Ces traits trouvent leur manifestations dans les composants fonctionnels et esthétiques d'une agglomération; la manière dont les masses bâties se sont encadrées dans le relief, le réseau routier, l'organisation du trafic, la structure des places et des rues, les monuments d'architecture et d'art plastique, la façon spécifique de percevoir les monuments de l'intérieur de la ville, les vues

панорамических de l'extérieur, les rapports avec la nature environnants.

La restauration urbaine ne représente pas seulement une voie de réhabilitation des monuments de l'architecture et de l'urbanisme du passé: en même temp elle favorise l'apparition de nouvelles et importantes valeurs qui ont un caractère spécifique et une empreinte particulière.

Il y a lieu d'affirmer que la préoccupation de chaque peuple à conserver ses valeurs culturelles, l'apport des spécialistes dans la recherche d'une méthodologie adéquate constituent une contribution importante dans la sauvegarde d'un patrimoine qui enrichit le trésor culturel de l'humanité entière.

В.К. Соколов (СССР)

ПРИЛОЖЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ И РЕЗУЛЬТАТОВ  
ИСТОРИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ РЕКОНСТРУКЦИИ  
ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Одной из важнейших особенностей научно-исследовательских работ в области истории строительной техники является большое прикладное значение их методологии и результатов историко-технических исследований для решения практической и очень важной народнохозяйственной проблемы реконструкции жилых зданий. Методология и результаты историко-технических исследований - это научная основа для решения практической проблемы реконструкции жилых зданий, затраты на сохранение и модернизацию которых в СССР составляют около 2 млрд. рублей ежегодно. Наиболее актуальна проблема реконструкции для каменных домов, построенных с 1860 по 1940 годы.

Проблема находится в стадии становления и развития, поэтому в процессе нашего исследования обращалось особое внимание на методологический аспект изучаемых историко-технических вопросов, их систематизацию, классификацию для определения на этой основе общей стратегии решения реконструкции жилого здания с выявлением на каждом этапе исследования основных направлений эффективного

использования математического моделирования и ЭВМ. Это новое направление рождается на стыке уже освоенных, а также и недавно определившихся разделов современной науки и представляет собой комплексную проблему, связанную с обширным кругом разнообразных вопросов истории строительной техники, градостроительства, архитектуры, строительной механики и физики, санитарной техники и эксплуатации зданий, социологии и демографии, кибернетики и многими смежными проблемами. Для конкретизации цели и ограничения объема нашего исследования было обращено основное внимание на изучение вопросов, связанных с самим зданием, его конструктивной схемой, внутренней планировкой, благоустройством, а также его ближайшим окружением.

Для исследования были выбраны капитальные здания, построенные в период с 1860 по 1940 годы, т.к. в последней четверти XIX века наблюдается резкий скачок в росте городов и их капитальной застройки, а довоенное строительство 20–30 годов качественно изменило и удвоило этот городской капитальный жилой фонд. Поэтому каменные здания этого периода строительства имеют довольно значительный удельный вес в капитальном жилом фонде наших старых городов.

Выявленные в процессе нашей работы особенности основных элементов конструктивной схемы капитальных зданий (фундаментов, стен, перекрытий и др.) и характер их изменения в зависимости от времени строительства, свидетельствуют об уменьшении в 2, раза средней толщины кирпичных стен жилых зданий, построенных в период между 1860 и 1940 гг. Постепенное уменьшение, по мере развития строительной техники запасов прочности и средней толщины стен делает в известной степени равноценными здания различного времени постройки в частности их пригодности к реконструкции, т.к. больший износ кладки здания старшего возраста компенсируется большей толщиной его стен. На этой же основе определен и характер уменьшения с 1860 по 1940 гг. среднего размера пролетов перекрытий с деревянными и металлическими балками (от 8–12 до 6–7 метров), а также железобетонных перекрытий. Эволюция основных несущих конструкций жилого здания, в свою очередь, оказывала влияние на изменение его конструктивной схемы.

Необходимость приспособления вновь устраиваемой планировки к конструктивной схеме модернизируемого здания в целях максимального использования его основных элементов (стен, перекрытий) является одной из главных особенностей реконструктивных работ. В процессе настоящего исследования были выявлены и подробно охарактеризованы 5 основных типов конструктивных схем капитальных жилых зданий старой постройки.

При этом разработана классификация таких схем, в которой приведены их характеристики, повторяемость схем в % для старого жилого фонда крупных и средних городов. Наибольшую повторяемость (41–56%) имеет двухпролетная схема, на втором месте (19% повторяемости) в крупных городах—схема с поперечными несущими стенами, а в средних городах—смешанная схема (24–32% повторяемости).

Для этих типов схем выявлены основные планировочные параметры ( $M_1$  – ширина здания;  $M_2$  – шаг лестничных клеток;  $M_3$  – шаг оконных проемов) и дана их размерность в метрах.

В результате анализа характера изменения за период с 1860 по 1940 годы объемно-планировочных решений и благоустройства жилых домов выявлены и классифицированы 7 основных схем планировочной компоновки зданий, дана краткая характеристика каждой схемы и их повторяемость в % для жилого фонда крупных и средних городов.

Систематизированные в работе тенденции по формированию жилой застройки крупных городов позволили определить и охарактеризовать три основных (для старой застройки) типа жилых домов (по типу планировки, благоустройству, конструкциям, времени постройки).

Определено, что основные принципы эффективного улучшения внутренней планировки и благоустройства жилого здания могут быть построены с использованием предлагаемой системы 3-х основных планировочных параметров стенового остова (ширины здания, шага лестничных клеток, шага оконных проемов) здания с учетом его технического состояния. Проведенная систематизация и классификация основных конструктивных, объемно-планировочных характеристик и параметров существующих зданий определили исходные условия и создали возможность унификации и стандартизации конструктивных и планировочных решений и для этой отрасли строительства, с примером разработки конструкций унифицированных элементов для существующих зданий.

В целом, в результате анализа исторического процесса развития, конструктивно-планировочных особенностей жилых зданий 1860–1940 годов постройки нами определено, что, несмотря на разнородность жилых зданий этого типа, их основные показатели и характеристики могут быть систематизированы и классифицированы применительно ко времени возведения здания и типу городов, а по этим данным определены исходные условия для постановки решения задачи оптимизации проекта реконструкции жилых зданий.

В настоящей работе понятие оптимального проектирования реконструкции жилого здания связано с идеей разработки поэтапной оптимизации проектного решения, которая позволяла бы определить его наилучший вариант в соответствии с заданными критериями нового качества модернизируемого объекта, применительно к его техническому состоянию при минимуме вкладываемых затрат. Для этого рассмотрена возможность объединения в единой математической модели: логики выработки и принятия оптимального проектного решения, и взаимосвязей основных факторов, влияющих на целесообразность реконструкции капитального жилого здания. Эта взаимосвязь отражена в составленной автором блок-схема поэтапной оптимизации реконструкции жилого здания и математической модели. Приведенные (для каждого этапа оптимизации) в этой модели формулы могут служить качественными эталонами, в которых фиксируются количественные отношения между различными факторами и логическими связями внутри проектного решения реконструкции здания в процессе его оптимизации. При

составлении этих формул поэтапной оптимизации были использованы, полученные в предыдущих разделах настоящей работы зависимости, определяющие выбор целесообразных инженерных решений и перепланировки здания с учетом его технического состояния и благоустройства. Поэтому в предлагаемой нами модели отражена инженерно-техническая целесообразность реконструкции рассматриваемого объекта, учитывающая техническое состояние здания и его планировочные особенности, обусловленные временем строительства здания.

На основе материалов предыдущих разделов настоящего исследования предлагается методология обследования капитального жилого здания и выбор оптимального варианта его реконструкции, состоящие из трех блоков (этапов), которые предусматривают:

- 1) определение технического состояния здания по типам его основных конструкций и благоустройства (обследование здания);
- 2) выбор конструктивно-планировочного решения по реконструкции здания с учетом его технического состояния;
- 3) определение целесообразности реконструкции здания.

Кроме того, на каждом из этих 3-х этапов показана область целесообразного применения ММ и ЭВМ. В целом же, в методологии отражена стратегия поиска из множества возможных состояний и по заданному критерию оптимального решения реконструкции жилого здания с учетом его исторических особенностей, характерных для рассматриваемого типа зданий 1860–1940 гг. постройки.

Переходя к заключению можно отметить, что в работе дана постановка и проведено исследование наиболее важных, взаимосвязанных вопросов, определяющих выбор оптимального варианта реконструкции капитального жилого здания, с учетом его исторических, обусловленных временем строительства, конструктивно-планировочных особенностей, благоустройства и технического состояния основных несущих конструкций, а также выявлены, обобщены и развиты основные принципы и методы реконструкции капитальных жилых зданий старой постройки.

П.Н. Бербенлиев (НРБ)

#### ОДНА ОРИГИНАЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ СВОДА БОЛГАРСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ В ПЕРИОД ЭПОХИ ВОЗРОЖДЕНИЯ

Болгарская эпоха Возрождения по известным причинам запаздывает на несколько столетий. Она выявилась во второй половине XVIII века и в XIX веке. Это было время экономического, политического и духовного подъема болгарского народа; окончание его означало освобождение от Османского рабства.

Не останавливаясь на причинах хозяйственных изменений и классовой перегруппировки, которые наступили в Османской империи,

вернее у болгарского народа, необходимо отметить, что экономический подъем позволил народу накопить материальные возможности, которые обеспечили ему основное оружие в борьбе за политическое и духовное освобождение.

Формы политической борьбы различны. Ее вершина – народные восстания в 1876 году, которые встряхнули Европу. Перед тем велась работа по просвещению народа, объединение его национально-патриотических сил и борьба за религиозную свободу.

Борьба за религиозную свободу была одной из форм политического освобождения. В этот период она имела прогрессивный народный характер. Религиозное обособление и отделение от греческой зависимости способствовали процессу формирования нации. Это проявилось в строительстве многих и больших церквей.

Деятельность церкви в ранний период Возрождения имела своеобразный общественный характер.

Архитектура и искусство оформления церквей того периода носит глубоко народный характер.

В это время основным типом церквей стала трехнефная псевдобазлика. Эта форма известна со времени Первого болгарского государства и воспринята ради ее широких, светлых пространств. Самой распространенной была схема: три нефа, разделенных двумя рядами по 6 колонн, обыкновенно средний из них в два раза шире боковых. В ранний период колонны деревянные, позже – каменные. Нефы обычно покрыты сводами. Когда колонны деревянные, они имитируют массивную кладку. Позже, когда вводится каменная колонна, своды делаются из кирпича или камня. Как видно, средний свод выше, по все они покрыты одной крышей.

Основная архитектурная идея того времени поставила своей целью создание просторных, светлых и объединенных пространств. Этого можно достичь, когда высокие и с малым диаметром колонны ставятся на большом расстоянии.

Деревянная конструкция дает больше возможностей реализовать эту идею, однако она имеет для того времени большой недостаток: она является легко воспламеняющейся конструкцией.

Политическая борьба и частые восстания болгарского народа ликвидируются с варварской жестокостью, а имущество уничтожается огнем. Это заставило народных мастеров – строителей создать негорящие конструкции, что в то же время является развитием архитектуры. Это достигается постройкой колонн и сводов из устойчивых материалов – камня и кирпича. В этом случае, однако, законы статики другие и развитие происходит следующим образом.

Сверху массивные своды делаются в виде деревянной конструкции. Эта конструкция легкая и дает возможность при больших пролетах осуществлять ее с тонкими и высокими колоннами. Недостатки ее в том, что она все еще легко воспламеняющаяся, а своды статически неустойчивы. При этом они не укреплены в сильно нагруженных точках.

Указанные недостатки устраняются впоследствии, когда пустота между сводами заполняется и выравнивается до плоскости крыши. Все

покрытие огнеупорное, и своды укреплены. Но недостаточный опыт не преодолен и колонны делаются очень низкие при малых расстояниях ввиду дополнительных нагрузок, что противоречит требованиям архитектуры.

Это нас приводит к третьему решению — принять преимущества первых двух с устранением их недостатков.

Народный строитель покрывает три нефа так: попереk сводов укрепляет поясные арки, высотой 25—30 см, которые уходят в толщу свода и усиливают его над колоннами. Между боковыми и средним сводами ставятся облегчающие маленькие своды. Над поясными арками они отделяются от стены — диафрагмы. Эти диафрагмы создают необходимую жесткость поперечных разрезов. Предназначение сегментных сводов устанавливается произведенными статическими расчетами, которые доказывают их целесообразность. Это можно сформулировать нижеследующим образом.

Сперва, из-за больших нагрузок линия давления свода над средним нефом выходит наружу от ядра сечения, однако нагрузка маленьких сводов заставляет линию давления вернуться снова в пределы ядра. Следовательно, если отсутствуют эти маленькие своды, средний свод должен бы получить значительное уширение в пятах, что увеличило бы собственный вес свода и логически привело бы к увеличению размеров колонн.

Во-вторых, горизонтальная сила от сегментных маленьких сводов уменьшает горизонтальную составляющую в пятке среднего свода, что приводит к облегчению работы затяжки. В некоторых случаях они даже не нужны.

В-третьих, связывая средний свод с боковыми, сегментные маленькие своды заставляют конструкцию работать как одно целое.

В-четвертых, если отсутствуют маленькие сегментные своды, пустоты под ними нужно заполнить до выравнивания по наклону (иногда они высокие, около 3 м). А это также нагрузило бы еще больше конструкцию и увеличило бы сечение вертикальных крепящих элементов.

Очевидна статическая целесообразность и оригинальность решения конструкции. Это дело болгарских народных мастеров, которые с изумительным умением согласуют технические знания с эстетическими требованиями архитектуры и создают истинно художественные произведения.

Настоящее исследование основано на изучении около 40 церковных построек, которые сохранились до наших дней и которые являются делом одной архитектурно-строительной школы того времени в Болгарии, с центром в городе Брацигово.

## ИССЛЕДОВАНИЕ, ПОДНЯТИЯ И ВЫПРАВЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ КАМЕННОГО СВОДА XVI ВЕКА

Для спасения от полного разрушения церкви "Св.Никола" в селе Марица Самоковского района в Болгарии, стенописи которой представляют исключительное произведение национального искусства, был проведен ряд исследований для определения способов строительной техники конца XVI века. С нашей точки зрения, эти исследования интересны для специалистов, которые занимаются историей строительной науки, так как отражают методологию исследования специфики памятников культуры.

Состояние постройки перед ее укреплением было очень плохое. (рис. 1). Из-за неглубокого фундамента и негодности деревянной обвязки, северные и южные стены были наклонены наружу. Каменный свод в его средней половине имел провес, который варьировал от 14 см в конце (около поперечных стен) до 26 см в середине, тогда как первоначальная строительная стрелка для этой части свода была равна 27 см. Фактически средняя часть свода поддерживалась только за счет треугольника, надстроенного для получения наклона крыши. Образовавшиеся трещины тоже имели угрожающие размеры, которые за период 1962-1965 гг. увеличились. Это заставило нас укрепить свод с массивной решеткой.

При этом состоянии здания было принято следующее принципиальное решение: нужно поднять деформированную часть свода для выравнивания его, стены выправить и фундамент довести до необходимой глубины с устройством изоляции от почвенной влаги; поставить металлические связи - стяжки в двух направлениях. Однако для выполнения этих конструктивных мероприятий без повреждения ценной росписи стен нужно было провести ряд исследований для определения техники строительства и техники росписи стен в XVI в.

Необходимо было исследовать:

- 1) технику росписи стен (фреска, темпера), выяснить из скольких пластов состоит живописный слой, имеется ли грунт и верхнее покрытие (лак, воск);
- 2) адгезию между штукатуркой и грунтом и между грунтом и слоем росписи стен, определить имеется ли отставание и разрыхление;
- 3) возможность обклейки слоя стеновой росписи таким обратимым клеем, который не повредит ему;
- 4) данные химического анализа связующего раствора, строительного материала и штукатурки на глубину каждых 5 мм для определения в различных пластах процентного содержания связующего ( $\text{CaCO}_3$ ) по отношению к минеральным примесям (песку и кирпичной мелочи), наличия органических связующих добавок (казеина, крови, молока), наличия "армирующих" наполнителей (соломы, конопли, льняного волокна и волокна животного происхождения);

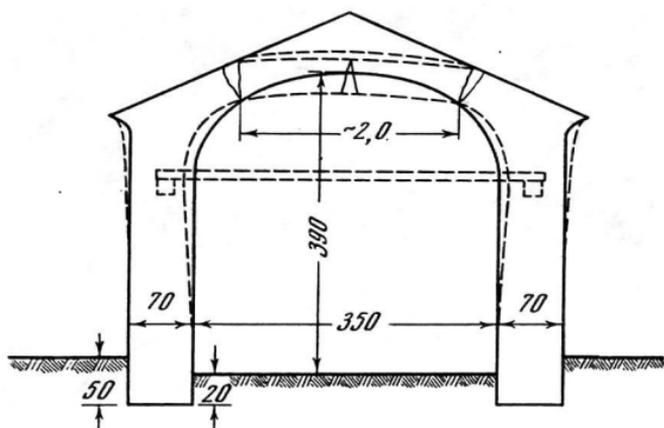


Рис. 1

5) данные физического анализа связующего раствора здания и штукатурного пласта для определения гранулометрического и петрографического состава примесей, а также и для определения объема пор, при помощи которых можно установить количество воды в тогдашнем растворе;

6) прочность строительного раствора и штукатурного пласта при помощи корреляционного метода, состоящего в следующем: аппаратом "Schmidt" (или другим) ударить в характерных местах штукатурного пласта и раствора в зазорах между строительным материалом, после чего небольшую часть (10–15%) этих точек (там, где возможно), вырезать специальным зондом пробы в виде цилиндров (с диаметром 20–40 мм и высотой 20–40 мм), определяя прочностные качества материала которых оцениваем и прочность в остальных точках (здесь участвуют поправочные коэффициенты для штукатурного различной толщины, положенной сверху камня, кирпича, дерева, а также и для раствора в зазорах с различной шириной (подробно этот метод описан в трудах автора: "Конструктивные проблемы Боянской церкви") и, наконец, определяем прочность на сжатие, на скалывание и растяжение;

7) адгезию штукатурки с камнем и деревом и "in Situ" путем испытания на разрыв с динамометра с помощью оформленного цилиндра в штукатурке по подходящему способу;

8) структуры построенных конструкций – стен и свода вместе с штукатурными покрытиями с помощью ультразвукового аппарата (получаем данные о пустотах – специальных и случайных, для типов и способов употребления каменного материала в строении; можно составить "карту" на отклеивание штукатурного слоя с размерами зазоров);

9) почвенные и гидрологические, а также исследования фундаментов;

10) деформации путем проведения статических расчетов для определения напряжений и стабильности в конструкциях в характерных точках для двух состояний – первоначального и сегодняшнего деформирования.

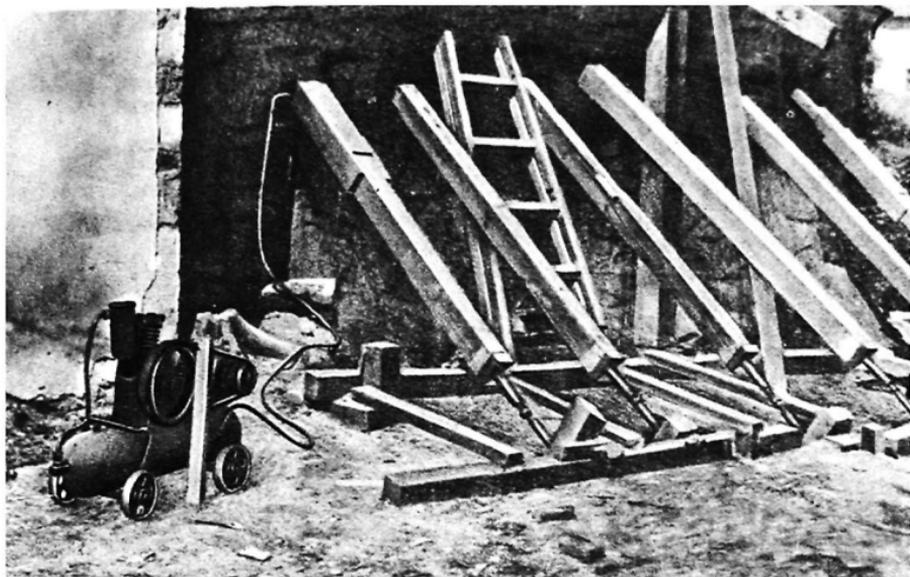


Рис. 2

Проведение вышеуказанных исследований позволит составить почти полную картину как в части живописной, так и строительной техники, которая применялась в тот исторический период конца XVI и начала XVII веков. На поднобностях этих исследований не буду останавливаться. Могу только отметить, что на основании этих исследований доказана возможность обклейки и сохранения стенной росписи по проверенному способу: найдены пустоты в строении, в котором были заанкерены новые металлические стяжки; правильно определены места для приложения временных внешних силовых воздействий, чтобы вызвать обратную деформацию для выравнивания стены (рис. 2) и поднятия свода; определены места для склеивания штукатурного пласта со строением; фундамент сделан на 1 м глубже, изолирован от почвенной влаги.

Известный технический интерес представляет поднятие свода церкви с помощью 36 домкратов, самостоятельно работающих в строго определенной последовательности. Максимальный "ход" подъема в один этап был равен 1 мм, и всякий новый этап начинался от места с наибольшим провисанием и распространялся в стороны пропорционально провисанию.

После окончания поднятия свода разрушенный строительный раствор между камнями был заменен новой паропроницаемой смесью (пластобетон) из эпоксидной смолы и наполнителей в соотношении к весу: 100:80:100:800 соответственно – смола: ацетон: каменная мука и песок (рис. 3). Трещины в стенах были заполнены эпоксидной смолой под

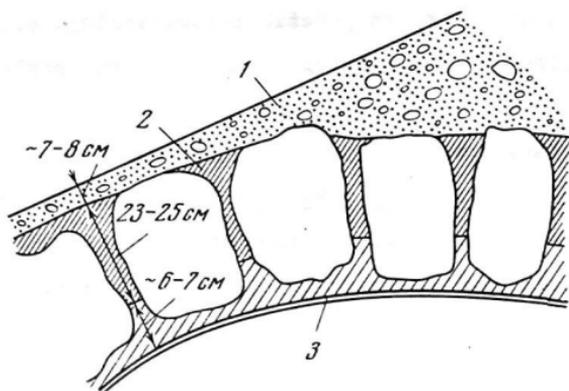


Рис. 3. Реставрация свода

1 - хоросанов раствор с керамзитом; 2 паропроницаемая смесь из эпоксидной смолы; 3 - стенопись

небольшим давлением. В конце была укреплена, почищена, ретуширована и сама стенная роспись. Сейчас памятник открыт для посещения.

Работы с применением вышеуказанных исследований и конструктивных мероприятий выполнены в церкви в селе Марица. В болгарском Национальном институте памятников культуры создана методология укрепления подобного рода памятников архитектуры и живописи.

R. M c K e o n (USA)

A STUDY THE HISTORY OF NINETEENTH CENTURY SCIENCE  
AND TECHNOLOGY: ENGINEERING SCIENCE  
IN THE WORKS OF NAVIER

Claude-Louis-Marie-Henri Navier (February 10, 1785 - August 21, 1836) belongs to that generation of outstanding french scientists and engineers who attended the newly created Ecole Polytechnique. We find Navier in the class of 1802, Arago in that of 1803, Fresnel - 1804, Cauchy - 1805, Petit - 1807, Poncelet - 1807, and Coriolis - 1808. From l'Ecole Polytechnique arose two scientific styles, that of the analyst as exemplified by Cauchy and that of the prectictioner as found in Poncelet's contribution to engineering. Navier, who

contributed to analysis and to practical engineering, aimed to make engineering a science by bringing these two styles together.

To situate Navier with respect to his predecessors, I will discuss Bélidor's Architecture hydraulique, which, after volume I appeared in 1737, retained marketability well into the nineteenth century. In volume I of the Architecture hydraulique where we find a diagram and a description of the grain mill at La Fère, Bélidor argues that he is presenting a typical case which the reader can imitate provided that he varies no more than slightly the dimensions and that he respects a certain design parameter namely the ratio of the equivalent weight of the resistance which the grain offers the mill stone to the total weight of the mill stone including its accessories, ratio which should remain constant. Bélidor's diagram forms the pictorial representation of what one would see in a model of the mill and reminds me of the Encyclopédie. Through out the Architecture hydraulique, Bélidor gives coherent and well organized descriptions of engineering practice. He codifies practice. He codifies practice.

In the above paragraph I carefully used the word aspect to describe Bélidor's codification of engineering practice because he also tries to create engineering science by applying the science of Galileo and Pascal to hydrodynamics. Bélidor's discussion of the grain mill at La Fère includes a table which relates the head of water available for turning a mill to the power which makes the mill wheel turn at its given speed. In deriving this table Bélidor proceeds by statics in indentifying with hydrostatical pressure the force of collision of water which he gets from the dynamics of a freely falling body.

Yet the general style of Bélidor corresponds to codification and his attempts to find scientific rules for engineering remain on the whole unsuccessful and useless. The

Architecture hydraulique of Bélidor retained its popularity for almost a century not because it made engineering a science but because it rationalized practice.

Although Navier seeks not to codify engineering practice in the vein of Bélidor, he fails not to overlook the value of making surveys of what has been actually accomplished in engineering, calling them "search for facts".<sup>1</sup> For this purpose, Navier placed historical surveys in his treatises. Knowing what has already been realized will help solve certain essential questions and "would avoid the endless discussions which stop today the progress of business and would prevent lost expenditures and errors in the conception of works".<sup>2</sup> In his mémoire on suspension bridges, Rapport à Monsieur Becquey ... et memoire sur les ponts suspendus..., Paris, l'Imprimerie Royale, 1823, Navier describes carefully the suspension bridges that have already been built to show what has been accomplished and thus what is feasible, thereby avoiding discussion as to whether such bridges are realizable. The emphasis on this method of research shows that in France innovation in civil engineering had little chance. Only finesse can occur by using sophisticated design techniques that permit economical and artistic approaches. As an example of this spirit chosen from a later period, I call your attention to the structural lightness of the elevated parts of the Paris metro as compared to the elevated parts of the New York subway. Navier will find finesse and sophistication by using the advanced methods of analysis.

Analysis provides the light, the illumination which when shone on engineering practice will make engineering a science. In his mémoire on suspension bridges, Navier makes simplifying assumptions that permit him to reduce the structure of a bridge to something to which the laws of the dynamics of solid bodies apply easily and directly. In the study of the bending of elastic lamina Navier shows that one can

use series developments of a function which then becomes easy to integrate and for which one can neglect higher order terms in practice. In the course on the resistance of materials that he gave at the Ecole des Ponts et Chaussées, he covers problems of rational mechanics that have potential practical applications rather than giving a systematic treatment of rational mechanics. He draws on the research of the eighteenth century mathematicians such as the Bernoullis and Euler who studied problems of vibrating strings, of bending of lamina, and of the buckling of beams. Analysis becomes a tool in the service of the design engineer who reduces material structures to models that can be analysed. Navier's emphasis on experiment shows that for him analysis offers only partial help.

Experiments tell the engineer how to make models of the structures that he is studying. Thus wooden beams become lamina having certain coefficients and properties which experiments give. Experiment, also, measures the reliability and value of engineering knowledge. Those who have read Navier's mémoires on the mechanics of solid bodies and on hydrodynamics will probably argue that I am exaggerating the practical and experimental aspects of Navier's work. But he assured that I not. In a report on the course of applied mechanics that he taught at l'Ecole des Ponts et Chaussées,<sup>3</sup> Navier emphasises the importance of experimentation in engineering. Experiments determining the physical properties of materials lead to results that let man use better natural forces and reduce costs. The turn of the century brought considerable progress in the mathematical sciences but failed to do so for experimental research which needs time, calm, and money. This progress of the mathematical sciences requires that old experimental research must be redone under new view points or with exacter observations. Navier's course at l'Ecole des Ponts et Chaussées contains many tables of physical proper-

ties of materials and many references to them. Navier's preoccupation with engineering led him to emphasise experiment because proof in engineering does not lie in discourse but in concrete realizations. Engineering brought Navier to write *mémoires* on the mechanics of solid bodies.

The manuscript copy of the "Memoire on the bending of elastic planes"<sup>4</sup> shows the practical preoccupation that underlies one of Navier's most abstract studies. As Navier states in this manuscript, Fourier has discovered a way to solve partial differential equations of the fourth order and has made applications to the study of the bending of indefinite elastic planes. Fourier's method, as presented in an unpublished note on the theory of heat, has great fecundity and utility for application to the arts and for the explication of natural phenomena by rigorous theories based on mathematical analysis, remarks Navier. Navier proposes to carry forward Fourier's research to find the equations of equilibrium for an elastic plane, because this problem has importance for analysis in that it gives a new solution of a fourth order partial differential equation and has significance for constructions in that it gives the laws governing different kinds of floors. However, he does not seek the general equations because Lagrange and Poisson have already found them but rather solutions to given problems, for given contours, under conditions of small flexion - note the approximation that Navier makes - the condition which he says is "the only one which has interest for applications and the only one for which we should expect to obtain by the calculus results in conformity with natural effects".<sup>5</sup> As Navier points out, the resulting equations use only the physical efficient, namely that proportional to the elastic force, which can easily be found by experimenting on a simple test beam and which then can be used for plates and other problems. He applies them to a concrete example, that of a pine floor, but reserves further

examples for another occasion because he doesn't want to mix purely technical details with analytical research. The published version of this mémoire <sup>6</sup> has a much more austere presentation than that of the manuscript copy. All references to the arts, to engineering get removed. The analytical parts become emphasised. Therefore the reader of the published document would not suspect that Navier has great interest in practical engineering and desires that his analytical research lead to practical applications.

Research at the Archives Nationales has revealed manuscripts that cast a new light on our understanding of Navier's scientific style. They show a man much closer to Monge and to Prony than to Lagrange and to Cauchy. Navier emphasises the great value of experimentation for the engineer who, however, must have a keen grasp of analysis to be able to view engineering in the correct light.

#### F o o t n o t e s

1. "La recherche des faits", Paris, Archives Nationales, F<sup>14</sup> 11057 "Rapport sur le cours de mécanique appliquée de l'Ecole des Ponts et Chaussées", dated 4 Septembre, 1830, mss. autograph.
2. "...éviterait les discussions interminables qui arrêtent aujourd'hui la marche des affaires et préviendrait les dépenses perdues et les erreurs dans la conception des ouvrages", op.cit.
3. Op.cit.
4. "Mémoire sur la flexion des plans élastiques", Paris, Archives Nationales, F<sup>14</sup> 2289<sup>1</sup>, dated 1820, mss. autograph.
5. "...le seul qui intéresse les applications, et le seul où l'on doit s'attendre à obtenir par le calcul des

résultats conformes aux effets naturels", "Mémoire sur la flexion des plans élastiques", mss. copy, p.2.

6. Société Philomatique, Bulletin, 3<sup>e</sup> série, tome X, année 1823, pp.92-102.

The author gratefully acknowledges support from the American Philosophical Society of the research on which this paper is based.

В.Е. Ясиевич (СССР)

#### ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ В XIX-XX ВВ.

Как справедливо сказано в докладе академика Б.М.Кедрова, каждая наука имеет три стадии развития – собирательную, теоретическую и прогностическую. История строительной науки и техники, очевидно, находится в основном в 1-й стадии, а в отдельных аспектах и периодах перешла во 2-ю; особенно в этом отношении следует отметить всестороннее изучение периода XIX-XX вв., который крайне важен в прогностическом отношении.

Очевидно, настало время расширить понятие "истории строительной техники", которое практически не отражает современного состояния этой науки. В опубликованных трудах, а также в докладах настоящей секции фактическим объектом изучения являются строительная наука, техника и технология. Если идти дальше по пути системного подхода к понятию "строительство", то его можно определить как "отрасль материального производства, как процесс реализации определенных социальных программ (в виде зданий, сооружений, городов и т.д.)". Созданием этих программ занимается особая отрасль деятельности "проектирование", история которой требует специального изучения. Проектирование концентрирует в себе ряд научных дисциплин, теорий и идей, без изучения которых не может быть создана истинная история строительной науки и техники. (Собственно, все строительные науки родились в недрах "проектирования", например, в проектировании оборонных, культовых и инженерных сооружений). Однако строительная наука не исчерпывает понятие "проектирования", в равной степени оно определяется и архитектурной наукой (общей теорией проектирования, градостроительной и типологической наукой и др.). Поэтому следует подчеркнуть важность и актуальность широкого понимания истории строительной техники, как истории науки, техники

и технологии в строительстве и проектировании искусственной среды человека.

Первый этап, XIX век. Благодаря исследованиям советских и зарубежных ученых, этот этап утрачивает характер "белого пятна", раскрываются диалектические закономерности развития строительной науки и техники.

Эти работы позволяют по-новому оценить XIX в. как этап значительных достижений в архитектуре и строительстве: создание строительной механики и сопротивления материалов, изобретение и промышленное основание новых искусственных материалов (цемент, бетон, металл, железобетон и др.) и новых типов конструкций. В XIX веке создан ряд крупных научных школ в области строительства, среди которых ведущее место занимает Петербургская, получившая мировое признание.

Имена представителей этой школы широко известны. Среди них выдающиеся русские, украинские и польские ученые. В частности, я хотел бы здесь отметить вклад в создание этой школы выходцев из Украины — М.В.Остроградского, П.И.Собко, А.Р.Шуляченко, Н.А.Беллюбского и др. Петербургская школа, а также научные школы других стран (Германии, Франции), позволяют говорить о создании строительной науки на данном этапе в современном смысле этого понятия.

В работах русских ученых — архитекторов И.И.Свйазева, А.К.Красовского, француза Виоле ле Дюка и др. уже в середине XIX века были заложены основы теории "рационального зодчества", как науки о проектировании функциональных программ, т.е. среды и ее инженерного оборудования (системы терморегуляции, вентиляции, шлакоудаления и др., связанные не только с несущей способностью сооружений, но и с жизнеобеспечением человека).

II этап, первая половина XX в. Исследования советских ученых показали, что этот этап отличается от предыдущего крупным скачком в области строительной науки и техники. Механизация строительства достигла к концу периода значительной насыщенности. Развитие вертикального и горизонтального транспорта, парка машин спелало возможным реализацию широкой программы индустриализации в СССР и ряде других стран. Значительных успехов достигла строительная наука. Были созданы принципиально новые теории расчета, методы конструирования и воздействия зданий.

Крупные научные центры возникли в этот период в Москве, Киеве, Харькове, Закавказье и других районах. Наряду с такими выдающимися учеными, как В.Г.Шухов, А.Ф.Лолейт, В.З.Власов, П.Л.Пастернак, А.А.Гвоздев и др. уместно будет напомнить о выдающемся вкладе в строительную науку на этом этапе украинских ученых, таких, как Е.О.Патон, Е.К.Симинский, Я.В.Столяров, И.А.Киреенко, А.И.Неровецкий и др.

И все же, несмотря на огромные достижения строительной науки и техники, определяющим фактором этого этапа (долгое время несправедливо замалчиваемым в исторических исследованиях) является выдвижение новых идей, теорий и целых научных программ проектирования искусственной среды для человека. Авторы этих программ в СССР

(братья Веснины, Я.М.Гинзбург, Н.Ладовский и многие другие), в Чехословакии, Германии, Франции, Англии, США и других странах значительно опережали технические возможности своего времени, создали подлинно научные методы проектирования (например, функциональный и психоаналитический и др.).

Первая половина XX столетия характерна созданием крупнейших научных и творческих школ не только в области строительства, но и, прежде всего, в области проектирования (ОСА, ОСНОВА, Баухауз и др.). Заслугой этих школ является создание новых идей, теорий и методов, которые были продолжением теории "рационального зодчества" XIX в., поставили науку о проектировании в ряд других строительных наук и заложили основу современной архитектурной науки. Функциональный метод проектирования, всесторонний учет потребностей человека и общества, в том числе учет социальных и психологических требований, "дух серийности" в проектировании - прогнозировали следующие этапы строительства, системный подход к "искусственной среде" человечества.

III этап, вторая половина XX в. проходит в строительстве прежде всего под знаком индустриальности. Лидирующее место в этом направлении заняли СССР, Чехословакия и другие страны социализма, которые первыми создали мощную материально-техническую базу строительства и освоили индустриальную технологию. По этому же пути начинают идти и другие страны (Франция, Швеция, ФРГ).

Преобразование строительства в отрасль промышленности, наподобие машиностроения - основная черта этапа.

Социальные последствия индустриализации строительства бесспорны. Главный результат - решение жилищной проблемы в СССР. В то же время перед архитектурно-строительной наукой возникает ряд сложных проблем, решение которых нужно осуществлять в условиях непрерывно развивающегося производства.

Особенностью современного этапа является развитие новых направлений строительной науки и техники. Прежде всего, это автоматизация процессов проектирования и строительства с использованием ЭВМ. В СССР и странах СЭВ проведены значительные работы по автоматизации расчетов конструкций, выбору оптимальных решений, по созданию автоматизированных систем управления (АСУ), планирования (АСУП), а также проектирования (АСПОС). Аналогичные работы ведутся в США и других странах.

Значительно меняется техника проектирования. Преобладавший ранее ручной труд заменяется машинами и автоматами типа "световое перо", чертежных автоматов и др. Внедряются новые методы проектирования: макетный, фотомодельный, метод каталога.

Таким образом, сфера "проектирования" переживает сейчас этап технического переоснащения и качественных изменений, ведущих к полной автоматизации нетворческих процессов и высвобождения инженеров и архитекторов для творчества.

Интересным, но малоизученным аспектом современного этапа является выдвижение, параллельно в разных странах, большого числа

прогностических идей в области организации искусственной среды и конструирования зданий и сооружений (СССР, Англия, Япония, Франция, США и др.). Это идеи мобильности, метаболизма, идей строительства в новых средах, идеи кинетических, пневматических конструкций, нитестержневых и др., работающих на растяжение. Многие из них реализуются. Но все они требуют глубокого изучения и осмысливания архитектурно-строительной наукой.

Несомненно, что эти идеи будут реализованы, однако существовавшие до сих пор сроки внедрения новых идей и изобретений в строительстве были настолько велики (десятки и даже сотни лет), что многое будет зависеть от научно-технической политики. В случае ее оптимальности можно предсказать крупный скачок в строительной науке и технике к 2000 году.

Stefan Balan (Roumanie)

UN MOMENT IMPORTANT DANS L'HISTOIRE  
DU BETON ARME EN ROUMANIE

Je considère comme important de relever devant vous un moment intéressant de l'histoire du développement du béton armé en Roumanie.

Le béton armé a été adopté en Roumanie très vite après les découvertes de Lambot (1848), Monier (1849), etc. En 1888, le grand ingénieur roumain Anghel Saligny (le constructeur, en 1885, du premier grand pont métallique sur le Danube, pour le chemin de fer Fetesti-Constantza), commence la construction des silos pour les ports au Danube, Braila et Galatzi. Ce sont des plus grandes constructions de l'époque: chaque silo a, en plan, 30 m x 120 m et une hauteur d'environ 32 m.

A. Saligny, qui connaissait les constructions de son temps, décide la construction de ces deux silos en béton armé. Chaque silo nécessitait plus de 7000 mc béton armé. C'est une preuve de courage pour son temps, en tenant compte qu'on exécutait pour la première fois dans notre pays de tels travaux.

Mais le plus important suit. Il a exécuté les parois des cellules hexagonales des silos en pièces préfabriquées au sol, sous forme de dalles ayant 1 m de hauteur et la longueur nécessaire. Les pièces préfabriquées étaient montées à l'aide d'un dispositif actionné d'une machine à vapeur. Le raccord aux coins des hexagons était réalisé par des "pièces de jonction" rigides, aussi préfabriquées. Les barres de fer entre les pièces de jonction et les dalles des parois étaient soudées, en formant un profil fermé. Si vous me permettez de la dire: des méthode considérées aujourd'hui comme très modernes.

Les deux silos ont été réalisés, de cette manière complètement originale et "en première" pour son temps, en deux ans. Les constructions ont été terminés en 1889 et sont encore en fonction. On peut voir et admirer quand l'on veut ces constructions en béton armé préfabriqué, réalisées il y a 82 ans, à Braïla et Galatzi.

J'ai considéré comme intéressant de vous présenter ce moment de l'histoire du développement de béton armé en Roumanie. En même temps, pour exemplifier encore une fois comment l'histoire des sciences et de la technique pourrait réactiver des idées importantes perdues parfois du champs visuel.

Milada Vilimkova (CSSR)

ZUR GESCHICHTE DER REKONSTRUKTION  
DER HISTORISCHEN STADTE UND BAUDENKMÄLER

Als Mitglied des Staatl. Instituts für die Rekonstruktion der historischen Städte und Baudenkmäler in CSSR möchte ich gerne die Geschichte und Bedeutung meines Fachgebietes kurz besprechen. Als spezialisierte technische, oder besser gesagt

technisch-wissenschaftliche Disziplin, ist die Rekonstruktion der historischen Bauten und Städte relativ jung. Das Rekonstruieren an sich dagegen ist eine uralte, mit dem menschlichen Leben eng verbundene Praxis. Nur dass man früher nicht unter dem so erhabenen Titel rekonstruierte, sondern diese Tätigkeit ganz bescheiden: Umbau, Reparierung, oder sogar nur Flickwerk nannte. Und natürlich stand diese Tätigkeit auch nicht unter der Obhut der staatlichen Denkmalpflege. Heute wird die Ältere, mit der Erhaltung der Baudenkmäler verbundene Bautätigkeit meistens nicht als Rekonstruktion anerkannt. Mit Unrecht. Die schriftlichen Quellen in unserer Archiven enthalten nämlich zahlreiche Beweise dafür dass seit altersher die bedeutenden Baudenkmäler in dem Volksbewusstsein in so hohem Ansehen standen, dass man sie stets mit grösster Pietät behandelte. In Böhmen waren es z.B.: ecclesia Pragensis - d.i. der St.Veits-Dom in Prag, der Alte Palast der Prager Burg und die Karlsbrücke, um nur die wichtigsten zu nennen. Diese Baudenkmäler gehörten immer zu den "Kleinodien des Königreiches Böhmen". Nach dem grossen Brande im J.1541 z.B. musste man den schwer beschädigten St.Veits-Dom reparieren. Dies wurde wirklich als eine feine, moderne Restaurierung durchgeführt, so dass jetzt nur schwer zu erkennen ist. Was damals im Chor der Kirche durch Neues ersetzt wurde. Ähnlichen Ansehen freute sich auch der spätgotische Wladislav-Saal der Prager Burg. Die verspätete Gotik der daneben stehenden Landstuben ist nämlich nicht - wie man oft hört - dem Konservatismus des Baumeisters Bonufazius Wolmuth zuzuschreiben, sondern seiner bewussten Verehrung des berühmten Vorgängers, Benedikt Rejít. "Es ziemt sich nicht", schrieb er dem Erzherzog Ferdinand, "neben dem grossen Werke des Meisters Benedikt etwas in einer anderen, modernen Manier zu bauen". Dass man die einzige Verbindung zwischen den Prager Städten, die Karlsbrücke, stets im Baustand erhalten und immer von neuem rekonstruieren musste, versteht sich von selbst.

Aber auch viele andere Bauten, und nicht nur die Kirchen oder Paläste, sondern auch die bürgerlichen Häuser hat man nicht selten in wahren Sinne des Wortes rekonstruiert, um sie zu vergrössern, bequemer und moderner zu machen, was sonst auch der Zweck der heutigen Rekonstruktion ist. Aber wie die Quellenforschung, so auch die Analyse der Bauentwicklung von hunderten von historischen Häusern in Prag und in anderen Städten unserer Republik, haben bewiesen, dass man bei allen Umbauten verhältnismässig sehr wenig niedergerissen hatte. Meistens wurde alles gesunde Gemäuer erhalten. Die Umbaupläne wusste man dabei der bestehenden alten Disposition sehr geschickt anzupassen. In diesen Fällen war es natürlich nicht aus dem Respekt zur erhabenen Erbschaft der Vergangenheit, sondern aus praktischen Rücksichten der Sparsamkeit. Auch die reichen Bauherren des 16., 17. und 18. Jahrhunderts waren sparsam. Sie wussten auch, dass sie z.B. die gotischen, gut gebrannten Ziegeln und fetten Mörtel nie mit was besserem ersetzen können. So kann man heute in Prag Häuser und Paläste finden, die in den Hauptmauern, unter den barocken Prunkfassaden vis zum Hauptgesims, ja sogar bis zu den Giebelspitzen, aus echtem gotischen Mauerwerk bestehen. Der Herzog Albrecht v. Waldstein, seiner Zeit zweifelsohne der reichste Bauherr in Böhmen, hatte z.B. in das Hauptgebäude seines Palastes in der Prager Kleinseite das alte Haus des Grafen Trecka eingliedert, und in dem bekannten Werke des J. Bernhardt Fischers v. Erlach, dem Palast des Grafen Clam-Gallas in der Altstadt, sind grosse Teile des gotischen Palastes des Markgrafen Jest erhalten. So regulierte sich die Denkmalpflege im 16, 17 und 18. Jahrhundert sozusagen von sich selbst, weil alles, was gut und fest war, bei den Umbauten belassen wurde. Die Unkosten für Niederreißen und Neubau wurden damals für unsinnige Verschwendung gehalten.

Zum ersten Durchbruch in die alte Tradition kam es am Ende des 18. Jahrhunderts. Nach der Aufgebung zahlreicher

Klöster und Kirchen durch Joseph d. II im J. 1782 hat man viele bedeutende Baudenkmäler entweder niedergerissen oder durch die gewaltsame Anpassung dem neuen Zwecke halb vernichtet. Dem "josephinischen Utilitarismus" war es gleichgültig, dass z.B. die Kirchenarchitektur den Bedürfnissen des Post- oder Zollamtes, oder Gendarmeriekaserne nicht entspricht. Alles, was den höheren Interessen der damaligen Reformzeit diente, war annehmbar. Und darauf kam die rasche Industrialisierung des 19. Jahrhunderts. Jetzt auf einmal vergass man zu sparen. Die alten Bürgerhäuser mussten den modernen, vom Keller bis zum Dachboden neuen Miethäusern weichen. Die ungezügelte Sucht nach dem neuen und modernen hat natürlich eine starke Reaktion hervorgerufen. Einerseits war es die romantische Schwärmerei für alles Alte, andererseits die ernste Besorgnis um die zu rasch verschwinde architektonische Erbschaft der Vergangenheit. Diese Besorgnis führte in den 50 Jahren des 19. Jahrhunderts zur Gründung der Staatlich organisierten Denkmalpflege in Oesterreich, die durch die bekannte Zentralomission in Wien geleitet wurde. Leider wurden die Anfänge der staatlichen Denkmalpflege durch die romantische Bewunderung besonders des romanischen und gotischen Stils gekennzeichnet, die zum Durchsetzen der puristischen Richtung in der Restaurierung und Rekonstruktion führte. Weil man damals meistens besser wusste als der alte romanische oder gotische Baumeister selbst, wie der "rein gotische oder romanische Stil" aussehen soll, hat der Purismus nicht geringe Schäden an den rekonstruierten Baudenkmalern verursacht. Es existieren z.B. sogar Entwürfe zur Regotisierung des Wladislav-Saals in der Prager Burg, weil den damaligen Kennern seine grossen Fenster nicht stilgemäss genug zukamen. Auch wenn am Ende des 19. und am Beginne des 20. Jahrhunderts die theoretischen Werke der bedeutenden Vertreter der Wiener kunsthistorischen Schule, Al. Riegel und Max Dvorak, neue Richtlinien Durchzusetzen versuchten, konnte sich die

praktische Denkmalpflege vom Banne des Purismus nicht leicht befreien.

Nach dem 1. Weltrriege hat die Tschechoslowakische Republik die Organisation der Oesterreichischen Denkmalpflege, mit ihren Erfahrungen und Nachteilen, übernommen. Vor allem war sie darin unzureichend, dass sie nur die einzelnen Baudenkmäler unter ihre Obhut zu stellen wusste, und die wertvollen Komplexe, besonders die historischen Zentren der Städte, ihrem, meist sehr ungünstigen Schicksal, überliess. Der zweite Fehler war die ungenügende Vorbereitung der praktischen Rekonstruktionen. Diese wurden den Baufirmen, die für solche Aufgaben keine Spezialisierung besaßen, anvertraut. Die Durchführung der Arbeiten wurde zwar unter die Aufsicht des Denkmalamtes gestellt, aber auch die Vertreter dieser Institution wussten über die Bauentwicklung des Objektes entweder sehr wenig, oder gar nichts. So kam es oft zur unerwarteten Ueberraschungen, wenn man z.B. unter der barocken Fassade die gotische Gliederung gefunden hat und an Ort und Stelle entscheiden musste, was damit anzufange. Damals begann unsere Denkmalpflege aussichtslos zwischen dem Purismus einerseits und der sogenannten "analytischen Methode" andererseits zu schwanken. Aus den früher einheitlichen Fassaden oder Räumen wurden manchmal wahre Mustersammlungen der verschiedenen Stilfragmente gemacht, oder es entstanden wieder puristisch rekonstruierte Monstren, die historisch niemals existiert haben.

Um der mit administrativen Aufgaben überlasteten staatlichen Denkmalpflege die Arbeit zu erleichtern, hat es sich höchst ratsam erwiesen, das spezialisierte Institut für die Rekonstruktion der hist. Baudenkmäler und Städte zu gründen, das die Rekonstruktionen nicht nur entwerfen, sondern auch vorher gründlich vorbereiten könnte. Diese Vorbereitung soll dem Projektanten ermöglichen, sich noch vor dem Beginne seiner Arbeit über die Bauentwicklung der einzelnen Häuser oder der

ganzen Städte zu informieren. Zu diesem Zwecke dienen die s.g. Passporte der hist. Baudenkmäler, die meistens aus 3 Teilen bestehen. Der 1. enthält die ausführliche Geschichte des Objektes, die mit Benützung aller erreichbaren schriftlichen Quellen, Pläne und Abbildungen bearbeitet und durch kurze Darstellung der bedeutendsten Bauperioden ergänzt ist. Der 2. Teil enthält die kunsthistorische und technische Beschreibung des Objektes, mit einem Verzeichnis der bedeutenden architektonischen und kunsthandwerklichen Details. Im 3. Teil sind die die Richtlinien für die bevorstehende Rekonstruktion angedeutet. Zu solchem Passport gehören die analytischen Pläne im Masstab 1:200, in welchen bei jeder Mauer, vom Keller bis zum Dachboden, die Stilperiode der Entstehung farblich oder graphisch bezeichnet ist. In der farbigen Skala benützen wir den romanischen Stil die schwarze Farbe, für den gotischen die rote, für Renaissance - die blaue, für Barock - braune, für Klassizismus - grüne und für neue Mauer die gelbe Farbe. Für hypothetische Bezeichnung benützen wir lichtere Töne der Grundfarben. In ähnlicher Weise wurde die urbanistische Entwicklung der historischen Städte dargestellt. Im Masstab 1:1000 werden bei allen Häusern die Stilperioden ihres Aufbaues mit denselben Farben bezeichnet und der Passport enthält kurze Beschreibung mit kunsthistorischer Wertung der einzelnen Häuser und dem Abriss der urbanistischen Entwicklung der Stadt. So weiss der Projektant schon vorher, entweder ganz gewiss, oder wenigstens hypothetisch, womit er bei der bevorstehenden Rekonstruktion rechnen muss, welche Probleme er lösen wird u.s.w. Sehr viel können wir schon ganz genau vorhersagen. Die Entdeckungen der Renaissance-Sgraffitos, der gemalten Holzdecken und anderes, was früher meistens zu den grössten Ueberraschungen gehörte, kann heute den Projektanten nicht mehr in Verlegenheit bringen. Dabei ist bei unserer Forschungs-Arbeit stets die notwendige Aufmerksamkeit den alten Bautechniken, handwerklichen

Techniken und altem Baumaterial gewidmet. Diese Thematik wird in speziellen Studien bearbeitet. Dass wir bei dem ausführlichen Quellenstudium auch mit vielem Neuen und Unbekanntem für das kunstgeschichtliche Gemeingut beisteuern können, versteht sich von selbst.

## СОДЕРЖАНИЕ

## Table Des Matieres

В. Гаспарски (ПНР) – От первобытной потребности к современной технике (инженерии)	5
И.И. Артоболевский, Б.А. Розентретер, А.А. Чеканов (СССР) – Основные тенденции развития техники в СССР (1917–1967 гг.)	7
E. Battison (USA) – Phase two of the industrial revolution – interchangeable manufacture of arms	11
В.И. Остольский (СССР) – О некоторых вопросах профессиональной подготовки историков техники	15
D. Howse (Great Britain) – The principal scientific instruments taken on Captain Cook's voyages of exploration, 1768–1780	19
J.W. Abrams (Canada) – Contributions to the history of operational research	25
А.В. Ефимов (СССР) – Особенности развития техники США в период домонополистического капитализма	26
R. Wik (USA) – Henry Ford's application of science to ecology	
А.Г. Раппапорт (СССР) – Основные исторические этапы использования и изучения чертежа	29 34
E. Wächtler (DDR) – Zur Geschichte der Technik in der DDR	37
И. Петшак-Павловска (ПНР) – Ценность исторических исследований для политики внедрения современного технического прогресса	44
Д.Д. Зыков (СССР) – История техники в экспозициях политехнического музея	47
И.Б. Литинецкий (СССР) – Развитие бионики и ее роль в научно-техническом прогрессе	50
J. Purš (CSSR) – The spread of steam power in industry and economical growth in the 19th century	54
А.Ю. Голян-Никольский (СССР) – Истоки технической эстетики	62
H. Goerke (BRD) – Die Anfänge der Automation in der Röntgendiagnostik	64
Э.Г. Цыганкова (СССР) – История возникновения научного понятия машинной формы	70
П.П. Надаляк (СССР) – Землечерпательная техника в России в XVIII и в первой половине XIX в.	72
Н.З. Поздняк (СССР) – Организатор советского производства редких металлов Вера Ильинична Глебова	76
А.А. Пархоменко (СССР) – Становление научно-технических исследований в СССР	78
H.G. Conrad (BRD) – Entwicklung der Deutschen Bohrtechnik und ihre Bedeutung	81
И.П. Кулиев, А.Ф. Касимов (СССР) – Прогресс и прогноз развития технической мысли в создании морских нефтепромыслов	89
W. Kroker (BRD) – Die Entwicklung des Markscheidewesens in der Vor-akademischen Zeit	93
Г.Д. Лидин (СССР) – Развитие знаний по рудничной аэрологии	99
W. Rozanski (Pologne) – La métallurgie du fer en Pologne a l'époque des influences romaines (II au IV siècle)	102
Л.М. Мариенбах (СССР) – История развития методов плавки чугуна в литейном производстве	107

Л. Енничек, И. Крулиш (ЧССР) – О взаимоотношениях между уральскими и среднеевропейскими предприятиями черной металлургии на рубеже XVIII и XIX веков	110
J. Beer (USA) – Russian iron technology in Amerika: attempts at duplicating the Russian process for making quality sheet iron in the United states, 1842–1844	114
С.Я. Плоткин, Г.В. Самсонов (СССР) – Исторические аспекты развития науки о материалах	120
K. Novák (CSSR) – A review of the development of the art of SIC furnacing in the past seventy years	123
И.А. Андриашвили, Ф.Н. Тавадзе (СССР) – К раскрытию технологии грузинской чеканки XII века и ее современного применения	130
Б.Я. Розен (СССР) – Развитие техники солеварения и соледобычи в России в XIX в.	132
М.М. Савкин, П.Т. Приходько, А.И. Щербаков (СССР) – Из истории применения щитов Чинакала в угольной промышленности СССР	135
В.К. Капустин (СССР) – Пионер литейного дела в России – инженер Л.И. Какурин	138
Б.В. Фаддеев (СССР) – К истории применения ленточных конвейеров в горных работах	140
А.К. Антейн (СССР) – Дамасская сталь в странах бассейна Балтийского моря	144
A. Neamtu (Romania) – Die Bergbautechnik in Siebenbürgen in 18. ten Jahrhundert. Erfindungen und Erfinder	147
I. H. White (USA) – The provisional railway	156
K. Černý (CSSR) – Die Anfänge der Eisenbahn in Russland und Franz Anton Gerstner	161
Masajoki Miyamoto (Japan) – Development process of land transport in Japan	168
L. Reti (Italy) – A short history of the wedge press	173
М.И. Воронин (СССР) – Первые научные контакты русских, западноевропейских и американских ученых в области транспортной науки и техники (1800–1850 гг.)	178
J. Hons (CSSR) – Die Entstehung und Entwicklung der Haupteisenbahnstrecke Košice–Bohumín und der “Strecke der Freundschaft” ČSSR–SSSR	182
Я.И. Водяницкий (СССР) – Из истории подъемно-транспортной техники и ее использования в строительстве в СССР	188
G. Goldbeck (BRD) – Die Atmosphärische Verbrennungskraftmaschine als Vorläufer des Viertaktmotors	192
М.Г. Цонев (НРБ) – О развитии средств автоматизации в эпоху мануфактуры (на примере истории техники в Болгарии)	197
Е.Л. Немировский (СССР) – Фотоаборные машины, их прошлое, настоящее и будущее	202
M. Loria (Italie) – L'aube de la traction électrique ferroviaire	205
А.И. Дубравин (СССР) – Научный вклад Д.И. Менделеева в судостроение и арктическое мореплавание	216
Ф.А. Джинджихашвили, Б.Р. Тогонидзе, В.М. Январашвили (СССР) – Деятельность грузинских ученых и инженеров в Европе	220
А.П. Лысак (СССР) – К вопросу истории развития науки и техники автоматизации металлорежущих станков в СССР	223
Г.А. Зеленский (СССР) – Вопросы эволюции конструкций сельскохозяйственных машин	226

И.В. Бренев (СССР) – Возникновение радиотехники	229
T.P. Hughes (USA) – A.A. Michelson and E.A. Sperry: the determination of the speed of light, 1924–26	234
В.М. Родионов (СССР) – Основные тенденции развития радиопередающей техники	241
Н.И. Чистяков (СССР) – Пути и тенденции развития радиоприемной техники	244
А.И. Штейнгауз (СССР) – Становление оптоэлектроники, как самостоятельной отрасли техники	247
P. Swinbank (Great Britain) – John Robison	250
Л.Г. Давыдова (СССР) – Об одном общем принципе периодизации технических средств (на примере истории грозозащиты)	255
B. Finn (USA) – Survival of early techniques in the telegraph industry	258
А.В. Яроцкий (СССР) – Русские пионеры техники электросвязи	264
Г.К. Церава (СССР) – Пионеры электротехники Венгрии, Чехословакии и Югославии	267
В.В. Большаков (СССР) – Труды советских ученых по истории строительной техники и их методологические основы	270
Г.Н. Кожухаров (НРБ) – К вопросу истории строительной техники	273
K. Milde (DDR) – Die bewertung der Einflüsse der Bautechnik auf die Architektonische form in 19. Jahrhundert in der modernen Baugeschichtswissenschaft	277
Г.М. Шербо (СССР) – Развитие жилищного строительства и строительной науки в СССР	285
Ю.К. Милонов (СССР) – О борьбе внутренних противоположностей в развитии техники (на материале истории висячих мостов)	290
G. Kabus (DDR) – Rekonstruktion der Struktur der Wohnbausubstanz in den Städtenhistorische und technische Probleme volkswirtschaftlicher Bedeutung	294
В.Н. Немкова (СССР) – Особенности развития типов зданий и сооружений ведущей промышленности России XIX – начала XX века	300
А.Э. Лопатто (СССР) – Научные основы развития отечественной строительной техники	303
G. Curinschi (Roumanie) – L'évolution des conceptions dans la restauration architecturale et urbaine et les tendances actuelles	307
В.К. Соколов (СССР) – Приложение методологии и результатов историко-технических исследований для решения проблемы реконструкции жилых зданий	312
П.Н. Бербенлиев (НРБ) – Одна оригинальная конструкция свода болгарской архитектуры в период эпохи Возрождения	315
В. Венков (НРБ) – Исследование, поднятия и выправление конструкций каменного свода XVI-го века	318
R. Mc Keon (USA) – A study in the history of nineteenth century science and technology: engineering science in the works of Navier	321
В.Е. Ясиевич (СССР) – Основные этапы развития строительной науки и техники в XIX–XX вв.	327
S. Balan (Roumanie) – Un moment important dans l'histoire du beton arme en Roumanie	330
M. Vilimkova (ČSSR) – Zur geschichte der Rekonstruktion der historischen städte und Baudenkmäler	331

1 р. 49 к.



**ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»**