



Плотина Нижнесвирской ГЭС, 1935 г.

вопреки установленным срокам. Весной 1930 г. из-за несвоевременной поставки американского оборудования на несколько месяцев пришлось отложить пуск бетонного завода, что существенно задержало начало бетонных работ<sup>6</sup>. Ленинградский обком ВКП(б) поставил перед руководством стройки задачу максимально снизить заказы на импортное оборудование. Потребовалось много сил, прежде чем эта задача была успешно решена предприятиями страны и, в первую очередь, предприятиями Ленинграда — центра советского энергомашиностроения и турбостроения. Заказы для Нижнесвирской ГЭС стимулировали их развитие в этом направлении.

К тому времени, когда нужно было выбрать турбины для Нижнесвирской станции, появились более совершенные, чем на Волховской ГЭС, поворотно-лопастные турбины, отличавшиеся значительно большей мощностью и экономичностью. После Великого Октября производство гидротурбин получило развитие на Ленинградском металлическом заводе, но обеспечить уникальными машинами Нижнесвирскую ГЭС завод не мог, и Г. О. Графтио решил разместить заказ на изготовление трех турбин в Швеции, но добился, чтобы головное предприятие оказало техническую помощь в изготовлении четвертой турбины в Ленинграде. Некоторые специалисты выражали серьезные сомнения в возможности реализации этого заказа и настаивали на изготовлении всех гидротурбин за границей.

Коммунистическая партия всемерно поддержала инициативу передовых коллективов, стремившихся изготовить новое сложное оборудование для электростанций. Большую помощь передовикам производства оказали в те годы Г. К. Орджоникидзе и С. М. Киров. «Сергей Миронович, — пишет И. Н. Пенкин, бывший в то время директором Металлического завода, — хотел быстрее выбить козыри из рук малOVERов, сомневавшихся в возможностях отечественного энергомашиностроения» [2. с. 163, 164].

Советские турбостроители приобрели необходимый опыт создания мощных агрегатов и успешно справились с поставленными задачами, из года в год наращивая выпуск современных паровых и гидравлических турбин. Если в течение целого десятилетия до Октябрьской революции Металлический завод выпустил всего 26 турбин общей мощностью в 8 тыс. кВт, то только в 1931 г. общая мощность производимых им турбин составила 702 тыс. кВт [10, с. 48].

<sup>6</sup> За индустриализацию, 1930, 23 мая.

Кроме гидравлических турбин отечественные предприятия, выполняя ответственные заказы Свирьстроя, успешно справлялись с изготовлением масляных выключателей, трансформаторов, кабелей и другого оборудования, которое ввозилось до этого из-за границы. В целом перевод многих заказов для Нижнесвирской ГЭС на предприятия страны позволил сэкономить 3,5 млн. руб. золотом и дал возможность освоить производство новых изделий<sup>7</sup>.

Более 50 лет отделяют нас от первого пуска агрегата Нижнесвирской ГЭС им. Г. О. Графтио — одного из первенцев Ленинского плана ГОЭЛРО. За это время как экономика страны, так и одна из важнейших ее отраслей — энергетика — сделали гигантский шаг вперед. В СССР разработана и начала осуществляться Энергетическая программа. В успешное решение этой грандиозной задачи вносит свой посильный вклад и опыт сооружения Нижнесвирской гидроэлектростанции.

#### Литература

1. Электрификация СССР. 1926—1932 гг. Сборник документов и материалов. М., 1966.
2. Наш Мироныч. Л., 1969.
3. *Нестерук Ф. Я.* Развитие гидроэнергетики СССР. М., 1963.
4. Индустриализация СССР. 1929—1932 гг. Документы и материалы. М., 1970.
5. *Швецов В. Н., Смирнов И. С.* Генрих Осипович Графтио. М.—Л., 1955.
6. Ленинградский партийный архив (ЛПА), ф. 24.
7. *Иношин М. В.* Свирь — Иртыш. М., 1963.
8. По ленинскому плану. Л., 1983.
9. Родина Советская. М., 1981.
10. *Гордон М. И.* Сквозь годы и расстояния. Л., 1982.

### **ВКЛАД АКАДЕМИИ НАУК СССР В АВТОМАТИЗАЦИЮ ПРОИЗВОДСТВА В ПЕРИОД ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ 1941—1945 гг.**

#### **А. З. ЧАПОВСКИЙ**

С началом Великой Отечественной войны и перестройки экономики страны на военный лад в кадровом потенциале советской промышленности произошли значительные изменения. В ряды Вооруженных Сил были призваны многие из высококвалифицированных рабочих. Перед промышленностью встала задача найти им равноценную замену, способную обеспечить массовое производство современного для тех лет вооружения, отвечающего самым высоким стандартам качества.

Для того чтобы подготовить такую замену из числа женщин и подростков, которые встали к станкам на место ушедших на фронт мужей и отцов, не было ни времени, ни преподавательских кадров. В этих условиях потребовалось широкомасштабное воплощение в технологии двух тенденций, наметившихся еще в 30-е годы, — автоматизации дискретных процессов и замены их поточными. Задача решалась прежде всего на путях внедрения поточного производства, которое позволило бы, используя некоторую долю высококвалифицированного труда (кадровые рабочие, имевшие бронь) и значительную массу труда менее квалифицированного, получать высокое качество военной техники, вооружений и боеприпасов. Однако немаловажное значение для ее решения имела и автоматизация производства и особенно контроля. Важный вклад в развитие автоматизации в годы Великой Отечественной войны был внесен Академией наук СССР.

\* \* \*

Работы академических институтов в этой области опирались на большой задел, созданный в предвоенный период. Так, еще в 1938 г. Комитет по телемеханике и автоматике (КТА) АН СССР выполнил исследования, позволявшие создавать автоматы для

<sup>7</sup> Ленинградская правда, 1933, 2 июля, 3 июля.

сортировки изделия по трещинам, вмятинам, рискам и прочим дефектам, которые обычно контролировались вручную. В частности, в Институте автоматики, в сотрудничестве с Московским Государственным подшипниковым заводом (ГПЗ-1), был разработан метод контроля, названный методом несущей частоты. Контроль осуществлялся при помощи вращающегося диска, на который были нанесены отверстия, через них на контролируемое изделие падал свет, создавая попеременно световые точки, фиксируемые фотоэлементом специальной усилительной схемы.

В апреле 1941 г. по инициативе Института автоматики и телемеханики (ИАТ) АН СССР было проведено совещание по автоматизации технического контроля изделий массового производства на машиностроительных заводах страны [1, лл. 1—13], к которому была приурочена выставка приборов автоматического контроля для машиностроения [2].

Среди обширной тематики совещания особый интерес представляли доклады Б. Е. Телишевского (ИАТ) «Фотоэлектрические методы контроля качества поверхности изделий в металлпромышленности» и Е. И. Дмитриева (ИМАШ) «Анализ мостиковых схем, применяемых при измерении линейных размеров». В дискуссии приняли активное участие представители НИИ Приборостроения, исследовательской лаборатории завода «Станкоприбор», ГПЗ-1, Харьковский тракторный завод, ЗИС и др. В резолюции совещания была подчеркнута необходимость создания приборостроительной промышленности и рекомендовано организовать массовый выпуск высококачественных контрольных приборов на ее производственной базе, а также осуществить типизацию стандартов на приборы. На выставке было представлено более 60 различных приборов и автоматических устройств для контроля и сортировки деталей по размерам, качеству поверхности, твердости и среди них — автоматический контролер твердости поршневых колец, сконструированный на Горьковском автозаводе и заменивший труд 10 человек.

В начале 1941 г. в СССР уже более 200 предприятий изготавливали автоматические контрольно-измерительные, регулирующие, регистрирующие, сигнальные, пускорегулирующие низковольтные аппараты, контакторы, таймеры, станции управления, реле защиты и автоматизации для самых разнообразных технологических процессов. Одни только Харьковский электромеханический завод выпускал накануне войны 486 типов станций автоматического управления промышленными установками, в том числе 186 типов для металлургии, 70 — для энергетики, 64 — для машиностроения, 31 — для легкой и целлюлозно-бумажной промышленности, 27 — для горной и химической отраслей, 10 — для различных общественных сооружений и 98 — общего применения.

В 1941 г. сложилась и специализация крупнейших электромеханических заводов, что упрощало задачу автоматизации в различных отраслях промышленности с учетом их специфики. Наличие в предвоенный период развитой базы приборо- и аппаратостроения дало возможность успешно решать задачи развития поточного производства и автоматизации отдельных технологических процессов в годы Великой Отечественной войны.

Особенно важно было решить ряд вопросов автоматизации производства боеприпасов и общего машиностроения. Основные направления этой работы были намечены на совещании инженеров-технологов г. Москвы, созванном в 1942 г. Отделением технических наук АН СССР и БНИТОМАШем. На совещании были обсуждены вопросы внедрения новых технологий, создающих предпосылки для автоматизации.

В производстве боеприпасов узким местом, однако, были не сами технологические процессы изготовления тех или иных деталей, а контроль. Например, в производстве патронов, где для обработки гильз и пуль использовались высокопроизводительные станки-автоматы, существовал контроль полукустарного типа, в котором было занято в отдельных случаях до 50% общего числа рабочих. Чтобы резко поднять выпуск патронов, требовалось прежде всего автоматизировать технический контроль выпускаемой продукции. Этой проблемой занялись ученые ИАТ АН СССР, который после эвакуации в июле 1941 г. развернул в срочном порядке свою работу на одном из военных заводов.

На новом месте буквально за месяц был развернут фронт исследовательских и проектно-конструкторских работ для военных нужд. В тематическом плане ИАТ эвакуационного периода особое значение придавалось теме «Автоматизация цеха массового производства» (научные руководители: член-кор. АН СССР И. И. Артоболевский и член-кор. АН СССР В. И. Коваленков; ответственные исполнители: д-р техн. наук В. А. Трапезников, канд. техн. наук М. А. Гаврилов, канд. техн. наук Б. Е. Телишевский, ст. науч. сотр. А. В. Храмой) [4, лл. 1—63]. На ИАТ была возложена в рамках этой темы разра-

ботка вопросов автоматизации контрольных операций, которые состояли из следующих этапов: 1) контроль размеров полуфабриката; 2) контроль качества поверхности изделий; 3) термический контроль; 4) контроль концентрации травильного раствора; 5) контроль количества изделий (счет и учет); 6) контроль качества инструмента; 7) сигнализация о работе агрегатов.

По каждому из этих разделов были осуществлены разработки, частично реализованные в металле.

1. *Контроль размеров полуфабриката (ленты)*. Была использована специальная «мерительная система», контролирующая ширину ленты и ее толщину в трех сечениях. Контроль размеров и формы полуфабриката был осуществлен методом «сеточного контакта» и пневматическим методом.

2. *Контроль качества поверхности изделий*. В 1941—1942 гг. сотрудники ИАТ совместно со специалистами одного из заводов Наркомата вооружений СССР разработали фотоэлектрический автомат для контроля поверхности изделий. Автомат состоял из механических устройств, подводящих контролируемые изделия к рабочей части и приводящих каждое изделие во вращательное и поступательное движение вдоль его продольной оси. Луч света, падавший на изделие, обегал при этом по винтовой линии внешнюю его поверхность и, отражаясь, попадал на фотоэлемент, включенный на вход усилителя. При наличии брака изменялось количество света, отраженного от поверхности, что уменьшало ток фотоэлемента и вызывало появление импульса на управляющих электродах тиратронов, включенных после усилителя. Это приводило к срабатыванию тиратронного и электромагнитного распределителя, направляющего изделие в ящик с браком. В 1943 г. схема автомата была усовершенствована путем уменьшения числа каскадов усиления, этим была существенно повышена устойчивость автомата.

3. *Термический контроль*. В 1941—1942 гг. ИАТ разработал установку многоточечного контроля температуры (на одном из заводов Наркомата вооружений СССР было выполнено три промышленных образца). Установка состояла из стандартных контрольно-регистрирующих приборов, в которые встраивался ряд дополнительных элементов, позволяющих либо контролировать несколько значений данной физической величины, либо реализовывать различные законы регулирования.

4. *Контроль концентрации травильного раствора*. Была исследована возможность применения кондуктометрического метода измерения концентрации раствора. Изменение сопротивления травильного раствора в зависимости от его концентрации определялось при помощи электронной схемы.

5. *Контроль количества изделий*. Для автоматизации счета изделий было разработано несколько конструкций контактных датчиков, устанавливаемых в различных точках производственного потока, и конструкций указателей количества изделий (эти указатели монтировались на центральном диспетчерском пульте). Особенность счетного устройства в использовании электромагнитного шагового механизма (взамен гораздо менее надежных храповых устройств).

6. *Контроль качества инструмента*. Для контроля качества инструмента был реализован принцип магнитной дефектоскопии в виде законченной конструкции дефектоскопа.

7. *Сигнализация о работе агрегатов*. Специалистами ИАТ была спроектирована мнемосхема для центрального диспетчерского пункта автоматизированного цеха; схема отражала состояние (рабочее или нерабочее) оборудования и всех звеньев автоматизированного внутрицехового транспорта.

Предварительные расчеты показали, что автоматизация цеха сокращает количество занятых рабочих более чем в 2 раза, а продолжительность производственного цикла — в 6 раз. Реализация работ ИАТ, выполненных в период 1941—1942 гг., стала первым опытом широкой автоматизации массового производства; на практике оказалось возможным проверить ряд закономерностей автоматизированного производства, установленных учеными и специалистами ИАТ теоретическим путем. В дальнейшем этот опыт был использован в других отраслях промышленности и способствовал скорейшему переводу многих производств на новые, прогрессивные методы.

В 1941—1943 гг. сотрудники ИАТ выполнили также ряд работ, выходящих за рамки академического плана.

1. Под руководством акад. В. С. Кулебакина была разработана номенклатура приборов автоматического и полуавтоматического контроля в массовых металлообрабатыва-

ющих производствах; результаты работы были переданы в Совет научно-технической экспертизы Госплана СССР.

2. Были разработаны и переданы в производство электронно-ионные элементы автоматики (в частности, фотореле).

3. Была сконструирована и передана одному из заводов Наркомата вооружений СССР новая автоматическая аппаратура для смотровых операций.

4. Институтом была сконструирована и изготовлена серия промышленных образцов устройств многоточечного контроля.

5. Получил разработку метод автоматического контроля размеров изделия при помощи вибрационного электрощупа, впервые обеспечивший возможность непрерывных измерений размеров деталей.

6. Под руководством проф. В. А. Трапезникова были сформулированы принципы построения контрольных автоматов и разработан автомаг для контроля размеров гильз [5, л. 7].

В 1941—1943 гг. ученые ИАТ благодаря творческому сотрудничеству со специалистами нескольких заводов Наркомата вооружений СССР решили ряд технических задач, что позволило значительно повысить производительность заводов по выпуску боеприпасов. В период 1941—1943 гг. сотрудники ИАТ создали в общей сложности 18 типов автоматических устройств и станков-автоматов. Внедрение автоматов ИАТ только по одному заводу Наркомата вооружений давало экономию до 3 млн. руб. в год и позволяло высвободить около 600 рабочих, занятых на трудоемких операциях. Проверенные на этом заводе автоматы ИАТ широко внедрялись в промышленности вооружений. После доклада директора ИАТ член-кор. АН СССР В. И. Коваленкова о выполненных работах ИАТ Технический совет Наркомата вооружений СССР в октябре 1941 г. целиком одобрил результаты этих работ и принял решение о широком их внедрении на военных заводах. Новые станки-автоматы в скором времени были пущены в серийное производство.

Большое значение для разработки передовой технологии производства боеприпасов имели также работы Уральского филиала АН СССР. Изучение теоретических основ магнитных методов контроля, проведенное в филиале, позволило научным сотрудникам лаборатории магнитных явлений Института металлофизики и металлургии Я. С. Шуру и С. В. Воиновскому в 1942—1943 гг. разработать и внедрить магнитный метод контроля корпусов артиллерийских снарядов [6, с. 535].

Значительно упрощал и ускорял изготовление снарядов разработанный в 1944 г. акад. В. П. Никитиным способ автоматической сварки с жидким присадочным материалом. Этот способ по сравнению с ручным обеспечивал в 50 раз большую производительность, при этом требовалось в 2 раза меньше электроэнергии. Способ был применен для наплавки медных ведущих поясков на артиллерийские снаряды; его использование полностью исключало трудоемкие процессы по отливке, холодной обработке и насадке; экономия меди составляла не менее 30%.

Нельзя не отметить крупный вклад Института электросварки АН УССР в автоматизацию производства, в частности танкостроения, в годы войны [8]. Эвакуированный в г. Нижний Тагил институт во второй половине 1941 г. развернул работы по внедрению скоростной автоматической сварки под флюсом в технологических линиях по выпуску знаменитых танков Т-34. Применение такого способа сварки обеспечивало двадцатикратное повышение производительности труда на этой ответственной технологической операции. Показательно, что до самого конца войны в промышленности Германии автоматическая сварка танковой брони вообще не применялась [9].

Великая Отечественная война потребовала невиданных усилий от всего народного хозяйства страны, всех отраслей производства, науки и техники. Специалисты Академии наук СССР, прежде всего Институт автоматики и телемеханики, внесли достойный вклад в борьбу с фашизмом. Созданные ими высокоэффективные средства автоматизации для оборонной промышленности помогли повышению производства боеприпасов и вооружений, обеспечивших победу над врагом.

#### Литература

1. Стенограмма совещания по автоматизации технического контроля изделий массового производства на машиностроительных заводах от 3 апреля 1941 г.—Архив ИПУ АН СССР, оп. 1, д. 118.

2. Коваленков В. И., Храмой А. В. Атоматика и телемеханика в народном хозяйстве СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1948.
3. Сателъ Э. А. Технология и технические ресурсы машиностроения. М.: ВНИТОМАШ, 1943.
4. Годовой отчет о научной деятельности ИАТ за 1943 г.— Архив ИПУ АН СССР, оп. 1, д. 1216.
5. Архив АН СССР, ф. 530, оп. 1, д. 8.
6. Очерки истории Великой Отечественной войны 1941—1945 гг. М.: АН СССР, 1955.
7. Годовой отчет ИАТ по научно-исследовательским работам за 1944 год.— Архив ИПУ АН СССР, оп. 1, д. 124.
8. Ладывир И. И., Матийко Н. М., Панченко П. П. Ученые советской Украины фронту.— Вопр. истории естествознания и техники, 1985, № 2.
9. Кольцов А. В., Федоров А. С. Подвиг советских ученых.— Вопр. истории естествознания и техники, 1985, № 1.

## ЭВОЛЮЦИЯ ОСНОВНЫХ ФОРМ ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАНИЙ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ XIX СТОЛЕТИЯ

### А. Н. РОДНЫЙ

Первые попытки выработать концепцию предмета химической технологии приходятся на начало XIX в. [1, 2]. В нашей стране этот вопрос стал особенно актуальным после выхода в свет в 1851 г. первого учебника по химической технологии П. А. Ильенкова [3]. Учебник вызвал оживленную дискуссию на страницах популярного общественного журнала «Отечественные записки» [4—7].

В ходе дискуссии выявились три точки зрения на предмет химической технологии: 1) химическая технология как наука о химическом производстве, 2) химическая технология как прикладная химия, 3) химическая технология как учебная дисциплина, не имеющая статуса самостоятельной науки.

Впервые эволюцию взглядов на предмет химической технологии рассмотрел советский историк науки П. М. Лукьянов [8]. Он затронул также некоторые вопросы организации науки на примере создания русских химико-технологических лабораторий и издания технологической литературы.

В начале XX в. появляется новая точка зрения относительно предмета химической технологии — Chemical Engineering [9]. Странники этой концепции придерживались мнения, что следует изучать простейшие производственные операции, основу которых составляют физические процессы, сопровождающие химические превращения в промышленном масштабе. Они исходили из наибольшей «теоретичности» физических процессов, возможности их формализации на основе изучения закономерностей массопередачи, гидродинамики, диффузии и теплопередачи.

Эта концепция сыграла немаловажную роль в создании в США Института химиков-технологов, который отпочковался от Американского химического общества.

Развитие химической термодинамики, кинетики и исследований в области катализа позволило в дальнейшем включить в рассмотрение предмета химической технологии химическую сторону технологических процессов и отказаться по существу от односторонности концепции Chemical Engineering.

В последние два десятилетия можно говорить о новой концепции химической технологии, основанной на рассмотрении предмета с позиций системного подхода [10, 11]. Особенно наглядно это прослеживается в работах, затрагивающих вопросы автоматизированных систем управления химико-технологическими процессами. Формализация химико-технологического знания происходит на базе детального изучения механизмов физико-химических превращений вещества в условиях производства. Эта концепция зафиксирована в историко-научной литературе [12, 13]. В работах В. И. Кузнецова и З. А. Зайцевой рассматривается процесс создания теоретических основ химической технологии на базе концептуальных систем развития химии. Однако эти работы затрагивают в основном эволюцию предмета и методов химической технологии, включая специфику изменения промышленных процессов. На наш взгляд, методологическая основа