

# Процессный инжиниринг в России — вчера, сегодня, завтра

Сможет ли проводимая в России реформа высшего образования способствовать развитию инноваций

**Владислав Зеленский**, доктор-инженер, к. т. н., СПбГИ (ТУ), заместитель генерального директора по производству и R&D ЗАО «Гиорд»



Санкт-Петербургский государственный технологический институт — Технический университет



Большая химическая аудитория СПбГИ (ТУ)

Целенаправленная государственная политика в области образования в XIX–XX веках, особенно в сфере подготовки технических кадров высшего и среднего звена, позволила достичь удивительных результатов: уже в 1904–1914 годах Россия, обойдя Германию, наряду с США стала мировым лидером в области технического образования. В отличие от Европы, развитие инженерного искусства в России было связано в первую очередь с военно-политическими задачами, а не с естественным ходом развития торговли, науки, промышленности и экономики страны. На протяжении более двух веков военные инженеры и инженеры военно-промышленных специальностей занимали ключевые позиции на различных гражданских объектах, комплексах и производствах. Обучение отечественных инженерных кадров для растущей гражданской промышленности велось в XIX веке офицерами, инженерами и учеными военных академий и специальных полувойсковых корпусов.

Несмотря на широкий ряд исследовательских работ, вклад военных и статских инженеров в становление российской государственности и создание основ современной жизни все еще остается недооцененным и недостаточно изученным вопросом истории. Интенсивный рост российской экономики и промышленности конца XIX века привел к тому, что в 1913 году страна вошла в пятерку мировых лидеров. Одной из причин прорыва в экономическом и инфраструктурном развитии страны к началу XX века стала сложившаяся и признанная к тому времени во всем мире российская инженерная и научная школа с физико-технической моделью образования.

Ключевую роль в становлении химической промышленности сыграла де-

ятельность Русского физико-химического общества. Неоценимый вклад внес Санкт-Петербургский практический технологический институт Императора Николая I — первый гражданский технический вуз страны, шестое по срокам учреждения высшее техническое учебное заведение России, которое отметит в ноябре 2013 года свое 185-летие. Становление массового производства химических продуктов пришлось на период I Мировой войны, когда на базе лаборатории и опытного завода Военно-химического комитета Русского физико-химического общества были предприняты шаги к широкомасштабному освоению производств новейших химических материалов, что сопровождалось развитием российской школы технологического и процессного инжиниринга, а также отраслевого машиностроения.

## Тандем роста

Экономический и образовательный рост сопровождался бурным формированием промышленного сектора: строительством различных химических, фармацевтических, биотехнологических производств, зарождением пищевой и смежных отраслей промышленности. Именно в Технологическом институте в начале XX века были разработаны основы процессного инжиниринга — интегрированного научно-инженерного и инженерно-управленческого инструмента, сущность которого базируется на отдельных сторонах знаний в области организации производства, процессов и аппаратов, законов физических и химических явлений переноса энергии и массы, химических превращений, термодинамики, физической химии и механики.

Сам автор учения о процессах и аппаратах (1909) — профессор Технологического института Александр Кириллович Крупский (1845–1911) — руководил строительством ряда химических заводов — альбуминного завода на Петербургском скотопригонном дворе, масло-экстракционного завода С. Д. Башмакова, пивоваренных заводов И. И. Дурдина. А. К. Крупский изобрел и предложил к использованию холодильную установку для железнодорожного транспорта (вагон-ледник, а ныне — рефрижератор). Его работу впоследствии продолжили Константин Феофанович Павлов (1895–1944) и Петр Григорьевич Романков (1904–1990), под руководством которых в 1936 году в Технологическом институте была создана первая в России лаборатория химической аппаратуры и кафедра Процессов и аппаратов химической технологии.

В период II Мировой войны П. Г. Романков и сотрудники нескольких кафедр проводили исследования по вакуумной сушке плазмы крови, получению



Процессный инжиниринг актуален для современного бизнеса любого уровня

соевого молока и шрота, с помощью которых повышали биологическую ценность продуктов питания, что спасло жизнь многих горожан в осажденном городе, а также наладили производство ряда химико-фармацевтических препаратов. Созданная П. Г. Романковым научная и инженерная школа широко известна во всем мире. Так, знаменитое учебное пособие «Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии», вышедшее в 1947 году,

**Учебное пособие «Примеры и задачи по курсу ПиАХТ», вышедшее в 1947 году, выдержало 13 переизданий и переведено на 11 иностранных языков.**

выдержало 13 переизданий и переведено на 11 иностранных языков. Впоследствии в Институте были созданы кафедры Машин и аппаратов химических производств (1948), Оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры (1948). В 2013 году будет отмечаться 65-летний юбилей этих кафедр, которые традиционно готовят инженерные кадры и специалистов высшей квалификации в области процессного инжиниринга для научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственной, педагогической, экологической и энерго-ресурсосберегающей деятельности.

## Процессный инжиниринг

Современная химическая промышленность, а также смежные отрасли оснащены различными машинами, аппаратами и агрегатами, в которых осуществляются сложные технологические процессы превращения исходных мате-

риалов в конечные продукты, полуфабрикаты, специальные изделия и товары. Наряду с химическими превращениями в таких процессах могут протекать и физические, и физико-химические явления, при которых исходные продукты претерпевают изменения агрегатного состояния, внутренней структуры и состава веществ. В промышленности широко распространены различные технологические процессы, которые группируются по основным характерным

признакам и описываются общими закономерностями протекающих явлений: массообменных, химических, тепловых, гидродинамических и механических. Интегрированные знания об особенностях этих процессов являются базой для осознанной деятельности в любом направлении химического, фармацевтического, биотехнологического, косметического, ингредиентного и пищевого производства.

Рассматриваемый инструмент (процессный инжиниринг) ориентирован на надлежащую (правильную) практику организации производства, совершенствование технологических процессов, использование особенностей режимов протекающих явлений с позиций повышения качественных показателей при достижении целевого технологического эффекта, воспроизводимости параметров и результатов процессов, оптимального аппаратного оформления, энерго- и ресурсосбережения. При этом важной составляющей является учет



Кроме производства инновационных продуктов важно и умение продать инновации на рынке



Новые химические технологии отличаются сложностью реализации и предъявляют сверхжесткие требования к уровню подготовки и дисциплины рабочего персонала

факторов пожаро- и взрывоопасности, экологической безопасности, наличия вредных производственных факторов, минимизации отходов и производственных потерь, особенностей управления (регулирования) и автоматизации.

Процессный инжиниринг актуален для современного бизнеса любого уровня — от малого предпринимательства до ТНК, поскольку помогает экономично использовать ресурсы компании, органи-

### Специфика организации производства в РФ привела к отмиранию важнейших инженерных компетенций — менеджерской и экономической.

зовать, управлять и оптимизировать производственную деятельность. Ключевую роль данный инструмент также играет в реализации функций R&D (исследования, разработка продукции, постановка на производство, ведение комплекса работ бизнес-проектов по продуктовым платформам).

Важен аспект масштабирования и корректности переноса модели разработки или технологического процесса на функционирующее пилотное или тоннажное производство. Использование междисциплинарного опыта и знаний применительно к технологическим, техническим и управленческим задачам позволяет выявлять и ликвидировать «узкие» места производственной деятельности, наладить выпуск реально высококачественной продукции, что является, в большинстве случаев, исключительной компетенцией организации и ее сотрудников и, что дает ей, в конечном итоге, значительные конкурентные преимущества.

### Узкая специализация

Рассмотрение технологических решений в отрыве от детализации аспектов аппаратного оформления, анализа возможностей технических систем в конкретных условиях и с конкретными характеристиками обрабатываемых сред является несомненной системной ошибкой сложившейся в середине XX века в отечественной технологической прак-

тике. Из бизнес-опыта известно, что технологи, как правило, не знают возможностей оборудования, областей его наиболее эффективного функционирования, физических основ процессинга; механики не ориентируются в химических и иных вопросах технологии производства продукции; конструкторы — не знают ни того, ни другого; а производственный персонал — зачастую вообще относится к категории без системного, углубленного или профильного образования. Факты свидетельствуют — даже благодаря наработке богатого опыта ключевой специалист предприятия не может эффективно решать поставленные задачи и возникающие проблемы. Разделение специалистов по отдельным секторам (наука, образование, производство) и сосредоточение высоких технологий исключительно на крупных государственных предприятиях привело к отмиранию в РФ важнейших инженерных компетенций — менеджерской и экономической.

Низкое качество отечественной продукции связано с недостаточной численностью специалистов высшей квалификации, обладающих междисциплинарными знаниями, а также с ограниченным использованием мирового опыта и научно-технической информации именно в области процессного инжиниринга: тепло-массообмена, гидродинамических, механических и химических процессов.

В химической промышленности широко распространены такие процессы как смешивание и перемешивание, диспергирование и эмульгирование, гранулирование, экструзия, термическая и волновая сушка, сублимационные процессы, измельчение и классификация, химический и микробиологический синтез, мембранное разделение и очистка. Стоит напомнить, что продуктами производственного кластера отрасли являются простые жидкости, растворы, суспензии или эмульсии, аэрозоли, порошки или грануляты, а также полностью готовые изделия. В ряде случаев, а в других смежных отраслях в большинстве случаев — идея губится еще на стадии создания продукта, изготовления его опытного образца или в ходе практического воплощения объекта конструирования в пилотном или тоннажном производстве. Причины многочисленных просчетов кроются в элементарных вещах и грубейших ошибках — начиная от незнания базовых основ химических и физических закономерностей, характеристик многофазных сред и аспектов их взаимодействия, непонимания критериев и условий реализации технологических процессов, ошибок масштабирования, некорректного переноса модели разработки и технологического процесса

на функционирующее производство — вплоть до системных ошибок в организации и оснащении самого предприятия.

### Мировая практика

Никакой иной альтернативы и особого пути нет — мировая практика свидетельствует, что только сочетание высокой квалификации персонала и регулярное применение последних научных и инженерных достижений позволяет эффективно функционировать современному предприятию в высококонкурентной и инновационно-активной среде.

Разработка инновационного продукта — сложная многофакторная задача, которая может быть эффективно решена только при комплексном подходе, и только инновационной командой исследователей и разработчиков (R&D). Именно команда инженеров-технологов: процессинщик, химик-технолог и химик-аналитик — позволяет успешно решать поставленные задачи при разработке и производстве продукции. Отсутствие целостного всестороннего восприятия продукта с его уникальным сочетанием физико-химических свойств приводит к технологическим и производственным ошибкам, отсутствию целевого технологического эффекта, неверному выстраиванию торговой концепции продукта. Важно не только разработать конечный продукт, но и сохранить суть идеи до конца, пройдя все стадии и циклы: от предварительного маркетингового исследования — через лабораторную и пилотную отработку, постановку продукции на производство — до финальной оценки коммерческого успеха готового продукта на рынке.

Давно сложились предпосылки для пересмотра методологических подходов, существенная и технологическая отсталость туготит и сдерживает развитие химпрома. Некомпетентность, административные



Человеческий капитал — ресурс будущего



Сегодня химическая промышленность оживает и остро нуждается в молодых специалистах

и экономические барьеры могут свести на нет всю работу бизнеса, ведущих предприятий и специалистов. В современном мире производство наукоемких и инновационных продуктов различного назначения требует системного подхода, который базируется на междисциплинарных знаниях, накопленном инженерном и менеджерском опыте.

### Малые и средние

Масштабы и темпы развития промышленности в мире определяются не готовностью отдельной экономики к изменениям и освоению инвестиций, а скоростью изменения потребительского рынка и скоростью прогресса. Таким образом, в ходе текущей ежедневной работы необходимо в очень короткие сроки принимать перспективные решения по широкому кругу вопросов.

Последние достижения мира экономики, науки и инжиниринга показали насколько велика роль малых и средних инновационных компаний в современной высокотехнологичной мировой экономике, высветили роль и вклад каждого сотрудника. За последние 150 лет существенно возросли требования к выполняемой работе и рабочего, и техника, и инженера. Специалист вновь выступает одновременно в роли технического эксперта, ученого и руководителя предприятия, что расширяет зону его предпринимательской и профессиональной ответственности. В начале XXI века изменение экономических трендов и конкурентная среда существенно трансформировали роль инженера и менеджера. Именно им принадлежит ведущая роль в инновационной экономике, в среднем и малом бизнесе.

Быстрая смена технологий и темпы развития прогресса ужесточают требования к базовому образованию специалистов, качеству их профессиональных, интеллектуальных, организационных способностей и личностных качеств.

В условиях функционирования мировой экономики, где 97% торговли регулируется нормами ВТО — решающими факторами конкурентоспособности отраслей и конкретных фирм становятся технологии, факторы времени, объединение финансовых, научно-технических, человеческих и иных ресурсов. Именно процесс встраивания РФ в мировое экономическое пространство, экономическая свобода, здоровая конкуренция и климат предпринимательства, благоприятные условия ведения бизнеса и минимум ограничений — залог успеха и процветания страны.

Формирование инновационных центров и технологических кластеров в рамках сложившейся географической локализации промышленных, научных, инжиниринговых организаций и учебных заведений, а также международное сотрудничество могли бы дополнять друг друга и способствовать развитию нового индустриального пути. Сегодня инновации — это основа развития технологии и производств XXI века, связующее звено от лабораторных и маркетинговых изысканий до новых процессов переработки и выпуска на рынок новых продуктов различных подотраслей химической промышленности. Возрождение российской инженерной школы с физико-технической моделью образования и учет последних мировых достижений — есть первейшая задача экономики РФ, только в этом случае у нее есть будущее. ■