

Системный подход к проектированию технологических производств (опыт ЗАО «ИПН»)

А. З. Миркин, Н. Ю. Максименко, О. В. Скрыбина, Е. М. Якуничев
ЗАО «ИПН»,

E-mail: skryabina@truboprovod.ru

Рассмотрены сложности создания решений в области проектирования взрывопожароопасных технологических производств, включая неточности в существующей нормативной документации для проектирования, проблему подготовки и повышения квалификации кадров. Описаны варианты решения указанных проблем, в том числе разработка стандартов, создание специализированного программного обеспечения и кооперация проектных организаций при выполнении сложных проектов.

Ключевые слова: проектирование, нефтеперерабатывающий завод, стандарт организации, нормативно-методическая документация.

Проектирование взрывопожароопасных технологических производств — сложный процесс, охватывающий комплекс направлений, среди которых научно-технические разработки, стандартизация, кадры, техническое и программное обеспечение, система управления качеством, организация всего комплекса работ до введения объекта в эксплуатацию, кооперация при выполнении работ «под ключ». В статье рассматриваются трудности создания качественных проектов на современном этапе развития промышленности и пути решения возникающих проблем, предлагаемые группой компаний ООО «НТП Трубопровод» и ЗАО «ИПН».

Научно-технические разработки

В настоящее время уровень российских научно-технических разработок в области технологических процессов не соответствует современным требованиям. Заказчики зачастую вместо инвестирования в отечественные разработки закупают базовые проекты за рубежом. При этом базовые проекты, от которых зависит технический уровень закладываемых в проектно-сметную документацию решений, покупаются за очень высокую цену и не всегда отличаются новизной, рациональностью и качеством, не учитывают местные условия и ориентированы на закупку импортного оборудования с ущербом для отечественных машиностроительных заводов.

Существующая система проведения тендеров [1] на проектирование технологических производств и выбора проектных организаций не способствует техническому прогрессу, так как в большинстве случаев выбирается либо организация, назначившая минимальную стоимость работ, либо «своя». При этом не ставятся задачи снижения капитальных и эксплуатационных

затрат за счет оптимизации технологических схем, генерального плана и компоновки оборудования, экономии тепловой и электрической энергии, внедрения новых технических решений в строительных конструкциях, аппаратах и трубопроводах, в системах управления технологическими процессами, в системах обеспечения промышленной и экологической безопасности. Без ориентирования заказчиков и инвесторов на новые, передовые технические решения невозможны прогресс в промышленности и получение значительной прибыли, тем более что стоимость проектных работ составляет от 5 до 10% от стоимости объекта. Небольшая экономия на предпроектных и проектных работах приводит к значительным потерям прибыли на стадиях строительства и эксплуатации.

В группе компаний ООО «НТП Трубопровод» и ЗАО «ИПН» в инициативном порядке за счет собственных ресурсов разработаны методики расчета на прочность, вибрацию и сейсмические нагрузки трубопроводов и аппаратов. Также разработаны методы проектирования с учетом этих расчетов, автоматизированы расчет и проектирование трубопроводов с многофазными режимами течения, в частности трансферных трубопроводов, используются технические решения, направленные на экономию тепловой и электрической энергии. ЗАО «ИПН» применяет перечисленные разработки при проектировании технологических объектов (рис. 1–5), а также оказывает помощь заводам и проектным институтам отрасли и заводам-изготовителям оборудования.

Нормативная база проектирования

Существующая нормативная база проектирования не соответствует современным требованиям проведения проектных работ. База данных

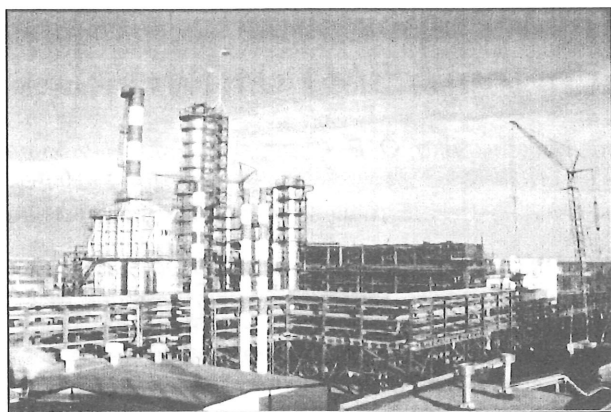


Рис. 1. ЗАО «Антипинский НПЗ», установка ЭЛОУ-АТ-2, новое строительство



Рис. 4. ООО «КИНЕФ», реконструкция установки ЭЛОУ-АВТ-6 с заменой ректификационных колонн

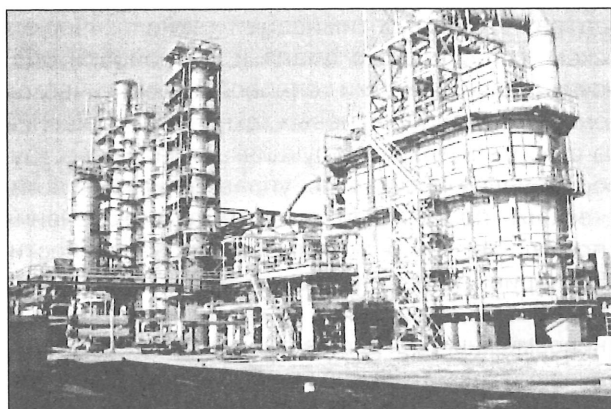


Рис. 2. ООО «Афипский НПЗ», реконструкция установки СПГК с увеличением мощности до 2,5 млн т/год

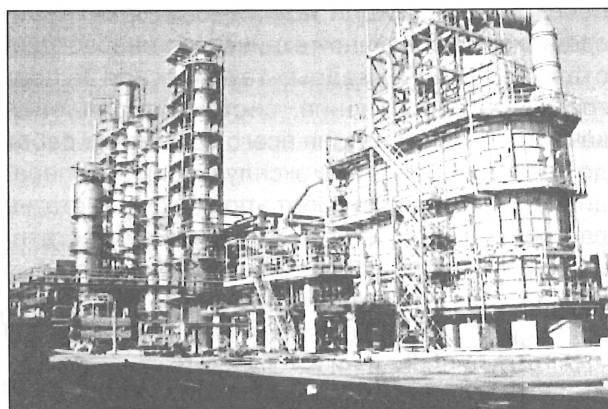


Рис. 5. ЗАО «Краснодарский нефтеперерабатывающий завод – Краснодарэконефть», узел охлаждения ректификата установки АВТ

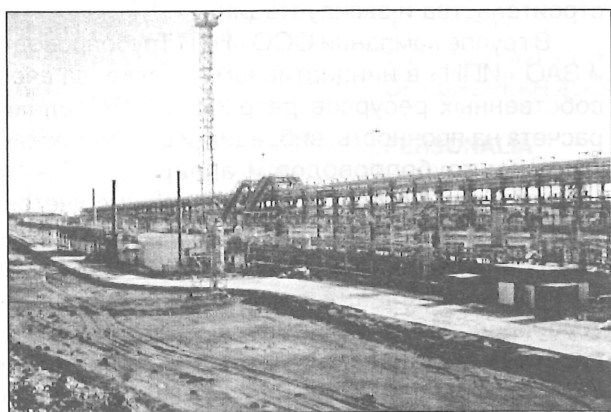


Рис. 3. ООО «Афипский НПЗ», галерейная сливо-наливная эстакада мощностью до 10 млн т/год, новое строительство

ЗАО «ИПН» содержит множество нормативных документов разного уровня: Федеральные законы, регламенты Таможенного союза, нормы технологического проектирования, инструкции, указания и рекомендации, ГОСТы, нормы и правила безопасности (ПБ), руководства, строи-

тельные нормы и правила, стандарты организаций. Многие из нормативных документов имеют неопределенный статус, нередко противоречат друг другу, некоторые выпущены в 1960–1970-х гг., недостаточно гармонизируют с зарубежными стандартами, не учитывают применение новых материалов и технических устройств. Поэтому спроектированные в России технологические установки часто отличаются от зарубежных по габаритам и технико-экономическим показателям.

Для обеспечения эффективности проектирования ЗАО «ИПН» совместно с «НТП Трубопровод» разработали 21 стандарт организации, ряд из них рекомендован Ростехнадзором для межотраслевого применения, а 4 выпущены в качестве ГОСТов:

- ГОСТ 32569–2013 «Трубопроводы технологические стальные. Требования к устройству

и эксплуатации на взрывопожароопасных и химически опасных производствах»;

- ГОСТ 32388–2013 «Технологические трубопроводы. Нормы и методы расчета на прочность, вибрацию и сейсмические воздействия»;

- ГОСТ Р 55722–2013 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на сейсмические воздействия»;

- ГОСТ Р 55596–2013 «Сети тепловые. Нормы и методы расчета на прочность и сейсмические воздействия».

Ряд проектных организаций пользуется разработанными стандартами, рекомендованными Ростехнадзором.

Рассмотрим на примерах проблему неточностей и ошибок в нормативной документации в области проектирования. В течение более двадцати лет действовал ГОСТ 12.2.085–82 «Расчет предохранительных клапанов» с грубой ошибкой в основной расчетной формуле. Письма с требованием исправить ошибку не давали положительного результата. Ростехнадзор требовал от зарубежных поставщиков оборудования расчет предохранительных клапанов проводить по российскому ГОСТу. Компания Stone & Webster (США) разрабатывала совместно с ЗАО «ИПН» проект для одного из российских НПЗ. Расчет предохранительных клапанов компания Stone & Webster выполняла по действующему на тот момент ГОСТу. ЗАО «ИПН» забраковало эти расчеты ввиду ошибки в ГОСТе, но такое объяснение не принималось, так как в компании Stone & Webster считали, что так не может быть. В итоге выполнение этих расчетов заказали ЗАО «ИПН». Новый стандарт [2], вышедший в 2002 г. с исправлениями указанной ошибки, включает только простой расчет клапана, но не содержит рекомендаций по определению количества сбрасываемых газов и жидкостей, определяющего выбор клапана. ООО «НТП Трубопровод» разработало стандарт предприятия [3] по расчету количества сбрасываемого продукта и в настоящее время принимает участие в работе международной группы DIERS, разрабатывающей руководство по проектированию систем аварийного сброса.

Существующие в России программы по расчету на прочность сосудов и аппаратов не удовлетворяли потребности специалистов группы компаний. ООО «НТП Трубопровод» приступило к разработке такой программы и убедилось, что действующие стандарты содержат много ошибок. Для решения проблемы Ростехнадзор предложил ООО «НТП Трубопровод», как экспертной организации, разработать стандарт,

устраняющий ошибки ГОСТа и провести процедуру согласования. В результате был разработан стандарт СА 03-004-07 «Расчет на прочность сосудов и аппаратов», рекомендованный для межотраслевого применения; на базе этого стандарта создана программа «ПАССАТ», широко применяемая в отрасли.

Отметим, что новый сборник ГОСТов [4] по-прежнему содержит много ошибок, делающих невозможным использование таких стандартов.

Проблемы кадров

В проектных организациях ощущается и усиливается дефицит квалифицированных кадров по всем видам работ. Качество подготовки инженеров в ВУЗах находится на недостаточном уровне, а в проектных институтах существует дефицит наставников для повышения квалификации молодых специалистов. В целом, молодые специалисты-инженеры в большинстве случаев являются успешными пользователями компьютеров и в ряде случаев могут работать программистами, но не имеют глубоких знаний в области фундаментальных наук — сопромата, теории механизмов и машин, газовой динамики, теплотехники, динамических процессов. Нередко наиболее способные молодые инженеры уходят работать в банки или представительства зарубежных компаний, теряя при этом квалификацию инженера.

В проектировании самое ценное — кадры. Поэтому ЗАО «ИПН» предъявляет повышенные требования к профессиональному уровню сотрудников и одновременно старается, чтобы работа в компании была интересной, престижной и материально привлекательной. Поиск опытных кадров занимает много времени, в компании работают специалисты из Грозного, Уфы, Волгограда, Саратова, Тулы, Краснодар, Минска и других городов. Кроме того, на работу принимаются студенты-дипломники из МГТУ им. Н. Э. Баумана, РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, МЭИ, РХТУ им. Д. И. Менделеева и доучиваются в процессе работы. В группе компаний создан филиал кафедры информатики и компьютерного проектирования РХТУ им. Д. И. Менделеева. Двое молодых специалистов защитили кандидатские диссертации.

Повышение квалификации кадров проводится по трем направлениям: обучение по отдельным видам работ внутри компании ее ведущими специалистами (самое эффективное направление), обязательное обучение по промышленной безопасности по программам Ростехнадзора и

обучение по программе Национального объединения проектировщиков (НОП). Для повышения квалификации проектировщиков и других специалистов ЗАО «ИПН» выпустило монографии «Трубопроводные системы» [5] и «Монтажное проектирование химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» [6]. Ведущие специалисты ООО «НТП Трубопровод» проводят специальные занятия по применению программных разработок в проектировании для российских, украинских, японских и китайских специалистов.

Техническое и системное программное обеспечение

Под техническим обеспечением понимается совокупность элементов инфраструктуры: сетевых компонентов, серверов, пользовательских компьютеров, устройств сбора, обработки и хранения информации, оргтехники и эксплуатационных материалов. Базовым элементом инфраструктуры является Active Directory (AD). На наш взгляд, AD — это удобный инструмент для централизованного администрирования сети с рядом удобных функций. Так, через AD происходит централизованное управление пользователями, развертывание ПО, обновление операционных систем и применение различного рода групповых политик.

В ходе развития различных сервисов было обнаружено, что удобным подходом является использование гетерогенной сетевой среды. На практике это означает использование различных платформ, например как Windows, так и различных *NIX-систем. Одним из основных преимуществ такой организации инфраструктуры является гибкость в управлении — возможность быстрого ввода в строй сетевых сервисов и тонкой настройки. Однако необходимость интеграции сетевых компонентов в такой инфраструктуре обуславливает увеличение требований к квалификации обслуживающего персонала. Особенностью развития серверной инфраструктуры является минимизация количества аппаратных серверов с переносом их функций на виртуальные машины. Это позволяет реализовать простое масштабирование ресурсов.

При попытке найти консенсус между стоимостными показателями и желанием минимизировать «технозоопарк» оборудования, были выделены три основных типа рабочих станций:

- «офисные»: особые требования к АРМу не предъявляются, используются для работы в офисном ПО (Microsoft Outlook, Word, Excel);

- «программистские»: более мощная по сравнению с предыдущей конфигурацией система, имеет увеличенный объем оперативной памяти и более производительный процессор, как правило, комплектуется двумя мониторами;

- «проектные»: наиболее дорогостоящие АРМы, должны удовлетворять требованиям (порой весьма высоким) к обработке графики и математическим алгоритмам (AutoCAD, PDMS, ANSYS), комплектуются двумя мониторами.

Описанная выше схема организации технического и системного обеспечения позволяет оптимизировать финансовые затраты и обеспечить требуемую надежность бизнеса.

Прикладное программное обеспечение

В группе компаний имеются отдел САПР для автоматизации работы проектировщиков и отдел информационных технологий для разработки новых программных продуктов, в том числе коммерческого применения. Всего в ЗАО «ИПН» используется 39 программ. Из зарубежных программ технологи используют PetroSim Express (KBC), монтажники — AutoCAD и AVEVA PDMS, отдел прочности — ANSYS.

В процессе проектирования активно используются программные системы, разработанные ООО «НТП Трубопровод»:

- СТАРТ — прочностной расчет трубопроводов;

- ПАССАТ — прочностной расчет сосудов и аппаратов;

- Гидросистема — теплогидравлический расчет трубопроводных систем;

- Изоляция — расчет и выбор тепловой изоляции оборудования и трубопроводов;

- Предклапан — расчет предохранительных клапанов;

- Штуцер-МКЭ — расчет прочности и жесткости штуцеров аппаратов;

- СТАРС — расчет теплофизических свойств веществ по их составу;

- СУБД Проект — создание классов; базы данных проекта и выпуск текстовой проектной документации.

Программные продукты разработаны на двух языках — русском и английском, количество пользователей превышает 2000, их география — Россия, страны СНГ и Европы, Япония, Китай, Индия.

Дальнейшее развитие программного обеспечения направлено на автоматизацию трудоемких рутинных работ при проектировании: передача исходных данных из PDMS в СТАРТ,

интеграция СУБД Проект и PDMS, автоматизированное формирование задания на составление смет, совместный расчет аппаратов (колонн) и постаментов, экспорт из «ПАССАТ» в AutoCAD для изготовления чертежей, экспорт из PDMS в «Изоляцию» и др.

Система управления качеством

Указанная система создана не столько для получения сертификатов, сколько для обеспечения эффективности и качества выпускаемых проектов. На каждую работу составлены процедуры и практики, стандарты организации, должностные инструкции. Ведется учет выявленных ошибок. Регулярно отделом управления качеством проводятся аудиты, выявляющие возможности повышения качества проектов.

Сопровождение проектов

В группе компаний налажена система авторского надзора за строительством и пуском в эксплуатацию спроектированных технологических объектов, а также проводится контроль за прохождением экспертизы. Имеются специальные подразделения: отдел экспертизы промышленной безопасности проектов установок и оборудования, отдел прочности оборудования и трубопроводов, лаборатория неразрушающего контроля, сектор диагностики. При реконструкции предприятий определяется состояние и остаточный ресурс действующего оборудования для принятия решения о необходимости его замены. Проекты ЗАО «ИПН» внедрены на Антипинском НПЗ, Калининградском нефтехимическом комплексе, Краснодарском НПЗ, Афи́пском НПЗ, Московском НПЗ, Киришском НПЗ (см. рис. 1–5) и др.

Компанию часто привлекают к устранению в проектах других организаций таких дефектов, как вибрация трубопроводов и оборудования,

недостатков конструкции трансферных трубопроводов.

Кооперация при выполнении сложных проектов

При разработке сложных технологических проектов невозможно охватить весь объем работ в рамках одной, даже крупной, проектной организации. Ряд проектных организаций специализируется на отдельных направлениях: проектирование печных агрегатов, АСУТП, геология, геодезия, экология, пожарная безопасность и др. Для комплексного охвата всех аспектов создания технологического объекта вплоть до сдачи «под ключ» и для конкуренции с крупными зарубежными компаниями создаются консорциумы. Так, по инициативе ЗАО «ИПН» в 2014 г. создан консорциум «Нефтехимпроектстрой» (НХПС), в который входят 12 организаций, выполняющих все разделы проектов и строительство объекта, общей численностью около 8000 человек. В состав консорциума вошли ЗАО «ИПН», ЗАО «ПРИЗ», ЗАО «Стройинжиниринг», ЗАО «ПИРО», ООО «ИКТ СЕРВИС», ООО «НПФ ЭИТЭК», ООО «НТП Трубопровод», ООО НИФ «ИНЖЕНЕР-СЕРВИС НП», ООО «Элисток инжиниринг», ООО «КубаньЭКОпроект», ООО НПО «ДИАР», ОАО «АК ВНЗМ». Эти компании имеют большой опыт совместной работы, а консорциум обеспечит Заказчику качественное выполнение работ при создании новых и реконструкции действующих объектов.

ЗАО «ИПН» входит в состав СРО «Нефтегазохимпроект», в котором налажены взаимовыгодные партнерские отношения между членами СРО. Компания открыта для сотрудничества с промышленными предприятиями и проектными организациями.

Литература

1. Миркин А. З., Яицких Г. С. Почему тендеры тормозят модернизацию предприятий. — Строительная газета. — № 5 от 04.02.2011.
2. ГОСТ 12.2.085–2002. Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные.
3. Корельштейн Л. Б. О российской и зарубежной нормативно-методической документации по расчету и проектированию систем аварийного сброса. — Промышленный сервис. — 2012. — № 3. — С. 8–15.
4. ГОСТ Р 52857.1–2007 – 5285712.12–2007. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность.
5. Миркин А. З., Усиньш В. В. Трубопроводные системы. Справочник. — М.: Химия, 1991. — 256 с.
6. Магалиф В. Я., Иткина Д. М., Корельштейн Л. Б. Монтажное проектирование химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. — М., 2010. — 344 с.