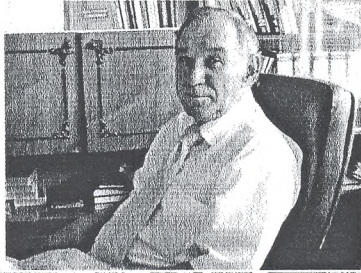


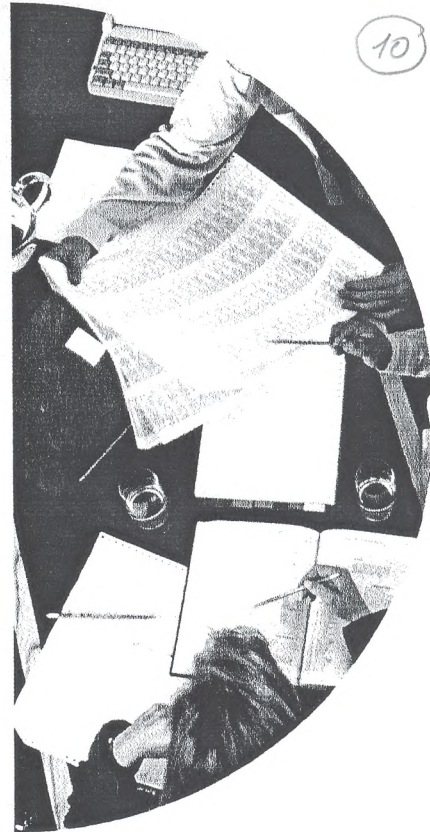
В.К. Липский
заведующий кафедрой трубопроводного
транспорта и гидравлики УО «ПГУ»



И.А. Свирко,
руководитель службы по реализации проектов
резервуаростроения ОАО «Нефтезаводмонтаж»



Л.М. Спириденко,
доцент кафедры трубопроводного
транспорта и гидравлики УО «ПГУ»



ПРОБЛЕМЫ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ В РЕЗЕРВУАРОСТРОЕНИИ

*Никогда не бойся делать то, что не умеешь. Помни:
Ковчег был построен любителем. Профессионалы построили Титаник.*

Одним из важнейших направлений государственной политики является модернизация основных производственных фондов энергосистемы Республики Беларусь, в том числе модернизация и увеличение суммарной емкости парков хранения нефти и нефтепродуктов. В настоящее время на предприятиях Республики Беларусь большинство резервуаров имеют значительный срок эксплуатации. Построенные в 60–70-е годы резервуары в ближайшие годы потребуют замены. По данным концерна «Белнефтехим», в период до 2012 года требуется строительство (замена) более 180 резервуаров. При этом общий вес металлоконструкций этих резервуаров более 25 тысяч тонн.

Имеющийся резервуарный парк страны расширяется за счет возведения новых баз хранения нефти и нефтепродуктов. Так, в 2009 году запланирована реализация проектов по строи-

тельству двух резервуаров с защитной стенкой объемом 50 000 м³ на ЛПДС «Мозырь», ведутся проектно-изыскательские работы по строительству еще двух аналогичных резервуаров. На ОАО «Нафтан» начаты работы по реализации проекта «Расширение базы хранения нефти» со строительством парка общей емкостью 130 000 м³. Ведутся работы по проектированию и подготовке к монтажу резервуаров на ОАО «Мозырский НПЗ», ОАО «Нафтан» и других объектах. Все перечисленные проекты предусматривают монтаж резервуаров листовым методом.

В настоящее время основной объем резервуарных конструкций поставляется в Республику Беларусь из России или Украины ввиду отсутствия в республике специализированных заводов по выпуску резервуаров и проектных организаций, имеющих опыт их проектирования.

Разработанные в 80-х годах прошлого

века серии типовых проектов на изготовление металлических резервуаров не учитывают специфические особенности и реальное состояние площадок строительства, передовые методы изготовления и монтажа резервуаров, новые аспекты научной и нормативной базы проектирования. Данные проекты в современных условиях строительства практически не используются. Проектирование резервуаров сегодня выполняется в основном проектными организациями из России, Польши и Украины, которые пользуются нормами своих стран.

В Республике Беларусь отсутствуют технические нормативные правовые акты, отражающие правила проектирования и устройства резервуаров. СНиП II-23-81* «Нормы проектирования. Стальные конструкции» рассматривает общие вопросы проектирования стальных конструкций, проектирование резервуаров требует

соблюдения дополнительных требований, отражающих особенности их работы.

Это является одним из основных сдерживающих факторов, не позволяющих проектным

организациям Республики Беларусь развивать деятельность по проектированию резервуаров.

В 2007 году специалисты ОАО «Нефтезавод-монтаж» выступили инициаторами разработки

в Республике Беларусь технических нормативно-правовых актов по проектированию и устройству резервуаров.

Выполнение этой работы было поручено

специалистам кафедры трубопроводного транспорта УО «Полоцкий государственный университет» и ОАО «Нефтезаводмонтаж» (г. Новополоцк), которые в 2008 году совместно разработали технический кодекс установившейся практики (далее — ТКП) «Стальные вертикальные цилиндрические резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов. Правила проектирования и устройства».

Необходимость разработки ТКП обусловлена значительным прогрессом в технологии изготовления резервуаров, повышением требований к качеству их изготовления, внедрением новых, передовых методов изготовления, сварки и антикоррозионной защиты, необходимостью создания единого нормативного документа на строительное сооружение (резервуар) с установлением общих требований для группы однородной продукции.

Задачей ТКП является разработка комплекса основных требований по проектированию и изготовлению резервуаров, которые обеспечат высокое качество строительства резервуаров и безопасность их эксплуатации [6, 7].

ТКП устанавливает требования к резервуарам номинальным объемом от 100 до 120 000 м³ для хранения нефти и нефтепродуктов под избыточным давлением, близким к атмосферному.

В ТКП сформулированы следующие требования:

- по конструктивным решениям элементов резервуара;
- выбору материала;
- расчету конструкций;
- изготовлению конструкций;
- сварке и контролю качества;
- оборудованию для безопасной эксплуатации;
- защите от коррозии.

При разработке ТКП принимались во внимание требования аналогичных нормативных документов Российской Федерации и ряда ведущих зарубежных стран, такие как:

- ☑ нормы России — ПБ 03-605-03 «Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов»;
- ☑ нормы Украины — ВБН В.2.2-58.2-94 «Резервуары вертикальные стальные для хранения нефти и нефтепродуктов с давлением

ем насыщенных паров не выше 93,3 кПа;

- ☑ нормы Казахстана — СН РК3.05-24-2004 «Инструкция по проектированию, изготовлению и монтажу вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов»;

- ☑ нормы Польши — PN-13-03210-1997 «Стальные конструкции цилиндрические вертикальные резервуары для жидкостей. Проектирование и изготовление»;

- ☑ европейский стандарт prEN 14015:2003 «Технические условия для проектирования и устройства наземных вертикальных цилиндрических стальных сварных резервуаров для хранения жидкостей при температуре окружающей среды и выше»;

- ☑ нормы США — стандарт API 650 «Сварные стальные резервуары для хранения нефтепродуктов» и другие.

Некоторые основные положения ТКП по проектированию и устройству резервуаров приведены ниже.

1.

Узел сопряжения стенки и примыкающих к ней листов днища (уторный узел) представляет наиболее нагруженную и ответственную часть резервуаров. Поэтому в ТКП приведена методика расчета уторного узла, ориентированная на удобное и широкое применение в практике проектирования [1].

2.

Ключевым этапом проектирования резервуаров является назначение толщин стенки из условия прочности и устойчивости. Сравнение отечественных и зарубежных нормативных документов по резервуаростроению показывает, что методики прочностного расчета этих сооружений, регламентированные СНиП II-23-81* и ПБ 03-605-03, основаны на устаревших представлениях о работе стенки под нагрузкой. В ТКП применен новый метод уточненного расчета стенки

резервуара — «метод средней точки» [2].

3.

Сложность обеспечения геометрической точности корпусов резервуаров, оказывающей существенное влияние на их надежность и долговечность, является одной из основных проблем резервуаростроения. Технология изготовления резервуаров методом рулонирования хоть и является более индустриальной, однако имеет существенные недостатки. Сворачивание, разворачивание рулонов и формообразование краев полотнищ стенки приводит к охрупчиванию и снижению ударной вязкости металла, создает дополнительные напряжения и деформации, которые впоследствии в совокупности с другими факторами отрицательно влияют на прочность и долговечность конструкции. Поэтому в ТКП регламентированы требования к изготовлению резервуаров методами рулонирования и полистовой сборки в зависимости от объема резервуара, а также требования к геометрической точности листовых конструкций на стадии их изготовления.

Полистовой метод монтажа резервуаров предусматривает поставку элементов конструкций с завода изготовителя в виде габаритных отправочных марок — сборочных единиц и деталей. Сборка резервуара осуществляется непосредственно на монтажной площадке с использованием преимущественно полуавтоматической и автоматической сварки. Основными преимуществами полистового метода являются:

- возможность обеспечения в процессе монтажа резервуаров более точной геометрической формы, что благоприятно сказывается на их эксплуатации;
- исключение эффекта наклепа и снижения ударной вязкости, который присутствует при наворачивании полотнищ в рулоны и хранении их в свернутом положении;

– возможность сооружения резервуаров любых объемов и с любыми толщинами стенок с обеспечением требуемого качества сборки и сварки.

Развитие технологии сварочного произ-

водства, совершенствование методов автоматической и механизированной сварки резервуаров в условиях монтажной площадки позволили сооружать резервуары любых объемов полистовым методом с обеспечением требуемой гео-

метрической формы, высоким качеством их сборки и сварки, что существенно повышает надежность конструкций и увеличивает срок эксплуатации резервуаров. На фото 1 показан монтаж резервуара полистовым методом.

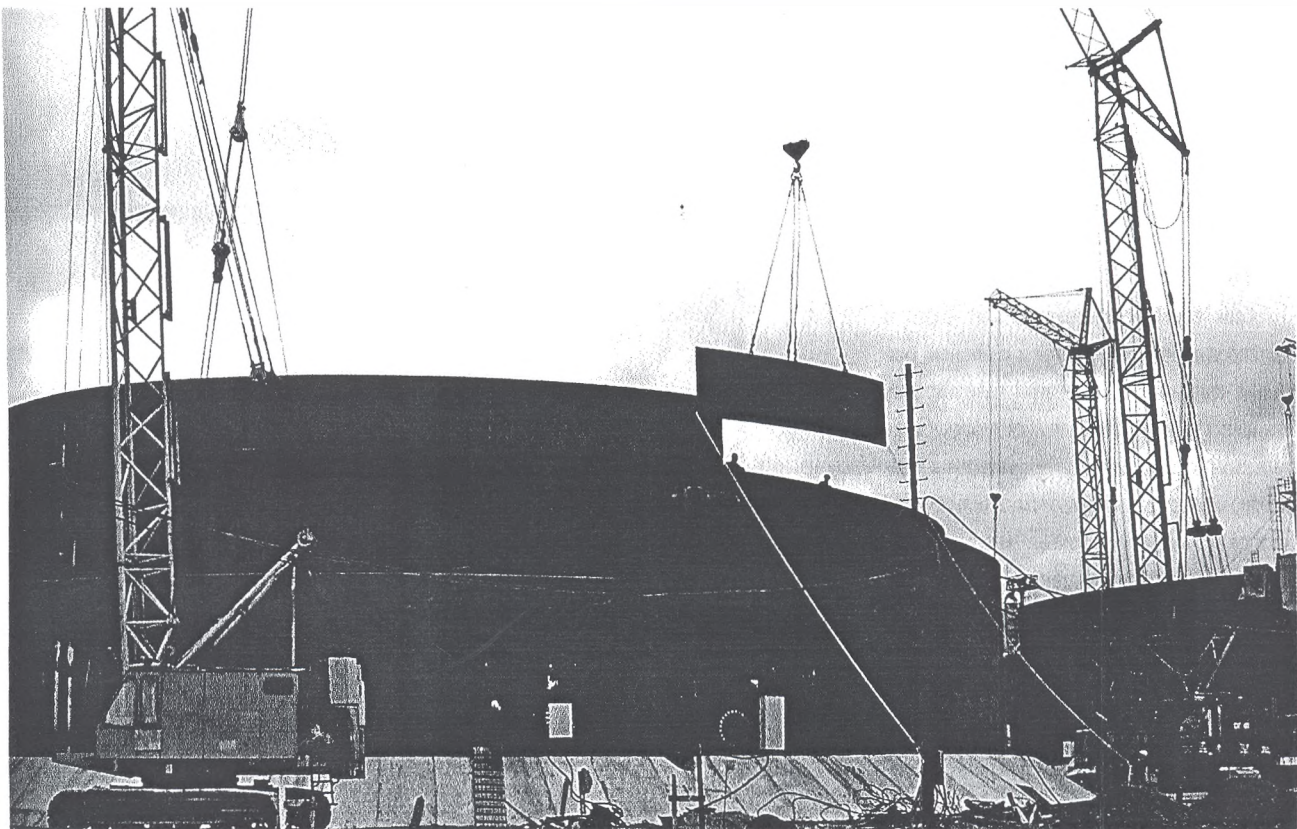


Фото 1 — Монтаж РВС-30 000м³ с защитной стенкой полистовым методом на ОАО «Мозырский НПЗ»

4.

Узел приемо-раздачи является одной из наиболее проблемных зон, требующих особого внимания при проектировании резервуаров. Наличие концентраторов напряжений в сварных швах, циклический характер действия нагрузок и осадки основания являются неблагоприятными факторами, ухудшающими условия работы конструктивных элементов узла приемо-раздачи.

5.

В отечественных нормах отсутствуют нормативные требования по проверке прочности врезок в стенку резервуара, а в американском стандарте они носят рекомендательный характер. Таким образом, имеет место парадоксальная ситуация, связанная с тем что наиболее напряженные участки стенки резервуара не регламентируются расчетом. В ТКП предложена

новая методика оценки несущей способности узла приемо-раздачи [3].

6.

В резервуаростроении возрастает доля резервуаров с защитной стенкой (установленных в стальном стакане). Это связано с повышением требований надежности и экологической безопасности отдельных резервуаров и терминалов. Методика расчета двустенного резервуара должна производиться с учетом влияния неосесимметричной гидродинамической нагрузки от разливающегося продукта, предполагая, что традиционная конструкция двустенного резервуара без усиления основной и защитной стенки не обеспечит локализацию аварии после разрушения основного резервуара [4]. На фото 2 показан пример усиления стенки внутреннего резервуара канатами, а внешнего резервуара ребрами жесткости.

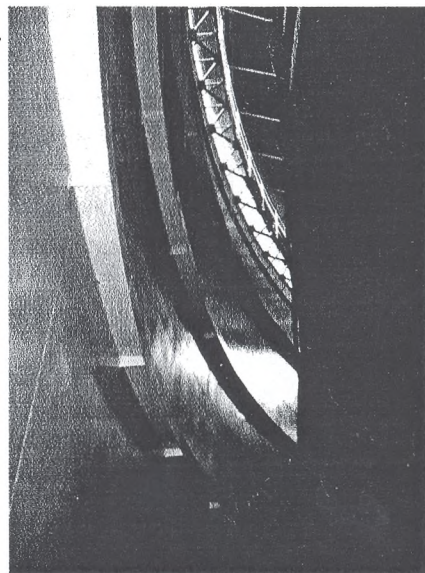


Фото 2 — Межстенное пространство резервуара с защитной стенкой. Внешний резервуар усилен ребрами жесткости. Внутренний резервуар усилен канатами

7.

В ТКП приводятся указания по способам сварки, технологии сварочных работ, устанавливаются требования к качеству сварки и сварных соединений, требования к механической обработке сварных соединений.

9.

ТКП устанавливает требования к обработке металлопроката и изготовлению металлоконструкций резервуаров в заводских условиях.

10.

Срок службы резервуаров для нефти и нефтепродуктов определяется в основном скоростью коррозии их внутренних поверхностей. Большинство эксплуатирующихся в республике стальных резервуаров не имеют внутренней антикоррозионной защиты, поэтому влияние этого фактора возрастает еще больше. Реальный срок службы резервуаров без защиты от коррозии составляет 20...25% от ресурса, оцениваемого без учета коррозионного фактора.

В настоящее время при заказе и проектировании резервуаров все чаще применяют практику утолщения стенки на величину припуска на коррозию $2 \div 3$ мм, что нецелесообразно при наличии современных антикоррозионных материалов, позволяющих выполнять долговременную защиту от коррозии на срок до 20 лет. Защита резервуаров от коррозии должна проводиться на основании анализа условий эксплуатации, климатических факторов, атмосферных и иных воздействий на наружные поверхности резервуаров, а также вида и степени агрессив-

8.

В отдельных случаях ТКП устанавливает требования к послесварочной термообработке сварных швов в местах концентрации напряжений. В случае если требуется термообработка, то в чертежах марки КМ должно быть указано, какие конструкции врезок подлежат термообработке. К конструкциям врезок, подлежа-

щим термообработке, относятся листы стенки с врезанными патрубками и укрепляющими кольцами, полностью изготовленные на заводе. Термообработка конструкций врезок должна осуществляться на заводе-изготовителе в закрытой печи. На фото 3 показаны конструкции зачистных люков, изготовленные укрупненными блоками и термообработанные.

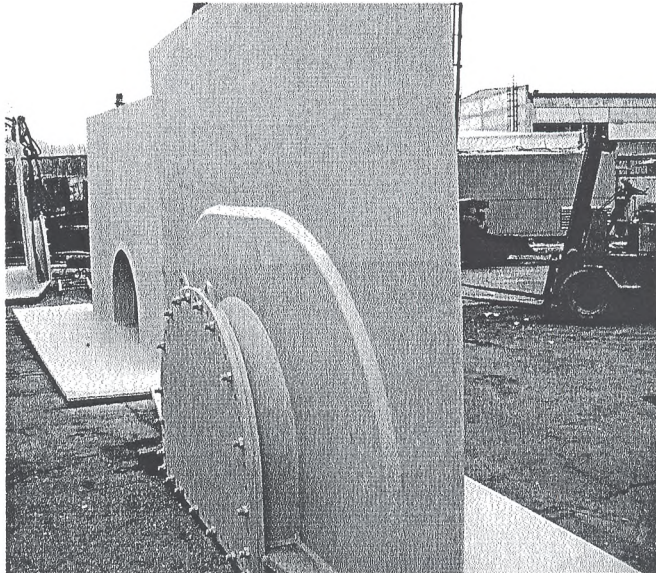


Фото 3 — Конструкции придонных зачистных люков, термообработанные на заводе-изготовителе

ного воздействия хранимого продукта и его паров на внутренние поверхности. По результатам анализа должен быть разработан отдельный проект или раздел в составе чертежей марки КМ по антикоррозионной защите резервуара с указанием системы защиты и срока службы при выполнении принятых в проекте технических решений. Разработанные в ТКП положения и требования к антикоррозионной защите резер-

вуаров позволяют значительно увеличить срок их службы.

Вновь разработанный нормативный документ позволит проектным организациям и промышленным предприятиям Республики Беларусь развивать деятельность по проектированию и выпуску резервуаров, повысить надежность, долговечность и экологическую безопасность этих сооружений.

Литература

1. Еленицкий Э.Я. Расчет узла сопряжения стенки и днища вертикальных стальных цилиндрических резервуаров // Строительная механика и расчет сооружений. — 2007. — № 4 — С. 2-7.
2. Еленицкий Э.Я. Совершенствование нормативной базы по проектированию стенки вертикальных цилиндрических стальных резервуаров // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. — 2006. — № 4 — С. 22-29.
3. Еленицкий Э.Я., Дидковский О.В. Проблемы оценки прочности напряженных участков резервуарных конструкций // Нефть, газ и бизнес. — 2006. — № 5 — С. 58-63.
4. Еленицкий Э.Я., Дидковский О.В., Худяков О.В. Повышение безопасности резервуарных парков за счет применения резервуаров со стальной защитной стенкой // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. — 2007. — № 1 — С. 17-22.
5. Новые решения конструкций, технологи сооружения и ремонта стальных резервуаров // Сборник докладов международной научно-практической конференции. — 2007. — 208 с.
6. Закон Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации» от 5 января 2004 г. № 262-3.
7. ТКП 1.1-2004 (04100) «Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правило разработки технических кодексов установившейся практики».