

ЗАЩИТА ПОДЗЕМНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ — ИСПАРИТЕЛЕЙ СЖИЖЕННОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ГАЗА ПУТЕМ ЗАКЛЮЧЕНИЯ В ПОЛИМЕРНЫЙ ФУТЛЯР, ЧАСТИЧНО ЗАПОЛНЕННЫЙ АНТИФРИЗОМ

УДК
621.6.036

PROTECTION UNDERGROUND VERTICAL RESERVOIR — VAPORIZERS LIQUEFIED HYDROCARBON GAS CONCLUSIONS IN POLYMERIC CASE, PARTLY FILLED ANTIFREEZE

А.П. Усачев
А.Л. Шурайц,
А.В. Рулев,
М.А. Усачев

ГОУ ВПО Саратовский
государственный технический
университет,
ОАО «Гипрониигаз»

A.P. Usachev,
A.L. Shurayts,
A.V. Rulev,
M.A. Usachev

Saratov State Technical University,
JSC «Giproniigaz»,

Приведены результаты исследований по разработке модели и новых технических решений системы защиты подземных вертикальных резервуаров от коррозионных, механических воздействий и нагрева, путем заключения их в защитные полимерные футляры, заполненные незамерзающей жидкостью в нижней своей части и газообразным азотом в верхней своей части с автоматическим контролем верхней и нижней границ давления.

The Brought results of the studies on development models and new technical decisions system protection underground vertical reservoir from corrosion, mechanical influence and heating, by conclusions in defensive polymeric cases, filled not freezing liquid in lower its part and gaseous nitrogen in upper its part with hardware checks upper and bottom edge pressure.

Ключевые слова: система защиты от коррозии, нагрева и механических воздействий, подземный вертикальный резервуар, сжиженный углеводородный газ, полимерный футляр, инертный газ, жидкость.

Keywords: system protection from corrosion, heating and mechanical influence, underground vertical reservoir, liquefied hydrocarbon gas, polymeric case, inert gas, liquid.

В практике снабжения потребителей сжиженным углеводородным газом (СУГ) широкое применение получили резервуары подземные вертикальные (РПВ). В России первый вертикальный подземный резервуар объемом 0,7 м³ был разработан в 1989 году и, затем, при участии авторов прошел государственные приемочные испытания в экспериментальном центре ОАО «Гипрониигаз». С 1999 года начато серийное производство резервуаров марки РПВ-04. Их преимуществами по сравнению с горизонтальными сосудами является снижение капитальных вложений, за счет сокращения площади отчуждения и протяженности ограждения, уменьшения объема котлована, сокращения металлозатрат в резервуар и материалов в защитное покрытие [1,2].

Наряду с преимуществами, подземные вертикальные резервуары имеют ряд недостатков, связанных с низким уровнем защиты от коррозионных, механических воздействий и нагрева. Так, в систе-

мах защиты РПВ-04 отсутствует постоянный автоматический контроль герметичности их основных элементов: стенок сосудов, антикоррозионных покрытий, первых отключающих устройств, запирающих выход СУГ из сосуда, не разработаны системы локализации утечек СУГ. Установки активной коррозионной защиты на основе катодной поляризации, получившие широкое применение, компенсируют только электрохимическую коррозию и не обладают защитными свойствами от других её видов.

В целях решения указанной проблемы была разработана [3] и внедрена комплексная система защиты от коррозионных, механических воздействий и нагрева горизонтальных резервуаров, предназначенных для хранения СУГ на автогазозаправочных станциях (АГЗС). Согласно [3], защита подземных резервуаров решается путем заключения стального сосуда СУГ в полимерный футляр, заполненный газообразным азотом под давлением, с организацией постоянного контроля его верхней и нижней границ.

Следует отметить, что для резервуаров АГЗС, предназначенных только для хранения СУГ, не осуществляется отбор паровой фазы, а, следовательно, не подводится тепловая энергия для испарения жидкой фазы из окружающего грунта. В связи с этим, использование газообразного азота, здесь, в качестве инертной среды, является экономичным решением задачи защиты подземных резервуаров от опасных внешних воздействий.

Применение предложенной системы защиты применительно к подземным резервуарам, предназначенным для нужд газоснабжения потребителей с отбором паровой фазы СУГ, не позволяет обеспечить их требуемую испарительную способность. Наличие прослойки из газообразного азота между стальным сосудом СУГ и футляром сильно снижает теплоприток из окружающего грунта и, как следствие, адекватно уменьшается испарительная способность резервуара.

В этой связи, разработка основ эффективного и безопасного функционирования систем защиты подземных вертикальных резервуаров СУГ, предназначенных для нужд газоснабжения потребителей, с отбором паровой фазы СУГ из сосуда является актуальной научно-технической задачей.

Рассмотрим последовательность действий при разработке системы защиты РПВ, которая обеспечит заданный уровень требований промышленной безопасности.

В целях создания системы защиты РПВ СУГ с требуемыми параметрами, на основе системного подхода, был разработан алгоритм, включающий десять пунктов:

1 — анализ технических параметров подземных вертикальных резервуаров СУГ и систем их защиты → 2 — формулирование цели разработки → 3 — выявление, анализ и структурирование опасных внешних воздействий на РПВ → 4 — выявление целевых функций → 5 — выявление результатов опасных внешних воздействий и последовательности их возникновения → 6 — задание величин целевых функций → 7 — разработка предложений по исключению или уменьшению результатов каждого из опасных внешних воздействий, с выполнением требований п.6 → 8 — разработка модели системы защиты РПВ → 9 — разработка новой конструкции системы защиты РПВ на основе модели (пункт 8) → 10 — проверка соответствия заданному уровню требований; расчет численных значений целевых функций, для разработанной конструкции системы защиты РПВ.

Согласно [4-6], на подземные резервуары СУГ и систему их защиты имеют место опасные воздействия, обусловленные коррозией, нагревом, протечками в арматуре и разъемных соединениях, ошибками и несоблюдением норм при проектировании, изготовлении и эксплуатации РТ и систем их защиты, механическими воздействиями на запорную и предохранительную арматуру, антикоррозионные покрытия.

Исходя из основных положений системного подхода, система защиты РПВ — есть единая совокупность подсистем, объединенных одной общей целью — обеспечение комплексной защиты резервуаров, запорно-предохранительной арматуры от опасных воздействий, обусловленных коррозией, нагревом,

механическими воздействиями, протечками в разъемных соединениях, арматуре, ошибками и несоблюдением норм при проектировании, изготовлении, эксплуатации. Система защиты РПВ включает в себя подсистемы пассивной и активной защиты.

Отличительным элементом алгоритма разработки системы защиты РПВ является выявление целевых функций, математически описывающих цель разработки. В качестве целевых функций и заранее задаваемых нормативных параметров, которым они должны удовлетворять, приняты:

1) индивидуальный риск $P_{инд}$, для которого, согласно ГОСТ Р 12.3.047-98 «Пожарная безопасность технологических процессов», в качестве нормативного параметра установлена следующая вероятность возникновения пожара и взрывной волны в результате опасных воздействий:

$$P_{инд} = \sum_{i=1}^n Q_{Vi} \cdot Q_{ViП} + \sum_{i=1}^n Q_{fi} \cdot Q_{fiП} \leq 10^{-8}; \quad (1)$$

2) уровень коррозионной агрессивности на наружной стальной поверхности резервуара $\gamma_{кор}$ в зависимости от массовой доли воды g_w , электропроводящих солей $g_{э.с.}$, сульфатов $g_{сул}$, кислорода g_o , водорода $g_{в-д}$, для которого установлено нулевое значение:

$$\gamma_{кор} = f(g_w, g_{э.с.}, g_o, g_{сул}, g_{в-д}) = 0; \quad (2)$$

3) максимальная температура грунта $t_{гр}^{max}$ на глубине $h=0,5$ м, наблюдаемая в момент времени $\tau = 8$ ч после возникновения нагрева со стороны его поверхности с температурой t_n при начальной температуре грунта $t_{гр.н}$ на глубине $h=0,5$ м в момент времени $\tau=0$

$$t_{гр}^{max} = t_{гр.н} - [1 - (\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{h}{2\sqrt{a\tau}}} e^{-\varepsilon^2} d\varepsilon)] (t_{гр.н} - t_n) < 45 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (3)$$

4) суммарная величина утечек СУГ от подземного резервуара в окружающую среду $V_{ут}$, в зависимости от $V_{н.ут}$ — величин утечек СУГ с наружной поверхности n -ного элемента РПВ (сосуда для хранения, разъемных соединений, первой запорной и предохранительной арматуры и автоматики), для которой установлено нулевое значение:

$$V_{ут} = \sum_n^N V_{н.ут} = 0. \quad (4)$$

Проведенный анализ, показывает, что механизм образования повреждений РПВ и систем их защиты от опасных воздействий складывается из пяти этапов, протекающих в строго определенной последовательности, от пункта 1.1 до пункта 1.5 (рисунок 1).

В результате системного анализа разработан метод, позволяющий на основе выявления и анализа опасных воздействий на подземные вертикальные

резервуары СУГ, поиска целевых функций (1) — (4) и задания им минимальных нормативных значений, получить модель системы защиты РПВ СУГ с заранее заданным уровнем требований (рисунок 1). Применение модели уменьшает вероятность разгерметизации с 10^{-3} год⁻¹ для существующих аналогов до 10^{-8} год⁻¹.

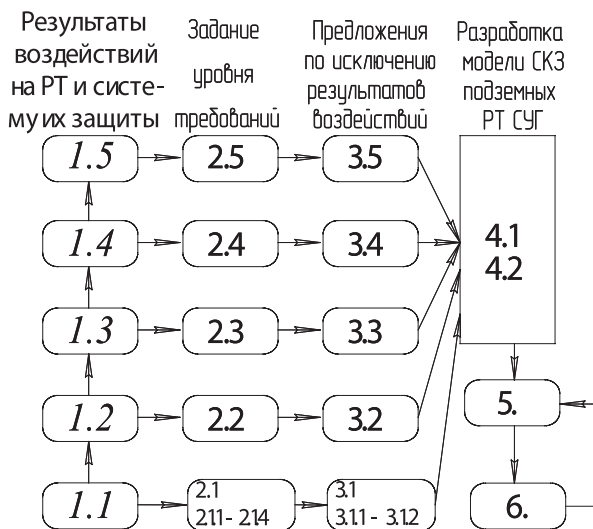


Рисунок 1. Модель создания системы защиты подземных РГВ СУГ

1.1 — сквозные повреждения защитного футляра (пассивной защиты) подземных вертикальных резервуаров СУГ; 1.2 — нарушение или отсутствие механизма контроля и оповещения о функционировании системы пассивной защиты; 1.3 — нарушение режима работы активной защиты стенок РПВ СУГ; 1.4 — нарушение или отсутствие механизма контроля и оповещения о функционировании системы активной защиты; 1.5 — утечки СУГ в окружающую среду; 2.1 — требования к футляру: 2.1.1 — прочность футляра при ударе не менее 30 Дж/кг·см; 2.1.2 — переходное электросопротивление после монтажа не менее 10^5 Ом·м²; 2.1.3 — отсутствие пробоя при напряжении 5 кВ/мм толщины футляра; 2.1.4 — предел огнестойкости крышки кожуха не менее 60 мин; 2.2 — оснащение системами постоянного контроля герметичности защитного футляра с обеспечением автоматической сигнализации о разгерметизации; 2.3 — режим работы активной защиты не должен зависеть от изменения коррозионных и механических характеристик окружающего грунта и воздуха; 2.4 — оснащение системами постоянного контроля герметичности РПВ СУГ с обеспечением автоматической сигнализации о разгерметизации; 2.5 — возможность безопасного предотвращения любой вероятной утечки СУГ с образованием локальных зон загазованности с концентрацией более 20% НКПР с вероятностью $P_{\text{инд}} < 10^{-8}$; 3.1 — предложения по футляру: 3.1.1 — футляр, обеспечивающий герметичность оболочки вокруг наружной поверхности стального сосуда; 3.1.2 — теплоизолированная крышка и верхняя часть кожуха для защиты разъемных соединений, запорных и предохранительных устройств РПВ от нагрева и механических воздействий; 3.2 — постоянный автоматический контроль герметичности защитного футляра с обеспечением звукового или светового сигнала; 3.3 — обеспечение зазора между резервуаром СУГ и футляром с организацией активной защиты внутри, образовавшегося межстенного пространства,

путем заполнения его инертной средой; 3.4 — постоянный автоматический контроль одного из параметров инертной среды: давления, содержания водяных паров, кислорода и др. с обеспечением звукового или светового сигнала обслуживающему персоналу; 3.5 — локализация утечки СУГ из РПВ путем образования наружного герметичного футляра; 4 — модель системы защиты: 4.1 — стальной сосуд СУГ заключен в герметичный полимерный футляр с наличием между ними пространства, заполненного незамерзающей инертной жидкостью, в нижней его части, до отметки $H_{\text{ниж}} = H_{\text{СУГ}}$ и газообразным азотом, в верхней его части, сверх отметки $H_{\text{ниж}} = H_{\text{СУГ}}$, с организацией устройства постоянного контроля герметичности межстенного пространства, обеспечивающего автоматическую сигнализацию о разгерметизации как внутреннего сосуда СУГ, так и футляра; 4.2 — запорные и регулирующие устройства расположены в верхней части герметичного теплозащитного футляра, заполненного газообразным азотом с организацией постоянного контроля давления; 5 — разработка конструкции системы защиты подземных РПВ СУГ; 6 — проверка соответствия заданного уровня требований $P_{\text{инд}} \leq 10^{-8}$; $\gamma_{\text{кор}} = 0$; $t_{\text{гр}}^{\text{max}} < 45$ °C; $V_{\text{ут}} = 0$.

На основе модели, разработаны новые технические решения защиты, путем заключения РПВ в защитные футляры (рисунок 2), заполненные незамерзающей жидкостью в нижней своей части и газообразным азотом в верхней своей части с автоматическим контролем верхней и нижней границ давления [7]

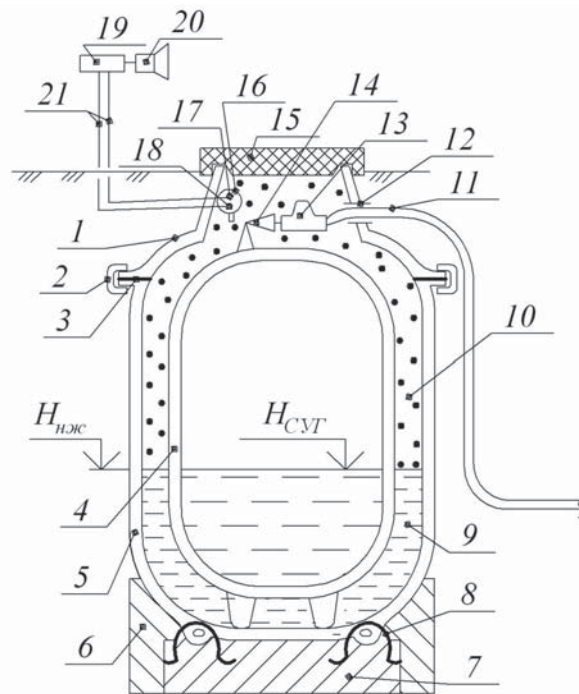


Рисунок 2. Конструкция системы защиты РПВ: 1 — верхняя часть полимерного футляра (ПФ); 2 — стягивающий хомут; 3 — герметизирующая прокладка; 4 — стальной сосуд СУГ; 5 — нижняя часть полимерного футляра; 6 — дополнительный балластирующий фундамент; 7 — основная балластирующая фундаментная плита; 8 — разъемное соединение плиты 7 и нижней части полимерного футляра 5; 9 — незамерзающая инертная жидкость; 10 — газообразный азот; 11 — подземный газопровод; 12 — герметизирующая втулка;



13 — регулятор давления; 14 — запорный кран; 15 — теплоогнезащитная крышка футляра 16 — двухпозиционный прибор контроля давления газообразного азота; 17,18 — верхняя и нижняя границы давления инертного газа; 19 — блок управления; 20 — звуковой сигнализатор; 21 — сигнальные провода.

Здесь постоянный автоматический контроль возможности утечек СУГ, коррозии и нагрева осуществляется с помощью двухпозиционного прибора контроля давления 16, который настроен: — по своей верхней позиции 17 на срабатывание при давлении в размере $P_p + \Delta P_{\text{доп}}^B$ больше расчетного P_p на величину его допустимого повышения $\Delta P_{\text{доп}}^B$ за счет утечек СУГ в пространство при разгерметизации стенок внутреннего сосуда 4, запорной и регулирующей арматуры 13,14; - по своей нижней позиции 18

на срабатывание при давлении в размере $P_p - \Delta P_{\text{доп}}^H$ меньше расчетного P_p на величину его допустимого понижения $\Delta P_{\text{доп}}^H$ за счет утечек инертного газа 10 или инертной незамерзающей жидкости 9 из межстенного пространства в окружающую среду при разгерметизации стенок полимерного футляра.

Таким образом, в результате проведенных исследований разработаны модель и новые технические решения по защите подземных вертикальных резервуаров от коррозионных, механических воздействий и нагрева, путем заключения их в защитные герметичные футляры, заполненные незамерзающей жидкостью в нижней своей части и газообразным азотом в верхней своей части с автоматическим контролем верхней и нижней границ давления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курицын Б.Н. Обоснование оптимального типоряда вертикальных подземных резервуаров сжиженного газа / Б.Н. Курицын, А.П. Усачев, О.Б. Шамина // Актуальные проблемы развития систем теплогасоснабжения и вентиляции: межвуз. науч. сб. / СГТУ. Саратов, 1998. С. 19-24.

2. Установка двух резервуаров подземных вертикальных РПВ: Технические решения ТР-4-94. Утв. ОАО Росгазификация 08.09.94. Саратов, 1994. 86 с.

3. Свидетельство на полезную модель № 18564. Установка для хранения и распределения сжиженного углеводородного газа/ А.П. Усачев, А.Л. Шурайц, М.А. Усачев // Б.И. 2001. № 18. Свидетельство на полезную модель №18564. 6 с.

4. Усачев А.П. Защита от коррозии систем снабжения сжиженным углеводородным газом/ А.П. Усачев, А.В. Фролов, М.А. Усачев// Полимергаз. 2000. № 1. С. 20 – 22.

5. Усачев А.П. Повышение пожаро-, взрыво- и экологической безопасности установок сжиженного углеводородного газа/ А.П. Усачев, А.Л. Шурайц, М.А. Усачев// Полимергаз. 2001. № 1. С. 36.

6. Усачев А.П., Шурайц А.Л., Усачев М.А. Повышение пожаро-, взрыво- и экологической безопасности установок сжиженного углеводородного газа// Полимергаз. 2001. № 2. С. 17–20.

7. Пат. № 2187037. Установка для хранения и распределения сжиженного углеводородного газа / А.П. Усачев, М.А. Усачев, Т.А. Усачева // Б.И. 2008. №22. 28 с.

А.П. Усачев
д.т.н., профессор кафедры
«Теплогасоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» ГОУ ВПО

Саратовский государственный технический университет.
A.P. Usachev
PhD, professor Heat Supply and Natural Gas Industry and Ventilation chair of Saratov State Technical University

А.Л. Шурайц
д.т.н., директор ОАО «Гипрониигаз», профессор кафедры
«Теплогасоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» ГОУ ВПО Саратовский государственный технический университет.
A.L. Shurayts
PhD, director of JSC Giproniigaz, professor of Heat Supply and Natural Gas Industry and Ventilation chair

А.В. Рулев
к.т.н., доцент кафедры
Теплогасоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна ГОУ ВПО СГТУ
A.V. Rulev
Heat Supply and Natural Gas Industry and Ventilation chair of Saratov State Technical University

А.М. Усачев
аспирант кафедры
Теплогасоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна ГОУ ВПО СГТУ.
A.M. Usachev
postgraduate Heat Supply and Natural Gas Industry and Ventilation chair of Saratov State Technical University.
e-mail: niigaz@niigaz.ru, adk@niigaz.ru

www.ogbus.ru

P.V. Dominov, B.S. Zhirnov, I.N. Tarasov
RESEARCH OF PROPYLENE COLUMN USING MATH MODEL WHICH WAS MADE BY HYSYS
http://www.ogbus.ru/eng/authors/Dominov/Dominov_2.pdf (на английском языке)
This article overview research and optimization propylene column K-17 EP-300

production JSC «SNOS» to produce propylene with polymer purity and to add additional propane-propylene cut from FCC. Keywords: propylene, gas fractionation, column, modeling, rectification, petrochemistry, monomers, optimization, tray

Доминов П.В., Жирнов Б.С., Тарасов И.Н.
ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛОННЫ РАЗДЕЛЕНИЯ ПРОПАН-ПРОПИЛЕНОВОЙ ФРАКЦИИ НА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СОСТАВЛЕННОЙ В СРЕДЕ HYSYS
В статье описано исследование и оптимизация колонны разделения пропан-пропиленовой K-17 производства ЭП-300 ОАО «Салаватнефтеоргсинтез» с целью получения пропилена высшего сорта по ГОСТ 25043-87, а также переработки дополнительной пропан-пропиленовой фракции с FCC.

Ключевые слова: пропилен, газоразделение, колонна, моделирование, ректификация, нефтехимия, мономеры, оптимизация, тарелка

M.R. Vildanov, P.V. Karpov, E.A. Poroshin, G.G. Valyavin, A.F. Ishkildin
RELEVANCE AND PROSPECTS OF VISBREAKING PROCESS
http://www.ogbus.ru/eng/authors/VildanovMR/VildanovMR_1.pdf (на английском языке)

There is written about most perspective method of visbreaking process increasing yield of light fractions. It is described visbreaking process for residual asphalt production, analyzed properties of produced bitumen. It was made marketing research of domestic and foreign markets of fuel oil. Keywords: visbreaking process, fuel oil, residual asphalt, market of bitumen, tar, mineral additive, ozonization, chemical initiation, physical influence

www.ogbus.ru