

ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВОК РЕКУПЕРАЦИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА НЕФТЕНАЛИВНЫХ ТЕРМИНАЛАХ

А.А. Варламова¹, Д.О. Нагорнов²

Санкт-Петербургский горный университет

императрицы Екатерины II,

¹varlamovaantonina02@mail.ru, ²nagornov_do@pers.spmi.ru

В работе обсуждается необходимость внедрения установок для рекуперации нефтепродуктов на нефтеналивных терминалах. Учитывая постоянно усиливающиеся экологические требования, необходимость снижения выбросов вредных веществ и глобальную ориентацию на экономию энергии и ресурсов, применение систем рекуперации становится особенно актуальным. Определён оптимальный тип конструкции установки для использования на предприятиях нефтегазового комплекса. паров при наливе. На сегодняшний день не существует единой методики, регламентирующей проведение анализа состава выбросов с танкеров, что затрудняет процесс внедрения установок рекуперации паров на пунктах перегрузки нефти и нефтепродуктов в Российской Федерации. Определена оптимальная схема анализа состава выбросов с танкеров для формирования технического задания на установку рекуперации.

Ключевые слова: установка рекуперации паров, адсорбционные установки рекуперации, сорбент, испарение нефтепродуктов, летучие органические соединения, анализ состава выбросов.

Россия на рынке традиционных энергоносителей до сих пор занимает лидирующие позиции, несмотря на введенные со стороны недружественных стран санкции. Одной из нерешенных проблем обслуживания нефтегазового комплекса, не только России, но и всего мира, является выброс в атмосферу огромного количества паров углеводородов, выделяемых в местах перевалки и нефти и нефтепродуктов [1].

Применение установки рекуперации паров (УРП) способствует сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, а также позволяет минимизировать потери товарного продукта при транспортировке. Первая в России опытная установка по улавливанию паров нефти при загрузке танкеров появилась в 2009 году в порту Высоцк (Ленинградская область). В соответствии с анализом текущего оснащения портов Российской Федерации установками рекуперации паров, проведенным на основе Государственной базы данных, касающейся установок рекуперации, используемых на объектах налива нефти и нефтепродуктов (номер 2024620693), стало очевидно, что только два порта в Балтийском бассейне имеют системы УРП. В остальных случаях газовоздушная смесь сбрасывается либо на свечу рассеивания, либо на факел, что не позволяет достичь необходимого уровня сокращения негативного воздействия на окружающую среду.

Работа установок основана на таких физических принципах, как абсорбция, адсорбция, конденсация. Наиболее перспективным является применение УРП, принцип действия которых, основан на законах адсорбции (рис.1).

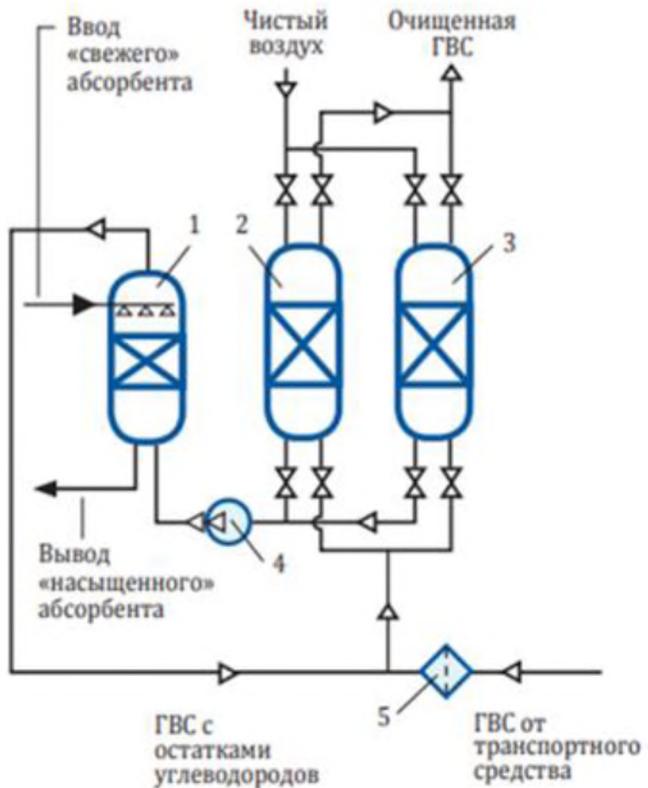


Рис.1. Схема адсорбционной установки паров.

Адсорбционная установка рекуперации паров состоит из двух адсорбера, для обеспечения непрерывности процесса очистки. При работе УРП один адсорбер находится в режиме адсорбции, тогда как другой регенерируется. Адсорбера автоматически переключаются между адсорбцией и десорбцией. В адсорбере посредством углеродного фильтра пары сырой нефти и нефтепродуктов пропускаются через слой активированного угля, который улавливает пары нефтепродуктов тонким поверхностным слоем, при этом очищенный воздух выбрасывается воздуховкой в атмосферу [2].

После насыщения угольного фильтра углеводородами, его регенерируют за счет использования разряжения и продувочного воздуха сверху адсорбера. Адсорбер откачивается непрерывно работающими жидкостно-кольцевыми вакуумными насосами. Использование установки данного типа на предприятиях нефтегазового комплекса возможно благодаря ее высокой пропускной способности, высокой степени очистки, высокой пожарной безопасности и непрерывности процесса очистки отходящих газов.

Одной из ключевых проблем, стоящих перед проектировщиками в рамках проектирования установок рекуперации паров нефтепродуктов на

нефтепаливных терминалах — формирование технического задания. Достоверность результатов исследования состава выбросов летучих органических соединений в значительной степени определяется точностью и корректностью проведения процедуры отбора проб, включая соблюдение методик, условий транспортировки и хранения образцов. Наиболее точным, надежным и информативным подходом является анализ ЛОС методом газовой хроматографии после пробоотбора на сорбционные трубы [3;4].

Сорбционные трубы, применяемые в газовой хроматографии, эффективны для поглощения органических загрязнителей из воздуха. Загрязнители, адсорбированные на сорбенте, при нагревании переносится газом-носителем в хроматографическую колонку, где их количественно определяют с использованием пламенно-ионизационного детектора или термоионного детектора. Преимущества метода — высокая чувствительность и надежное восстановление количества анализа, а также отличная стабильность отбора проб.

Согласно исследованиям наиболее подходящим сорбентом для отбора летучих органических соединений с последующим анализом на газовом хроматографе является пористый полимер Тенах ТА, главным преимуществом которого является возможность определения большого количества одновременно определяемых соединений. Единственной проблемой применения данного сорбента является полное отсутствие его аналогов на российском рынке. В чистом виде российских аналогов Тенах ТА, применяемого для сорбции органических веществ, как правило, не существует [5].

Для низкомолекулярных углеводородов (С1–С5) можно рассмотреть другие сорбенты с высокой селективностью к лёгким фракциям, например активированные угли или полимерные сорбенты с подходящими характеристиками. Однако их термостабильность и способность термодесорбции могут быть ниже по сравнению с Тенах ТА.

Применение установок рекуперации нефтепродуктов на пунктах налива, хранения и переработки нефтепродуктов повышает рентабельность операций, увеличивает прибыль компаний и способствует общей экономической эффективности процессов, а также снижает негативное воздействие на окружающую среду. Процесс проектирования и монтажа установок рекуперации требует большого объема работ: на ранних стадиях необходимо учесть множество факторов для выбора оптимальных параметров и подбора сорбента, чтобы обеспечить эффективную рекуперацию и стабильность процессов.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FSRW-2023-0002 Фундаментальные междисциплинарные исследования недр Земли и процессов комплексного освоения георесурсов).

Библиографический список

1. Яковлев П.П. Нефть в глобальной экономике и мировой торговле // Конъюнтура мировых товарных рынков - 2019. – Т.15. – С. 100-111. DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/2410-7395-2018-3-100-114>.
2. Пшенин В.В., Закирова Г.С. Повышение эффективности систем улавливания паров нефти при товарно-транспортных операциях на нефтеналивных терминалах // Записки Горного института - 2024. - Т. 265. - С. 121-128.
3. Какарека С. В. Сравнительный анализ подходов к регулированию выбросов летучих органических соединений // Природные ресурсы. 2019. Том 1. «С. 108-116».
4. Lee, S., Park, J., Kim, H., & Kwon, J. Sampling and analysis of volatile organic compounds in air using sorbent tubes and thermal desorption–gas chromatography–mass spectrometry. Atmospheric Measurement Techniques. 2019. 12(5), 2451–2465. DOI: 10.5194/amt-12-2451-2019
5. Павлюк Т. С., Ануфриев М. А., Понаморева О. Н. Сорбционные трубки Tenax-TA как эффективный инструмент при выполнении анализа воздушной среды методом газовой хроматографии // Известия ТулГУ. Естественные науки. 2016. Том 4.- С. 75-83.