

летия, эксплуатируются уже около 65 лет. Максимальная долговечность битумных покрытий 72 года, поэтому остаточный ресурс работоспособности таких покрытий не более 5–7 лет. Очевидно, что уже сейчас следует планировать работы по оценке ОР битумных покрытий газопроводов, введенных в эксплуатацию до 70-х годов в конкретных районах РБ, и очередность замены газопроводов с битумными покрытиями на газопроводы из полиэтилена высокой плотности или на стальные с полиэтиленовым покрытием.

Литература

1. Техническое диагностирование и продление назначенного ресурса (назначенного срока службы) безопасной эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений : ТКП 054-2007. – Введ. 01.05.2007. – М. : Министерство по чрезвычайным ситуациям РБ, 2007. – 37 с.

2. Изделия полимерные для строительства. Метод определения долговечности труб полимерных для инженерно-технических систем : СТБ 1333.2-2002. – Введ. 28.06.2002. – Минск : Министерство архитектуры и строительства РБ, 2002. – 8 с.

3. Изделия полимерные для строительства. Метод определения долговечности по энергии активации термоокислительной деструкции полимерных материалов : СТБ 1333.0-2002. – Введ. 28.06.2002. – Минск : Министерство архитектуры и строительства РБ, 2002. – 8 с.

УДК 697.9; 621.638

Особенности изменения содержания кислорода в газгольдере при дегазации с применением дегазационно-вентиляционного устройства

Пехота Е. А., Романюк В. Н.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Анализируются ключевые стадии исследования разработанной технологии дегазации газгольдера с применением дегазационно-вентиляционного устройства. Отражены ключевые аспекты исследования режимов дегазации, связанных с контролем изменения содержания кислорода в процессе дегазации в условиях подготовки технологического оборудования СУГ к техническому диагностированию.

В сфере газоснабжения дегазация оборудования играет ключевую роль в поддержании промышленной безопасности и требует неукоснительного соблюдения установленных нормативов. Обеспечение качественной дегазации

газопроводных систем и газгольдеров, функционирующих под давлением, является одной из мер предосторожности для предотвращения инцидентов на объектах повышенной опасности. Надзор, отслеживание технического состояния, систематические проверки, гидроиспытания и диагностика оборудования – обязательные процедуры, которые, тем не менее, невозможны без проведения предварительной дегазации для допуска специалистов вовнутрь газгольдера [1; 2].

В ходе подготовки газгольдеров, находившихся в эксплуатации, неизбежно обнаруживаются неиспаряющиеся жидкие фракции и пирофорные отложения, скапливающиеся на внутренних поверхностях стенок и днищах.

Традиционная процедура дегазации сопряжена со значительными энергетическими затратами, использованием воды, которая требует специальной подготовки для производства пара при дегазации методом пропарки. В тоже время задействуется сложное парообразующее оборудование, а также сжигается топливо или применяется электроэнергия. Потребности расхода пара на производство работ осуществляется из расчета не менее 400 кг/пара в час. Время пропарки зависит от объема газгольдера, на практике это время для газгольдера объемом 10 м³ составляет не менее 3–4 часов. Также к одному из недостатков этого процесса, следует отнести образование и необходимость утилизации конденсата, образующегося после паровой дегазации. Это требует дополнительной механизации процесса, связанного со сбором, откачкой загрязненного остатка, образовавшегося газгольдере в результате использования пара и очистки внутренних стенок газгольдеров [1–3].

Разработанное и используемое в исследованиях дегазационно-вентиляционное устройство (ДВУ-ФС-1/450), общий вид которого и конструктивные элементы представлены на рис. 1, позволяет при дегазации поддерживать высокий уровень безопасности в зоне проведения работ за счет применения различных технических инноваций [4; 5].

Преимущества дегазационно-вентиляционного устройства ДВУ-ФС-1/450 для дегазации газгольдера является [4; 5]:

- возможность осуществлять фильтрацию отходящего газовоздушного потока с учетом аспектов экологичности и снижения взрывоопасности дегазации;
- конструкция подключения ДВУ-ФС с воздухопроводами обеспечивает герметичность блока подачи и поступления воздуха по воздуховоду, что позволяет экологично осуществлять контроль за ходом технологического процесса дегазации;
- обеспечение постепенного формирования максимального напора в зависимости от концентрации паров в газгольдере, за счет дозированно-регулируемой подачи атмосферного воздуха на различных скоростях начиная с 2 м/с.

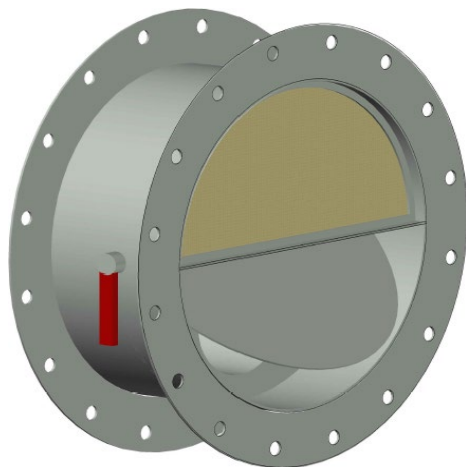


Рис. 1. 3D-модель дегазационно-вентиляционного устройства

В ходе экспериментов установлено, что в переменнo-динамичнeских режимах, характеризующихся изменением (повышением) температуры и интенсификацией за счет этого концентрации паров при дегазации. Увеличение концентрации паров, выделяемых из жидких фракций при дегазации, обуславливает на определенных этапах снижение концентрации кислорода в газовом пространстве газгольдера. А при окончании процессов полной дегазации концентрация кислорода достигает предельных значений концентрации кислорода в атмосферном воздухе. Таким образом, изменение зависимостей концентрации кислорода, позволяет учитывать этот параметр в ходе экспериментов, как показатель качества дегазации, в виду того, что правилами проведения газоопасных работ регламентируется периодическое измерение кислорода в рабочей зоне проведения работ с его обязательным содержанием не ниже 19 %.

Концентрацию кислорода в газовом пространстве газгольдера можно определять, используя формулы [6–10]:

$$k_{\text{кисл}} = 0,21 \frac{p_a - p_{\text{хв}}}{p_a},$$

где p_a – атмосферное давление, Па; $p_{\text{хв}}$ – давление насыщенных паров хранящихся веществ в газгольдере, Па.

Давление насыщенных паров жидкости определяется по уравнению Антуана, или по справочным или полученным экспериментальным данным:

$$p_{\text{ж}} = 133,3 \exp^{\frac{13,306 - 3816,44}{T - 46,13}},$$

где T – температура газового пространства аппарата, К.

Изменение концентрации кислорода в ходе проведения экспериментов определялось в зависимости от времени дегазации и основных этапов ее проведения. На рис. 2 представлен график изменения концентрации кислорода в зависимости от значения времени (t) дегазации и ее основных этапов, построенный по результатам экспериментов.

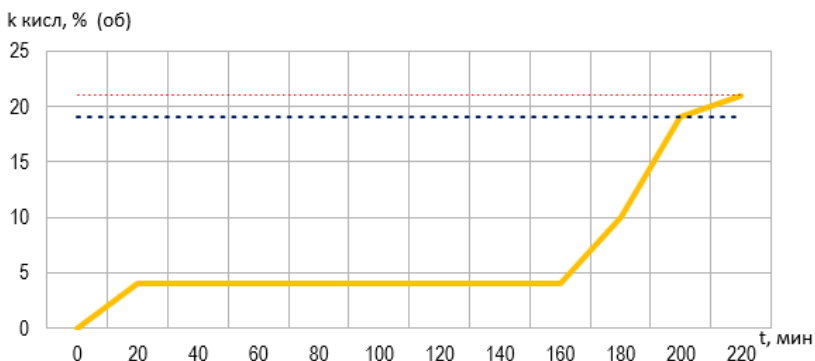


Рис. 2. График изменения концентрации кислорода при дегазации газгольдера

При этом учитываем, что дегазация газгольдеров производится в целях подготовки к проведению газоопасных и огневых работ с допуском персонала внутрь газгольдера. Для этого необходимо обеспечить достижение 0 % содержания концентрации вредных паров газообразных веществ метана и пропана и т. п., с учетом обеспечения нейтрализации имеющихся отложений на внутренней поверхности от пирофорных соединений.

В ходе экспериментальных исследований определено, что на скорости ниже 1 м/с дегазация газгольдера не должна осуществляться, так как наблюдается взрывоопасная концентрация веществ в системе отвода дегазационного устройства и внутри газгольдера в зоне скопления тяжелых остатков, что создаст образование взрывоопасной концентрации.

После 170 минут дегазации газгольдера отмечается рост содержания кислорода, что свидетельствует об окончании основного этапа дегазации в виде интенсивной окислительной реакции взаимодействия веществ и начала этапа изменения концентрации парой фазы с замещением вредных веществ атмосферным воздухом.

Литература

1. Пехота, Е. А. Оценка и прогнозирование технического состояния стальных резервуаров, и технология их восстановления / Е. А. Пехота // Инновации в технических и экономических системах : материалы VIII науч.-практ. конф. магистрантов / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп.; под общ ред. А. А. Ерофеева. – Гомель, 2022. – С. 71.
2. Пехота, А. Н. Автомобильные топливные заправки на предприятиях. Организация и эксплуатация: практическое пособие / А. Н. Пехота. – Гомель: БелГУТ, 2014. – 214 с.
3. Назаров, В. П. Теоретические основы расчета пропарки резервуаров с остатками нефтепродуктов / В. П. Назаров, Д. Ц. Ратайчук // Исследование некоторых опасных факторов пожара : сб. тр. / Высшая инженерная пожарно-техническая школа МВД СССР. – М., 1985. – С. 22–32.
4. Пехота, Е. А. Повышение качества дегазации при подготовке газгольдеров к техническому диагностированию с применением дегазационно-вентиляционного устройства / Е. А. Пехота, В. Н. Романюк // Перспективные направления инновационного развития и подготовки кадров : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 30 окт.–02 ноя. 2024 г. – Брест, 2024. – С. 269–275.
5. Пехота, Е. А. Обоснование создания дегазационно-вентиляционного устройства ДВУ-ФС-1/450 с целью обеспечения качества технического диагностирования газгольдеров / Е. А. Пехота, В. Н. Романюк, А. С. Таврель // Инновационные технологии в водном, коммунальном хозяйстве и водном транспорте : материалы Междунар. науч.-технич. конф., Минск, 17–18 окт. 2024 г. – Минск : БНТУ, 2024. – С. 91–94.
6. Багманова, Р. Х. Материальные балансы химико-технологических процессов: методические указания для выполнения практических работ / Р. Х. Багманова, В. П. Дорожкин. – Нижнекамск: Нижнекамский химико-технологический институт, 2012. – 73 с.
7. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности : ТКП 474-2013. – Минск : Минист-во по чрезвычайн. ситуациям Республики Беларусь, 2022. – 55 с.
8. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : СН 4.02.03-2019. – Введ. 12.02.2025. – Минск : Стройтехнорм, 2025 – 52 с.
9. Строительная климатология. Строительные нормы Беларуси : СНБ 2.04.02-2000. – Введ. 07.12.2000. – Минск : Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь. – 40 с.
10. Пехота, Е. А. Новые технологии в обеспечении эксплуатационной надежности резервуаров и экологической безопасности / Е. А. Пехота, А. А. Васильев, А. Н. Пехота // Актуальные научно-технические и экологи-

ческие проблемы сохранения среды обитания: в 2 ч.: сб. трудов V Междунауч.-практ. конф., посвящ. 50-летию кафедры природоустройства, Брест, 26–28 окт. 2022 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: А. А. Волчек [и др.] ; науч. ред. А. А. Волчек, О. П. Меньшик. – Брест, 2022. – Ч. 2. – С. 170–173.

УДК 620.97

Применение накопителей тепловой энергии в системах централизованного теплоснабжения

Станецкая Ю. А., Канашиц В. В.

Белорусский национальный технический университет

В данной статье рассмотрены виды и технологии строительства солнечных накопителей тепловой энергии.

В настоящее время солнечная энергия является одним из наиболее перспективных альтернативных источников энергии среди всех возобновляемых источников энергии в большинстве стран.

Основным недостатком солнечной энергии, как и большинства других возобновляемых источников энергии, является ее непостоянство, колебание суточной, еженедельной и сезонной выработки. В результате часто наблюдается несоответствие между спросом на энергию и предложением. Наибольшее несоответствие наблюдается между доступностью солнечной тепловой энергии летом и высоким спросом в зимний сезон [1].

Одним из решений этой проблемы может быть интеграция накопителей тепловой энергии в системы гелиотеплоснабжения [2].

Хранилища тепловой энергии (солнечные пруды) представляют собой водоем, предназначенный для накопления и хранения тепловой энергии, получаемой от солнечного излучения круглый год. Водоем служит одновременно коллектором и аккумулятором тепловой энергии.

Существуют разные типы хранилищ (прудов). В данной работе остановимся на одной из главных их разновидностей – пруды с соленой водой (солёные) и пруды с пресной водой.

Самым эффективным из солёных прудов считается СПГСК – солнечный пруд с градиентом солевой концентрации, в которых концентрация соли растет с глубиной и соответственно растет плотность раствора.

Среди СПГСК выделяют пруды с искусственным поддержанием градиента и насыщенные пруды, в которых применяются соли со значительной зависимостью растворимости от температуры.

Градиенты концентрации и соответственно плотности раствора по глубине пруда создаются с помощью добавления различных солей.