

УДК 614.84

pavel_zykov@inbox.ru

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОРОДА В РЕЗЕРВУАРАХ АЗС ПОСЛЕ ФЛЕГМАТИЗАЦИИ ТВЕРДЫМ ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА**CHANGE OF OXYGEN CONTENT IN FUEL TANKS OF GAS STATIONS AFTER FLEGMATIZATION BY SOLID CARBON DIOXIDE**

*Зыков П.И., кандидат технических наук,
Корнилов А.А., кандидат технических наук,
Бородин А.А., кандидат технических наук,
Сатюков Р.С., кандидат технических наук,
Халимов Е.В.,*

Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург

*Zykov P.I., Kornilov A.A., Borodin A.A., Satyukov R.S., Khalimov E.V.,
The Ural Institute of State Firefighting Service
of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Yekaterinburg*

В целях совершенствования способа обеспечения пожарной безопасности огневых и аварийно-ремонтных работ на топливных емкостях АЗС посредством флегматизации твердым диоксидом углерода исследован процесс изменения содержания кислорода в зафлегматизированном объеме горизонтального резервуара.

Ключевые слова: пожарная безопасность, огневые работы, резервуары АЗС, флегматизация, твердый диоксид углерода, концентрация кислорода.

In order to improve the method of ensuring fire safety of fire and emergency repair work on fuel tanks of gas stations by phlegmatization with solid carbon dioxide, the process of changing the oxygen content in inert volume of a horizontal tank has been investigated.

Keywords: fire safety, fire works, gas station tanks, phlegmatization, solid carbon dioxide, oxygen concentration.

Стальной горизонтальный резервуар (далее – РГС) является одним из многочисленных емкостных аппаратов, предназначенных для хранения нефтепродуктов на распределительных нефтебазах, в расходных складах топлива объектов различного функционального назначения, в частности на автозаправочных станциях.

В процессе эксплуатации РГС часто возникает необходимость в проведении ремонтных и аварийно-ремонтных работ, которые, в свою очередь, являются

пожаровзрывоопасными технологическими операциями (рис. 1).

Анализ обстоятельств регулярно возникающих пожаров и взрывов ремонтируемых РГС, которые часто сопровождаются гибелью и травмами людей, позволяет сделать вывод об отсутствии или некачественной очистке РГС от остатков нефтепродукта, что согласно традиционной технологии подготовки резервуара к ремонту является обязательным мероприятием.



Рисунок 1. Примеры последствий взрыва наземного и подземного РГС в период их ремонта [1]

К одному из перспективных направлений обеспечения пожаровзрывобезопасности (ПВБ) ремонтных работ на емкостных аппаратах следует отнести флегматизацию инертными газами, основанную на снижении в защищаемом объеме содержания кислорода до безопасных значений (менее 6 % (об.)), что не требует проведения полной очистки РГС от остатков хранимой углеводородной среды.

Применительно к РГС одним из эффективных является способ флегматизации твердым гранулированным диоксидом углерода (ТГДУ) [2], т. е. инертным газом CO_2 только в твердом фазовом состоянии посредством его загрузки в защищаемый объем на сублимацию (рис. 2).

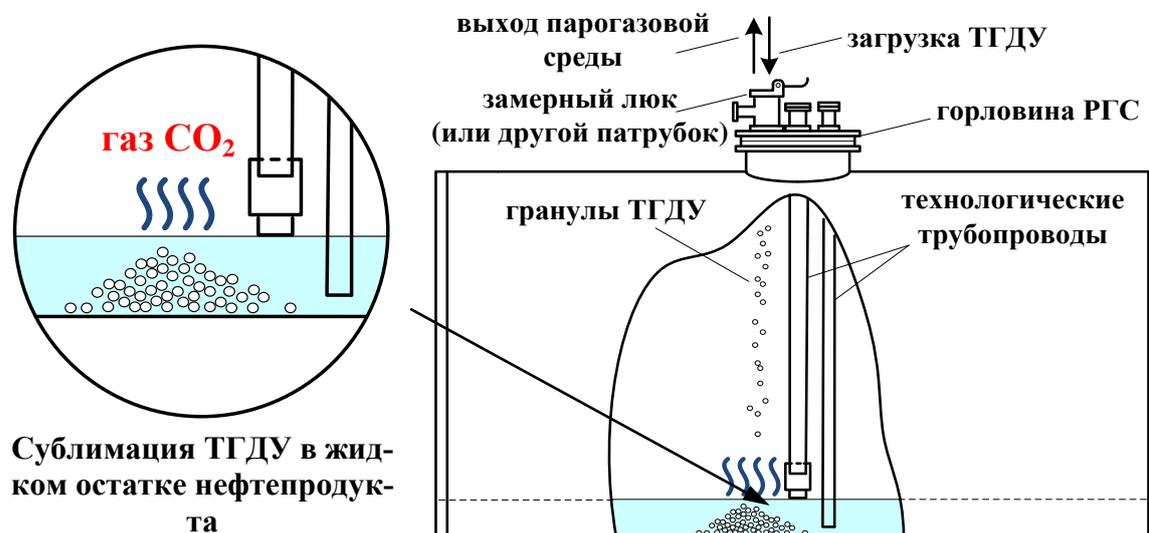


Рисунок 2. Принципиальная схема флегматизации РГС с остатком жидкого нефтепродукта ТГДУ

Одним из важных вопросов при проведении ремонтных работ является поддержание в резервуаре безопасной концентрации окислителя после оконча-

ния процесса флегматизации, в том числе при наличии негерметичности или вынужденной разгерметизации его объема [3].

В связи с этим в ходе проводимых исследований способа флегматизации ТГДУ ставилась задача по экспериментальной оценке изменения содержания кислорода в зафлегматизированном объеме РГС при открытом и закрытом патрубке выхода парогазовой среды (далее – ПГС) из резервуара.

Измерение концентрации кислорода производилось посредством измерительного комплекса и кислородных датчиков, размещенных в разных точках внутреннего объема РГС емкостью $1,6 \text{ м}^3$. Внешний вид экспериментального резервуара и схема размещения датчиков кислорода в его объеме представлены на рисунке 3.



Рисунок 3. Внешний вид РГС- $1,6 \text{ м}^3$ и схема размещения датчиков концентрации кислорода (11 шт.) в экспериментальном объеме

Установлено, что при флегматизации ТГДУ не зависимо от его расхода концентрация кислорода в сходственные моменты времени в каждой контролируемой точке одной горизонтальной плоскости объема РГС имеет практически одинаковые значения. В связи с этим для общего представления снижения концентрации кислорода при флегматизации ТГДУ найдена средняя величина концентраций кислорода для каждой горизонтальной плоскости, обозначенной соответствующим цветом (рис. 4).

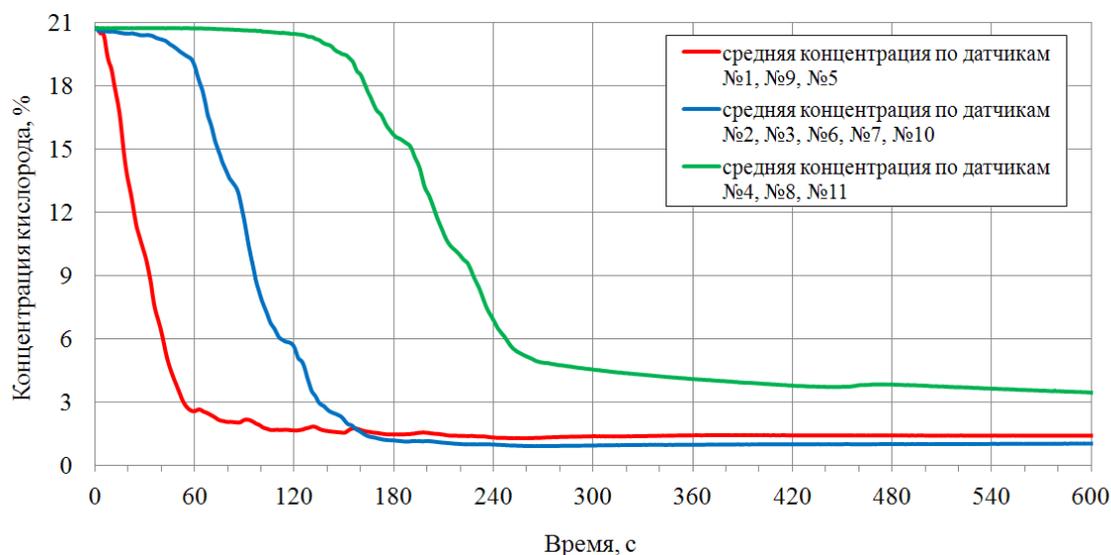


Рисунок 4. Динамика средних концентраций кислорода в ходе флегматизации РГС

Процесс диффузии ПГС после окончания флегматизации при закрытом выпуском патрубке РГС можно характеризовать стремлением средних концентраций кислорода в горизонтальных плоскостях зафлегматизированного объема принять среднееобъемное значение в течение времени (рис. 5).

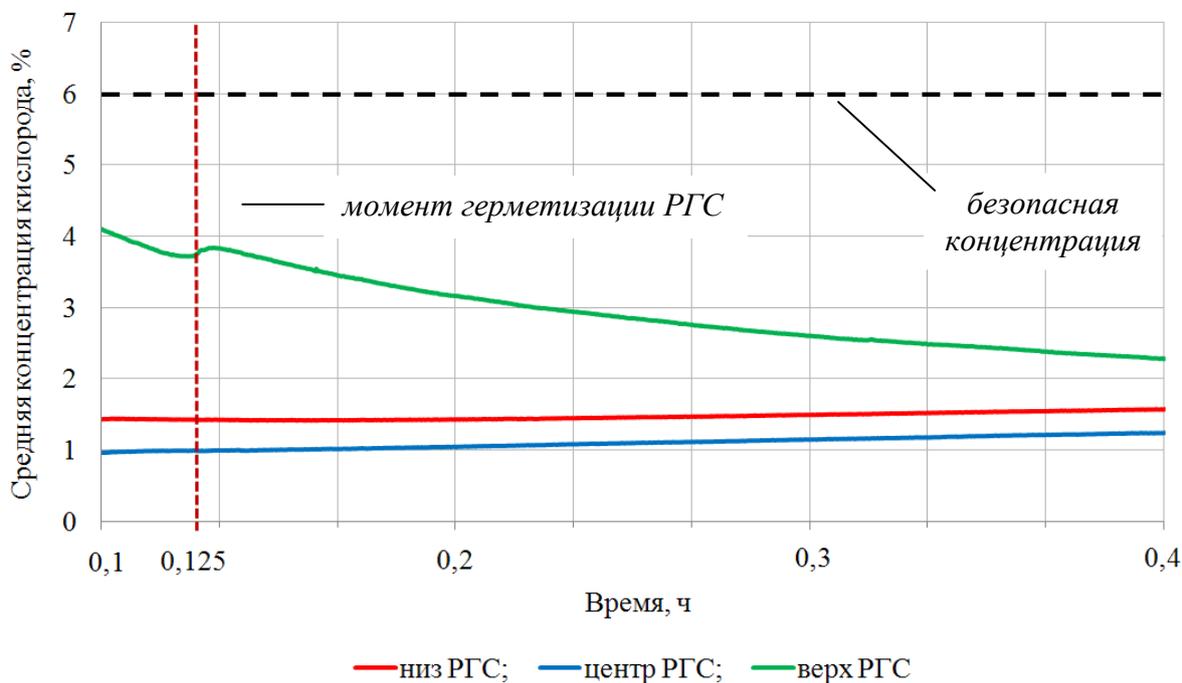


Рисунок 5. Динамика концентраций кислорода в герметизированном объеме РГС после окончания флегматизации (после 0,1 ч с момента начала загрузки ТГДУ)

В случае с открытым патрубком процесс диффузии характеризуется относительно медленным повышением сред-

них концентраций кислорода в горизонтальных плоскостях экспериментального объема (рис. 6).

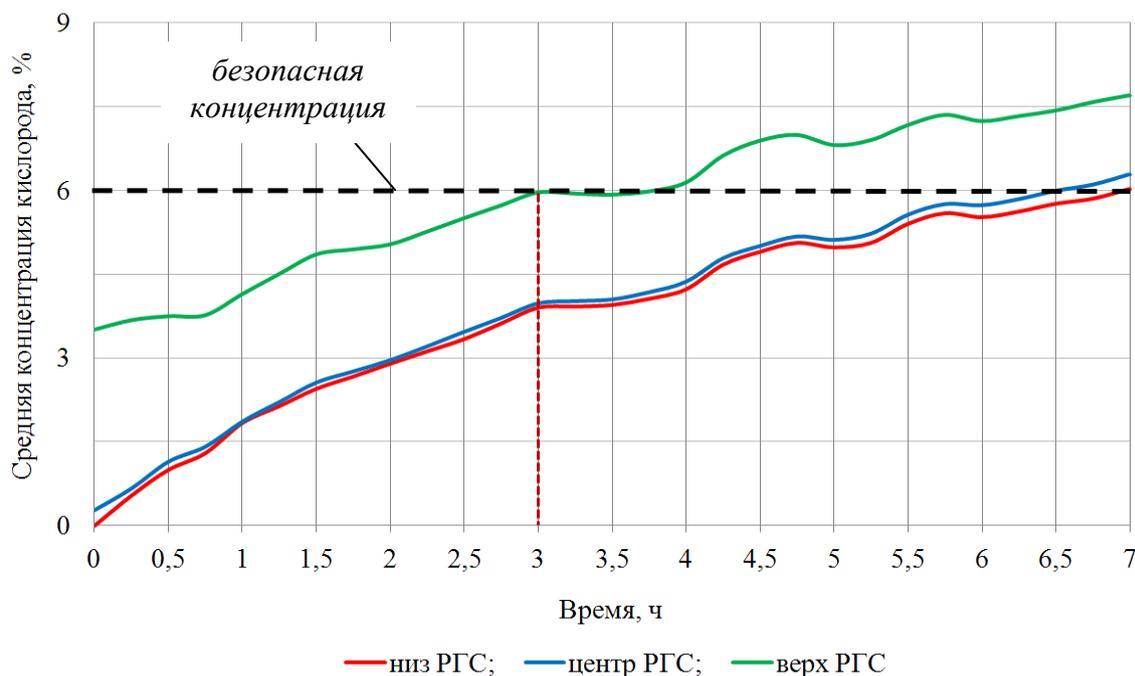


Рисунок 6. Динамика концентраций кислорода при открытом патрубке объема РГС после окончания флегматизации

В соответствии с данными (см. рис. 6) средняя концентрация кислорода в верхней части РГС приравняется к безопасному значению через 3 часа, в то время как в центральной и нижней части РГС это значение достигается через 6,5 часа. Волнообразный вид графиков свидетельствует о наличии процесса инфильтрации кислорода воздуха через патрубков РГС.

Представленные данные позволяют приблизительно оценить, в течение какого времени среда в РГС является безопасной при локальном нарушении герметичности в области горловины РГС, а также оценить периодичность дополни-

тельной загрузки ТГДУ в целях поддержания ПВБ содержания кислорода в защищаемом объеме.

Важно знать, насколько повысится концентрация кислорода в зафлегматизированном объеме РГС после откачки жидкого остатка нефтепродукта. Согласно представленным данным на рис. 7, после полного слива нефтепродукта в количестве, соответствующем минимальному уровню разлива (0,15 м), средняя концентрация кислорода вверху резервуара повышается не более чем на 2 % (об.) при начальной концентрации равной ~ 0 % (об.).

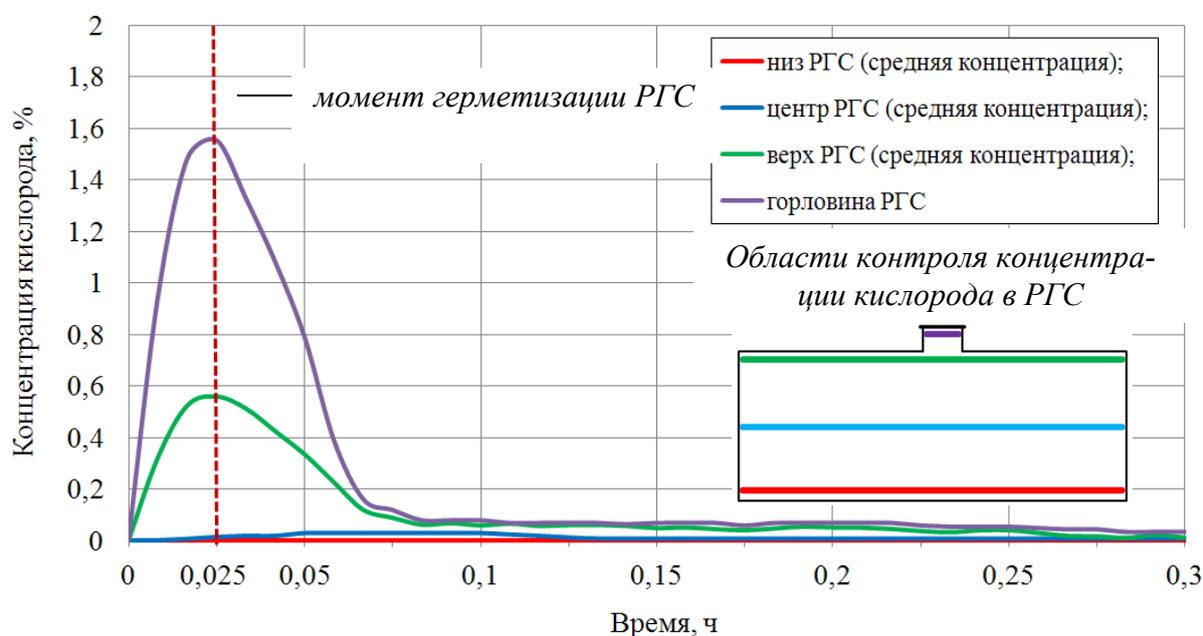


Рисунок 7. Динамика концентраций кислорода при сливе жидкого остатка нефтепродукта из РГС после флегматизации ТГДУ и последующей герметизации резервуара (за начало отсчета принято время начала слива нефтепродукта)

За счет сил диффузии с соблюдением герметичности резервуара концентрация кислорода в верхней части РГС принимает среднеобъемное значение. С практической точки зрения, целесообразно

осуществлять контроль концентрации кислорода в наивысшей точке объема РГС в период слива минимального остатка нефтепродукта и после герметизации РГС.

Литература

1. Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. 2011. № 2 (53). 27 с. URL: <http://ib.safety.ru/assets/pdf>.
2. Способ подготовки горизонтальных резервуаров для светлых нефтепродуктов к проведению ремонтных огневых работ: патент №2501585 Российская Федерация / П.И. Зыков, А.А. Корнилов; опубл. 2013, Бюл. № 35. 13 с.

3. Булгаков В.В. Обеспечение пожаровзрывобезопасности огневых аварийно-ремонтных работ на резервуарах способом флегматизации: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03 / Булгаков Владислав Васильевич. М., 2001. 236 с.

References

1. Informatsionnyy byulleten Federalnoy sluzhby po ekologicheskomu. tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru. 2011. № 2 (53). 27 s. URL: <http://ib.safety.ru/assets/pdf>.

2. Sposob podgotovki gorizontalnykh rezervuarov dlya svetlykh nefteproduktov k provedeniyu remontnykh ognevykh работ: patent №2501585 Rossiyskaya Federatsiya / P.I. Zikov. A.A. Kornilov; opubl. 2013. Byul. № 35. 13 s.

3. Bulgakov V.V. Obespecheniye pozharovzryvobezопасности ognevykh avariyno-remontnykh работ na rezervuarakh sposobom flegmatizatsii: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.26.03 / Bulgakov Vladislav Vasilyevich. M., 2001. 236 s.