

А.П. Петров, С.А. Швырков, В.И. Юрьев, Я.И. Юрьев
(Академия Государственной противопожарной службы МЧС России;
e-mail: setyn@list.ru)

ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКОВ ПУТЁМ СНИЖЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРЮЧИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ГАЗОУРАВНИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Разработаны схема экспериментальной установки, методика проведения опытов и предварительные результаты исследований интенсивности образования горючих отложений в газоуравнительных системах.

Ключевые слова: резервуар, газоуравнительная система, объёмная конденсация.

A.P. Petrov, S.A. Shvyrkov, V.I. Yuriev, Y.I. Yuriev
**FIRE PROTECTION OF TANK FARMS
BY REDUCING THE INTENSITY OF FUEL DEPOSITION
IN THE FUEL GAS EQUALIZING SYSTEM**

The diagram of the experimental setup, testing procedure and preliminary results of the study intensity of fuel deposition in the fuel gas equalizing system are designed.

Key words: tank, equalizing system, volume condensation.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 20 октября 2014 г.

Количество пожаров, возникающих в резервуарных парках с ЛВЖ и ГЖ, сравнительно невелико и составляет менее 15 % от общего количества пожаров в нефтяной и нефтехимической промышленности. Однако это наиболее сложные пожары по характеру их развития, масштабам последствий и сложности тушения. Они часто носят затяжной характер, сопровождаются большими материальными потерями, а иногда и гибелью людей.

Известно, что при хранении в резервуарах так называемых "околопредельных" ГЖ (например, керосина и дизельных топлив) их нормальной эксплуатации не возникает опасность образования горючих концентраций [4]. Однако существует опасность образования горючих отложений [5], которые при определенных условиях способствуют появлению очагов самовозгорания с последующим возникновением и распространением пожара в соседние резервуары по горючим отложениям *газоуравнительной системы (ГУС)*, связывающей их газовые пространства.

Для предотвращения возникновения и развития пожара в системе резервуар – ГУС – резервуар на практике применяется несколько технических решений, которые сводятся в конечном счёте к отводу образующегося в газоуравнительной системе конденсата, что является, как показала практика, недостаточно эффективным [6]. Изучение состояния вопроса [1-3] и предварительные исследования показывают, что перспективным для обеспечения пожарной безопасности технологических процессов хранения керосина и дизельного топлива может быть снижение интенсивности переноса массы вещества из потока паровоздушной смеси к стенке трубопровода газоуравнительной системы путём создания условий для объёмной конденсации паров.

В настоящее время нет достаточного количества данных для установления закономерностей переноса массы вещества к стенке при протекании объёмной конденсации паров в движущемся потоке паровоздушной смеси, которые могут быть положены в основу разработки эффективного способа повышения пожарной безопасности резервуарного хранения жидкостей, температура вспышки которых выше максимальных летних региональных температур.

На первом этапе для выполнения поставленных задач была создана экспериментальная установка (рис. 1) и разработана методика экспериментального исследования массообмена для определения условий, при которых снижается интенсивность образования отложений в ГУС путем организации объёмной конденсации. В качестве модельной жидкости использовалась вода и её пары.

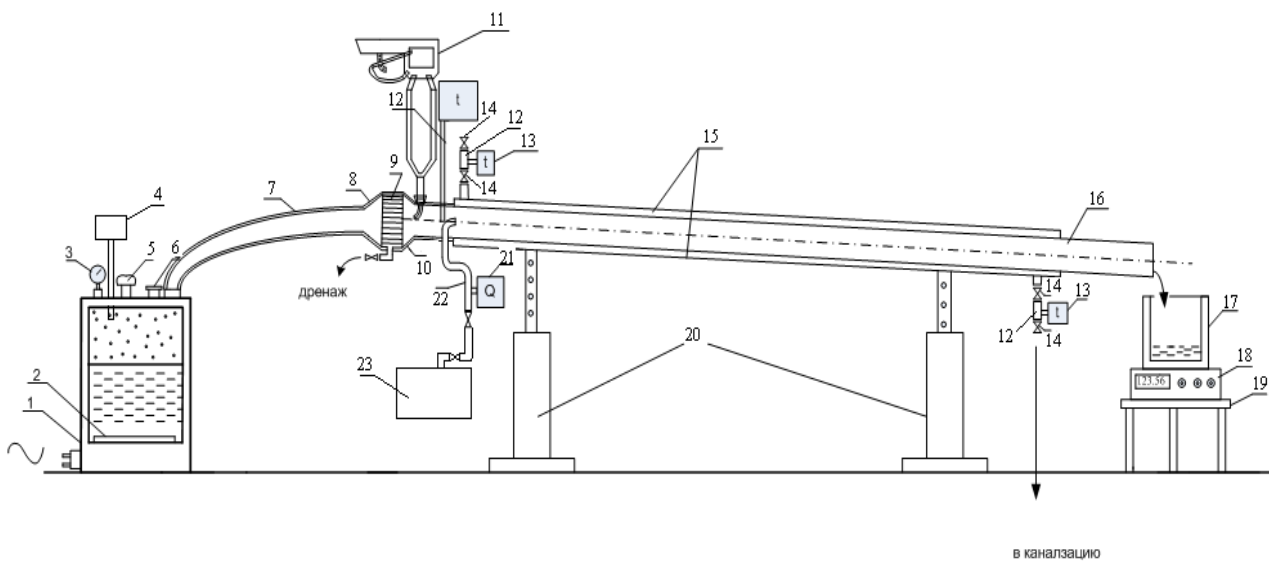


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки:

1 – паровой котел, 2 – нагревательный элемент (ТЭН), 3 – манометр, 4 – термодатчик, 5 – предохранительный клапан, 6 – штуцер для подачи жидкости, 7 – теплоизолирующий гибкий трубопровод, 8 – диффузор, 9 – хонейкомб, 10 – конфузор, 11 – микроманометр, 12 – термопара, 13 – спиртовой термометр, 14 – шаровой кран, 15 – рубашка охлаждения, 16 – модельный участок трубопровода, 17 – ёмкость для сбора конденсата, 18 – электронные весы, 19 – лабораторный столик, 20 – стойки для регулирования угла наклона, 21 – расходомер, 22 – трубопровод для подачи холодного воздуха, 23 – воздушный компрессор

В первой серии опытов для обоснования угла наклона, обеспечивающего оптимальные условия удаления из рабочего участка образующегося конденсата, были проведены опыты при различных углах наклона экспериментальной установки (рис. 2).

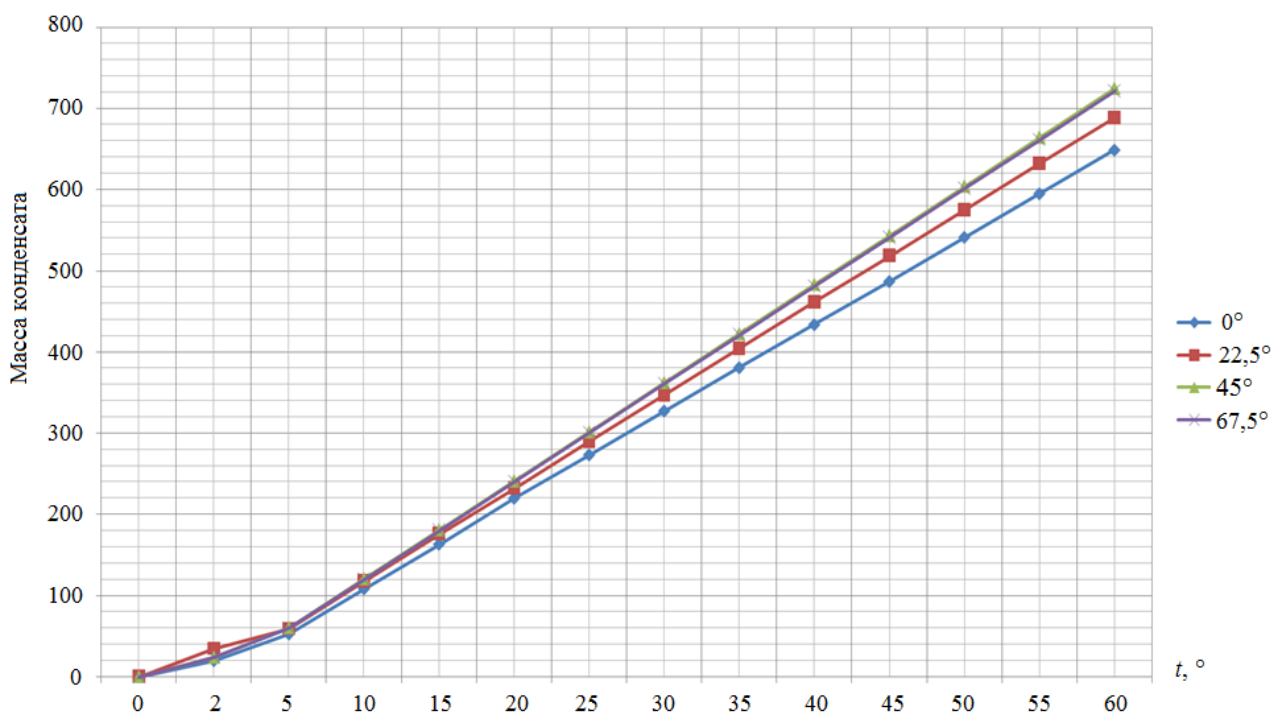


Рис. 2. Изменение массы (m) образующегося конденсата во времени (t) при различных углах наклона рабочего участка относительно горизонта

Во второй серии для снижения интенсивности переноса массы вещества из потока к стенке были проведены опыты при создании условий для объёмной конденсации паров подачей в ядро парового потока холодного воздуха.

Методика второй серии опытов отличалась от первой тем, что в ней в рабочий участок, после конфузора по ходу движения парового потока, подавался с помощью воздушного компрессора 23 холодный воздух с определенным расходом. Опыты в этой серии осуществлялись при выбранном в первой серии опытов оптимальном угле наклона, равным $22,5^\circ$ к линии горизонта. Установочные опыты показали, что объёмная конденсация в исследуемом диапазоне расхода воздуха снижает интенсивность образования конденсатных отложений, примерно, на 5-10 %. Причём с увеличением разности температур между ядром потока и стенкой рабочего участка интенсивность переноса массы вещества из потока к стенке стремится к минимуму.

Таким образом, установочные опыты показали, что эффективность предлагаемого метода объёмной конденсации в трубопроводах газоуравнительной обвязки, особенно в холодные периоды года, могут заметно снизить интенсивность образования горючих отложений при хранении в резервуарах околопредельных горючих жидкостей.

Литература

1. **Кутателадзе С.С., Леонтьев А.И.** Тепло- и массообмен и трение в турбулентном пограничном слое. М.: Энергия, 1972.
2. **Фукс Н.А.** Механика аэрозолей. Изд-во АН СССР, 1955.
3. **Амелин А.Г.** Теоретические основы образования тумана при конденсации пара. М.: Химия, 1972.
4. **Сучков В.П.** Исследование пожарной опасности паровоздушной среды в резервуарах при хранении в них керосинов и дизельного топлива: дисс. ... канд. техн. наук. М., 1977.
5. **Петров А.П., Иванов В.Г., Глухов Г.Ю.** Исследование опасности самовозгорания пирофорных отложений в резервуарах с нефтью // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. Вып. 3 (25). 2009. 4 с. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
6. **Петров А.П., Шырко С.А., Горячев С.А., Воробьев В.В., Юрьев В.И.** Пожарная опасность газоуравнительных систем резервуаров с сернистой нефтью // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. Вып. 6 (46). 2012. 5 с. <http://ipb.mos.ru/ttb>.