

УДК 614.841.412

РАЗРАБОТКА ПЕРЕНОСНОГО ПЕНОСМЕСИТЕЛЯ И СХЕМ РАССТАНОВКИ СРЕДСТВ ПЕННОГО ТУШЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В КРУПНЫХ РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ

Кулаковский Б.Л., к.т.н., доцент, Маханько В.И., Капельчук Е.В.,
Кураченко И.Ю., Борейко А.М.
Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь

e-mail: mail@kii.gov.by

Рассматриваются проблемы тушения нефтепродуктов в крупных резервуарных парках. Представлена новая конструкция переносного пеносмесителя, а также схемы расстановки средств пенного тушения с обеспечением работы шести пеногенераторов ГПС-2000 при установке насосной станции ПНС-130 на водоисточник и восьми ГПС-2000 при установке четырех автоцистерн на водоисточник.

We consider the urgency of solving the problems of quenching oil burning in large tank farms. We present a new design of a portable foam mixers, as well as a plan for the installation of fire fighting foams to support the work of a six-APR-2000 foam generators installed at the pumping station at the PNS-130 water the source and eight-APR-2000 with the installation of four tanks on the water source.

(Поступила в редакцию 14 марта 2012 г.)

ВВЕДЕНИЕ

Разработка способов и средств пенного тушения пожаров в крупных резервуарных парках и повышение их эффективности имеют существенное значение. Это обусловлено большой пожарной опасностью таких объектов, возможностью загрязнения среды обитания и причинению значительного материального ущерба. В Республике Беларусь находится свыше 10 тысяч резервуаров с нефтепродуктами.

Объемы отдельных наземных резервуаров достигают 75 тыс. м³. Резервуары устанавливают группами, что увеличивает их пожарную опасность.

В Республике Беларусь размещены также два крупных нефтеперерабатывающих завода – Мозырский и Новополоцкий НПЗ.

Пожары в резервуарных парках хранения нефти и нефтепродуктов характеризуются:

- разрывами резервуаров, вскипанием и выбросом нефтепродуктов, их разливом на большие площади;
- образованием зон боковых карманов в резервуаре в результате обрушения кровли, которые затрудняют подачу огнетушащих веществ;
- быстрым развитием и распространением огня по технологическим лоткам, канализационным и другим системам;
- образованием сильных конвекционных воздушных потоков, существенным изменением направления движения потоков продуктов горения и теплового воздействия в зависимости от метеословий.

Для подготовки пенной атаки необходимо сосредоточить у места пожара расчетное количество и обеспечить необходимый резерв пенообразователя, воды и средств пенного пожаротушения.

Для успешного тушения пожаров в резервуарных парках в гарнизонах МЧС необходимо проводить следующие мероприятия:

- создание запасов на объектах и в гарнизонах необходимого количества пенообразователя;

- быстрое сосредоточение необходимого количества сил и средств на месте пожара;
- совершенствование тактической выучки и порядка сбора личного состава;
- разработка планов тушения пожаров.

Воздушно-механическая пена средней кратности является основным средством тушения ЛВЖ и ГЖ. В настоящее время на практике могут применяться два вида подачи огнетушащей пены в резервуар:

- через слой горючего с помощью специального оборудования, расположенного в резервуаре;
- через борт резервуара с помощью пеногенераторов.

Способ введения огнетушащих пен в виде навесной струи с помощью пеногенераторов является наиболее универсальным и обладает достаточной мобильностью, что позволяет оперативно действовать в условиях динамики складывающейся обстановки. К тому же данный метод применим при разливе горящего вещества в пределах обвалования.

Основой для получения воздушно-механической пены является раствор пенообразователя с водой, качество приготовления которого существенно влияет на физико-химические свойства получаемой пены: кратность, устойчивость к разрушению, дисперсность и др. Существенную роль при этом играет экономический фактор: необходимо получить максимальный эффект от проводимых мероприятий при минимальных затратах на тушение пожара. В настоящее время стоимость пенообразователя достаточно высокая (стоимость 1 л пенообразователя отечественного производства порядка 2500-3000 белорусских рублей).

Практика тушения пожаров в резервуарах показывает, что применение мелкопроизводительных дозаторов-пеносмесителей делает тушение пожара неэффективным вследствие неодновременности подачи пены, неодинаковой продолжительности пенной атаки и низкого качества пены отдельных пеногенераторов. При этом применяется большое количество пожарных автоцистерн, установленных на различные водоисточники, подающих воду в дозаторы-пеносмесители неодновременно. В таких условиях затруднительно обеспечить синхронную подачу пены для тушения крупного резервуара.

Для получения водных растворов пенообразователей в пожарной технике применяют специальные устройства – пеносмесители.

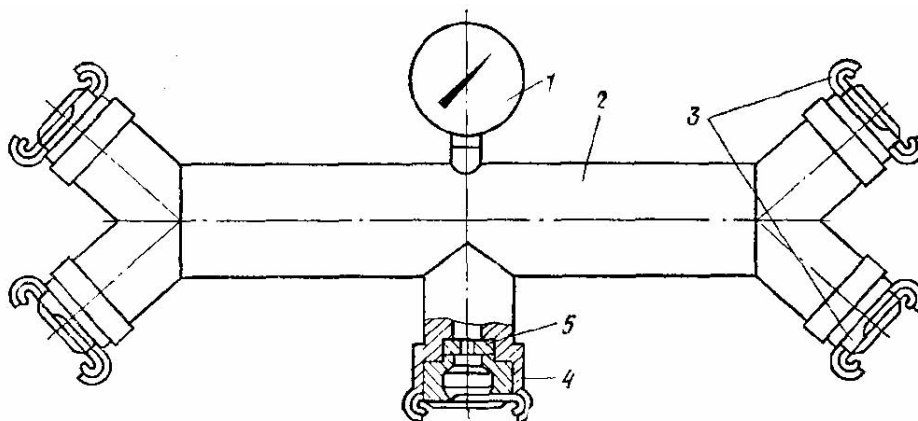
В зависимости от конструктивных особенностей пеносмесители делятся на предвключенные (установленные на пожарном насосе) и проходные (устанавливаемые на напорной линии) пеносмесители. В отдельную группу пеносмесителей можно выделить переносные дозаторы-пеносмесители, устанавливаемые на напорную или всасывающую линию.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЯЕМЫХ ДОЗАТОРОВ ПЕНОСМЕСИТЕЛЕЙ

Переносные дозаторы-пеносмесители в напорной линии предназначены для введения пенообразователя в поток воды насосом из цистерны пожарного автомобиля пенного пожаротушения. Дозаторы-смесители устанавливаются чаще всего в напорных рукавных линиях в тех случаях, когда необходимо обеспечить большие расходы пенообразующего раствора, например для питания пеноподъемников с 2 – 3 пеногенераторами ГПС-600 или одного ГПС-2000.

Переносной дозатор-пеносмеситель (рис. 1) состоит из цилиндрического корпуса 2 с соединительными головками 3 для пожарных рукавов, по которым поступает вода. Пенообразователь через вставку поступает от насоса пожарного автомобиля пенного тушения по пожарному рукаву через дозирующую шайбу 5, расположенную в приемном патрубке 4.

Насос, подающий пенообразователь, должен создавать напор на 5-30 м вод. ст. (в зависимости от температуры окружающего воздуха) выше, чем насос, подаваемый воду в дозатор-смеситель.



1 – манометр; 2 – корпус; 3 – соединительные головки; 4 – приемный патрубок; 5 – дозирующая шайба

Рисунок 1 – Переносной дозатор-пеносмеситель в напорную линию

При тушении крупных пожаров можно применять дозатор-смеситель большей производительности, разработанный и изготовленный в Командно-инженерном институте МЧС (рис. 2).

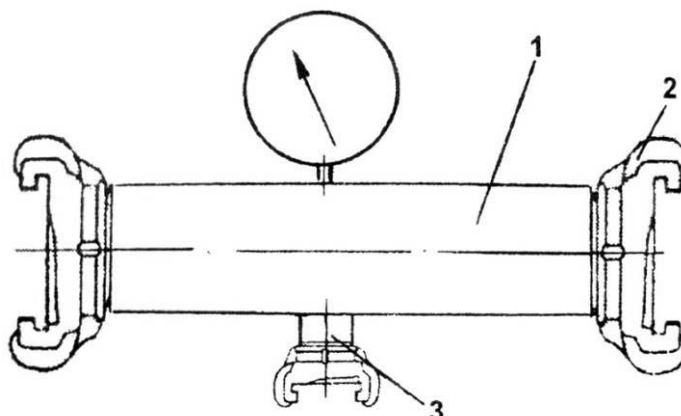


Рисунок 2 – Дозатор-смеситель большей производительности

Этот дозатор-смеситель имеет корпус-трубу 1 Ø150 мм с закрепленными на концах соединительными головками 2 такого же диаметра. Дозирующая вставка в соединительной головке 3 Ø51 мм рассчитана на работу двенадцати ГПС-600.

При подаче пенообразователя в дозатор-смеситель необходимо обеспечить напор на 0,1-0,3 МПа больше, чем на насосе автомобиля, установленном на водоисточник и подающим воду.

На базе кафедры «Пожарная аварийно-спасательная техника» ГУО «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь разработан еще один переносной дозатор-пеносмеситель, представленный на рис. 3.

Данный дозатор-смеситель состоит из патрубков подачи воды 1 Ø150 мм, патрубка 2 Ø66 мм для подачи пенообразователя в дозатор с двумя параллельно расположенными трубопроводами и дозирующими отверстиями для смешивания с водой, соединительных головок 3, перекрывного крана 4 патрубка пенообразователя, манометров 5 для контроля давления подаваемой воды и манометра 6 для контроля давления пенообразователя. Конструкция данного дозатора-смесителя сможет обеспечить подачу шести ГПС-2000 или двадцати

ГПС-600 от автомобиля ПНС-130(131). Схемы подачи пены пеногенераторами ГПС-2000 и ГПС-600 от насосной станции с применением указанного дозатора-пеносмесителя представлены на рис. 4 и 5.

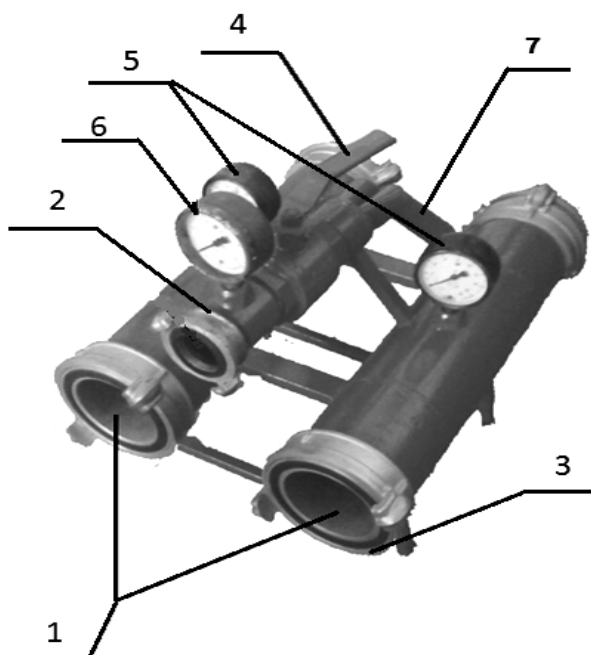
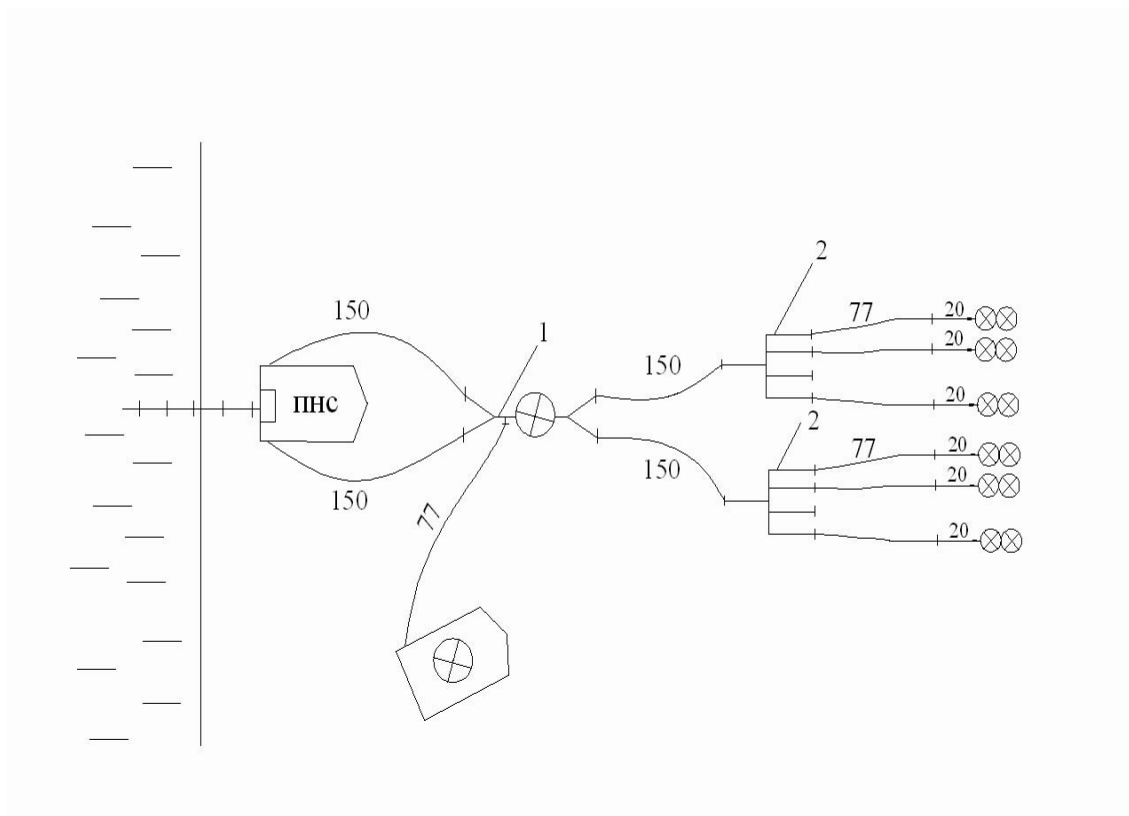
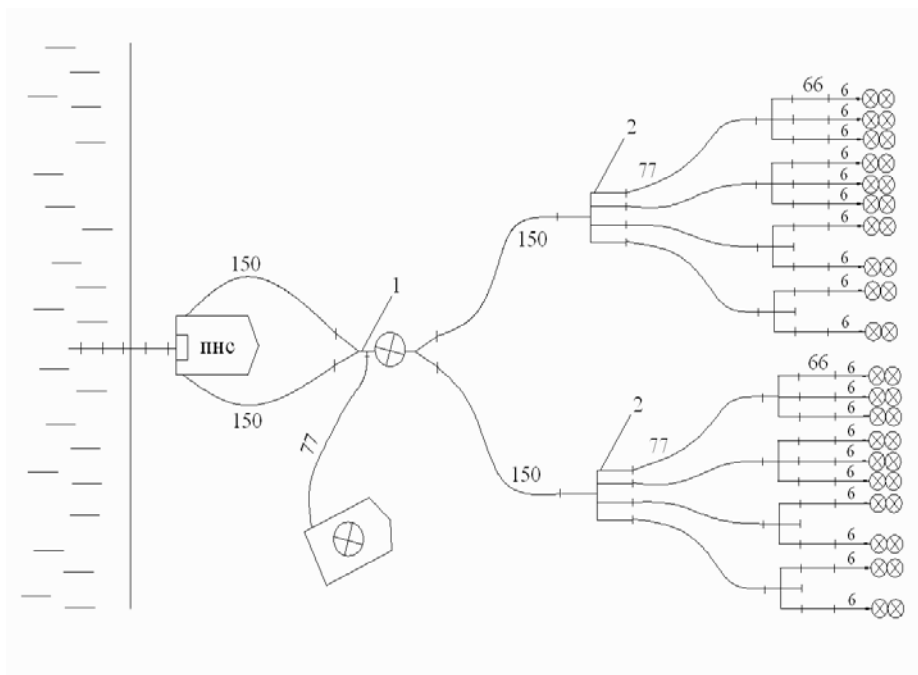


Рисунок 3 – Переносной дозатор-пеносмеситель, разработанный кафедрой ПАСТ



1 – дозатор-пеносмеситель; 2 – штатное четырехходовое разветвление

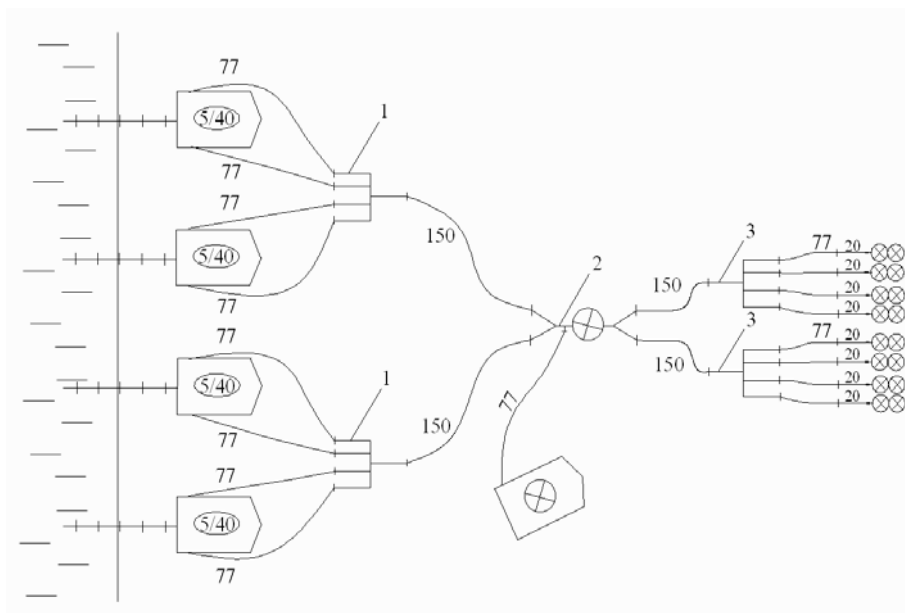
Рисунок 4 – Схема подачи пены от ПНС пеногенераторами ГПС-2000



1 – дозатор-пеносмеситель; 2 – штатное четырехходовое разветвление

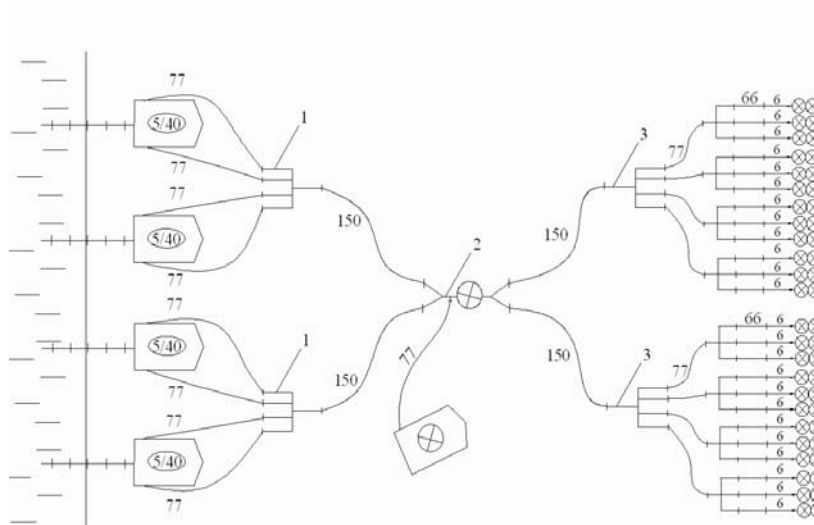
Рисунок 5 – Схема подачи пены от ПНС пеногенераторами ГПС-600

При пенном тушении можно использовать автоцистерны с подачей восьми ГПС-2000 или двадцати четырех ГПС-600. Схемы подачи пены пеногенераторами ГПС-2000 и ГПС-600 от четырех автоцистерн с применением дозатора-пеносмесителя представлены на рис. 6 и 7.



1 – четырехходовое разветвление с измененной конструкцией;
2 – дозатор-пеносмеситель; 3 – штатное четырехходовое разветвление

Рисунок 6 – Схема подачи пены от АЦ пеногенераторами ГПС-2000



1 – четырехходовое разветвление с измененной конструкцией;
2 – дозатор-пеносмеситель; 3 – штатное четырехходовое разветвление

Рисунок 7 – Схема подачи пены от АЦ пеногенераторами ГПС-600

Для использования данного дозатора-пеносмесителя с подачей в него воды от пожарных автоцистерн необходима доработка штатного четырехходового разветвления РЧ-150, находящегося на вооружении подразделений МЧС. Поскольку внутри разветвления установлены перекрывные клапаны, создающие дополнительные местные сопротивления жидкости, то для подачи воды от автоцистерн с использованием дозатора-пеносмесителя предлагается конструкция разветвлений РЧ-150 со снятыми перекрывными клапанами и вентилями, с последующей заглушкой отверстий для посадки кранов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Необходимым условием надежной подачи пены через работающие пеногенераторы является равный расход пенообразователя через дозирующие отверстия двух трубопроводов 7 (рис. 3). С целью проверки пропускной способности этих трубопроводов были выполнены расчеты определения расхода воды, а затем полученные результаты были проверены экспериментально.

Нами исследован указанный диапазон превышения давления подаваемого пенообразователя по отношению к давлению подаваемой воды с целью возможной дополнительной подачи.

Расход воды через дозирующие отверстия определяется по формуле:

$$Q = \mu \cdot S \cdot \sqrt{\frac{2P}{\rho}}, \quad (1)$$

где μ – коэффициент расхода цилиндрического насадка (трубопровода) ($\mu = 0,82$);

S – проходное сечение трубопровода ($S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot (30 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 0,71 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$);

P – давление на входе в трубопровод;

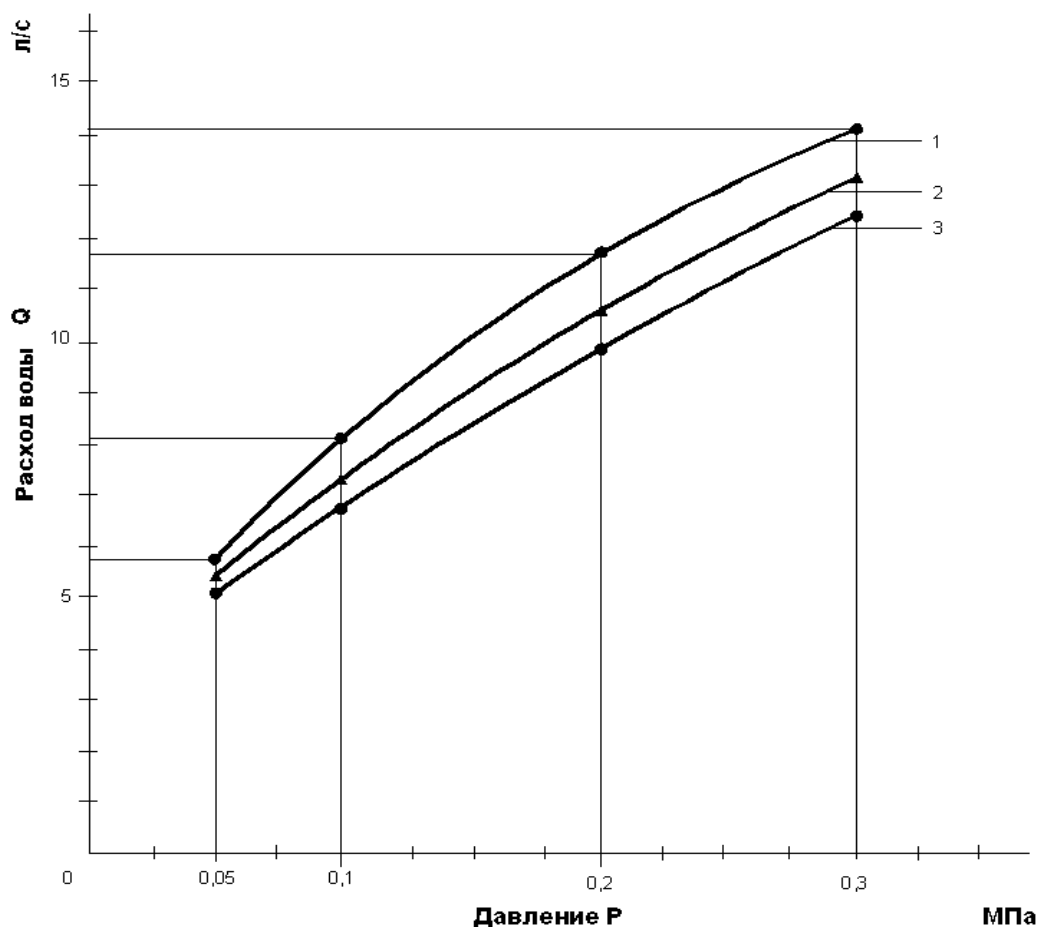
ρ – плотность жидкости; принимается такая же, как для воды, т.е. $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Расчет производился с изменением давления подаваемой воды от 0,05 МПа до 3 МПа:

- 1 – (при 0,05 МПа) – $0,0058 \text{ м}^3/\text{с} = 5,8 \text{ л/с}$;
- 2 – (при 0,1 МПа) – $0,0082 \text{ м}^3/\text{с} = 8,2 \text{ л/с}$;
- 3 – (при 0,2 МПа) – $0,0116 \text{ м}^3/\text{с} = 11,6 \text{ л/с}$;
- 4 – (при 0,3 МПа) – $0,0142 \text{ м}^3/\text{с} = 14,2 \text{ л/с}$.

Нами проведены экспериментальные исследования по определению расхода воды через дозирующие отверстия трубопроводов 7 подачи пенообразователя в патрубки 1 (рис. 3). Для этого вплотную были установлены две мерные емкости, в каждую из которых был опущен патрубок 1 с вертикальным размещением дозатора-пеносмесителя. От пожарного насоса автоцистерны подавалась вода в патрубок 2 под определенным давлением (от 0,05 до 0,3 МПа) с определением уровня заполнения каждой емкости через каждые 10 сек. Эксперимент показал равный расход воды через каждый патрубок с дозирующим отверстием.

Результаты расчетных и экспериментальных данных показаны на графике рис. 8.



1 – ■ – расчетная; 2 – ▲ – экспериментальная для мерного бака 1;
3 – ● – экспериментальная для мерного бака 2.

Рисунок 8 – Зависимость расхода воды через дозирующие отверстия пеносмесителя от давления подаваемой воды

Из полученного графика видно, что результаты расчетных данных имеют отклонения от экспериментальных в пределах 10-11 %.

Работоспособность дозатора-пеносмесителя была проверена с применением ПНС-130 и автомобиля пенного пожаротушения (АВ) (рис. 9) Минского гарнизона по схеме рис. 4.

Давление подаваемого пенообразователя от насоса АВ поддерживалось 0,7 МПа (определялось по манометру 6) (рис. 3), а подаваемой воды – 0,6 МПа (по манометру 5). В соответствии с израсходованным количеством пенообразователя 288 л и временем подачи пеннообразователя в пеносмеситель 20 сек, расход пенообразователя составил в пределах 14,4 л/с, что соответствует показателям рис. 8. Испытания показали достаточную надежность работы дозатора-пеносмесителя с подачей шести ГПС-2000 с получением пены высокого качества (рис. 10, 11).



Рисунок 9 – Испытание работоспособности дозатора-пеносмесителя

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования показали достаточную эффективность работы переносного дозатора, позволяющего выполнять пенное тушение резервуаров большой емкости с применением насосных станций и автомобиля пенного тушения.

Разработанный переносной дозатор может обеспечивать работу шести ГПС-2000 с подачей 12 м^3 в секунду пены средней кратности.



Рисунок 10 – Подача шести ГПС-2000 (1)



Рисунок 11 – Подача шести ГПС-2000 (2)

ЛИТЕРАТУРА

1. «Инструкцию по тушению пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках», Минск 2004
2. Пожарная тактика: Учебник для пожарно-техн. училищ / Я.С. Повзик, П.П. Ключ, А.М. Матвейкин. – М. : Стройиздат, 1990. – 335 с. : ил.
3. Пожарные аварийно-спасательные и специальные машины: Учебное пособие / Б.Л. Кулаковский, В.И. Маханько, А.В. Кузнецов. – 2-е изд. – Мн. : УП «Технопринт» 2004 – 382 с. : ил.