

УДК 614.841

## РАЗРАБОТКА ПЕРЕНОСНЫХ И СТАЦИОНАРНЫХ ПЕНОСМЕСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ТУШЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА БОЛЬШОЙ ПЛОЩАДИ

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

e-mail: mail@kii.gov.by

*Рассматриваются проблемы тушения нефтепродуктов на большой площади. Представлены конструкции переносных пеносмесителей с обеспечением работы пеногенераторов ГПС-600 и ГПС-2000 от автомобиля воздушно-пенного тушения и насосных станций. Предложена конструкция смесителя пенного универсального насосной установки автомобиля воздушно-пенного тушения с обеспечением работы двенадцати ГПС-2000 при установке двух насосных станций на водоисточник.*

*The problems of extinguishing of oil in a large area are considered. The design of a portable foam mixers supplying with foam generators GPS-600 and GPS-2000 from car air-foam extinguishing and pump stations has been offered. A design has been proposed for the mixer pump construction (foam, universal) of the car with air-foam extinguishing to support the work of twelve GPS-2000 with the installation of two pumping stations on the water source.*

(Поступила в редакцию 30 апреля 2013 г.)

Существующие конструкции пеносмесителей-дозаторов не обеспечивают образования раствора необходимой концентрации в течение продолжительного времени. При необходимости в подаче большого количества пеногенераторов для тушения крупного пожара существующие конструкции пеносмесителей делают схемы рукавных линий более сложными, затрудняют обеспечение синхронности, эффективной подачи пены в случае применения нескольких пеносмесителей-дозаторов.

В КИИ МЧС Республики Беларусь разработаны, изготовлены и прошли успешные испытания переносные дозаторы-пеносмесители различной производительности с применением пожарных насосных станций (ПНС).

Переносной пеносмеситель-дозатор (ППД) на один магистральный рукав от ПНС разработан в КИИ МЧС Республики Беларусь (рис. 1) и предназначен для получения раствора воды с пенообразователем при совместной работе пожарного автомобиля воздушного тушения и пожарной насосной станции ПНС-110 (131) с обеспечением подачи пены средней кратности и работы до 12 единиц ГПС-600.

ППД состоит из корпуса-трубы 1 диаметром 150 мм с закрепленными на концах соединительными головками 2 такого же диаметра. В средней части корпуса электросваркой приварен патрубок 3 диаметром 50 мм, к которому подсоединен кран 4 ДУ-50 с соединительной головкой 5.

Для выпуска воздуха при подаче пенообразователя установлен патрубок 8 диаметром 15 мм с пробковым краном ДУ-15. Напор воды и пенообразователя фиксируется двумя манометрами 6 и 7, установленными в корпусе 1 и патрубке 3.

Для приведения в действие передвижного пеносмесителя-дозатора необходимо проложить рукавные линии от насосной станции. Рукава Ø 150 мм подсоединить к корпусу-трубе 1; от пожарного автомобиля воздушно-пенного тушения рукава Ø 51 мм подсоединить к патрубку 3 с краном 4 ДУ-50. Ко второму патрубку корпуса-трубы подсоединяется рукав Ø 150 мм для подачи раствора воды с пенообразователем к пеногенераторам через 4-ходовое разветвление 150×77, рукава 77 мм и четыре 3-ходовых разветвления.

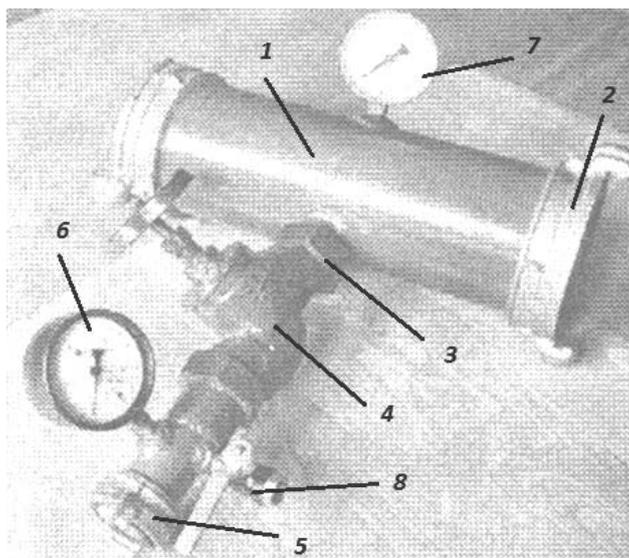


Рисунок 1 – Переносной пеносмеситель-дозатор

От насосной станции по рукавной линии Ø 150 мм подается вода через корпус-трубу с необходимым напором, определяемым манометром 7. Кран ДУ-50 на патрубке должен находиться в закрытом положении. При подаче пенообразователя насосом к пеносмесителю-дозатору необходимо выпустить воздух путем открытия пробкового крана ДУ-15. После поступления пенообразователя к пеносмесителю-дозатору пробковый кран закрывается. При достижении избыточного напора пенообразователя, определяемого вторым манометром 6 по отношению к напору воды от 0,02 до 0,3 МПа, кран 4 ДУ-50 открывается. Происходит поступление дозированного количества пенообразователя с образованием раствора необходимой концентрации.

При подаче пенообразователя в дозирующую вставку насос, подающий пенообразователь, должен создавать напор от 0,8 до 1 МПа (в зависимости от числа подключенных пеногенераторов) и всегда должен быть выше напора воды в рукавной линии. При подаче максимального количества пеногенераторов ГПС-600 (двенадцать) при 6 % растворе расход пенообразователя через дозирующее отверстие должен в пределах 4,3 л/сек.

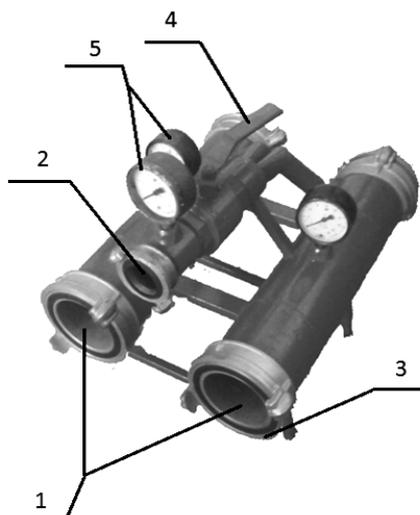
Его величина определяется по формуле:

$$Q = \mu \cdot S \cdot \sqrt{\frac{2P}{\rho}}, (m^3 / c), \quad (1)$$

где  $\mu$  – коэффициент расхода цилиндрического насадка, равный 0,82;  
 $S$  – проходное сечение дозирующего отверстия ( $\varnothing = 30 \cdot 10^{-3}$  м);  
 $P$  – давление на входе в трубопровод;  
 $\rho$  – плотность жидкости ( $kg/m^3$ ).

Если соединить вместе два указанных переносных пеносмесителя в один, то можно получить пеносмеситель большей производительности, с обеспечением работы шести пеногенераторов ГПС-2000 или двадцати ГПС-600 (рис. 2).

Данный дозатор-смеситель состоит из патрубков подачи воды 1 Ø 150 мм, патрубка 2 Ø 66 мм для подачи пенообразователя в дозатор и смешивания с водой, соединительных головок 3, перекрывного крана 4 патрубка пенообразователя, манометров 5 для контроля давления подаваемой воды и контроля давления пенообразователя. Конструкция данного дозатора-смесителя сможет обеспечить подачу шести ГПС-2000 или двадцати ГПС-600 от автомобиля ПНС-130(131).



**Рисунок 2 – Переносной дозатор-пеносмеситель, разработанный кафедрой пожарной аварийно-спасательной техники Командно-инженерного института**

Работоспособность дозатора-пеносмесителя была проверена с применением ПНС-130 и автомобиля пенного пожаротушения Минского гарнизона. Испытания показали достаточную надежность дозатора-пеносмесителя с подачей 6-ти ГПС-2000 (рис. 3).



**Рисунок 3 – Подача пены с применением шести ГПС-2000**

Следующей задачей решения проблемы тушения нефтепродуктов на большой площади является повышение производительности пеносмесителя пенного переносного с подачей раствора воды и пенообразователя до 233 л/с, обеспечивая работу пеногенераторов с общей подачей пены 24 м<sup>3</sup>/с и возможностью подачи воды от насосных станций с



трубопроводы 1 служит приемный патрубок 3 с соединительной головкой 4 Ø 77 мм. До момента создания необходимого давления подача пенообразователя перекрывается краном 5, который крепится к коллектору 6 с заглушкой в торцевой части. В боковой поверхности коллектора 6 просверлены четыре дозирующих отверстия и приварены патрубки 7 соединяющие коллектор 6 с трубопроводами 1. В приемном патрубке 3 выполнено отверстие с резьбой, в которое вваривается кран 8 для выпуска воздуха до момента поступления пенообразователя к приемному патрубку. Для определения давления воды в трубопроводах 1 служат манометры 9 и в приемном патрубке пенообразователя – манометр 10.

Для обеспечения прочности конструкции, удобства переноски и устойчивости при работе выполнены стойки 11, пластины 12 и основание 13.

Принцип работы смесителя при максимальной его производительности заключается в следующем.

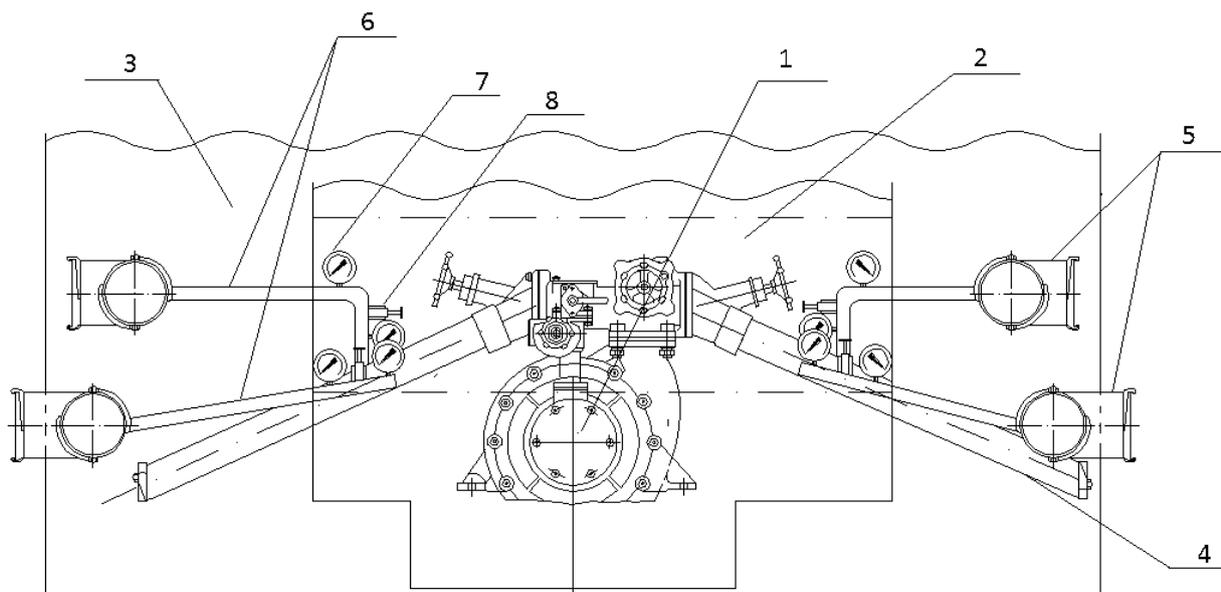
При закрытом кране 5 вода подается с расходом 220 л/с от двух насосных станций ПНС-110(131А) по четырем рукавным линиям Ø 150 мм в трубопроводы 1 смесителя и далее к пеногенераторам под давлением 0,5-0,7 МПа, которое определяется по манометрам. При подаче пенообразователя от автомобиля воздушно-пенного тушения (АВ) открывается кран 8 для выпуска воздуха и поступления пенообразователя в приемный патрубок. Для образования 6 % раствора пенообразователя с водой необходимо обеспечить превышение давления подаваемого пенообразователя с расходом 13,6 л/с под давлением воды в пределах 0,1 МПа, после чего открывается кран 5.

Определение проходного сечения и диаметра дозирующей вставки в четырех патрубках выполняется по формуле (1).

К главному недостатку в работе вышеуказанных переносных пеносмесителей следует отнести их отдаленное размещение от автомобиля воздушно-пенного тушения, что затрудняет создание необходимой концентрации раствора для работы пеногенераторов и получения качественной пены. Поэтому с целью повышения производительности стационарного пеносмесителя пожарного насоса ПС-5 автомобиля воздушно-пенного тушения 3 выполнена дополнительная конструкция, (рис. 5) позволяющая обеспечивать работу 40 ГПС-600 или 12 ГПС-2000 с подачей воды к АВ от ПНС. Эта универсальная конструкция в насосном отсеке 2 предусматривает использование стационарного пеносмесителя ПС-5 и способна работать как при самостоятельной подаче раствора воды с пенообразователем с применением стационарного пеносмесителя ПС-5 АВ с установкой его на водоисточник, так и с применением пожарных насосных станций.

При сравнительно малой площади горения нефтепродуктов применяется пеносмеситель ПС-5 пожарного насоса ПН-40 с подачей от одного до пяти ГПС-600 и получением пены от 0,6 до 3 м<sup>3</sup>/с. При необходимости тушения более крупного пожара ГСМ можно применять предлагаемый смеситель пенный универсальный с подачей от пожарного насоса ПН-40 пенообразователя по трубопроводам через дозирующие вставки в четыре отвода диаметром 150 мм подачи воды от насосных станций с обеспечением работы соответственно 6, 12, 18 и 24 м<sup>3</sup>/с.

Указанная задача осуществляется тем, что в напорные патрубки 4 пожарного насоса 1 вварены четыре трубопровода 6 диаметром 40 мм, каждый из которых соединен с отводом 5 диаметром 150 мм, на концах которых ввернуты соединительные головки для подсоединения пожарных рукавов подачи воды от насосных станций с одной стороны и с другой стороны подачи раствора воды с пенообразователем в пеногенераторы. На каждом трубопроводе 6 установлены дозирующая шайба, шаровой кран 8 и манометр 7 со стороны отвода 5. На пожарном насосе 1 установлен штатный стационарный пеносмеситель ПС-5.



**Рисунок 5 – Универсальный стационарный пеносмеситель насосной установки автомобиля воздушно-пенного тушения**

Принцип работы смесителя заключается в следующем.

При работе пеносмесителя ПС-5 необходимо установить пожарный насос 1 на водоисточник и включить в работу стационарный пеносмеситель в зависимости от количества подаваемых пеногенераторов ГПС-600 в диапазоне от одного до пяти (дозатор устанавливается на соответствующем делении 1-5). При этом пожарный насос забирает воду из водоисточника, пеносмеситель подает дозированное количество пенообразователя в насос и полученный 6 % раствор воды с пенообразователем через напорные патрубки 4 поступает на пожар по рукавам к пеногенераторам. При этом шаровые краны 8 должны быть закрыты.

Наряду с использованием прототипа ПС-5 для подачи пены, предлагаемая конструкция позволяет подавать большое количество пеногенераторов следующим образом.

Необходимо открыть задвижку трубопровода подачи пенообразователя из цистерны в насос для его заполнения. На конце напорных патрубков 4 установить заглушки. К отводам 5 подсоединить напорные рукава диаметром 150 мм для подачи воды от насосных станций ПНС-110(131) и с другой стороны – для подачи раствора воды с пенообразователем к пеногенераторам. При подаче воды от насосных станций по моновакууметру 7 определяется давление подаваемой воды в каждом отводе 5. Путем изменения частоты вращения рабочего колеса пожарного насоса 1 создается давление пенообразователя в напорных патрубках 4 и трубопроводах 6 на 0,1 МПа больше, чем давление подаваемой воды от насосных станций. Создав необходимый подпор пенообразователя через дозирующие отверстия трубопроводов 6, пенообразователь поступает в отводы 5, где смешивается с водой, образуя 6 % раствор с подачей его по пожарным рукавам диаметром 150 мм к пеногенераторам.

В зависимости от количества подаваемых пеногенераторов – десяти ГПС-600 или трех ГПС-2000 – открывается один шаровой кран 8 и при соответственном увеличении указанных дополнительных пеногенераторов необходимо открывать последовательно шаровые краны 8 с возможным максимальным вводом в работу 40 ГПС-600 или 12 ГПС-2000.

Расчетный расход огнетушащего вещества через дозирующую вставку составляет 6 % от общего расхода воды, т. е.  $Q = 3,61$  л/с.

Общее количество подаваемого раствора воды с пенообразователем при полной производительности смесителя составляет 231,4 л/с, что обеспечивает работу сорока пеногенераторов ГПС-600 или двенадцати ГПС-2000 с общей подачей пены  $24$  м<sup>3</sup>/с.

Таким образом, предложенный смеситель пенный универсальный насосной установки автомобиля воздушно-пенного тушения позволяет обеспечивать самостоятельную подачу пены как при установке автомобиля на водоисточник с работой до 5-ти пеногенераторов ГПС-600 от стационарного пеносмесителя ПС-5, так и с подачей воды от двух насосных станций и нормированного количества пенообразователя пожарным насосом автомобиля воздушно-пенного тушения через дозирующие отверстия с получением раствора требуемой концентрации. Тем самым обеспечивается синхронная одновременная подача пены через большое количество вводимых пеногенераторов для тушения горящих нефтепродуктов в резервуарах большой емкости.

По результатам настоящей работы можно сделать следующие выводы:

1. Анализ стационарных и переносных пеносмесителей, находящихся на вооружении органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям показывает, что при возникновении пожаров нефтепродуктов в крупных резервуарах (20 тыс. м<sup>3</sup> и более) возникают определенные проблемы по вводу пеногенераторов и синхронной подаче пены в необходимом количестве для обеспечения успешной пенной атаки. Малопроизводительные пеносмесители не позволяют одновременно готовить раствор воды и пенообразователя, так как огнетушащие вещества подаются разрозненно от многих пожарных автомобилей.

2. Предлагаемые переносные и стационарные пеносмесители повышенной производительности обеспечивают централизованную подготовку и подачу раствора воды и пенообразователя к пеногенерирующим устройствам, одновременную успешную пенную атаку с минимизацией расхода пенообразователя.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кулаковский, Б.Л. Пожарно-техническое и аварийно-спасательное оборудование. Часть 2/ Б.Л. Кулаковский, В.И. Маханько, С.Л. Томчук– Минск: – Респ. Центр сертификации и экспертизы лицензируемых видов деятельности МЧС Республики Беларусь. – 2010. – с. 76.
2. Кулаковский, Б.Л. Пожарные аварийно-спасательные и специальные машины/ Б.Л. Кулаковский, В.И. Маханько, А.В. Кузнецов– Мн.: УП «Технопринт», 2003. – с. 83.
3. Патент Республики Беларусь на полезную модель № 8818. Смеситель пенный переносной для тушения пожаров в крупных резервуарных парках /Б.Л. Кулаковский, В.И. Маханько, И.А. Кураченко. Зарегестр. 2012.09.17.