

**И. К. БАКИРОВ,** канд. техн. наук, доцент кафедры пожарной и промышленной безопасности, Уфимский государственный нефтяной технический университет (Россия, Республика Башкортостан, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1; e-mail: bakirovirek@bk.ru)

**Е. Ю. ЧЕЛЕКОВА,** канд. техн. наук, доцент кафедры комплексной безопасности в строительстве, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; e-mail: kiara\_lion@mail.ru)

УДК 614.841.3(470.57)

## УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПОЖАРНЫЙ СТВОЛ

Рассмотрено изобретение – универсальный пожарный ствол для тушения пожаров подачей пены в резервуары с нефтепродуктами. Обозначена главная особенность данного изобретения – разделение потоков пожарной пены по кратности, дающее возможность использовать при тушении пожаров пену низкой и средней кратности, подаваемую с мобильной пожарной техники, без замены пожарных стволов, закрепленных на наконечнике стрелы подъемника пены. Выявлено, что тем самым сокращается время развития горения и повышается общая эффективность ликвидации пожара. Описано техническое усовершенствование универсального пожарного ствола, состоящее в дистанционном переключении режимов работы ствола на пульте управления, установленном в отсеке управления пожарным насосом, а также удлинение патрубков, что позволяет увеличить компактность струи и уменьшить турбулентность потока пенного раствора.

**Ключевые слова:** ликвидация пожара; нефтепродукт; опасные факторы пожара; пена; пожар; пожарная безопасность; пожарный ствол; резервуар; силы и средства пожарной охраны.

**DOI:** 10.18322/PVB.2018.27.01.69-76

### Введение

Нефтяная промышленность играет большую роль в мировой экономике и международной торговле. На сегодняшний день Россия — один из крупнейших экспортеров нефти на мировом рынке. Нефтяная отрасль, являясь важнейшей составляющей социально-экономического направления развития России, способствует также развитию и других отраслей.

Наряду с этим объекты нефтегазового комплекса относятся к наиболее пожароопасным объектам. С одной стороны, внедрение новых современных конструкций технологического оборудования, повышение его надежности, автоматизация технологических процессов, применение инновационных автоматизированных систем обнаружения и тушения пожаров содействуют снижению уровня пожарной опасности в нефтяной промышленности [1]. С другой стороны, рост количества и размеров резервуарных парков, а также других производственных сооружений, повышение производительности, увеличение количества технологических процессов повышают вероятность возникновения пожаров и масштабы их последствий [2–4].

Высокая пожароопасность этих объектов обусловлена тем, что в резервуарах, предназначенных для хранения легковоспламеняющихся и горючих

жидкостей, сосредоточено значительное количество (исчисляемое порой сотнями тысяч тонн) пожароопасных жидкостей [5–7]. Поэтому пожары в резервуарных парках бывают самыми крупными и тяжелыми и наносят огромный ущерб действующим предприятиям [8–10].

Возникновение пожара в резервуаре зависит от следующих факторов: наличия источника зажигания, свойств горючей жидкости, конструктивных особенностей резервуара, наличия взрывоопасных концентраций внутри его и снаружи [11–13].

Пожар в резервуаре в большинстве случаев начинается со взрыва паровоздушной смеси. При этом даже в начальной стадии горение нефти и нефтепродуктов в нем может сопровождаться мощным тепловым излучением в окружающую среду, а высота светящейся части пламени составлять 1–2 диаметра горящего резервуара. Факельное горение может возникнуть на дыхательной арматуре, в местах соединения пенных камер со стенками резервуара, других отверстиях или трещинах в крыше или стенке резервуара. Если при факельном горении наблюдается черный дым и красное пламя, то это свидетельствует о высокой концентрации паров горючего в объеме резервуара. В этом случае опасность взрыва незначительна. Сине-зеленое факельное горение без дымообразования свидетельствует о том, что кон-

центрация паров продукта в резервуаре близка к области воспламенения и существует реальная опасность взрыва. При пожаре в резервуаре с плавающей крышей возможно образование локальных очагов горения в зоне уплотняющего затвора, в местах скопления горючей жидкости на плавающей крыше [14–16].

Вокруг резервуаров по правилам обустраивают обвалование. Причинами возникновения пожара в обваловании резервуаров может быть перелив хранящегося продукта, нарушение герметичности резервуара, задвижек, фланцевых соединений, наличие пропитанной нефтепродуктом теплоизоляции на трубопроводах и резервуарах [17–19].

Вся техника во время ликвидации возгораний в резервуарных парках и снижения температуры хранящихся веществ должна находиться за обвалованием емкостей [20].

Основным средством тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах является воздушно-механическая пена средней и низкой кратности, подаваемая на поверхность горючей жидкости.

В настоящее время в практике работы пожарной охраны применяются в основном три приема подачи огнетушащих пен в резервуары:

- через слой горючего с помощью специального оборудования резервуара;
- через борт резервуара в виде навесной струи с помощью пенных стволов, пеносливов и гидромониторов;
- под слой горючего в основание резервуара;
- комбинированный способ [21].

Пожары в резервуарах и резервуарных парках носят затяжной характер и крайне опасны, поскольку они характеризуются выбросами нефти и нефтепродуктов, а также высокой вероятностью возникновения взрывов. Часто, когда кажется, что пожар ликвидирован, происходит выброс нефтепродукта и горение возобновляется. Во избежание возобновления горения пожарные подразделения при тушении пожаров в резервуарах подают пену низкой кратности непосредственно в слой горючего нефтепродукта для его охлаждения, а сверху покрывают его слоем среднекратной пены для изолирования. Такая тактика тушения исключает возможность выброса нефтепродукта. Однако для этого пожарным подразделениям необходимо производить замену пожарных стволов, закрепленных на наконечнике стрелы пеноподъемника, и тратить время, давая возможность развиться горению и снижая тем самым общую эффективность ликвидации пожара.

Исходя из проведенного анализа целью нашей работы является модернизация существующей установки комбинированного тушения пожаров (УКТП) "Пурга". Для этого необходимо в конструкцию уста-

новки внести изменения, касающиеся ее структуры и технических характеристик.

### Аналитический раздел

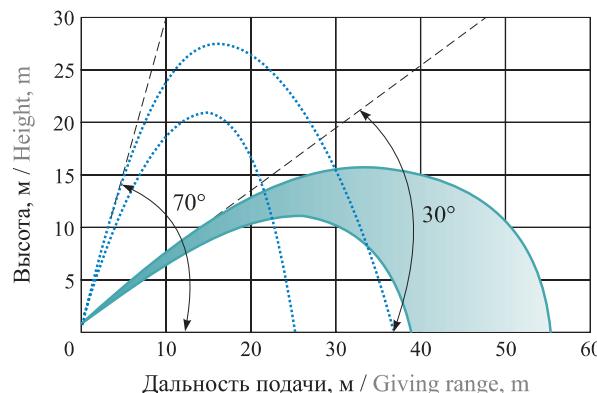
Многолетняя практика тушения пожаров показывает, что тушение пожаров в нефтегазовой отрасли не обходится без передвижной пожарной техники. Передвижная пожарная техника оснащена подъемным механизмом — стрелой, способной доставлять раствор пенообразователя на большую высоту. Тушение резервуара с помощью пеноподъемника, несмотря на современные системы пожаротушения, остается самым эффективным.

Пожарный пеноподъемник оснащается УКТП "Пурга-20.40.60" (УКТП "Пурга-10.20.30"), гребенкой с четырьмя ГПС-2000М, которые позволяют создавать пену низкой и средней кратности и подавать ее на слой горящей жидкости. Растекаясь по поверхности, пена охлаждает нефтепродукт и создает защитную пленку, препятствуя доступу воздуха в зону горения. После образования на поверхности однородного слоя пены (до 10 см) горение прекращается. Сохранение этого слоя в течение 2–3 ч исключает возможность повторного воспламенения.



**Рис. 1.** Установка комбинированного тушения пожаров "Пурга-20.40.60"

Fig. 1. Installation of the combined suppression of the fires of "Purga-20.40.60"



**Рис. 2.** Радиус действия УКТП "Пурга-20.40.60" (144000 л/мин при 0,8 МПа)

Fig. 2. Radius of action of "Purga-20.40.60" (144000 l/min at 0,8 MPa)

УКТП “Пурга-20.40.60” (рис. 1) предназначена для получения воздушно-механической пены средней кратности с повышенной дальностью подачи (рис. 2). Установка используется для тушения пожаров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.

Преимуществом данной установки является высокий расход пены, а недостатками — низкая маневренность и потеря времени за счет смены стволов на подачу пены низкой кратности.

### Решение проблемы

Для решения одной из поставленных задач предлагается к внедрению универсальный пожарный ствол “Пурга-73Д” (рис. 3) на основе уже существующей установки комбинированного тушения пожара “Пурга-20.40.60”. Пожарный ствол “Пурга-73Д” дает возможность использовать при тушении пожаров пену низкой и средней кратности, подаваемую с мобильной пожарной техники.

Разработанный пожарный ствол имеет систему разделения потоков пенного раствора. Система способна переключаться с комбинированного режима с подачей пены средней кратности и пены низкой кратности одновременно (как на оригинальной УКТП “Пурга-20.40.60”) на режим, при котором осуществляется подача лишь пены низкой кратности через воздушно-пенный ствол (СВП).

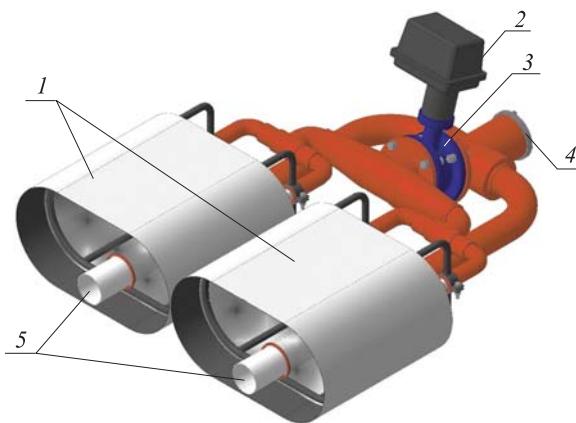
При применении данного универсального пожарного ствола отпадает необходимость в использовании стволов для подачи пены низкой кратности на отдельном пеноподъемнике, когда того требует обстановка на пожаре.

Главным усовершенствованием универсального пожарного ствола является возможность дистанционного переключения режимов работы ствола на пульте управления, установленном в отсеке управления пожарным насосом. Кроме того, за счет удлинения патрубков, ведущих к СВП, и плавного угла по сравнению с оригинальной “Пургой” увеличивается компактность струи и уменьшается турбулентность потока пенного раствора.

Переход в режим подачи через СВП пены низкой кратности осуществляется посредством шарового крана с электроприводом, который перекрывает подачу пенного раствора в форсунки для пены средней кратности, повышая тем самым давление в СВП, что дает увеличение дальности полета струи до полутора раз. Сам электропривод защищен по стандарту IP 67, что означает полную защиту от попадания пыли и брызг и выдержку погружения на глубину до 1 м.

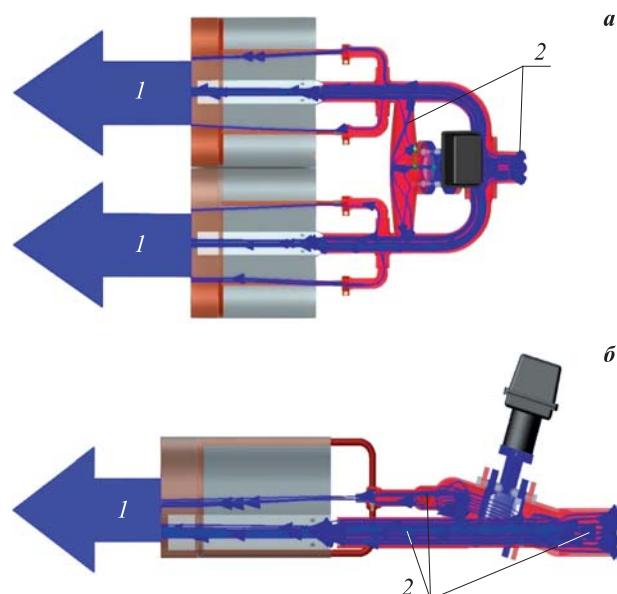
В режиме разделения потока пенный раствор движется по всем патрубкам, при этом из воздушно-пенного ствола выходит пена низкой кратности, а из генератора-монитора УКТП “Пурга” — пена

средней кратности. Пена низкой кратности обеспечивает увеличение дальности подачи струи, а пена средней кратности — эффективность тушения пожара. Схема движения потоков огнетушащего вещества при открытой задвижке шарового крана показана на рис. 4.



**Рис. 3.** Конструкция универсального пожарного ствола, разделяющего поток пожарной пены по кратности: 1 — ствол, сконструированный на базе установки “Пурга-60”; 2 — электропривод; 3 — шаровой кран; 4 — соединительная головка; 5 — воздушно-пенные стволы

**Fig. 3.** Design of the universal fire trunk dividing a stream of fire foam on frequency rate: 1 — trunk designed on the basis of “Purga-60” installation; 2 — electric drive; 3 — spherical crane; 4 — connecting head; 5 — air and foamy trunks



**Рис. 4.** Схема движения потоков ОТВ при режиме подачи с получением пены средней кратности с повышенной дальностью подачи струи: а — вид сверху; б — вид сбоку; 1 — пена средней кратности; 2 — раствор пенообразователя

**Fig. 4.** The scheme of driving of streams of fire extinguishing substance at the giving mode with receiving foam of average frequency rate with the increased range of giving of a stream: a — top view; b — side view; 1 — foam of average frequency rate; 2 — solution of foamer



**Рис. 5.** Схема установки ствола “Пурга-73Д” и управления им с передвижной мобильной техники: 1 — пульт управления; 2 — электропривод; 3 — универсальный ствол с сервоприводом

**Fig. 5.** The scheme of installation of a trunk “Purga-73D” and managements from moveable mobile technique is submitted to them: 1 — operating console; 2 — electric drive; 3 — universal trunk with the servo-driver

Дистанционное управление универсальным пожарным стволом “Пурга-73Д” осуществляется тумблером для переключения шарового крана, установленным в отсеке управления пожарным насосом. Электрокабель идет по пеноподъемнику наверх, к пожарному стволу, закрепленному на специальном креплении наконечника стрелы. Схема установки ствола “Пурга-73Д” и управления им с передвижной мобильной техники приведена на рис. 5.

В таблице представлено сравнение технических характеристик установки комбинированного тушения пожаров “Пурга-60” и разрабатываемого универсального пожарного ствола.

Рассмотрим тушение пожара в резервуарах РВС-5000 № 272 и 273 на производственной площадке филиала ПАО АНК “Башнефть” “Башнефть-УНПЗ” в товарном производстве группы перекачки бензина.

Определяем требуемый расход пенообразователя  $Q_{\text{тр}}^{\text{тущ}}$  (л/с) для тушения “зеркала” резервуара:

$$Q_{\text{тр}}^{\text{тущ}} = S_{\text{n}} I_{\text{тр}}^{\text{тущ}} = 416 \cdot 0,05 = 20,8, \quad (1)$$

где  $S_{\text{n}}$  — площадь “зеркала” резервуара, м<sup>2</sup>;

$I_{\text{тр}}^{\text{тущ}}$  — интенсивность подачи пенообразователя согласно справочнику РТП, л/(м<sup>2</sup>·с).

Рассчитываем количество универсальных пожарных стволов “Пурга-73Д” для тушения “зеркала” резервуара пеной средней кратности:

$$N_{\text{тущ}}^{\text{тущ}}_{\text{Пурга-73Д}} = \frac{Q_{\text{тр}}^{\text{тущ}}}{q_{\text{стv}}} = \frac{20,8}{73,2} = 0,28 \approx 1, \quad (2)$$

Сравнение технических характеристик пожарных стволов, используемых при тушении резервуаров нефтепродуктов и других объектов нефтегазовой отрасли

Comparison of principal specifications of the fire trunks used at suppression of tanks of oil products and other objects of oil and gas branch

Техническая характеристика ствола Principal specification of a trunk	Пурга-60 Purga-60	Универсальный пожарный ствол The universal fire trunk
Производительность, л/с Efficiency, l/s	60	73,2
Давление на входе, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) Inlet pressure, MPa (kgs/cm <sup>2</sup> )	0,8 (8)	0,8(8)
Расход пенообразователя, л/с Consumption of foaming agent, l/s	3,6	4,4
Производительность по воде, л/с Efficiency on water, l/s	56,4	68,8
Подача пены низкой кратности Supply of foam of low frequency rate	Нет No	Да Yes
Подача пены средней кратности Supply of foam of average frequency rate	Да Yes	Да Yes

где  $q_{\text{стv}}$  — расход универсального пожарного ствола, л/с.

В случае горения двух резервуаров нам необходимо 2 ствола “Пурга-73Д”.

Определяем общее количество пенообразователя  $W_{\text{тр}}^{\text{ПО}}$  (л), необходимое для тушения пожара в резервуаре:

$$W_{\text{тр}}^{\text{ПО}} = (N_{\text{Пурга-73Д}}^{\text{тущ}} q_{\text{стv}}) \cdot 0,06 \cdot 60 \tau_p k_3 = (2 \cdot 73,2) \cdot 0,06 \cdot 60 \cdot 15 \cdot 3 = 23717, \quad (3)$$

где  $\tau_p$  — расчетное время подачи огнетушащего вещества на тушение пожара в резервуарном парке, с;

$k_3$  — коэффициент разрушения пены.

Вычисляем требуемый расход воды для охлаждения горящего резервуара  $Q_{\text{тр}}^{\text{охл.гор}}$  (л/с):

$$Q_{\text{тр}}^{\text{охл.гор}} = PI_{\text{тр}}^{\text{охл.гор}} = 72 \cdot 0,8 = 57,6, \quad (4)$$

где  $P$  — периметр “зеркала” резервуара, м;

$I_{\text{тр}}^{\text{охл.гор}}$  — интенсивность подачи воды на охлаждение резервуара при горении в обваловании;  
 $I_{\text{тр}}^{\text{охл.гор}} = 0,8 \text{ л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ .

Определяем требуемый расход воды для охлаждения соседнего резервуара  $Q_{tp}^{охл.сос}$  (л/с):

$$Q_{tp}^{охл.сос} = \frac{P}{2} I_{tp}^{охл.сос} = \frac{72}{2} \cdot 0,3 = 10,8, \quad (5)$$

где  $I_{tp}^{охл.сос}$  — интенсивность подачи воды на охлаждение соседнего резервуара;  $I_{tp}^{охл.сос} = 0,3 \text{ л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ .

Устанавливаем количество стволов ЛС-П20У, требуемое для охлаждения горящего резервуара РВС-5000:

$$N_{ств}^{охл.гор} = \frac{Q_{tp}^{охл.гор}}{q_{ств}} = \frac{57,6}{20} = 2,88 \approx 3. \quad (6)$$

Поскольку горели 2 резервуара РВС-5000, для их охлаждения принимаем 6 стволов ЛСП-20У.

Определяем количество стволов ЛС-П20У, необходимое для охлаждения соседних резервуаров, находящихся на удалении от горящего, составляющим не более двух минимальных расстояний между резервуарами (в нашем случае между двумя резервуарами):

$$N_{ств}^{охл.сос} = \frac{Q_{tp}^{охл.сос}}{q_{ств}} = \frac{10,8}{20} = 0,54 \approx 1. \quad (7)$$

В ходе практических испытаний, проведенных на базе ПЧ-11 ФКУ “1-й отряд ФПС ГПС по РБ (договорной)”, установлено, что время замены пожарного ствола “Пурга-60” в дневное время и не в условиях пожара составляет 5,1 мин. С учетом возможности сложной обстановки на пожаре на основе экспертной оценки данное время может увеличиваться в 1,5–2 раза. Это означает, что время подачи ОТВ в очаг горения и время ликвидации пожара будут

также больше, так как время свободного развития пожара из-за потерь времени на замену ствола увеличится, и его сложнее будет потушить. Предлагаемый пожарный ствол не будет требовать замены ствола для подачи пены другой кратности в очаг пожара.

К сожалению, в методике расчета сил и средств не учитывается время на замену пожарного ствола, если необходимо подавать в очаг пожара пену низкой кратности после подачи пены средней кратности. Считаем это недостатком расчетного метода, так как практика тушения пожара часто требует этого тактического решения в случае тушения объектов нефтегазовой отрасли.

### Заключение

Таким образом, в результате проведенной работы была модернизирована установка комбинированного тушения пожаров “Пурга”. В частности, путем изменения конструкции установки был увеличен расход пены, подаваемой пеногенератором, а также сокращено время применения ствола низкой кратности, увеличена компактность струи и уменьшена турбулентность потока пенного раствора. Во время ликвидации горения в резервуарном парке был применен универсальный пожарный ствол, разделяющий поток пожарной пены по кратности, с улучшенными характеристиками. На примере конкретного пожара показано, что ликвидация горения в двух резервуарах при использовании предлагаемого универсального пожарного ствола может происходить одновременно, при этом улучшаются показатели по тушению и локализации пожара.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков О. М., Проскуряков Г. А. Пожарная безопасность на предприятиях транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов. — М. : Недра, 1981. — 256 с.
2. Кругляков П. М., Ексерова Д. Р. Пена и пенные пленки. — М. : Химия, 1990. — 432 с.
3. Шароварников А. Ф., Шароварников С. А. Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав. Свойства. Применение. — М. : Пожнauка, 2005. — 335 с.
4. Polandov Yu., Korolchenko A., Dobrikov S. Gas explosion in a room with a window and passage to an adjacent room // MATEC Web of Conferences. — 2016. — Vol. 86. — Art. no. 04031. DOI: 10.1051/matecconf/20168604031.
5. Корольченко Д. А., Дегаев Е. Н., Шароварников А. Ф. Горение гептана в модельном резервуаре // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2015. — Т. 24, № 2. — С. 67–70.
6. Korolchenko D., Tusnin A., Trushin S., Korolchenko A. Physical parameters of high expansion foam used for fire suppression in high-rise buildings // International Journal of Applied Engineering Research. — 2015. — Vol. 10, Issue 21. — P. 42541–42548.
7. Маркеев В. А., Воевода С. С., Корольченко Д. А. Противопожарная защита объектов резервуарного парка ОАО “НК “Роснефть” // Нефтяное хозяйство. — 2006. — № 9. — С. 83–85.
8. Безродный И. Ф., Гилетич А. Н., Меркулов В. А., Молчанов В. П., Швырков А. Н. Тушение нефти и нефтепродуктов : пособие. — М. : ВНИИПО, 1996. — 216 с.
9. Korolchenko D. A., Sharovarnikov A. F., Byakov A. V. The analysis of oil suppression by aqueous film forming foam through a gas-salt layer of water // Advanced Materials Research. — 2014. — Vol. 1073-1076. — P. 2353–2357. DOI: 10.4028/www.scientific.net/amr.1073-1076.2353.

10. Дегаев Е. Н., Корольченко Д. А., Шароварников А. Ф. Влияние кратности на основные параметры процесса тушения углеводородов // Проблемы техносферной безопасности–2015 : материалы 4-й Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. — М. : Академия ГПС МЧС России, 2015. — С. 24–28.
11. Korolchenko D. A., Degaev E. N., Sharovarnikov A. F. Dependence of fire extinguishing efficacy of low expansion foams solutions homology sodium sulfate on the molecular weight of the surface-active substances // 2<sup>nd</sup> International Conference on Material Engineering and Application (ICMEA 2015). — Lancaster : DEStech Publications, Inc., 2015. — P. 23–27.
12. Lyapin A., Korolchenko A., Meshalkin E. Analysis of causes of combustible mixture explosions inside production floor areas // MATEC Web of Conferences. — 2016. — Vol. 86. — Art. no. 04030. DOI: 10.1051/matecconf/20168604030.
13. Ranjbar H., Shahraki B. H. Effect of aqueous film-forming foams on the evaporation rate of hydrocarbon fuels // Chemical Engineering and Technology. — 2013. — Vol. 36, Issue 2. — P. 295–299. DOI: 10.1002/ceat.201200401.
14. Kovalchuk N. M., Trybala A., Starov V., Matar O., Ivanova N. Fluoro- vs hydrocarbon surfactants: Why do they differ in wetting performance? // Advances in Colloid and Interface Science. — 2014. — Vol. 210. — P. 65–71. DOI: 10.1016/j.cis.2014.04.003.
15. Лукьянов А. М., Корольченко Д. А., Азапов А. Г. О пожароопасности древесины при возведении мостов // Мир транспорта. — 2012. — Т. 10, № 4(42). — С. 158–162.
16. Корольченко Д. А. Влияние времени свободного горения нефтепродуктов на огнетушащую эффективность пены, полученной из растворов углеводородных пенообразователей // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. — 2017. — № 1. — С. 31–39.
17. Швырков С. А. Концепция оценки пожарного риска при разрушении нефтяных резервуаров // Технологии техносферной безопасности. — 2012. — № 6(46). — 11 с. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_20407973\\_35025155.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_20407973_35025155.pdf) (дата обращения: 10.10.2017).
18. Саратов Д. Н., Решетов А. П., Бондарь А. А. К вопросу о совершенствовании способа получения тонкораспыленной воды // Проблемы управления рисками в техносфере. — 2012. — Т. 21, № 1. — С. 52–57.
19. Иванов В. А., Бараковских С. А. Анализ аварийных ситуаций на резервуарных парках по причине пожаров // Мегапаскаль : сб. науч. тр. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2009. — Вып. 3. — С. 28–29.
20. Бакиров И. К. Недостатки методик определения расчетных величин пожарного риска // Экологические проблемы нефтедобычи : сб. тр. Всероссийской научной конференции. — Уфа : УГНТУ, 2010. — С. 16–17.
21. Бакиров И. К. Что надо изменить, чтобы эффективно проверять объекты в области пожарной безопасности // Пожарная безопасность в строительстве. — 2011. — № 4. — С. 42–46.

*Материал поступил в редакцию 27 октября 2017 г.*

**Для цитирования:** Бакиров И. К., Челекова Е. Ю. Универсальный пожарный ствол // Пожаро-взрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2018. — Т. 27, № 1. — С. 69–76. DOI: 10.18322/PVB.2018.27.01.69-76.

English

## UNIVERSAL FIRE TRUNK

**BAKIROV I. K.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Fire and Industrial Safety Department, Ufa State Oil Technical University (Kosmonavtov St., 1, Ufa, 450062, Republic of Bashkortostan, Russian Federation; e-mail: bakirovirek@bk.ru)

**CHELEKOVA E. Yu.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Department of Integrated Safety in Civil Engineering, National Research Moscow State University of Civil Engineering (Yaroslavskoye Shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation; e-mail: kiara\_lion@mail.ru)

## ABSTRACT

Practice of suppression of the fires in oil and gas branch by firefighters of divisions shows that at suppression of tanks in any way not to do without the mobile fire fighting equipment. Suppression of

the tank by means of raising of foam, despite the modern fire extinguishing systems, remains to be the most efficient. The mobile fire fighting equipment is equipped with a lifter — the arrow capable to deliver solution of a foamer to larger height. The most known of fire raising of foam equipped with installation of the combined fire extinguishing is the fire Purga-20.40.60 installation which allows to create foam of low and average frequency rate. Purga-20.40.60 is intended for receiving air and mechanical foam with the increased giving range. Installation is used for suppression of the fires of flammable and combustible liquids. Advantage of this installation is the high consumption of foam, and shortcomings — low maneuverability and loss of time at suppression because of change of trunks with supply of foam of low frequency rate. In this regard there was a need for modernization of the existing installation of the combined suppression of the fires of Purga by change of its structure and principal specifications. The universal fire trunk Purga-73D on the basis of already existing installation for fire extinguishing Purga-20.40.60 is offered to introduction. The developed fire trunk has the system of division of streams of foamy solution. The system is capable to be divided into the combined mode with supply of foam of average frequency rate and foam of low frequency rate at the same time. The main improvement of the universal fire trunk is that in this development there is a possibility of distant switching of duties of a trunk on the operating console established in a compartment of control of the fire pump. On principal specifications the universal fire trunk in comparison with a routine trunk Purga-60 has advantages: it is high efficiency and advantage of use of foam of low frequency rate, at the same time a difference in a consumption of foaming agent and water small and consequently, his use at fire extinguishing is more efficient and economic.

**Keywords:** fire elimination; oil product; fire dangerous factors; foam; fire; fire safety; fire trunk; tank; forces and means of fire protection.

## REFERENCES

1. Volkov O. M., Proskuryakov G. A. *Pozharnaya bezopasnost na predpriyatiyah transporta i khraneniya nefti i nefteproduktov* [Fire safety at the enterprises of transport and storage of oil and oil products]. Moscow, Nedra Publ., 1981. 256 p. (in Russian).
2. Kruglyakov P. M., Ekserova D. R. *Pena i pennyye plenki* [Foam and foam films]. Moscow, Khimiya Publ., 1990. 432 p. (in Russian).
3. Sharovarnikov A. F., Sharovarnikov S. A. *Penobrazovateli i peny dlya tusheniya pozharov. Sostav. Svoystva. Primeneniye* [Foam concentrates and fire extinguishing foams. Structure. Properties. Application]. Moscow, Pozhnauka Publ., 2005. 335 p. (in Russian).
4. Polandov Yu., Korolchenko A., Dobrikov S. Gas explosion in a room with a window and passage to an adjacent room. *MATEC Web of Conferences*, 2016, vol. 86, art. no. 04031. DOI: 10.1051/matecconf/20168604031.
5. Korolchenko D. A., Degaev E. N., Sharovarnikov A. F. Combustion of heptane in a model tan. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2015, vol. 24, no. 2, pp. 67–70 (in Russian).
6. Korolchenko D., Tusnin A., Trushin S., Korolchenko A. Physical parameters of high expansion foam used for fire suppression in high-rise buildings. *International Journal of Applied Engineering Research*, 2015, vol. 10, issue 21, pp. 42541–42548.
7. Markeev V. A., Voevoda S. S., Korolchenko D. A. Fire protection of tank farm objects of Rosneft NK OAO. *Neftyanoye khozyaystvo / Oil Industry*, 2006, no. 9, pp. 83–85 (in Russian).
8. Bezrodnyy I. F., Giletich A. N., Merkulov V. A., Molchanov V. P., Shvyrkov A. N. *Tusheniye nefti i nefteproduktov* [Extinguishing of oil and oil products]. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection Publ., 1996. 216 p. (in Russian).
9. Korolchenko D. A., Sharovarnikov A. F., Byakov A. V. The analysis of oil suppression by aqueous film forming foam through a gas-salt layer of water. *Advanced Materials Research*, 2014, vol. 1073-1076, pp. 2353–2357. DOI: 10.4028/www.scientific.net/amr.1073-1076.2353.
10. Degaev E. N., Korolchenko D. A., Sharovarnikov A. F. Effect of the multiplicity of foams on the main parameters of the hydrocarbon quenching process. In: *Problemy tekhnosfernoy bezopasnosti–2015. Materialy 4-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov* [Problems of Technospheric Security–2015. Proceedings of 4<sup>th</sup> International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists]. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2015, pp. 24–28 (in Russian).

11. Korolchenko D. A., Degaev E. N., Sharovarnikov A. F. Dependence of fire extinguishing efficacy of low expansion foams solutions homology sodium sulfate on the molecular weight of the surface-active substances. In: *2<sup>nd</sup> International Conference on Material Engineering and Application (ICMEA 2015)*. Lancaster, DEStech Publications, Inc., 2015, pp. 23–27.
12. Lyapin A., Korolchenko A., Meshalkin E. Analysis of causes of combustible mixture explosions inside production floor areas. *MATEC Web of Conferences*, 2016, vol. 86, art. no. 04030. DOI: 10.1051/matecconf/20168604030.
13. Ranjbar H., Shahraki B. H. Effect of aqueous film-forming foams on the evaporation rate of hydrocarbon fuels. *Chemical Engineering and Technology*, 2013, vol. 36, issue 2, pp. 295–299. DOI: 10.1002/ceat.201200401.
14. Kovalchuk N. M., Trybala A., Starov V., Matar O., Ivanova N. Fluoro- vs hydrocarbon surfactants: Why do they differ in wetting performance? *Advances in Colloid and Interface Science*, 2014, vol. 210, pp. 65–71. DOI: 10.1016/j.cis.2014.04.003.
15. Lukianov A. M., Korolchenko D. A., Agapov A. G. Fire hazards of the timber during bridge construction. *Mir transporta / World of Transport and Transportation*, 2012, vol. 10, no. 4(42), pp. 158–162 (in Russian).
16. Korolchenko D. A. Influence of the time of free burning of oil products on fire extinguishing efficiency of foam obtained from solutions of hydrocarbon agents. *Problemy bezopasnosti i chrezvychaynykh situatsiy / Safety and Emergencies Problems*, 2017, no. 1, pp. 31–39 (in Russian).
17. Shvyrkov S. A. The concept of fire risk assessment at destruction of oil tanks. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, 2012, no. 6(46) (in Russian). Available at: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_20407973\\_35025155.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_20407973_35025155.pdf) (Accessed 10 October 2017).
18. Saratov D. N., Reshetov A. P., Bondar A. A. To the question on perfection of the way of reception of thin the sprayed water. *Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere / Problems of Technosphere Risk Management*, 2012, vol. 21, no. 1, pp. 52–57 (in Russian).
19. Ivanov V. A., Barakovskikh S. A. Analysis of accidents at tank farms in case of fires. In: *Megapascal. Collection of scientific papers*. Tyumen, Tyumen State Oil and Gas University Publ., 2009, issue 3, pp. 28–29 (in Russian).
20. Bakirov I. K. Disadvantages of determination methods of design values of fire risk. In: *Environmental problems of oil production. Proceedings of All-Russian Scientific Conference*. Ufa, Ufa State Oil Technical University Publ., 2010, pp. 16–17 (in Russian).
21. Bakirov I. K. What should be changed, that effectively to check objects on the matter of fire safety. *Pozharnaya bezopasnost v stroitelstve / Fire Safety in Construction*, 2011, no. 4, pp. 42–46 (in Russian).

**For citation:** Bakirov I. K., Chelekova E. Yu. Universal fire trunk. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2018, vol. 27, no. 1, pp. 69–76 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2018.27.01.69-76.