

---

## АНАЛИЗ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОТОКА ЖИДКОСТИ В СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОЖАРНЫХ СТВОЛАХ И НАСАДКАХ ЩЕЛЕВОГО ТИПА

---

*Рассмотрены вопросы использования технических средств для формирования водных завес, радиальных и веерообразных струй*

*Some question concerning the usage of techniques to form water curtains or radial and fan jets are considered*

---

Большинство технических средств пожаротушения базируются на использовании огромной охлаждающей мощности воды, имеющей высокую удельную теплоту, высокую скрытую теплоту испарения и химическую инертность по отношению к большинству веществ и материалов. Существуют различные способы подачи огнетушащего вещества (воды или водяных растворов поверхностно активных веществ) в очаг пожара, на охлаждаемую поверхность или в защищаемую зону.

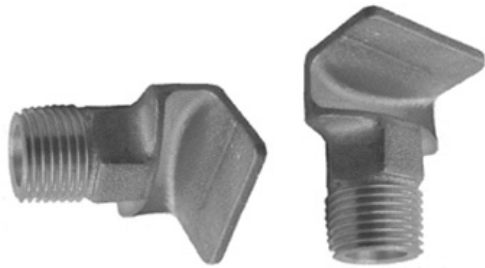
В рамках данной работы рассматриваются пожарные стволы и насадки, позволяющие создавать так называемые веерные и радиальные струи. На открытых территориях преградами от теплового излучения могут быть водяные завесы, полученные путем использования специального противопожарного оборудования. Они исполняют роль противопожарных разрывов между зданиями или другими объектами для предупреждения распространения пожара между ними.

Определенное использование в практике пожаротушения получил принцип прекращения горения и создания условий огне- и теплопреграждения водяными завесами, препятствующими распространению пожара через поток жидкости или предупреждению прогрева технологического оборудования до предельно допустимых температур. Завесы обеспечиваются использованием устройств для выпуска и распределения огнетушащего вещества – пожарных стволов, насадок или оросителей, большинство из которых щелевого типа. Групповая защита личного состава подразделений оперативно-спасательной службы и техники, работающих на участках сильной тепловой радиации, обеспечивается водяными завесами (экранами), создаваемыми с помощью распылителей турбинного и веерного типа, а индивидуальная – стволами-распылителями.

Существует необходимость анализа технических особенностей, принципов применения и эффективности различных устройств указанного класса, главной задачей которого является формулирование условий наиболее обоснованного применения специальных устройств пожаротушения в конкретных условиях работы подразделений оперативно-спасательных служб. Следующим шагом должна быть разработка принципов создания технических устройств, способных эффективно решать задачи создания тепловых барьеров и защитных водяных завес.

**Использование стволов и насадок.** Стволы и насадки, как правило, являются конечным элементом системы подачи огнетушащего вещества в очаг пожара или охлаждаемую зону и отличаются от оросителей возможностью их использования «в нужное время в нужном месте». Оросители являются конечным элементом установок водяного пожаротушения и, в большинстве случаев, устанавливаются стационарно и не могут быть перенесены с места на место. У щелевого оросителя формирование водяного потока осуществляется через щелевое отверстие, полость которого может находиться параллельно, перпендикулярно или под любым углом к полости оси оросителя. Ещё одним важным отличием использования пожарных стволов и насадок от оросителей является то, что огнетушащее вещество подаётся либо вертикально вверх, либо под углом к

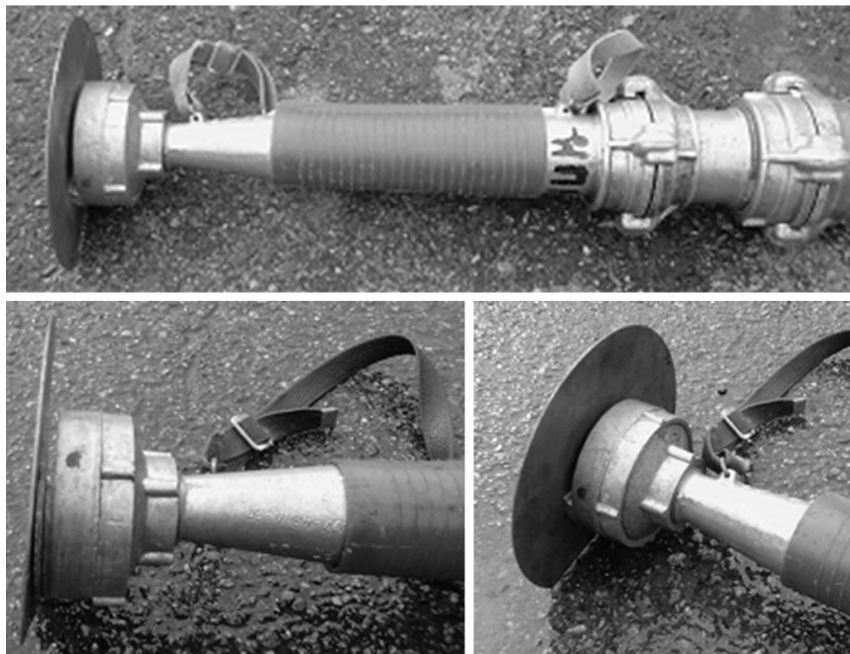
горизонту, а в случае использования оросителей, – в основном, сверху вниз. Важнейшим условием эффективного использования щелевых стволов, насадок и оросителей является получение с их помощью и доставки в зону горения или зону тепловой защиты тонкораспыленной воды (диаметр капель до 150 мкм). При этом, высокая эффективность тушения обуславливается повышенным охлаждающим эффектом за счет высокой удельной поверхности капель, равномерного действия воды непосредственно на очаг горения, снижением концентрации кислорода и разбавления горючих паров в зоне горения в результате образования пара. Не следует забывать про защитный эффект завес из тонкораспыленной воды от воздействия лучистого тепла на людей, несущие и ограждающие конструкции, а также про поглощение и удаление токсичных газов, паров и дыма. Среди производителей оросителей отметим британскую компанию AquaMist, финскую Marioff Corporation, российские ЗАО «Спецавтоматика», ЗАО «МЭЗ Спецавтоматика», ООО «ГЕФЕСТ» и НПО «Пульс».



**Рис. 1 Ороситель дренчерный для создания водяной завесы**

Использование тонкораспыленной воды в случае создания водяных завес весьма затруднительно из-за отсутствия необходимого оборудования для ее доставки в зону горения. Подать тонкораспыленную воду на приемлемое расстояние, то есть придать ей кинетическую энергию, достаточную для попадания в защищаемую зону и для преодоления барьера конвекционных потоков большинства пожаров, достаточно сложно, если размер капель не превышает 100 мкм.

Среди насадок для создания защитных водяных завес в Украине наибольшее распространение получила щелевая насадка-распылитель РВ-12, предназначенная для получения распыленной вертикальной струи. Насадку-распылитель устанавливают на ручные пожарные стволы РС-70 вместо стандартного sprays. Расход воды составляет не более 12 л/сек, при этом длина струи, то есть вертикальная завеса – до 8 м, напор перед распылителем – 0,6 МПа. Получаемая водяная завеса имеет площадь около 100 м<sup>2</sup>, а её толщина составляет до 1,2 м.



**Рис. 2 Щелевая насадка-распылитель РВ-12**

Водяная завеса играет роль барьера тепловому потоку (излучению), таким образом позволяет находиться пожарной технике и обслуживающему персоналу в непосредственной близости от очага пожара. Вторым важным направлением использования насадки РВ-12 является ликвидация чрезвычайных ситуаций, связанных с

разливом сильнодействующих ядовитых веществ или выбросом их паров. В случае ликвидации аварийных ситуаций для уменьшения скорости испарения разлившегося при аварии аммиака или хлора, наиболее доступный способ, позволяющий снизить скорость испарения указанных жидких сильнодействующих ядовитых веществ, – разбавление их мелкодисперсной или компактной струей воды, а также растворами нейтрализующих веществ. Мелкодисперсная струя, накрывающая облако испарений, обеспечивает как нейтрализацию самой жидкости, так и абсорбцию и нейтрализацию паров сильнодействующих ядовитых веществ.

Интересные исследования по созданию радиальных водяных потоков проводились в Черкасском институте пожарной безопасности имени Героев Чернобыля в период с 2003 по 2006 годы. В результате была создана щелевая насадка для получения радиальных водяных струй-экранов, использование которых позволило осуществить защиту соседних с горящим вертикальных стальных резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов от теплового излучения факела пламени.



**Рис. 3 Насадка для создания радиальных водяных струй**

Защита резервуаров от воздействия теплового потока заключалась в установке между горящим и каждым соседним с ним резервуарами радиальных водяных струй-экранов, которые способны поглощать и экранировать тепловую энергию от факела пламени, направленную на металлический борт объекта защиты, внутренний объем которого заполнен нефтью, нефтепродуктом или смесью их паров с воздухом.



**Рис. 4 Демонстрация формирования водяной завесы щелевой насадкой-распылителем РВ-12**

Основными паспортными параметрами радиальных водяных струй-экранов есть угол подачи жидкости, составляющий от  $43,5^\circ$ , высота над уровнем земной поверхности - 2,5 м, длина струи - не менее 30 м, угол распыла воды - от  $47^\circ$  при стандартном расстоянии между резервуарами 12,6 м [1].

Среди главных недостатков насадки РВ-12 следует отметить его узконаправленное использование и трудность, а иногда и невозможность, изменения параметров получаемых струй, а главным преимуществом есть простота конструкции и приемлемое значение дисперсности распыленного потока.

Существенный недостаток насадки для создания радиальных водяных струй состоит в том, что получаемая струя имеет невысокий коэффициент однородности потока жидкости на выходе щелевой насадки. Связи с указанным несовершенством насадки, происходит нерациональное расходование огнетушащего вещества, особенно экономически недопустимое при использовании дорогостоящих поверхностно активных веществ в качестве добавок к воде.

Неоднородность получаемого потока жидкости можно объяснить простотой конструкции насадки для создания радиальных водяных струй, не обеспечивающей равенство гидравлических сопротивлений на пути от входа в головку до любой точки щели на выходе. Кроме того, как показали эксперименты, существенное влияние на однородность получаемой струи оказывает качество шлифования губок щелевой насадки и равномерность ширины щели по всей ее длине. Дальность подачи (высота «капюшона») огнетушащего вещества при давлении на входе насадки 0,6 МПа и расходе 12 л/с составила 8 метров.



**Рис. 5 Демонстрация формирования водяной завесы насадкой для создания радиальных водяных струй**

Проведенные эксперименты с использованием указанных насадок позволяют сделать ряд важных **выводов**. Во-первых, единственного решения по созданию высокоэффективных веерных и радиальных струй нет. Приблизиться к его получению крайне сложно ввиду технической невозможности связать воедино (на одном стволе) различные внутренние профили струеформирующей поверхности, получив при этом возможность изменяя режимы работы стволов или насадок получать требуемые в конкретном случае пожаротушения виды струй. Во-вторых, расчеты по созданию стволов или насадок для получения веерных и радиальных струй следует проводить при начальных условиях расхода жидкости – до 20 л/с, дальности подачи – от 8 м, руководствуясь при этом возможностями нынешней аварийно-спасательной техники. В-третьих, эффективные водяные завесы могут быть получены при использовании треугольных плоскощелевых насадок, в которых выравнивание расхода в любой точке на выходе щелевой насадки обеспечивается либо конструктивным исполнением формирующего канала методом изменения высоты щели, либо методом изменения длины щели (насадка типа «рыбий хвост» [2]).

#### **Список литературы**

1. Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.16 / Ю.Ю. Дендаренко; Харк. держ. техн. ун-т буд-ва та архіт. - Х., 2004 - 20 с - укр
2. Стась С.В., Шкарабура Н.Г., Яхно О.М. Эксергетический анализ струйных потоков// Вісник Кременчуцького Державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. - 2008 - № 2 (49), Ч. 2, С. 114-119.