

из качающегося маятника, снабженного каучуковым башмаком на свободном конце и воспроизводящего поведение автомобиля (снабженного шинами с рифленым протектором) в момент, когда шины блокируются тормозом на скорости 50 км/ч на влажной дороге.

Применение экологических акриловых противоскользящих холодных пластиков при устройстве горизонтальной дорожной разметки специального назначения позволяет: увеличить срок службы разметочного покрытия; сэкономить материалы и энергоресурсы; повысить безопасность движения; улучшить экологическую обстановку при проведении разметочных работ за счет отсутствия в составе пластиков органических растворителей.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Стойе, Д. Краски, покрытия и растворители / Д. Стойе, В. Фрейтаг; пер. с англ. под ред. Э. Ф. Ицко. – СПб.: Профессия, 2007. – 528 с.
2. Тур, Э.А. Пластики холодного нанесения для горизонтальной разметки автомобильных дорог / Э.А. Тур // Материалы Международной научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии», Минск, 16–18 ноября 2005 г. / БГТУ. – Минск, 2005. – С. 8–11.
3. Тур, Э.А. Новый экологически рациональный материал для горизонтальной разметки автомобильных дорог / Э.А. Тур, С.В. Басов // Вестник БрГТУ. – 2009. – № 2: Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – С. 66–67.
4. Тур, Э.А. Экологически полноценный материал для горизонтальной разметки асфальтобетонных и бетонных автомобильных до-

рог / Э.А. Тур // Проблемы устойчивого развития регионов республики Беларусь и сопредельных стран: сборник научных статей Второй Международной научно-практической конференции, Могилёв, 27-29 марта 2012 г. / МГУ имени А.А. Кулешова, г. Могилёв: УО «МГУ имени А.А. Кулешова», 2012. – Ч. 2. – С. 161–165.

5. Тур, Э.А. Экологически полноценный акриловый материал для горизонтальной разметки автомобильных дорог / Э.А. Тур, Н.М. Голуб // Радиоэкология. Новые технологии обеспечения экологической безопасности: сб. науч. трудов Международной научно-технич. конф., Уфа, 20–30 марта 2012 г. / Под общ. ред. Г.Г. Ягафарова. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2012. – С. 166–172.
6. Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке; пер. с англ. под ред. Л.Н. Машляковского. – М.: Пэйнт-Медиа, 2004. – 548 с.
7. Скороходова, О.Н. Неорганические пигменты и их применение в лакокрасочных материалах / О.Н. Скороходова, Е.Е. Казакова. – М.: Пэйнт-Медиа, 2005. – 264 с.
8. Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке; пер. с англ. под ред. Л.Н. Машляковского. – М.: Пэйнт-Медиа, 2004. – 548 с.
9. Охрименко, И.С. Химия и технология плёнообразующих веществ / И.С. Охрименко, В.В. Верхоланцев. – Л.: Химия, 1978. – 392 с.
10. Материалы для горизонтальной разметки автомобильных дорог. Технические условия: СТБ 1520-2009.
11. Карякина, М.И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / М.И. Карякина. – М.: Химия, 1988. – 272 с.

Материал поступил в редакцию 10.01.13

TUR E.A. Research of physicomechanical properties of the eco-friendly acrylic разметочного of the antiskid material

Developed and tested in laboratory conditions eco-curing acrylic material for horizontal road marking. The material is designed for color-skid coatings with enhanced roughness on the accident-prone sections of roads and grounds. Its use will extend the life of marking coatings, save materials and energy, increase safety, improve the ecological environment during the marking of work due to the lack of plastics in the organic solvents.

УДК 628.511

Шалобыта Н.Н., Новиков В.М., Нагурный С.Г.

СТРУЙНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ВЕРХОВЫХ ПОЖАРОВ

Непрерывное развитие пожаро- и взрывоопасных производств химической, нефтяной, нефтехимической отраслей промышленности, широкое применение в производстве синтетических материалов требует усиленного внимания со стороны государства и охранных органов к вопросам профилактики предупреждения пожаров и необходимых условий для их успешного тушения.

Задачи противопожарной защиты объектов современных отраслей промышленности усложняются в связи с концентрацией производственных и энергетических мощностей, увеличением вместимости складов с огнеопасными и взрывчатыми веществами, применением в строительстве облегчённых конструкций из металла и полимерных материалов с низким пределом огнестойкости. Это требует нового подхода к решению проблемы повышения эффективности систем пожаротушения и разработки научно обоснованных требований и принципов проектирования техники пожаротушения [1].

Ощутимый вред народному хозяйству наносят верховые пожары.

Создание струйных комплексов для эффективной защиты от верховых пожаров требует глубокого изучения закономерностей обтекания сетчатых экранов плоскими водяными струями в условиях воздействия на них ветровых нагрузок и мощного теплового потока.

В Брестском государственном техническом университете более

10 лет ведутся испытания по созданию струйных комплексов для подавления и ликвидации верховых пожаров.

Экспериментально установлено, что для эффективной борьбы с верховыми пожарами необходимо иметь сетчатый экран, обтекаемый плоской водяной струёй, высотой не менее 20 м со значительной протяжённостью по фронту очага горения.

Для установления оптимального размера ячейки сетки, обеспечивающей сплошность водяной завесы, исследовались экраны с квадратными ячейками: 20×20 мм, 15×15 мм, 10×10 мм, 7,5×7,5 мм, 5×5 мм, 3,5×3,5 мм.

На рис. 1, рис. 2, рис. 3, показана картина обтекания сетчатых экранов плоской водяной струёй, из которой видно, что оптимальный размер ячейки сетчатого экрана лежит в пределах от 5×5 мм до 10×10 мм.

Сетчатые экраны, используемые для оборудования струйных комплексов, обладают большой парусностью, что при значительной скорости ветра может привести к потере устойчивости и опрокидыванию конструкции.

Конструкция струйного комплекса должна быть оборудована сетчатым экраном с максимально допустимым размером квадратной ячейки, обеспечивающим формирование сплошной водяной завесы.

Шалобыта Николай Николаевич, к.т.н., доцент, зав. кафедрой строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Новиков Владимир Макарович, к.т.н., профессор кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Нагурный Сергей Григорьевич, ассистент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

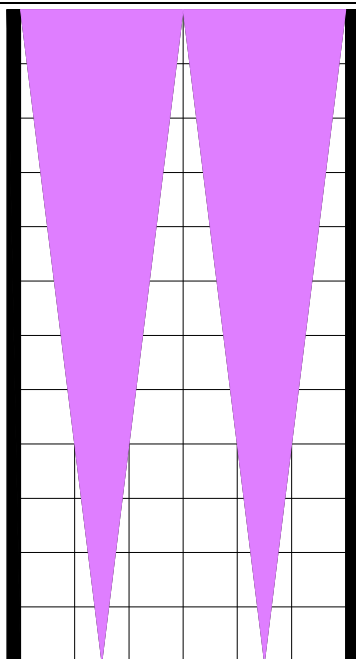


Рис. 1. Обтекание плоской водяной струей сетчатого экрана с размером ячейки 20×20 мм ($q_{уд}=1$ л/с на пог.м)

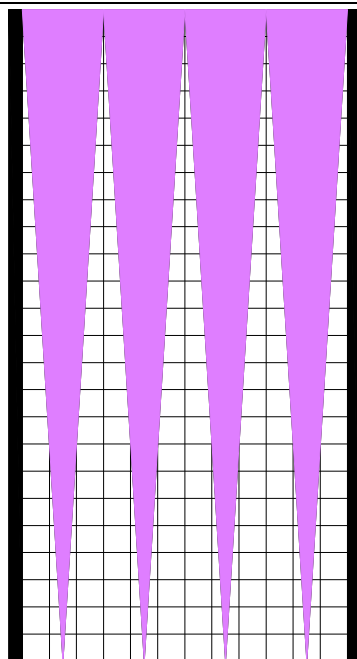


Рис. 2. Обтекание плоской водяной струей сетчатого экрана с размером ячейки 10×10 мм ($q_{уд}=1$ л/с на пог.м)

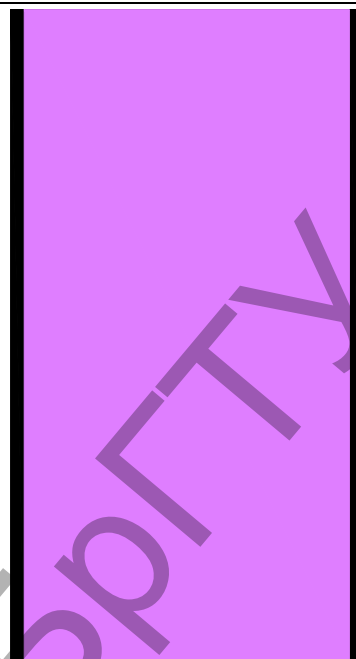


Рис. 3. Обтекание плоской водяной струей сетчатого экрана с размером ячейки 5×5 мм ($q_{уд}=1$ л/с на пог.м)

На парусность сетчатого экрана в большой степени влияет коэффициент местного сопротивления при поперечном обдуве потоком воздуха.

Коэффициент местного сопротивления сетчатого экрана, в первом приближении, может быть определен по формуле Киршмера, применительно к решаемой задаче [2].

$$\xi_{реш} = \beta_2 \cdot \xi' \cdot \sin \theta, \quad (1)$$

где θ – угол наклона сетчатого экрана к горизонту;

β_2 – коэффициент, учитывающий форму сечения нитей сетки (для круглого сечения нитей $\beta_2 = 0,74$, см. табл. 4-27 [2]);

ξ' – коэффициент, зависящий от отношения $\frac{\omega_2}{\omega_1}$ и отношения

$$\frac{l}{d'};$$

здесь ω_1 – полная площадь сетки;

ω_2 – площадь сетки в свету;

$$d' – величина, равная: d' = \frac{4 \cdot \omega'}{\chi'} \quad [2];$$

где ω' – площадь одного отверстия сетки;

χ' – смоченный периметр этого отверстия (см. значение ξ' в табл. 4-28 [2]).

Опытная проверка значений коэффициентов местных сопротивлений сетчатых экранов при продувке воздухом значительно отличается от теоретических, предложенных Киршмером и Красновым [2–5].

Из графика рис. 4. видно, что коэффициент местного сопротивления сетчатых экранов с размером ячеек от 3,5×3,5 мм до 20×20 мм изменяется в пределах от 0,2 до 5.

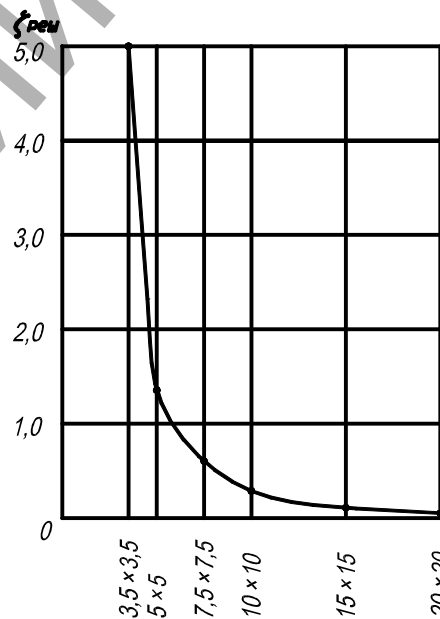


Рис. 4. Зависимость коэффициента местного сопротивления стальной решётки с различным размером квадратных ячеек при поперечном обдуве воздухом со скоростью 10 м/с

Аналогом струйного комплекса для защиты от верховых пожаров является устройство для образования водяной завесы, включающее водоподводящую трубу, на боковой стенке которой выполнена узкая продольная щель, направленная вниз, к которой прикреплена плоская коническая насадка, имеющая в узком сечении высоту не менее 5 мм, образованная двумя пластинами, установленными под углом 13°, через которую пропущена сетка с ячейками не более 5 мм для улучшения сплошности водяной завесы, оборудованная приспособлением для натяжения сетки, состоящим из стойки, болтов с гайками и уголков, к которым прикреплены вертикальная пластина и сетка, которая в нижней своей части пропущена через узкую щель, выполненную вдоль водоотводящей трубы, в проточную часть которой происходит излив водяной завесы [6].

На кафедре водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов разработана совместно с кафедрой строительных кон-

струкций Брестского государственного технического университета оригинальная конструкция струйного комплекса для защиты от верховых пожаров.

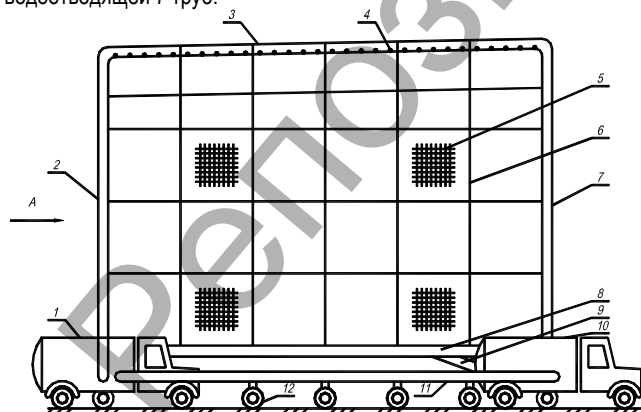
На рис. 5 показан общий вид устройства, на рис. 6 – вид устройства по стрелке А, на рис. 7 – вертикальный разрез верхней части устройства [7].

Обозначения: 1 – пожарная машина, создающая необходимое давление для образования водяной завесы; 2 – водоподводящая труба; 3 – распределительная труба; 4 – отверстие; 5 – сетка, формирующая водяную завесу; 6 – решётка из стержней; 7 – водоотводящая труба; 8 – лоток; 9 – труба для отвода воды; 10 – пожарная машина, перекачивающая воду; 11 – перекачивающая труба; 12 – опорные колёса; 13 – пластина; 14 – водяная завеса; 15 – растяжки; 16 – груз для натяжения сетки; 17 – рама; 18 – сетка для улавливания несгоревших материалов; 19 – защитный кожух; 20 – подвеска.

Устройство для образования мобильной водяной завесы для защиты от верховых пожаров имеет трубчатую конструкцию, где одна боковая сторона является водоподводящей трубой 2, а другая сторона – водоотводящей трубой 7, соединённых распределительной трубой 3, имеющей по всей длине отверстия 4. К распределительной трубе 3 прикреплена под углом пластина 13, вода при своём истечении попадает на сетку формирующую водяную завесу 5, где формируется протяжённая водяная завеса 14, которая сопрягается с водой в лотке 8. К распределительной трубе 3 прикреплена также подвеска 20 сетки для улавливания несгоревших материалов 18. Сетки 5 и 18 имеют натяжение грузами 16 в нижнем основании. Трубчатая конструкция усилена решёткой из стержней 6 и закреплена растяжками 15 к раме 17 и распределительной трубе 3. Рама 17 имеет опорные колёса 12, защитный кожух 19 и перевозится двумя пожарными машинами 1 и 10. Пожарная машина 10, перекачивающая воду, соединена с гидросистемой водоотводящей трубой 7, перекачивающей трубой 11 и трубой для отвода воды 9.

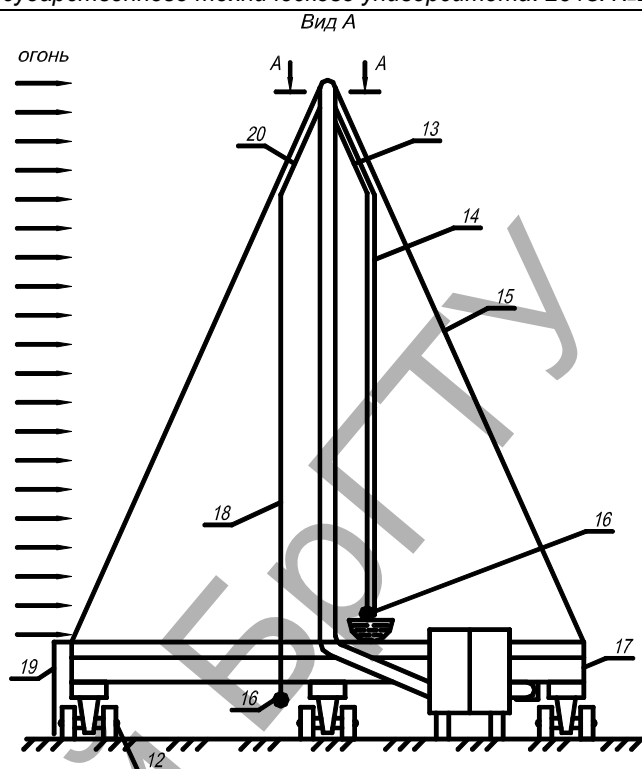
Устройство работает следующим образом.

Из ёмкости пожарной машины 1 вода под давлением 500...600 кПа подаётся насосом по водоподводящей трубе 2 к распределительной трубе 3, где через отверстия 4 равномерно распределяется по пластине 13, формирующей водяную завесу 14, которая движется по сетке, формирующей водяную завесу 5, и в нижней своей части обтекает груз для натяжения сетки 16 и далее перетекает в лоток 8 и по трубе для отвода воды 9 отводится к пожарной машине 10, перекачивающей воду, которая соединена с водоотводящей трубой 7. Вода, поступившая в ёмкость пожарной машины 10, по трубе для перекачки воды 11 поступает в ёмкость пожарной машины 1. Защита водяной завесы 14 от летящих несгоревших материалов осуществляется сеткой 18, закреплённой на подвеске 20. Передвижение устройства осуществляется двумя пожарными машинами 1 и 10, соединённых с рамой 17, оснащённой опорными колёсами 12. К раме 17 крепятся защитный кожух 19, растяжки 15, решётка из стержней 6 для жёсткости водоподводящей 2, распределительной 3, водоотводящей 7 труб.



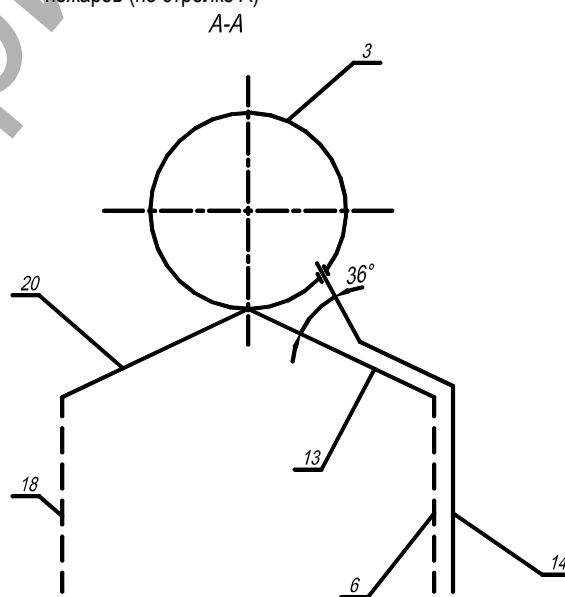
1 – пожарная машина; 2 – водоподводящая труба; 3 – распределительная труба; 4 – отверстия; 5 – сетка, формирующая водяную завесу; 6 – решётка из стержней; 7 – водоотводящая труба; 8 – лоток; 9 – труба для отвода воды; 10 – пожарная машина, перекачивающая воду; 11 – труба для перекачки воды; 12 – опорные колёса

Рис. 5. Общий вид струйного комплекса для защиты от верховых пожаров



13 – пластина; 14 – водяная завеса; 15 – растяжки; 16 – груз для натяжения сетки; 17 – рама; 18 – сетка для удержания несгоревших материалов; 19 – защитный кожух; 20 – подвеска

Рис. 6. Общий вид струйного комплекса для защиты от верховых пожаров (по стрелке А)



3 – распределительная труба; 4 – отверстия; 5 – сетка, формирующая водяную завесу; 13 – пластина; 14 – водяная завеса; 18 – сетка для удержания несгоревших материалов; 20 – подвеска

Рис. 7. Вертикальный разрез верхней части струйного комплекса для защиты от верховых пожаров

Струйные комплексы для защиты от верховых пожаров могут быть оборудованы следующим образом:

- мобильные, разборные на секции и перевозимые на большие расстояния;
- мобильные, неразборные и перевозимые на малые расстояния;
- установленные стационарно на бетонном основании по периметру защищаемого объекта;

• установленные стационарно в шахте и выдвигаемые по высоте при угрозе верховых пожаров.
В ряде стран мира интенсивно ведутся разработки способов защиты от верховых пожаров.

Современные методы подавления верховых пожаров путём доставки с помощью авиации контейнеров с водой и изливом на очаги горения – дорогой и неэффективный способ пожаротушения.

Службами МЧС востребованы мобильные, разборные на секции, перевозимые на большие расстояния и быстро вводимые в действие устройства.

Струйные комплексы, разрабатываемые в Брестском государственном техническом университете, позволяют произвести модернизацию как ныне действующих, так и проектируемых объектов путём замены существующего традиционного оборудования принципиально новыми образцами оборудования, выполняющими аналогичные или комплекс аналогичных функций.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванов, Е.Н. Противопожарное водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1986. – С. 315.
2. Чугаев, Р.Р. Гидравлика (техническая механика жидкости). – Л.: Энергия, 1975. – С. 598.
3. Справочник по гидравлическим расчётам / Под редакцией П.Г. Киселёва. – М.: Энергия, 1974. – С. 308.
4. Альтшуль, А.Д. Гидравлика и аэродинамика (основы механики жидкости): учебное пособие для вузов / А.Д. Альтшуль, П.Г. Киселёв – М.: Стройиздат, 1975. – 323 с.
5. Альтшуль, А.Д. Гидравлические сопротивления сеток с квадратными ячейками / А.Д. Альтшуль, Н.С. Краснов // Водоснабжение и сантехника. – 1967. – № 9.
6. Устройство для образования водяной завесы: пат. 7429 Респ. Беларусь, МПК (2006.01) В 05В 17/08 / В.М. Новиков, С.Г. Нагурный; заявитель УО «Брест. гос. техн. ун-т». – № и 20100910; заявл. 02.11.2010; опубл. 30.08.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 4(81). – С. 172.
7. Устройство для образования мобильной водяной завесы для защиты от верховых пожаров: пат. 8657 Респ. Беларусь, МПК (2006.01) В 05В 17/00 / В.М. Новиков, С.Г. Нагурный, А.А. Шляхов; заявитель УО «Брест. гос. техн. ун-т». – № и 20120314; заявл. 26.03.2012; опубл. 30.10.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 5(88). – С. 189.

Материал поступил в редакцию 23.04.13

SHALOBYTA N.N., NOVIKOV V.M., NAGURNY S.G. Jet complex for protection against riding fires

In article new approaches are given to a solution of the problem of increase of efficiency of fire extinguishing systems and development of scientifically reasonable requirements and the principles of design of equipment of fire extinguishing.

УДК 628.511

Новиков В.М., Житенев Б.Н, Нагурный С.Г.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ СРЕДСТВО ЗАЩИТЫ ПРИ ПОЖАРОТУШЕНИИ

Начиная с 90-х годов XX столетия ряд научных центров активизировал исследования по изучению закономерностей образования и распада протяжённых куполообразных жидкостных завес для целей пожаротушения и локализации оборудования, находящегося в аварийном состоянии, струйными аппаратами нового поколения.

Эффективность работы струйных аппаратов такого типа определяется величиной длины образующей куполообразной жидкостной завесы, работающей в режиме гидрофильтра, локализирующей значительный объём воздуха и защищающей человека от вредного воздействия пыли, отравляющих газов, теплового воздействия.

Длина образующей куполообразной жидкостной завесы, работающей в режиме гидрофильтра, является функцией следующих переменных:

$$L = f \left(v_1, v_2, b_0, \frac{l_c}{b_0} \right), \quad (1)$$

где L – длина образующей куполообразной жидкостной завесы, м;
 v_1 – средняя скорость излива воды на выходе из струйного аппарата, м/с;
 v_2 – средняя скорость ветра по высоте куполообразной жидкостной завесы, м/с;
 $\frac{l_c}{b_0}$ – отношение длины кольцевой щели струйного аппарата к её высоте.

Ориентировочно длина образующей куполообразной жидкостной завесы, работающей в режиме гидрофильтра, может быть определена по формуле [1]:

$$L = -2,81 + 1,13 \cdot v_1 - 0,59 \cdot v_2 + 352,6 \cdot b_0 + 0,014 \cdot n - 0,047 \cdot v_1^2. \quad (2)$$

Уравнение (2) позволяет определить длину образующей куполообразной жидкостной завесы, с достаточной для практики точностью, при следующих граничных условиях: $v_1=9...15$ м/с; $v_2=1...7$ м/с; $b_0=0,0015...0,0035$; $\frac{l_c}{b_0}=30...70$.

В Брестском государственном техническом университете разработана конструкция струйного аппарата для целей пожаротушения и производства спасательных работ при ликвидации аварий на объектах энергетического комплекса.

Оригинальная конструкция устройства для распыла жидкости и формирования куполообразной жидкостной завесы описана в работе [2].

Мобильные струйные аппараты такого типа могут быть выполнены следующих модификаций: А) переносимые в ранце; Б) перевозимые на специальной тележке; В) устанавливаемые на поверхности грунта или дорожного покрытия.

Схемы трёх вариантов исполнения мобильных струйных аппаратов показаны на рис.1 (позиции А, Б, В).

