

УДК 614.878

СОЗДАНИЕ ВОДЯНЫХ ЗАВЕС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РУКАВНЫХ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ

Котов Г.В., к.х.н., доцент, Еремин А.П.,
Тищенко В.Г.*, к.с.-х.н.

*Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

Статья посвящена вопросу применения водяных завес при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросом аммиака. В качестве определяющей характеристики водяной завесы предложено использовать ее высоту. Отмечено, что использование в одной линии более двух рукавных распылителей нецелесообразно, поскольку завеса утрачивает свою эффективность за счет значительного уменьшения ее высоты на удаленном от места подключения конце. Предложена конструкция и способ изготовления рукавных распылителей. Даны сравнительные характеристики водяных завес, создаваемых с использованием целевых и рукавных распылителей. Отмечен эффект «обтекания», присущий завесам, создаваемым с использованием целевых распылителей. Сделан вывод о наиболее рациональном способе постановки водяных завес.

Введение. Аммиак — опасное химическое вещество, наиболее широко используемое в различных отраслях промышленности. Его утечка часто ведет к созданию неблагоприятных экологических ситуаций, опасности для здоровья и жизни людей, а также к необратимым последствиям для технологического процесса. Причины попадания аммиака в окружающую среду носят, как правило, технический характер. Прежде всего, это разгерметизация технологического оборудования, применяемого при переработке и использовании аммиака или емкостей хранения и транспортировки. Аммиак обладает достаточно высокой токсичностью, поэтому чрезвычайные ситуации, связанные с его выбросом или проливом, представляют серьезную угрозу здоровью и жизни людей.

Основным способом ограничения распространения и обеззараживания аммиачно-воздушного облака, формирующегося в результате выброса (пролива) аммиака, является использование водяных завес. Водяные завесы создаются с применением рукавных распылителей или других специальных устройств и формируются струями воды, направленными вверх. Водяные завесы образуют динамическую преграду, препятствующую распространению аммиачно-воздушного облака, и способствуют снижению концентрации аммиака. Эта преграда является полупроницаемой и оказывает двойственное действие. Во-первых, проходя сквозь эту преграду, аммиак частично связывается за счет растворения в воде. Во-вторых, водяные завесы препятствуют распространению облака, создавая дополнительные конвективные потоки, способствуют его турбуляризации и рассеиванию.

1. Создание водяных завес

При постановке водяных завес необходимо руководствоваться оптимальными параметрами их величин. В качестве определяющей характеристики рекомендуется использовать высоту водяной завесы. Наибольшей эффективностью обладает завеса высотой порядка 5,0 — 5,5 м, что соответствует оптимальному соотношению между эффективностью действия и расходом воды. Высота завесы устанавливается оператором визуально или по величине давления на насосе автоцистерны (АЦ).

Использование показаний давления на насосе автоцистерны не всегда правильно указывает на высоту создаваемой завесы. Это связано с тем, что высота завесы зависит, прежде всего, от давления в рукавном распылителе. При увеличении длины магистральной линии и количества последовательно подключенных рукавных распылителей происходит снижение высоты завесы при фиксированном давлении на насосе АЦ.

В качестве иллюстрации такого характера зависимости можно привести примеры изменения высоты завесы при различных схемах подключения.

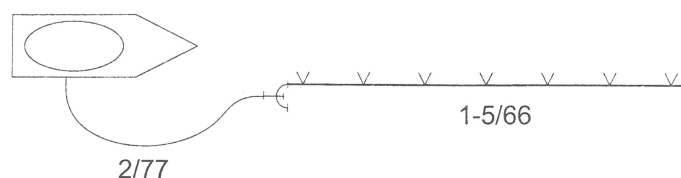
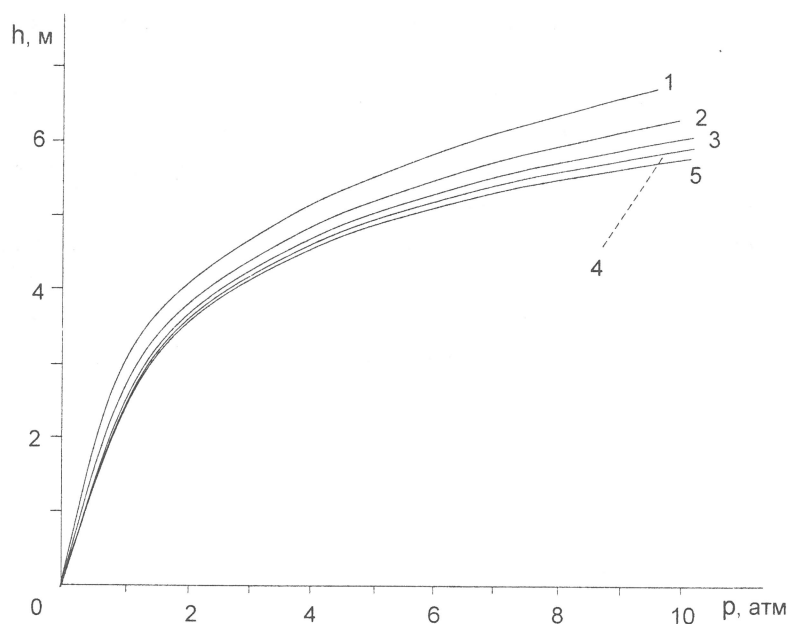


Рисунок 1 — Схема боевого развертывания с последовательным подключением рукавных распылителей

Пример 1. В ходе боевого развертывания прокладывается перфорированная рукавная линия с количеством последовательно соединенных рукавов от 1 до 5. При этом автоцистерна устанавливается на пожарный гидрант. Схема развертывания представлена на рисунке 1.

На рисунке 2 представлен характер изменения высоты водяной завесы при увеличении количества последовательно подключенных в одну линию рукавных распылителей. Кривая 1 соответствует одному подключенному распылителю, кривая 2 — двум рукавным распылителям в линии, кривая 3 — трем распылителям в линии, 4 — четырем распылителям, кривая 5 — пяти последовательно подключенным распылителям.



1 — 1 распылитель; 2 — 2 ...; 3 — 3 ...; 4 — 4 ...; 5 — 5 распылителей

Рисунок 2 — Зависимость высоты водяной завесы от давления на насосе автоцистерны при количестве рукавных распылителей в линии

Указанное значение высоты завесы выполняется только для первого распылителя, на каждом последующем в линии рукаве наблюдается значительное снижение высоты. При одновременном подключении в линию порядка 7—8 распылителей завеса утрачивает свою эффективность, поскольку в конце линии высота завесы составляет около 1 м.

При подключении рукавной линии к пожарной насосной станции (ПНС) принципиальных изменений параметров завес не наблюдалось. Определяющее значение при формировании водяных завес имеет значение давления, создаваемое в линии. При увеличении количества рукавных распылителей в линии на величину высоты завесы на протяжении линии решающее значение оказывает гидродинамическое сопротивление рукавов. Использование в одной линии более двух рукавных распылителей нецелесообразно, поскольку завеса утрачивает свою эффективность за счет значительного уменьшения ее высоты на удаленном от места подключения конце.

Для поддержания постоянной высоты завесы с увеличением количества рукавных распылителей в линии необходимо увеличение давления на насосе. На рисунке 3 приведен общий характер такой зависимости для поддержания высоты завесы 5 м при увеличении количества рукавных распылителей в линии от 1 до 5. Высокое значение давления в рукавной линии (порядка 10 атм) приводит к преждевременному износу рукавов и увеличивает вероятность выхода из строя непосредственно в ходе работы.

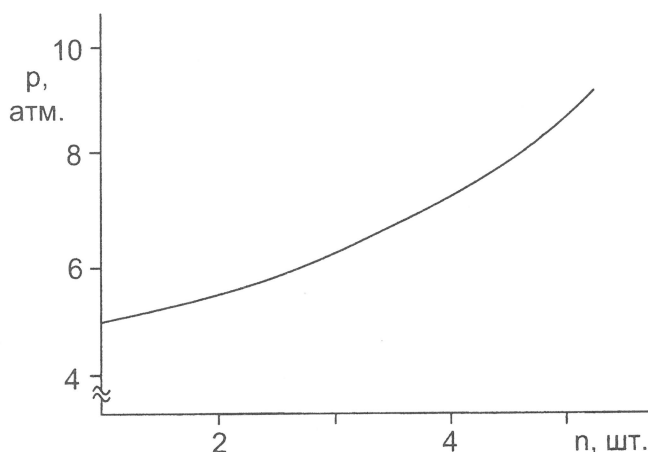


Рисунок 3 — Необходимое давление на насосе для поддержания высоты завесы 5 м при увеличении количества рукавных распылителей в линии

Пример 2. В ходе боевого развертывания прокладывается перфорированная рукавная линия с центральным подключением в соответствии со схемой, представленной на рисунке 4. При этом используются рукавные распылители диаметром либо 66 мм, либо 51 мм. Автоцистерна устанавливается на пожарный гидрант.

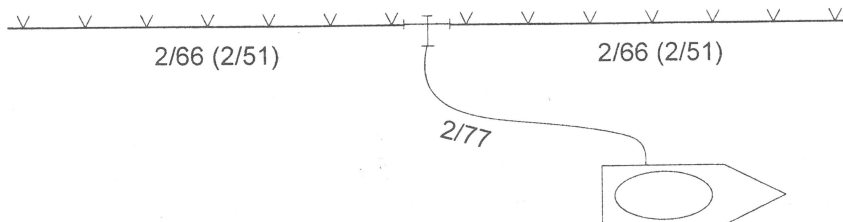
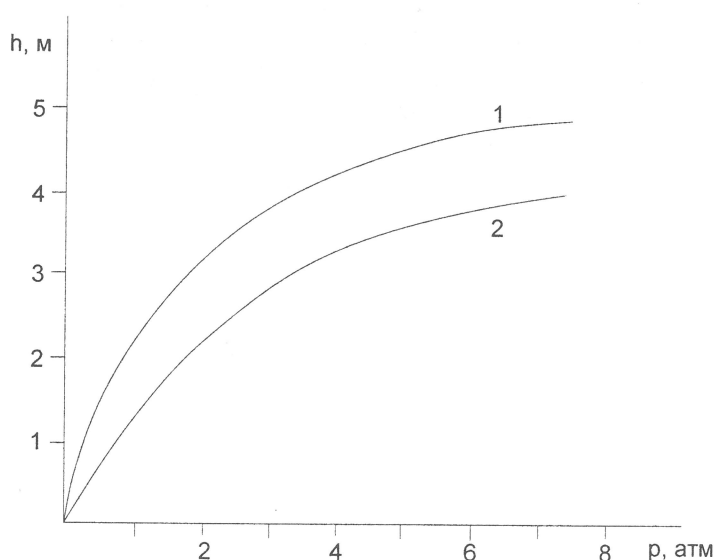


Рисунок 4 — Схема боевого развертывания при центральном подключении

На рисунке 5 представлен характер зависимости высоты завесы от давления на насосе автоцистерны. Кривая 1 соответствует подключению рукавных распылителей диаметром 66 мм, кривая 2 — рукавных распылителей диаметром 51 мм. Наряду с общим понижением высоты высота создаваемых завес явно неравнозначна. Высота завесы, создаваемой при использовании распылителя диаметром 51 мм, недостаточна.

Контроль параметров водяной завесы может осуществляться по значениям расхода воды. В этом случае необходимо проведение предварительных испытаний. Контроль значений расхода воды может быть использован при оценке технического состояния рукавных распылителей.



1 — при использовании распылителя диаметром 66 мм; 2 — при использовании распылителя диаметром 51 мм

Рисунок 5 — Зависимость высоты водяной завесы от давления на насосе автоцистерны

2. Рукавный распылитель для постановки водяных завес

В настоящее время нет документов, регламентирующих конструкцию рукавных распылителей, применяемых для постановки водяных завес. Выбор оптимальной конструкции рукавных распылителей может быть осуществлен с учетом накопленного практического опыта. В настоящее время в частях и подразделениях используются самые различные устройства для распыления воды при постановке завес, в основе которых применяются перфорированные рукава, отличающиеся своим диаметром, количеством и диаметром сопел. Наиболее удачными признаются рукавные распылители, изготовленные по формуле 66/20/5, где 66 — диаметр рукава, мм; 20 — количество отверстий; 5 — диаметр сопел, мм.

Такой рукавный распылитель изготавливается из стандартного прорезиненного или латексного пожарного рукава длиной 20 м и диаметром 66 мм. Рукавный распылитель должен иметь отверстия для распыления воды диаметром 5 мм, расположенные вдоль одной линии, по всей длине рукава. Для изготовления отверстий предварительно необходимо произвести разметку рукава, в котором создано давление воды не ниже 5 атм. Отметки для прорезывания отверстий наносятся вдоль одной линии через каждые 50 см. На высушенном раскатанном рукаве по меткам зачищаются и обезжириваются участки диаметром 6 см. С помощью клея-88, резинового или аналогичного ему на эти участки приклеиваются накладки диаметром 5 см из резины толщиной 2—3 мм. Приклеенные накладки должны быть выдержаны под прессом для высыхания в течение суток.

После полного высыхания по центру накладок необходимо просверлить или прожечь горячим стержнем отверстия диаметром 5 мм. В случае использования латексных рукавов отверстия могут быть прожжены без наклеивания резиновых накладок.

При постановке водяной завесы рукавный распылитель раскладывается в выбранном месте и подключается к разветвлению. На свободный конец рукавного распылителя устанавливается заглушка или перекрывной ствол; возможно подключение другого рукава. Вода подается от автоцистерны по магистральному рукаву, подключенному к трехходовому разветвлению. На насосе автоцистерны поддерживается давление порядка 5—9 атм для обеспечения высоты завесы 5—6 м.

Рукавный распылитель должен быть зафиксирован в положении, обеспечивающем вертикальное расположение водяных струй. Для этого могут применяться различные зажимы и упоры.

Водяные завесы, создаваемые с помощью таких распылителей, обладают достаточно высокой эффективностью. На рисунке 6 в качестве примера представлен характер зависимости степени поглощения аммиака при использовании водяной завесы высотой 5 м от скорости ветра. При средней скорости ветра порядка 5 м/с около половины аммиака, содержащегося в приземной части аммиачно-воздушного облака, рассеивается и поглощается водой.

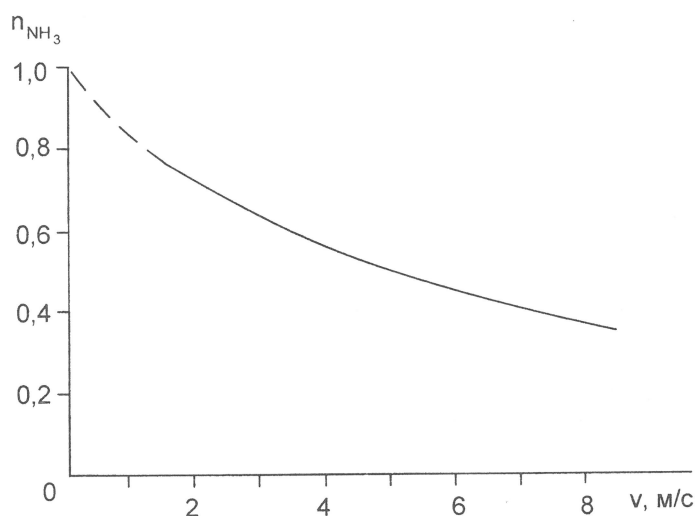


Рисунок 6 — Зависимость степени снижения концентрации аммиака при использовании водяной завесы высотой 5 м от скорости ветра

3. Использование щелевых распылителей для создания завес

Для создания водяных завес могут использоваться щелевые распылители, но, как правило, применение отдельных стволов сопряжено с рядом сложностей. Прежде всего это связано с необходимостью постоянного ручного оперирования, во-вторых, эффективность завесы, создаваемой с помощью отдельных стволов, невелика. Для обеспечения функционирования щелевых распылителей на практике их собирают в отдельные пакеты.

Были исследованы параметры завесы, создаваемой с помощью так называемой установки водяных завес (УВЗ), состоящей из 5 наклонных стволов-распылителей РКС-50. Для создания завесы высотой 6 м и шириной 8 м потребовался расход воды 17,5 $дм^3/с$. Область перекрытия по фронту составила 10 м. Следует отметить, что завеса, создаваемая с помощью УВЗ, имеет ряд существенных недостатков, основным из которых явилось выявленное в ходе полигонных испытаний боковое «обтекание» при ветре переменного направления. Исследуемое аммиачно-воздушное облако, натываясь на завесу полукруглой формы, создавае-

мую с помощью УВЗ, проявляло тенденцию к ее обходу, что периодически регистрировалось при обнаружении повышенных концентраций аммиака в воздухе рядом с завесой.

Кроме того, что завеса, создаваемая с применением стволов-распылителей, имеет неудачную, с точки зрения динамики воздушных потоков, округлую форму, она требует повышенного расхода воды. Для создания завес с приблизительно равными параметрами, без учета требуемой длины, расход воды при использовании УВЗ выше, чем при использовании рукавных распылителей, примерно на 60 %.

4. Развертывание перфорированных рукавных линий

Параметры водяных завес зависят от реализуемой схемы развертывания перфорированных рукавных линий. В качестве основной характеристики используемых водяных завес, не требующей проведения специальных замеров, можно принять их высоту.

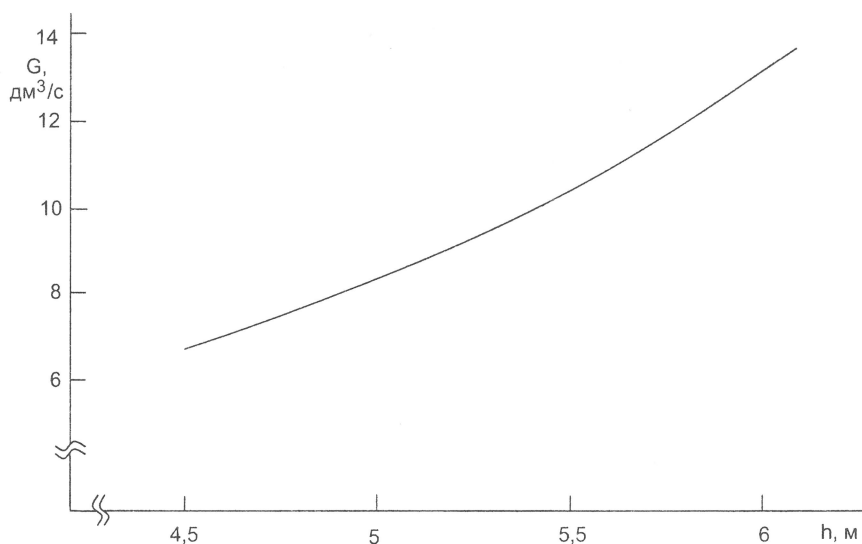


Рисунок 7 — Требуемый расход воды для обеспечения заданной высоты завесы

Высота водяной завесы может быть определена визуально оператором, обладающим опытом ее замера в условиях предварительных испытаний, и устанавливаться в требуемых пределах путем регулировки давления на насосе АЦ. Оптимальной для условий проведения аварийно-спасательных работ можно считать высоту завесы порядка 5,0—5,5 м. Уточнение параметров завесы может проводиться путем экспериментального сравнения расхода воды и достигаемой при этом высоты завесы. На рисунке 7 представлен характер зависимости расхода воды от высоты завесы, создаваемой при использовании рукавного распылителя. Данный характер зависимости прослеживается для рукавных распылителей с иным шагом и диаметром отверстий, используемых в различных аварийно-спасательных подразделениях.

Заключение. Постановка водяных завес с применением рукавных распылителей признается наиболее эффективным средством ограничения распространения и обеззараживания аммиачно-воздушного облака, образующегося при чрезвычайных ситуациях, связанных с выбросом (проливом) аммиака. Водяные завесы, создаваемые с применением рукавных распылителей, обладают рядом преимуществ по сравнению с завесами, создаваемыми другими устройствами. Прежде всего, это их высокая надежность, меньший расход воды и простота в обслуживании.

При постановке водяных завес необходимо руководствоваться рядом правил, определяющих оптимальные параметры завес и тактику их применения. Для создания водяных завес наиболее целесообразно применение рукавных распылителей, изготавливаемых по фор-

муле 66/20/5. В качестве определяющей характеристики рекомендуется использовать высоту водяной завесы. Оптимальной является высота завесы порядка 5,0—5,5 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Котов, Г.В. Изучение влияния водяных завес на распространение аммиачно-воздушного облака при возникновении чрезвычайных ситуаций / Г.В. Котов, С.П. Фисенко, А.П. Еремин // Обработка информации и управление в чрезвычайных и экстремальных ситуациях: доклады. — Минск, 2006. — Т. 1. — С. 68—71.
2. Huang, C. H. Theoretical model of absorption of ammonia by fine water spray / C. H. Huang // Environmental Engineering Science 2005. — Vol. 22, iss. 4. — P. 535—541.
3. Котов, Г.В. Разработка теоретических основ улавливания аммиака с применением водяных завес / Г.В. Котов, А.П. Еремин // Чрезвычайные ситуации: теория, практика, инновации «ЧС-2006»: материалы докл. Междунар. науч.-практ. конф. — Гомель, 2006. — С. 229—230.

Поступила в редакцию 02 мая 2007 г.