

ОСОБЕННОСТИ БИНАРНОЙ ПОДАЧИ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ СОСТАВОВ НА ПОЖАРОТУШЕНИЕ

Введение. Известно, что наиболее распространенным огнетушащим веществом (ОВ) в Украине остается вода. Она универсальна: доступна, относительно недорога, обладает высокими охлаждающими свойствами, экологически безопасна. Однако имеет существенный недостаток, заключающийся в несоизмеримо больших потерях связанных с ее стеканием с наклонных поверхностей, что приводит к дополнительным убыткам от залива нижерасположенных по отношению к очагу пожара коммуникаций. Уменьшить расход ОВ и материальные потери, связанные с использованием воды при пожаротушении, позволяет применение гелеобразующих составов (ГОС).

Цель и задачи. Известен способ тушения пожаров [1], который заключается в том, что ОВ, которое подают в очаг пожара, формируют путем смешивания двух растворов на горячей поверхности. То есть в качестве ОВ используется гелеобразующие составляющие.

Недостатки этого способа вытекают из того, что он регламентирует способ смешиванием двух растворов именно на горячей поверхности, предопределяя свою реализацию небезопасными и/или неэффективными методами, т.е. - не дистанционно. Смешивание же растворов компонент ГОС в непосредственной близости от горящих поверхностей небезопасно и не всегда приемлемо [2]. Кроме того, вряд ли можно считать и дистанционную подачу компонент ГОС с использованием опытной установки «АУТГОС» [4] эффективной без должной проработки вопросов вывода капель ОС на прицельные траектории, так как капли одной составляющей компоненты по причине разнящихся скоростей могут либо перелетать очаг, а капли другой – не долетать до очага пожара. Вследствие этого гель не будет образован, а часть компонент ГОС – бесполезно израсходована.

И еще. В случаях применения разных типов стволов-распылителей, в том числе установками «АУТГОС», без надлежащего тактико-технического обеспечения не исключена возможность преждевременного образования капель геля на начальном этапе пути движения бинарного потока ГОС к очагу пожара. Тут вполне благоприятны условия для образования частиц геля, которые будут оседать, и выпадать «в осадок» на подступах к объекту пожаротушения, в следствии чего эффективность использования ГОС может снизиться.

Следует заметить, что, как правило, ОС (в том числе и ГОС) подается на пожаротушение ствольщиками по фронту очага подвижными распыленными струями. И чтобы «охватить» весь фронт возгораний работа ствольщика связана с необходимостью перемещать стволы-распылители поперек направления движения потока ОС к объекту пожаротушения. Этот общепринятый прием в силу неопределенности стохастический действий различных ствольщиков разной квалификации тоже не всегда благоприятно сказывается на эффективности пожаротушения.

Дадим пояснение к этому нежелательному явлению. На рис.1,а на уровне феноменологического анализа показано, что капли ОС выпущенные из двух расположенных в т. О стволов-распылителей C_1 и C_2 (один над другим) в общем случае могут иметь разные скорости \bar{v}_1 и \bar{v}_2 по величине и по направлению. А так как ствольщик, желая охватить весь периметр пожара, вынужден перемещать стволы в поперечном направлении, то он придает каплям еще и боковую (к примеру \bar{v}_{1n}) составляющую скорости, несоразмерно каждой из них. Так что в определенные моменты времени скорости капель 1-го ствола будут различаться со скоростями капель 2-го ствола. В

результате капли могут сталкиваться, соединяться друг с другом и химически реагировать. Увеличатся их суммарные массы, миделевы сечения, силы сопротивления их движению, а абсолютные скорости движения в итоге снизятся. Значит, уменьшатся и расстояния, пройденные отдельными каплями к объекту пожаротушения. Соответственно, эффективность пожаротушения с использованием снизится, что нами наблюдалось [5], в том числе и при имитационном моделировании движения бинарного потока ГОС в виде двух распыленных струй подкрашенной воды (рис. 1,б).

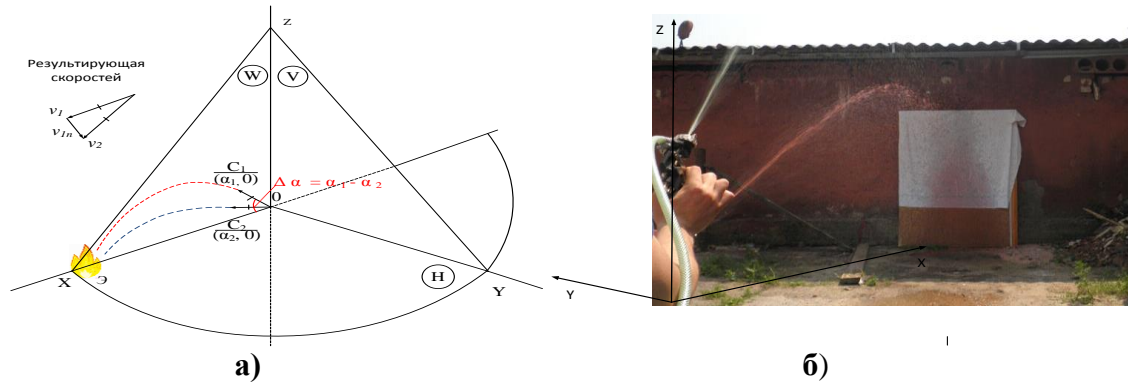


Рис.1. а) – Схема расположения в т. 0 стволов-распылителей C_1 и C_2 , подающих компоненты бинарного потока ГОС (α_1 и α_2 – углы возвышения стволов и ψ_1 и ψ_2 – углы рыскания, соответственно); б) – Подача ОС установкой «АУТГОС» распыленными струями подкрашенной воды

Результаты исследования. В основу исследований поставлена задача повышения эффективности и уменьшения расхода ОБ при пожаротушении за счет целенаправленной дистанционной подачи стволами-распылителями бинарного потока ГОС.

Поставленная задача решается за счет использования способа одновременной подачи в очаг пожара двух независимых друг от друга распыленных струй бинарного потока ГОС стволами-распылителями, нацеленными на очаг под разными углами возвышения и/или рыскания в соответствии с заранее рассчитанными траекториями их движения к очагу [6].

В самом деле, направленные под разными углами возвышения α_1 , α_2 и/или рыскания, составляющие бинарного потока ГОС движутся по расчетным траекториям, определенным, например, с помощью компьютерного программного обеспечения. Этим самым создаются условия своевременного образования в пространстве над/перед очагом пожара, последующего покрытия и удержания защитного геля на поверхностях твердых горящих в очаге веществ и материалов, где в течение времени (не более 1 с) происходит затвердевание геля, локализация и прекращение горения объектов пожаротушения, благодаря чему повышается эффективность пожаротушения.

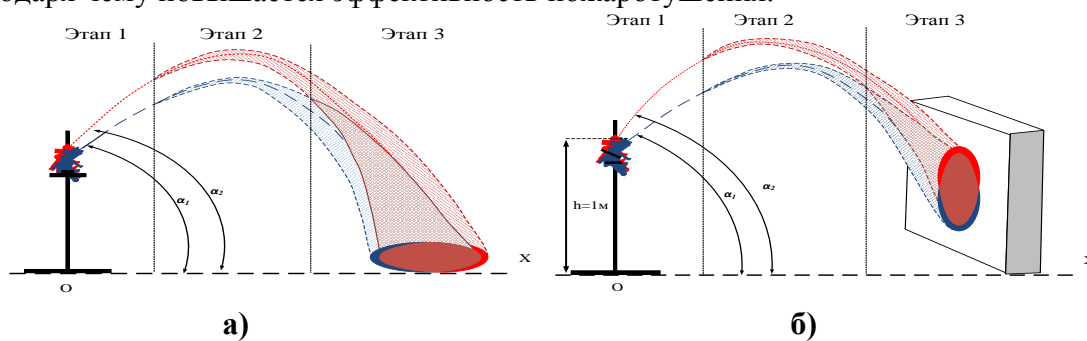


Рис. 2. Схемы подачи в очаг пожара двух независимых друг от друга распыленных струй бинарного потока ГОС стволами-распылителями, нацеленными на очаг по независимым траекториям движения: а) – на горизонтально расположенные горящие объекты; б) – на вертикально (наклонно) расположенные горящие поверхности

Из рисунков 2, а и 2, б следует, что процесс движения незатопленных потоков струй (составляющих ГОС) можно разделить на три этапа. Все три этапа допускают прогнозирования своего движения в пространстве расчетными методами [6].

Третий этап характеризуется тем, что наступает момент, когда поступательные скорости частиц (капель) бинарного потока вдоль координатной оси X близки к нулевым значениям. Тогда их движение осуществляется либо по траектории свободного падения на горизонтальные поверхности пожаротушения, либо прекращается, когда гидродинамический поток встречает на своем пути наклонно расположенные горящие поверхности. Именно на этом этапе растворы обеих компонент ГОС своевременно формируют над/перед очагом пожара гелевую смесь капель двух составляющих ГОС.

Способ допускает несколько тактических приемов своего применения, которые были апробированы с использованием предложенного нами модифицированного метода имитационного моделирования [7]. С целью экономии реагентов-составляющих и набора достаточного количества экспериментального материала вместо ГОС использовалась подкрашенная вода, обладающая близкими к ГОС гидродинамическими свойствами, которая подавалась стволами-распылителями на объекты пожаротушения двумя независимыми потоками. Во время проведения экспериментов, в ходе расшифровки фото- и видеоматериалов, при обработке опытных данных наработанных экспериментально устанавливались основные показатели гидродинамики потоков ОС, зависящие от рабочего давления и эйлеровых углов возвышения и углов рыскания, при расположении стволораспылителей в т. 0 системы координат OXYZ (рис. 1). А именно: дальность и высота подачи ОС, форма траекторий движения двух потоков жидкости (подкрашенная вода) к мишени-экрану.

Кроме того оценивались геометрические параметры «пятен», образующихся при попадании каждой из составляющих ОС на поверхность разовой мишени-экрана, а также при их одновременном попадании и естественном смешивании на условно горячей поверхности, что характеризовало работу установки с т.з. «эффективности» тушения или огнезащиты.

Сравнение полученных нами результатов – дальность и высота подачи, форма траектории бинарного потока струй при различных давлениях и эйлеровых углах наклона стволов распылителей – с некоторыми, имеющимися в литературе свидетельствуют о правомерности использования предложенного нами имитационного моделирования [5].

Практические модификации тактико-технических приемов пожаротушения.

1) Модификация традиционного подхода к решению задачи.

Избежать описанных выше нежелательных явлений преждевременного образования частичек геля при работе с бинарными потоками ГОС можно подавая компактные распыленные струи, расположив стволы-распылители один над другим с соответствующими углами возвышения, как показано на рис.1. (Углы рыскания при этом изначально равны нулю.) То есть таким образом, чтобы угол возвышения верхнего ствола-распылителя имел определенное превышение относительно нижнего ствола. Причем настолько, насколько позволяет это сделать прицельное попадание осевыми линиями обеих струй потока составляющих ГОС в эпицентр пожара Э, желательно за минимальное время доставки.

Имея в своем распоряжении программное обеспечение к формированию искомым траекторий доставки бинарного потока ГОС в эпицентр пожара, данные оперативной разведки пожара и подготовленную к задействованию установку пожаротушения, в частности «АУТГОС», вполне доступно выполнить требуемые операции в процессе пожаротушения с максимально возможной эффективностью.

2) Другой путь решения задачи тоже можно отнести к модификации традиционного способа пожаротушения двумя стволами. На рис. 4,а показано, что два одинаковых ствола C_1 и C_2 ($2a$ – расстояние между ними) с одинаковыми расходными характеристиками сориентированы эйлеровыми координатами так, что две компоненты

бинарного потока ОС подаются соответственно из т. $C_1(\alpha_1 \text{ и } \psi_1)$ и из т. $C_2(\alpha_2 \text{ и } \psi_2)$ прицельно в эпицентр очага Э.

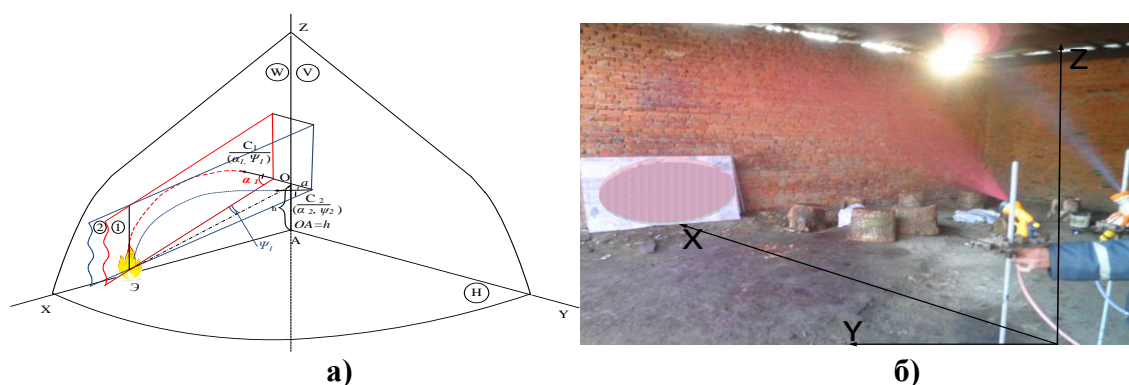


Рис.4. Подача ОС: а) – схема расположения стволов распылителей двумя компактными струями при их неподвижном размещении; б) – подача ГОС плоскорадиальными веерными струями при неподвижно закреплёнными стволами-распылителями

3) Третий тактико-технический прием решения задачи повышения эффективности пожаротушения связан с веерной подачей ОБ (рис. 4,б).

Если принимать во внимание особенности процессов пожаротушения с использованием ГОС (а именно - требования до определенного времени избегать смешивания двух составляющих ГОС), то наиболее эффективным приемом подачи ГОС следует считать такой, при котором составляющие бинарного потока разведены не только по углам возвышения стволов-распылителей (α_1 и α_2), но и по углам рыскания (ψ_1 , ψ_2). Причем так, что момент начала смешивания составляющих ГОС приходится на третий этап движения составляющих бинарного потока, когда осевые линии струй пересекаются у/над очагом пожара (рис 4,а и рис. 4,б).

4) Четвертый прием пожаротушения

Само смешивание гелеобразующих составляющих, как уже говорилось, желательно начать осуществлять непосредственно перед попаданием обеих реагентов в очаг горения или на защищаемый от огня объект. То есть – в определенный момент времени, на некотором оптимальном расстоянии от объекта при движении обеих потоков бинарного ГОС (на подходе). Причем, если речь идет о плоских радиальных струях с веерной подачей ГОС [9], то искомое расстояние в первом приближении несложно вычислить, решая уравнения о пересечении двух движущихся секторальных потоков гелеобразующих составляющих в спроектированном на горизонтальную плоскость виде. Затем использовать полученные приближенные решения как элемент тактико-технического обеспечения.

Преимущества такого подхода к решению рассматриваемой задачи очевидны. Во-первых, в этом случае мы избавляемся от боковых составляющих вектора скорости каплей снижающих эффективность пожаротушения с использованием ГОС. Во-вторых, возможности для варьирования углами возвышения и рыскания обоими стволами, без преждевременного смешивания каплей бинарного потока ГОС, значительно расширяются. Непроизводительные потери ГОС при этом могут быть существенно уменьшены, а эффективность пожаротушения повышена.

Выводы. В результате проведенных исследований модифицирован метод имитационного моделирования пожаротушения с использованием ГОС. Предложено несколько приемов повышающих эффективность подачи ГОС на пожаротушение. Даны конкретные рекомендации к созданию тактико-технического обеспечения пожаротушения с использованием установок типа «АУТГОС»:

Во-первых, разводит по углам возвышения и рыскания два ствола-распылителя для того что бы конусы распыла этих стволов пересекались на третьем этапе движения бинарного потока ГОС.

Во-вторых, осуществлять распыление ОС плоскими радиальными струями.

Во время проведения экспериментальных исследований впервые были установлены наиболее критичные показатели гидродинамики потоков ГОС, учитывающие давление в системе подачи ГОС и углы наклона и рыскания стволов распылителей, что необходимо для создания тактико-технического обеспечения к эффективному применению ГОС.

ЛИТЕРАТУРА

8. Пат. 60882А Україна, МПК7 А62С 1/00. Спосіб гасіння пожежі та складу для його здійснення / Борисов П.Ф., Росоха В.О., Абрамов Ю.О., Кіреев О.О., Бабенко О.В., заявник і патентовласник Академія пожежної безпеки України. – №2003032600. Заявл. 25.03.2003; Надр. 15.10.2003; Бюл. №10. – 2 с.

9. Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань: ДСТУ 3675-98. — [Чинний від 1999-01-01]. — К. : Держнаглядохоронпраці України, 1997. — 15 с. — (Національні стандарти України).

10. Киреев А.А. Определение показателя огнетушащей способности гелеобразующих огнетушащих составов при тушении модельного очага пожара 1а / А.А. Киреев, К.В. Жерноклёв, А.В. Савченко // Проблемы пожарной безопасности. – 2010. – Вып. 28 – С. 74 –80.

11. Анализ процесса подачи и траектории потока струй огнетушащего вещества установкой АУТГОС / С.В. Росоха, Ю.Н. Сенчихин, А.А. Киреев, К.М. Остапов // Проблемы пожарной безопасности – Харьков: НУЦЗУ, 2016. – Вип. 38. – С. 146-155.

12. Горбань Ю.И. Пожарные работы и ствольная техника в пожарной автоматике и пожарной охране. — М.: Пожнаука, 2013. — 352 с.

13. Остапов К.М. Исследование тактико - технических аспектов применения автономной установки тушения гелеобразующими составами / К.М. Остапов, Ю. Н. Сенчихин // Метрологічні аспекти прийняття рішень в умовах роботи на техногенно-небезпечних об'єктах: всеукр. наук. -прак. конф., 28-29 жовтня, 2015 р. : тези доп. — Х., 2015. — С. 169-171.

14. Пат. 105235 Україна, МПК А 62 С 31/00. Насадок для створення плоско-радіальної водяної зависи / Росоха С.В., Сенчихин Ю.М., Голендер В.А., Остапов К.М., Дендаренко Ю.Ю., заявник і патентовласник Національний університет цивільного захисту України. – №201508629. Заявл. 07.09.2015; Надр. 10.03.2016; Бюл. 5. – 4 с.

V.V. Sirovoy, Ph.D., Associate Professor, NUCPU
YU.N. Senchihin, Ph.D., Associate Professor, NUCPU
K.M. Ostapov, NUCPU

FEATURES BINARY FEEDS GELLING COMPOSITIONS FOR FIRE EXTINGUISHING

Within the framework of the phenomenological analysis was investigated the effectiveness of the fire extinguishing composition of the binary streams. Was proposed method and a few techniques that increases the efficiency of remote gelling composition substance transfer for fire extinguishing. Specific recommendations are given to the creation of the tactical and technical support with the usage of fire-fighting "AUTGOS" type systems. During the experimental studies were first established the key indicators gelling composition hydrodynamics streams, take into consideration the pressure in the supply system, the yaw angles and spray the trunks.