



# НАУКОВИЙ ВІСНИК УкрНДІПБ

## № 2 (24), 2011

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

### Редакційна колегія:

головний редактор

канд. психол. наук

заст. головного редактора

канд. техн. наук

науковий редактор

д-р техн. наук

заступник наукового редактора

канд. техн. наук

д-р фіз.-мат. наук

д-р техн. наук

д-р техн. наук

д-р техн. наук

д-р техн. наук

д-р хім. наук

канд. хім. наук

канд. хім. наук

канд. техн. наук

канд. фіз.-мат. наук

технічний редактор

**Євсюков О.П.**

**Откідач М.Я.**

**Круковський П.Г.**

**Антонов А.В.**

**Акіньшин В.Д.**

**Володарський Є.Т.**

**Губарев О.П.**

**Жартовський В.М.**

**Кашуба О.І.**

**Пашковський П.С.**

**Сушко В.О.**

**Білкун Д.Г.**

**Білошицький М.В.**

**Боровиков В.О.**

**Довбши А.В.**

**Дунюшкін В.О.**

**Згуря В.І.**

**Коваленко В.В.**

**Ковалинин В.В.**

**Новак С.В.**

**Огурцов С.Ю.**

**Сізіков О.О.**

**Цапенеко А.С.**

**Полуян П.В.**

Заснований у 2000 році

Виходить 2 рази на рік

Засновник і видавець

Український науково-дослідний інститут  
пожежної безпеки (УкрНДІПБ) МНС України

Журнал зареєстровано Державним комітетом  
інформаційної політики України

Свідоцтво від 11.01.2000 серія КВ № 3943

Журнал внесено до Переліку фахових видань  
у галузі технічних наук, в яких можуть публікува-  
тись результати дисертаційних робіт на здобуття  
наукових ступенів доктора і кандидата наук  
*Постанова ВАК України від 26.01.2011 № 1-05/1*

У разі передруковування матеріалів письмовий  
дозвіл УкрНДІПБ МНС України є обов'язковим

Рекомендовано до видання рішенням науково-  
технічної ради УкрНДІПБ МНС України  
*Протокол від 25.08.2011 № 8*

### Адреса редакції:

01011, м. Київ, вул. Рибальська, 18

### Телефони:

(+380 44) 280 3312; 280 2402; 280 1801

<http://firesafety.at.ua/publ>

Підписано до друку 26.08.2011

Формат 60 × 84/8.

Наклад 200 прим.

ЗМІСТ

**В.В. Ніжник, В.М. Жартовський,  
С.В. Жартовський, О.П. Гутник**

Вогнебіозахист деревини та дерев'яних конструкцій  
куполів культових споруд.

**О.П. Євсюков, Р.Г. Папуша, Ю.Б. Гулик,  
О.І. Бедратюк**

Аналіз тенденцій розвитку технічного регулювання  
у сфері пожежної безпеки.

**О.О. Сізиков, Н.М. Довгосєєва**

Обґрунтування вимог пожежної безпеки для  
об'єктів площею до 300 м<sup>2</sup>.

**О.Г. Горових, А.В. Волосач**

Спектрально-люмінесцентный анализ щелочных  
экстрактов из образцов древесины, подвергнутых  
тепловому воздействию.

**И.Н. Грицина, С.А. Виноградов, С.Н. Быченко**

Экспериментальные исследования тушения газово-  
го факела импульсными струями жидкости высокой  
скорости.

**Ю.В. Гуцulyak, В.Б. Лоіk, В.В. Артеменко**

Підвищення вогнестійкості металевих будівельних  
конструкцій покривами на основі наповнених полі-  
алюмосилоксанів.

**П.О. Іллюченко, В.В. Коваленко, Р.І. Кравченко**

Аналіз загальних настанов щодо оцінювання димо-  
утворюальної здатності полімерної продукції.

**О.И. Кащуба, В.Н. Медведев, Е.В. Беляева,  
В.В. Артемов**

Основы технической реализации анализаторов  
метана для газоотсасывающих установок.

**О.В. Кириченко, В.А. Ващенко, В.В. Цибулін,  
В.М. Тупицький**

Високотемпературне окислення алюмінію в продук-  
тах розкладання окислювачів та органічних речовин  
піротехнічних сумішей в умовах зовнішнього нагрі-  
ву.

**Р.В. Климась, Д.Я. Матвійчук**

Шляхи удосконалення статистичного обліку пожеж  
та їх наслідків в Україні на регіональному та держа-  
вному рівнях.

**Ю.О. Копистинський**

Дослідження впливу ударної хвилі на вогнегасну  
ефективність аерозолевої речовини неорганічних  
солей калію.

CONTENTS

**V. Nizhnik, V. Zhartovskiy, S. Zhartovskiy, A. Gutnik**

**1** Protection of wood and wood constructions of the  
cupola of religious erections from fire and biological  
deterioration.

**A. Yevsyukov, R. Papusha, Yu. Gulik, O. Bedratyuk**

**9** An analysis of the tendencies of the development of the  
technical regulation in the sphere of fire safety.

**A. Sizikov, N. Dovgosheyeva**

**13** Substantiation of the fire safety requirements for the  
objects having square of up to 300 m<sup>2</sup>.

**O. Gorovykh, A. Volosach**

**16** Spectral and luminescent analysis of alkaline extracts  
taken out of specimens of wood having been subjected  
to thermal effect.

**I. Gritsyna, S. Vinogradov, S. Bychenko**

**21** Experimental researches of the extinguishing of a  
smoke jet with impulse high velocity liquid sprays.

**Yu. Gutsulyak, V. Loik, V. Artemenko**

**26** Raising of fire resistance rating of metal building con-  
structions covered with coatings based on saturated  
poly aluminosilicates.

**P. Illyuchenko, V. Kovalenko, R. Kravchenko**

**32** An analysis of a general manual for the estimation of  
smoke forming ability of polymer produce.

**O. Kashuba, V. Medvedev, Ye. Belyayeva, V. Artemov**

**40** Fundamentals of the technical realization of methane  
analyzers for gas exhausting installations.

**O. Kirichenko, V. Vashchenko, V. Tsybulin,  
V. Tupitskiy**

**47** High temperature oxidation of aluminum contained in  
decomposition products of oxidizers and organic sub-  
stances being components of pyrotechnic mixtures  
under external heating conditions.

**R. Klimas, D. Matviychuk**

**54** Ways of the perfection of statistical registration of fires  
and their consequences in Ukraine at the regional and  
national levels.

**Yu. Kopystinskiy**

**59** Research of the effect of a blast wave on fire extin-  
guishing efficiency of aerosol substances of inorganic  
potassium salts.

**A.П. Ковалёв, И.И. Лехтман**

Факторы, влияющие на взрывобезопасность жилых квартир.

**B.В. Ковалишин, Е.М. Улинець, О.В. Грушовінчук, В.В. Кавецький**

Дослідження залежності кратності повітряно-механічної піни від геометричних параметрів піно-генератора.

**R.И. Кравченко**

Аналіз нової європейської пожарної класифікації ізолюваних проводів і кабелей в частинах реакції на огонь.

**Г.Л. Логунова**

Аспекти безпеки радіоізотопних приборів в технологіях досмотрового контроля транспортних засобів.

**A.Н. Мазілин, С.В. Новак**

Ісследование процесса термоокислительной деструкции полимерной трубы спринклерной системы водяного пожаротушения.

**A.І. Морозов, А.М. Баранов, О.М. Бухман**

Теоретичні передумови створення двоступеневого апарату пилоочищення для технологічних процесів із застосуванням вибухопожежонебезпечних речовин.

**A.В. Поздеев**

Определение теплофизических характеристик модифицированного бетона расчётно-экспериментальным методом.

**O.І. Пурський, С.С. Федоренко**

Мобільна частина системи дистанційного моніторингу функціонального стану пожежника за основними показниками життєдіяльності.

**P.Н. Шостак, Є.М. Грінченко, Р.М. Федоренко**

Еколого-економічна оцінка аварійного ризику при перевезенні нафтопродуктів залізничним транспортом.

**T.М. Скоробагатько, В.О. Боровиков, Д.Г. Білкун**

Шляхи забезпечення протипожежного захисту процесів виробництва рідкого моторного біопалива та об'єктів з його наявністю.

**В.І. Снісаренко, Л.В. Гембарський,****А.А. Наймитенко**

Конструктивні заходи протипожежної безпеки в глядацьких закладах на прикладі Одеського національного академічного театру опери та балету.

**О.Я. Сольона**

Розвиток технічних засобів забезпечення рівня пожежної безпеки низьковольтних електрических мереж.

**A. Kovalev, I. Lekhtman**

Factors effecting explosion safety of the habitable apartments.

**V. Kovalishin, Ye. Ulinets, O. Grushovinchuk,****V. Kavetskiy**

Research of the dependency of the expansion ration of air mechanical foam on geometric parameters of the foam generator.

**R. Kravchenko**

Fire classification of insulated wires and cables in the part of their reaction to fire.

**G. Logunova**

Aspects of safety of the radio isotope devices in the technologies of inspection control of the vehicles.

**A. Mazilin, S. Novak**

Research of the process of thermal oxidation destruction of a polymer pipe of a sprinkler water-based fire extinguishing system.

**A. Morozov, A. Baranov, O. Bukhman**

Theoretical preconditions for the creation of a two-extent apparatus for the purification from dust for the technological processes using substances of high explosion and fire danger.

**A. Pozdeev**

Determination of thermal and physical characteristics of the modified concrete by calculation and experimental method.

**O. Purskiy, S. Fedorenko**

A mobile part of the system for remote monitoring of functional state of a fire fighter by his main vital function indices.

**R. Shostak, Ye. Grinchenko, R. Fedorenko**

An ecological and economical estimation of emergency risk at the shipment of mineral oils by railway transport.

**T. Skorobagatko, V. Borovikov, D. Bilkun**

Ways of ensuring fire protection of the processes for the manufacturing of liquid engine bio fuel and objects with its availability.

**V. Snisarenko, L. Gembarskiy, A. Naymytenko**

Constructive fire safety measures at spectators' establishments with the example of Odessa national opera and ballet academic theatre.

**O. Solenaya**

Evolution of the technical means for ensuring some level of fire safety of low voltage electric mains.

**63**

**74**

**80**

**93**

**96**

**104**

**113**

**117**

**124**

**132**

**139**

**C.В. Сольоній, Г.В. Демченко, А. Бенніс Юсеф,**

**П.О. Ілюченко**

Вплив якості та технології монтажу ізольованих проводів і кабелів на пожежну небезпеку електрифікованого об'єкта.

**В.А. Свиридов**

Проблемні питання нормативного забезпечення пожежної безпеки товарно-сировинних парків зріджених вуглеводневих газів на етапі їх проектування та шляхи їх вирішення.

**А.Г. Яцукович, А.П. Денисевич**

Современные методы контроля качества огнезащитной обработки древесины пропиточными составами.

**Н.В. Воропай**

Перспективный промышленный протокол для интеллектуальных датчиков.

**М.В. Дубровкіна, Т.Н. Козак**

Методика визначення коефіцієнту ефективності знешкодження вибухонебезпечних предметів гідрогарматою.

**В.О. Дунюшкін, С.Ю. Огурцов, А.В. Антонов,**

**П.В. Пивовар**

Вплив неодночасності спрацьовувань модулів системи порошкового пожежогасіння на ефективність гасіння горючих рідин.

**В.В. Ковалішин**

Моделювання впливу парогазових потоків на пожежу в каналах великої довжини.

**В.В. Хижняк**

Розрахунково-експериментальний метод метрологічної атестації траекторного вимірювально-обчислювального комплексу в умовах апріорної невизначеності впливу умов випробувань високоманеврових рухомих об'єктів.

**S. Soleny, G. Demchenko, A. Bennis Usef,**

**P. Illuchenko**

Influence of quality and installation technology of the insulated wires and cables on fire risk of an electrified object.

**V. Sviridov**

Problems of normative ensuring of fire safety of produce and raw materials storage parks for liquefied hydrocarbon gases at the stage of their designing and ways of their solution.

**A. Yatsukovich, A. Denisevich**

Up-to-date methods for controlling quality of fire protective treatment of wood with impregnation compositions.

**N. Voropay**

A promising industrial protocol for intellectual detectors.

**M. Dubrovkina, T. Kozak**

A method for the determination of the coefficient of efficiency of the neutralization of highly explosive items with hydraulic gun.

**V. Dunyushkin, S. Ogurtsov, A. Antonov, P. Pivovar**

Influence of non-simultaneity response of the powder fire-extinguishing modules on efficiency of extinguishing combustible liquid.

**V. Kovalishin**

Modeling of steam-gas flows and their impact on flash-point in lingering channels.

**V. Khizhnyak**

Calculation-experimental method of metrological certification of trajectorymeasuring-computing complex in terms of a priori uncertainty of the impact testinghigh-maneuvering moving objects.



УДК 614.844.2

*И.Н. Грицына, канд. техн. наук, С.А. Виноградов, С.Н. Быченко, канд. истор. наук*

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТУШЕНИЯ ГАЗОВОГО ФАКЕЛА ИМПУЛЬСНЫМИ СТРУЯМИ ЖИДКОСТИ ВЫСОКОЙ СКОРОСТИ**

Проведены экспериментальные исследования по тушению газового факела импульсными струями жидкости высокой скорости. Определена минимальная скорость капельного потока огнетушащей жидкости, необходимая для тушения газового факела, а также зона прицеливания высокоскоростной струй, попадание в которую обеспечит тушение газового факела. Экспериментально исследована скорость распространения высокоскоростной струи огнетушащей жидкости в воздухе. По результатам эксперимента получена регрессионная зависимость, позволяющая определить, какой должен быть заряд пороха, если известно расстояние до очага пожара.

*Ключевые слова:* установка импульсного пожаротушения; огнетушащая жидкость; скорость струи; зона прицеливания; газовый факел.

*I. Gritsyna, Cand. of Sc. (Eng.), S. Vinogradov, S. Bychenko, Cand. of Sc. (Hist.)*

## **EXPERIMENTAL RESEARCHES OF THE EXTINGUISHING OF A SMOKE JET WITH IMPULSE HIGH VELOCITY LIQUID SPURTS**

Experimental researches for the extinguishing of a smoke jet with impulse high velocity liquid spurts have been conducted. Minimum velocity of droplets jet of a fire extinguishing liquid necessary for the extinguishing of a smoke jet as well as target zone of the high velocity jet hitting at that is to ensure extinguishing of smoke jet have been determined. Velocity of the spreading of the high temperature fire extinguishing liquid in the air has been researched experimentally. A regression relation to allow determination of the necessary value of the gunpowder charge depending on distance to the fireplace has been obtained as the result of the experiment.

*Keywords:* installation of pulse fire extinguishing; fire extinguishing fluid; the speed of the Jet; aiming zone; gas torch.

В [1] теоретически обоснована возможность тушения газовых фонтанов с помощью струй жидкости высокой скорости, полученных из установок импульсного пожаротушения (УИП). Для создания пилотных образцов УИП и разработки рекомендаций по их тактическому применению необходимо определить основные характеристики высокоскоростной струи, а также возможности УИП по тушению газовых факелов. Поэтому целью работы является исследование влияния массы порохового заряда и расстояния до сопла на скорость распространения струи огнетушащей жидкости (ОЖ) высокой скорости. Для определения тактических возможностей УИП необходимо также определить минимальную скорость капельного потока огнетушащей жидкости, необходимую для тушения газового факела и зоны прицеливания импульсной струей огнетушащей жидкости высокой скорости.

Анализ последних исследований и публикаций показал, что в работах Атанова Г.А. [2], Noumi M. [3] и Семко А.Н. [4] установлено, что скорость головы высокоскоростной струи сначала возрастает со временем, а затем падает за счёт торможения о воздух. Однако конкретные численные данные об изменении скорости высокоскоростной струи в процессе распространения отсутствуют.

Исследования скорости, при которой происходит срыв и тушение газового факела, проводил Карпов В.Л. в своей работе [5]. Ему удалось получить аналитические зависимости скорости срыва газового факела в поперечном воздушном потоке в зависимости от начальной

скорости истечения газа. В работе [6] скорость поперечного потока, при которой происходит срыв пламени, теоретически определена как величина, связанная с диаметром скважины и не зависящая от скорости истечения газа.

На скорость полёта струи огнетушащей жидкости могут влиять следующие факторы: начальная скорость истечения  $U_0$ , которая определяется массой порохового заряда  $m_{p0}$  при прочих равных условиях, расстояние до сопла УИП  $l$ , скорость и направление ветра  $\vec{W}$ , масса  $m_w$  и плотность  $\rho$  огнетушащей жидкости. Однако скоростью и направлением движения ветра  $\vec{W}$  при больших количествах огнетушащей жидкости и высоких скоростях движения струи можно пренебречь, а физические свойства воды известны и принимаются неизменными. Поэтому целью эксперимента являлось получение зависимости скорости распространения струи  $U$  от массы порохового заряда  $m_{p0}$  и расстояния до сопла  $l$ :

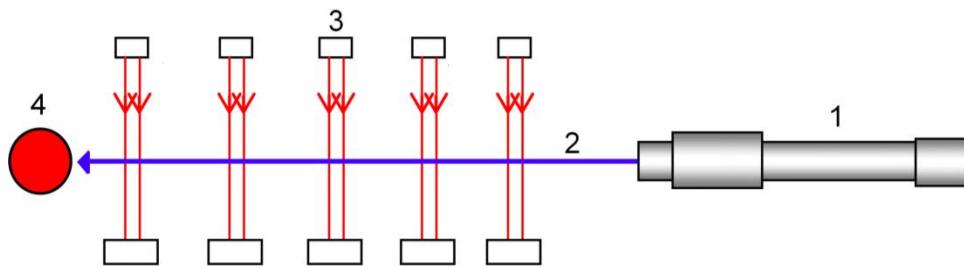
$$U = f(m_{p0}, l), \quad (1)$$

где  $U$  – скорость движения головной части струи огнетушащей жидкости, м;

$m_{p0}$  – масса порохового заряда, г;

$l$  – расстояние до сопла УИП, м.

Для определения зависимости (1) проведён эксперимент, схема которого представлена на рис. 1.



1 – опытный образец УИП; 3 – многоканальная система измерения скорости;  
2 – высокоскоростная струя; 4 – газовый факел.

Рисунок 1 – Схема проведения эксперимента по изучению скорости распространения струи УИП

Производился выстрел из опытного образца УИП 1 высокоскоростной струёй 2 по модельному газовому факелу 4. Параметры газового факела: диаметр горелки  $d_m = 15$  мм, расход газа  $Q_0 = 5,4$  л/с, скорость истечения газа из модели  $V = 30,6$  м/с, высота факела  $H_f \approx 2,5$  м. Параметры УИП (рис. 2): диаметр сопла  $d_c = 15$  мм, масса пороха  $m_p = 5 \dots 15$  г, масса ОЖ в установке  $m_w = 450$  г. Расстояние от УИП до факела варьировалось от 5 до 15 м.



Рисунок 2 – Опытный образец УИП

Изменение скорости головы струи измерялась с помощью многоканальной лазерной системы бесконтактного измерения скорости (МИС), которая позволяет измерять скорость в интервале 50–3000 м/с (рис. 1). Датчики МИС расположены через каждые 2 м на участке 10 м.

Для обработки результатов эксперимента и построения математических моделей использовали математический метод планирования эксперимента. Поскольку в эксперименте исследовали влияние только двух факторов, то был поставлен эксперимент типа  $2^2$  [7]. Для построения полинома второго порядка использовали метод, предложенный Г.Э.П. Боксом и К.Б. Вильсоном [8]. Использовали ротатабельный план второго порядка, так как он, в отличие от ортогонального, позволяет предусмотреть значение функции отклика с дисперсией, одинаковой на равных расстояниях от центра плана [7].

Значение массы порохового заряда варьировалось от 5 г – наименьшее расчётное количество пороха для опытного образца УИП, до массы, при которой обеспечивается, по теоретическим предположениям, максимальная дальность полёта струи – 15 г. Нижний уровень для расстояния до сопла составлял 2 м, что обусловлено необходимостью проследить изменение скорости возле сопла, а верхний уровень составлял 10 м – теоретически максимальное расстояние для изучения.

Расчёт коэффициентов регрессии по результатам экспериментов проводили по формулам, приведённым в [7]. Выполнив расчёт коэффициентов регрессии, оценили их значимость по критерию Стьюдента. Уравнение регрессии принимает вид:

$$U = 18,4m_{p0} - 6,45l^2 + 70,8l - 0,96m_{p0}l - 4,1, \quad (2)$$

где  $U$  – скорость движения головной части струи огнетушащей жидкости, м;

$m_{p0}$  – масса порохового заряда, г;

$l$  – расстояние до сопла УИП, м.

Получив полиномиальную модель, проводили статистическую оценку. Проверяли воспроизводимость процесса по критерию Кохрена и адекватность по критерию Фишера. Проверка адекватности модели и воспроизводимости процесса дала положительный результат. Графическое изображение зависимости скорости струи от массы пороха и расстояния до сопла представлено на рис. 3.

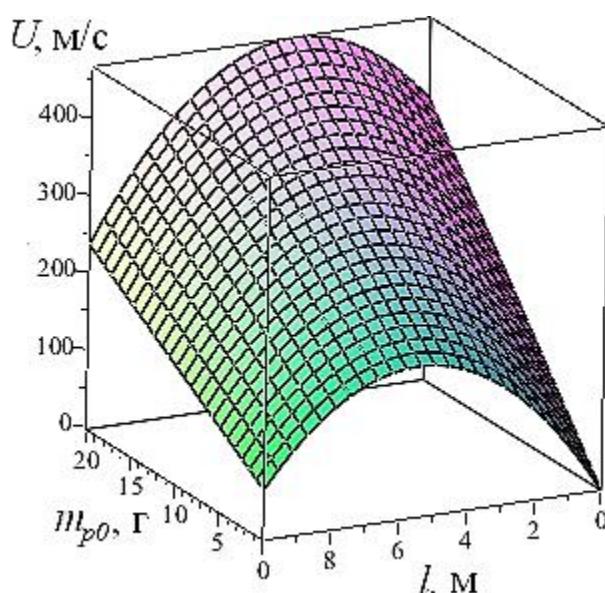


Рисунок 3 – Поверхность отклика зависимости скорости распространения струи огнетушащей жидкости от массы порохового заряда и расстояния до сопла

Аналіз поверхні отклика на рис. 3 показує, що истечение струї ОЖ починається зі швидкістю, що відповідає тиску за першою хвильою сжаття. Друга зона струї, що відповідає другої хвильі сжаття, має більшу швидкість і проходить сквозь першу зону, розбивши її і т. д. Цей процес розгону відбувається до тих пір, поки в голові струї не встановиться максимальна швидкість. Для всіх експериментів цей етап лежить в межах 4–5 м. Після цього відбувається поступове зменшення швидкості за рахунок торможення повітря.

Получена регресійна залежність (2) дозволяє визначити, якою повинна бути заряд пороху, якщо відомо відстань до очага пожару. Це може бути корисним при проектуванні УІП в якості стаціонарного засобу пожаротушіння.

Следуючим етапом експериментальних досліджень було визначення мінімальної швидкості капельного потоку огнетушачої рідини, необхідної для гасіння газового факела.

Параметри газового факела залишилися колишніми. Відстань від експериментального образца УІП до факела змінювалася в діапазоні 5–15 м. Результати експерименту представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати експериментального дослідження по мінімальній швидкості капельного потоку огнетушачої рідини, необхідної для гасіння газового факела

№	Маса порохового заряда, г	Відстань від УІП до факела, м	Швидкість у факелі, м/с	Результат: «+» – факел потушено «–» – факел не потушено
1	5	5	227	+
2	5	10	87	+
3	5	15	54	–
4	5	12	63	–
5	10	5	338	+
6	10	10	105	+
7	10	15	73	–
8	10	12	82	+
9	15	5	428	+
10	15	10	125	+
11	15	15	78	–
12	15	12	108	+

Таким чином встановлено, що мінімальна швидкість капельного потоку ОЖ, при якій відбувається гасіння модельного газового факела, лежить в межах 80–90 м/с.

Для визначення зони прицілювання імпульсної струї огнетушачої рідини з високою швидкістю змінювався кут нахилу установки імпульсного пожаротушіння  $\alpha_n$  відносно нулевої точки початку викидання газу (рисунок 4).

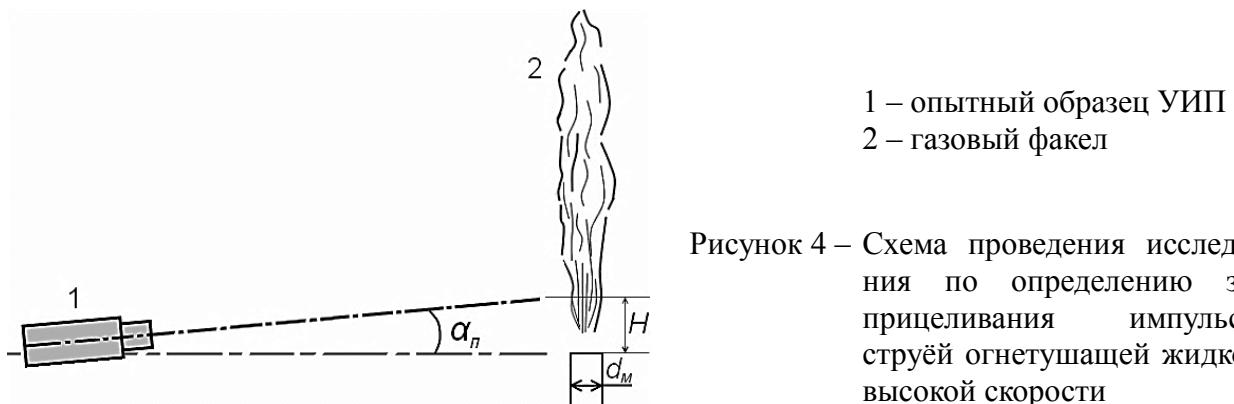


Рисунок 4 – Схема проведення дослідження по визначенню зони прицілювання імпульсної струї огнетушачої рідини з високою швидкістю

Установлено, что при данных условиях (расстояние до факела 10 м) тушение возможно при угле наклона  $0,5^\circ \leq \alpha_{\text{п}} \leq 3^\circ$ , что соответствует подаче ОЖ в зону  $H = (5 \dots 35)d_m$ .

При подаче огнетушащей жидкости нижеуказанной зоны, большая часть жидкости не участвует в процессе тушения (рис. 5а).



а) ниже зоны  
прицеливания



б) выше зоны  
прицеливания

Рисунок 5 – Подача огнетушащей жидкости при тушении газового факела

Если струя огнетушащей жидкости подаётся выше указанной зоны, то остаётся непотушенной зона на выходе из горелки и горение возобновляется снова (рис. 5б).

В результате экспериментальных исследований скорости распространения струи огнетушащей жидкости получена регрессионная модель зависимости скорости полёта струи от массы порохового заряда и расстояния до сопла. Полученная модель позволяет определить расстояние, на котором нужно устанавливать УИП от факела, либо массу порохового заряда, необходимого для тушения с заданного расстояния. Определено, что минимально необходимая скорость капельного потока огнетушащей жидкости, при которой происходит срыв и тушение модельного факела, лежит в пределах 80–90 м/с, а для успешного тушения факела с расходом газа  $Q_0 = 5,4 \text{ л/с}$  и скоростью истечения  $V = 30,6 \text{ м/с}$  струи огнетушащей жидкости необходимо направлять в зону видимого начала горения на расстояние 5–35 калибров горелки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов С.А., Грицына И.Н., Сенчихин Ю.Н., Касьян А.И. О возможности тушения пожаров газовых фонтанов с помощью высокоскоростных струй жидкости // Пожежна безпека. – Львов: ЛГУБЖД, 2010. – № 17. – С. 77–82.
2. Атанов Г.А., Бишевли Б.И. Об особенностях движения струи импульсного водомёта // Газовая динамика: Сб. научн. тр. – Томск: Изд-во ТГУ. – 1987. – С. 3–8.
3. Proc. 3rd International Symposium on Jet Cutting Technology. – Chicago (Illinois), 1976. – Paper B4. – Р. 47–58.
4. Семко А.Н. Импульсные струи жидкости высокого давления. – Донецк: Вебер (Донецкое отделение), 2007. – 149 с.
5. Карпов В.Л. Пожаробезопасность регламентных и аварийных выбросов горючих газов. Часть 2. Предельные условия устойчивого горения и тушения диффузионных факелов в подвижной атмосфере // Пожаровзрывобезопасность. – 1998. – № 4. – С. 46–52.
6. Пат. 27155 Україна, МПК6 А 62 С 3/06, 31/02, 31/03, Е 21 В 35/00. Спосіб гасіння пожежі газового та нафтового фонтана та пристрій для його здійснення / Нода О.О., Свириденко М.Ф. та ін. – № 96124654; заявл. 13.12.1996; опубл. 28.02.2000, Бюл. № 1.
7. Винарский М.С., Лурье М.В. Планирование эксперимента в технологических исследованиях. – К.: Техника, 1975. – 168 с.
8. Box G.E.B. On the Experimental Attainment of Optimum Conditions / G.E.O. Box, K.B. Wilson // Journal of the Royal Statistical Society. – Series B. – 1951, 13, № 1. – P. 1–45.