



### 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 техн. наук  
д-р хім. наук  
канд. хім. наук  
канд. хім. наук  
канд. техн. наук  
канд. техн. наук  
канд. техн. наук  
канд. техн. наук  
канд. техн. наук  
канд. техн. наук  
канд. техн. наук  
канд. фіз.-мат. наук  
технічний редактор

*Євсюков О.П.*

*Откідач М.Я.*

*Круковський П.Г.*

*Антонов А.В.*

*Акіншин В.Д.*

*Володарський Є.Т.*

*Губарев О.П.*

*Жартовський В.М.*

*Кашуба О.І.*

*Пашиковський П.С.*

*Сушко В.О.*

*Білкун Д.Г.*

*Білошицький М.В.*

*Боровиков В.О.*

*Довбиш А.В.*

*Дунюшкін В.О.*

*Згура В.І.*

*Коваленко В.В.*

*Ковалишин В.В.*

*Новак С.В.*

*Огурцов С.Ю.*

*Сізіков О.О.*

*Цапенко 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

## CONTENTS

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

Вогнебіозахист деревини та дерев'яних конструкцій куполів культових споруд.

**1**

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

Аналіз тенденцій розвитку технічного регулювання у сфері пожежної безпеки.

**9**

**О.О. Сізіков, Н.М. Довгошеєва**

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

**13**

**О.Г. Горовых, А.В. Волосач**

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

**16**

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

Экспериментальные исследования тушения газового факела импульсными струями жидкости высокой скорости.

**21**

**Ю.В. Гуцуляк, В.Б. Лоїк, В.В. Артеменко**

Підвищення вогнестійкості металевих будівельних конструкцій покриттями на основі наповнених поліалюмосилоксанів.

**26**

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

Аналіз загальних настанов щодо оцінювання димоутворювальної здатності полімерної продукції.

**32**

**О.И. Кашуба, В.Н. Медведев, Е.В. Беляева,  
В.В. Артёмов**

Основы технической реализации анализаторов метана для газоотсасывающих установок.

**40**

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

Високотемпературне окислення алюмінію в продуктах розкладання окислювачів та органічних речовин піротехнічних сумішей в умовах зовнішнього нагріву.

**47**

**Р.В. Климаь, Д.Я. Матвійчук**

Шляхи удосконалення статистичного обліку пожеж та їх наслідків в Україні на регіональному та державному рівнях.

**54**

**Ю.О. Копистинський**

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

**59**

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

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**

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

**A. Sizikov, N. Dovgosheyeva**

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

**O. Gorovykh, A. Volosach**

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**

Experimental researches of the extinguishing of a smoke jet with impulse high velocity liquid spurts.

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

Raising of fire resistance rating of metal building constructions covered with coatings based on saturated poly aluminosilicates.

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

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

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

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

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

High temperature oxidation of aluminum contained in decomposition products of oxidizers and organic substances being components of pyrotechnic mixtures under external heating conditions.

**R. Klimas, D. Matviychuk**

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

**Yu. Kopystinskiy**

Research of the effect of a blast wave on fire extinguishing efficiency of aerosol substances of inorganic potassium salts.

**А.П. Ковалёв, И.И. Лехтман**

Факторы, влияющие на взрывобезопасность жилых квартир.

**63**

**A. Kovalev, I. Lekhtman**

Factors effecting explosion safety of the habitable apartments.

**В.В. Ковалишин, Е.М. Улинець, О.В. Грушовичук, В.В. Кавецкий**

Дослідження залежності кратності повітряно-механічної піни від геометричних параметрів піногенератора.

**74**

**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.

**Р.И. Кравченко**

Анализ новой европейской пожарной классификации изолированных проводов и кабелей в части реакции на огонь.

**80**

**R. Kravchenko**

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

**Г.Л. Логунова**

Аспекты безопасности радиоизотопных приборов в технологиях досмотрового контроля транспортных средств.

**87**

**G. Logunova**

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

**А.Н. Мазилин, С.В. Новак**

Исследование процесса термоокислительной деградации полимерной трубы спринклерной системы водяного пожаротушения.

**93**

**A. Mazilin, S. Novak**

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

**А.И. Морозов, А.М. Баранов, О.М. Бухман**

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

**96**

**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.

**А.В. Поздеев**

Определение теплофизических характеристик модифицированного бетона расчётно-экспериментальным методом.

**104**

**A. Pozdeyev**

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

**О.І. Пурский, С.С. Федоренко**

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

**113**

**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.

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

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

**117**

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

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

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

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

**124**

**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.

**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.

**132**

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

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

**О.Я. Сольона**

Розвиток технічних засобів забезпечення рівня пожежної безпеки низьковольтних електричних мереж.

**139**

**O. Solenaya**

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

**С.В. Сольоний, Г.В. Демченко, А. Бенніс Юсеф, П.О. Іллюченко**

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

**145**

**S. Solenyi, 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.

**В.А. Свиридов**

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

**151**

**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.

**А.Г. Яцукович, А.П. Денисевич**

Современные методы контроля качества огнезащитной обработки древесины пропиточными составами.

**155**

**A. Yatsukovich, A. Denisevich**

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

**Н.В. Воронай**

Перспективний промисловий протокол для інтелектуальних датчиків.

**163**

**N. Voropay**

A promising industrial protocol for intellectual detectors.

**М.В. Дубровкіна, Т.Н. Козак**

Методика визначення коефіцієнту ефективності знешкодження вибухонебезпечних предметів гідрогарматою.

**174**

**M. Dubrovkina, T. Kozak**

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

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

Вплив неодноразовості спрацювань модулів системи порошкового пожежогасіння на ефективність гасіння горючих рідин.

**185**

**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.

**В.В. Ковалишин**

Моделювання впливу парогазових потоків на пожежу в каналах великої довжини.

**191**

**V. Kovalishin**

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

**В.В. Хижняк**

Розрахунково-експериментальний метод метрологічної атестації траєкторного вимірювально-обчислювального комплексу в умовах апіорної невизначеності впливу умов випробувань високманеврових рухомих об'єктів.

**200**

**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 струей, 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  $l$ :

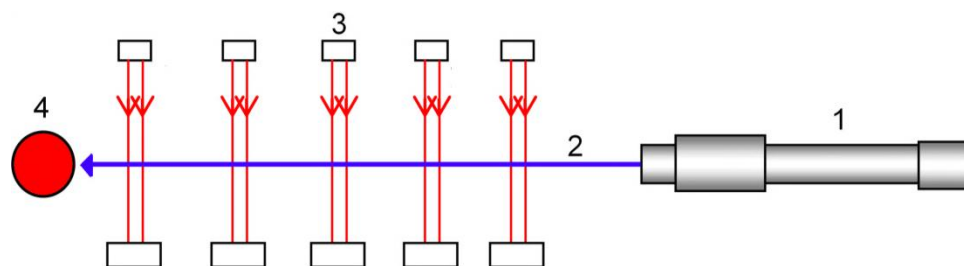
$$U = f(m_{p0}, l), \quad (1)$$

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 струей 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 варьировалась 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 ротатбельный 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 количества 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. Проверили 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.

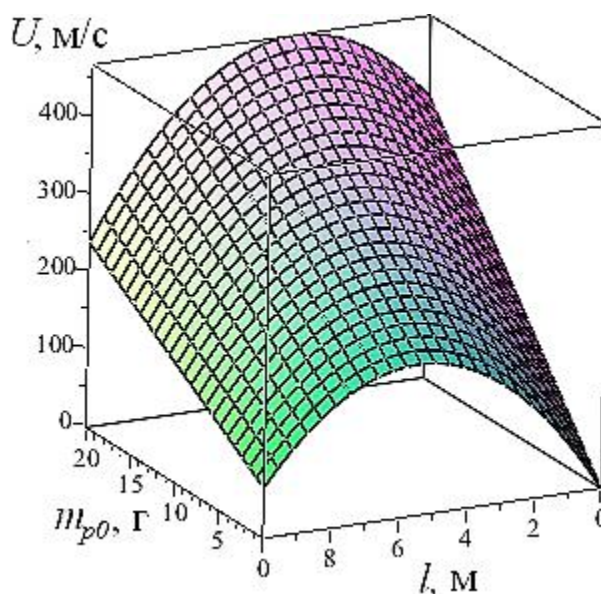


Рисунок 3 – Поверхность отклика зависимости скорости распространения струи огнетушащей жидкости от массы порохового заряда и расстояния до сопла

Анализ поверхности отклика на рис. 3 показывает, что истечение струи ОЖ начинается со скоростью, соответствующей давлению за первой волной сжатия. Вторая зона струи, соответствующая следующей волне сжатия, имеет большую скорость и проходит сквозь первую зону, разбивая её и т. д. Этот процесс разгона происходит до тех пор, пока в голове струи не установится максимальная скорость. Для всех опытов этот участок лежит в пределах 4–5 м. После этого происходит постепенное уменьшение скорости за счёт торможения о воздух.

Полученная регрессионная зависимость (2) позволяет определить, какой должен быть заряд пороха, если известно расстояние до очага пожара. Это может быть полезным при проектировании УИП в качестве стационарного средства пожаротушения.

Следующим этапом экспериментальных исследований было определение минимальной скорости капельного потока огнетушащей жидкости, необходимой для тушения газового факела.

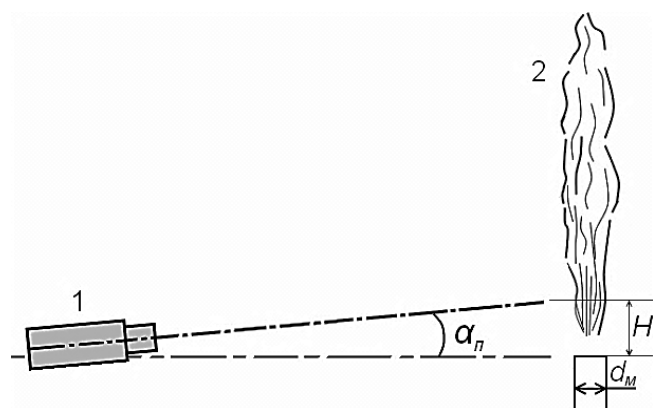
Параметры газового факела оставались прежними. Расстояние от опытного образца УИП до факела варьировалась в диапазоне 5–15 м. Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментального исследования по минимальной скорости капельного потока огнетушащей жидкости, необходимой для тушения газового факела

№	Масса порохового заряда, г	Расстояние от УИП до факела, м	Скорость у факела, м/с	Результат: «+» – факел потушен «-» – факел не потушен
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 образом установлено, что минимальная скорость капельного потока ОЖ, при которой происходит тушение модельного газового факела, лежит в пределах 80–90 м/с.

Для определения зоны прицеливания импульсной струёй огнетушащей жидкости высокой скорости изменялся угол наклона установки импульсного пожаротушения  $\alpha_n$  относительно нулевой точки начала истечения газа (рисунок 4).



1 – опытный образец УИП  
2 – газовый факел

Рисунок 4 – Схема проведения исследования по определению зоны прицеливания импульсной струёй огнетушащей жидкости высокой скорости



Установлено, что при данных условиях (расстояние до факела 10 м) тушение возможно при угле наклона  $0,5^\circ \leq \alpha_n \leq 3^\circ$ , 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  $Q_0 = 5,4$  л/с и скоростью истечения  $V = 30,6$  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. – P. 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 Riyal Statistical Society. – Series B. – 1951, 13, № 1. – P. 1–45.