



Проект реализуется
Донецким национальным
университетом



Проект выполняется Научно-образовательным центром «Конвергенция нано-, био- и инфотехнологий для сбалансированного регионального развития»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ СТРУЙ ЖИДКОСТИ ВЫСОКОЙ СКОРОСТИ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ГАЗОВЫХ ФАКЕЛОВ

Семко А.Н., Бескровная М.В., Украинский Ю.Д., *ДонНУ, Донецк*
Грицына И.Н., Виноградов С.А., *НУГЗ Украины, Харьков*

*Проект «Низко-углеродные возможности для
индустриальных регионов Украины (LCOIR-UA)»*

Исследование выполнено в
рамках грантового контракта
№ DCI/ENV 2010/243-865

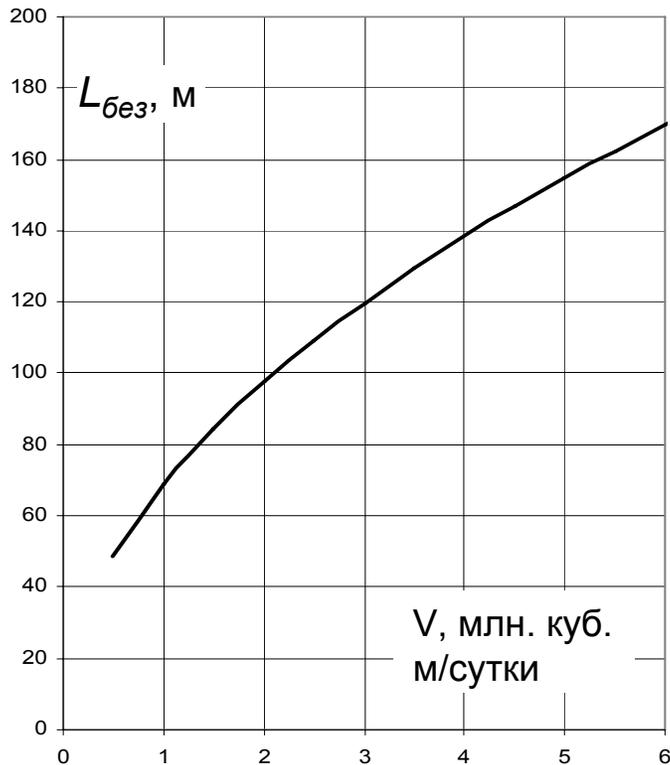
Международный научно-практический
симпозиум – интернет-конференция
«Низко-углеродные открытые инновации
для регионов Украины»
29.11.2012 – Донецк



Проект финансируется
Европейским Союзом



Наиболее резонансные газовые факелы



Безопасное расстояние отдаления личного состава от факела

$$L_{\text{без}} = \sqrt{1,75H_{\phi}^{2,5} - \left(H + \frac{H_{\phi}}{2}\right)^2}$$

где $H_{\phi} = 23V^{0,4}$ – высота фонтана, м; V – дебит фонтана, млн. м³/сут; H – расстояние от земли до нижней точки факела фонтана, м

Наиболее резонансные газовые факелы

- Гизли-108, Узбекистан, 1960 – выброс 4,5 млрд. м³ газа;
- Уртабулак-11, Узбекистан, 1963 – выброс 11 млрд. м³ газа;
- Крестище-35, Украина, 1971 – выброс 7 млрд. м³ газа;
- Тенгиз-37, Казахстан, 1987 – выброс 1 млрд м³ газа.



Проект финансируется Европейским Союзом

29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется Донецким национальным университетом





Тушение газового факела с помощью лафетных стволов



Проект финансируется
Европейским Союзом

29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом





Тушение газового факела с помощью автомобилей газоводяного тушения



Проект финансируется
Европейским Союзом

[29.11.2012 – Донецк](#)

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом





Тушение газового факела с помощью порошкового пламяподавителя



Проект финансируется
Европейским Союзом

[29.11.2012 – Донецк](#)

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом





Экспериментальные исследования

Цели исследований:

- Исследовать особенности распространения импульсной струи жидкости. высокой скорости в воздухе.
- Исследовать зависимость параметров струи от массы заряда.
- Определить минимальную скорость струи для тушения газового факела.
- Определить зону прицеливания струи для тушения газового факела.
- Определить оптимальные параметры импульсного водомета для тушения факела

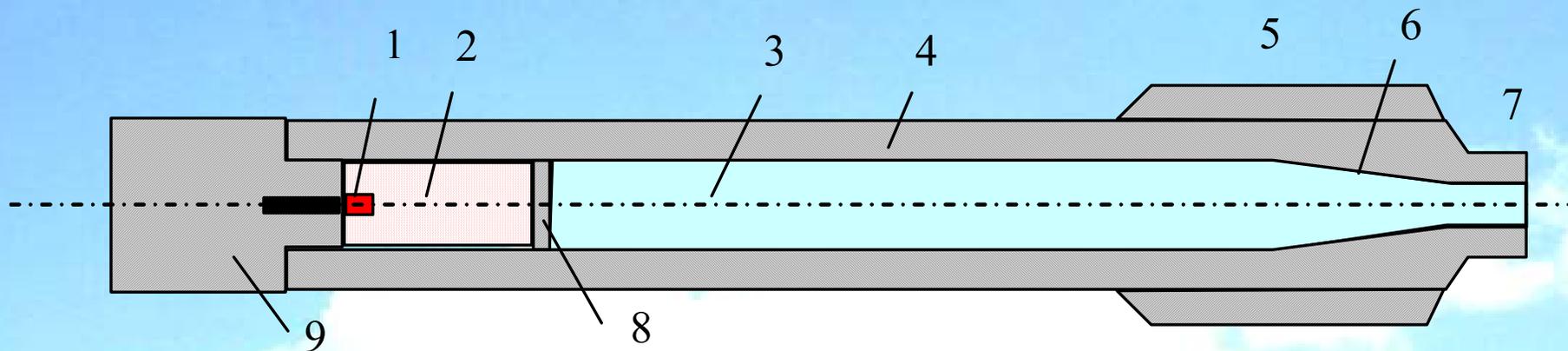


Опытный образец импульсного водомета





Экспериментальная установка



Пороховой импульсный водомет.

1 - капсуль, 2 - камера сгорания, 3 - вода, 4 - ствол,
5 - бандаж, 6 - сопло, 7 - коллиматор, 8 - пыж, 9 - затвор.



Проект финансируется
Европейским Союзом

29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом





Внутренняя баллистика водомета

Определяющие уравнения

$$\frac{\partial \rho F}{\partial t} + \frac{\partial \rho v F}{\partial x} = 0,$$

$$\frac{\partial \rho v F}{\partial t} + \frac{\partial (\rho v^2 + p) F}{\partial x} = p \frac{dF}{dx},$$

$$p = B \left[\left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)^n - 1 \right],$$

Начальные и граничные условия

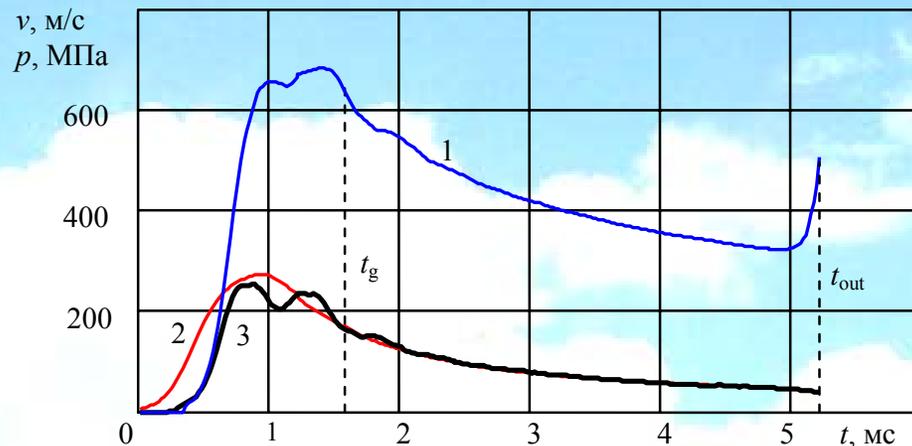
$$v(0, x) = 0, \quad p(0, x) = 0,$$

$$\rho(0, x) = \rho_0, \quad -L \leq x \leq L_s$$

$$p(t, x_g) = p_g, \quad v(t, x_g) = v_g$$

$$p(t, L) = 0$$

Зависимость скорости истечения струи и давления внутри водомета от времени



Максимальная скорость струи

масса пороха, г	30	25	20	15	10	5
максимальная скорость струи, м/с	686	600	504	405	298	178





Схема проведения эксперимента

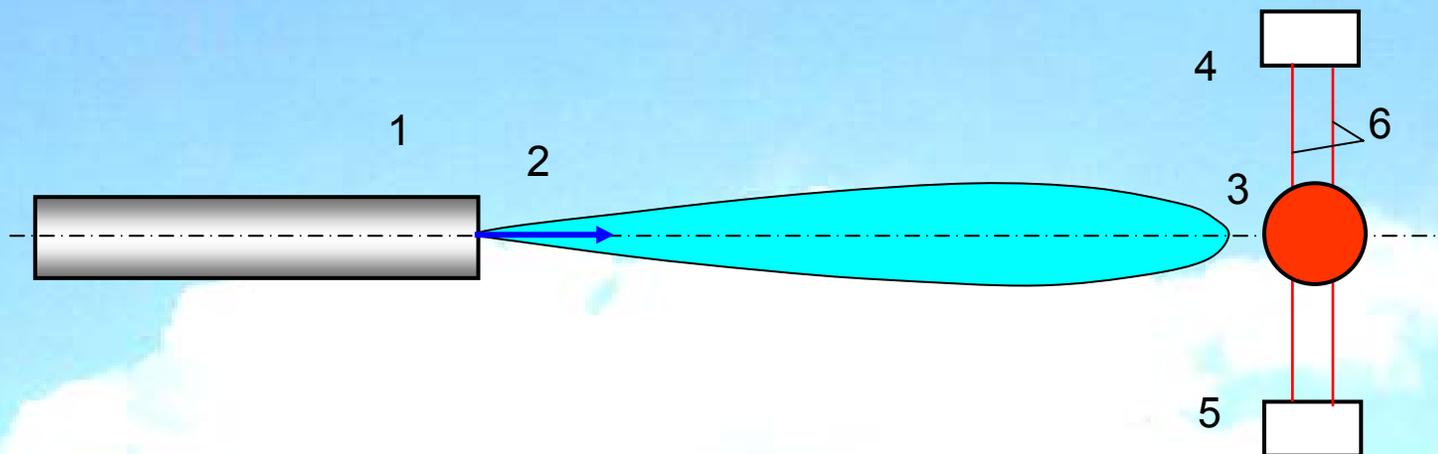


Схема проведения эксперимента по тушению факела импульсной струей жидкости высокой скорости
1 - пороховой ИВ, 2 - импульсная струя, 3 - газовый факел,
4 – измеритель скорости, 5 - блок лазеров,
6 – лучи лазеров измерителя скорости.





Схема проведения эксперимента

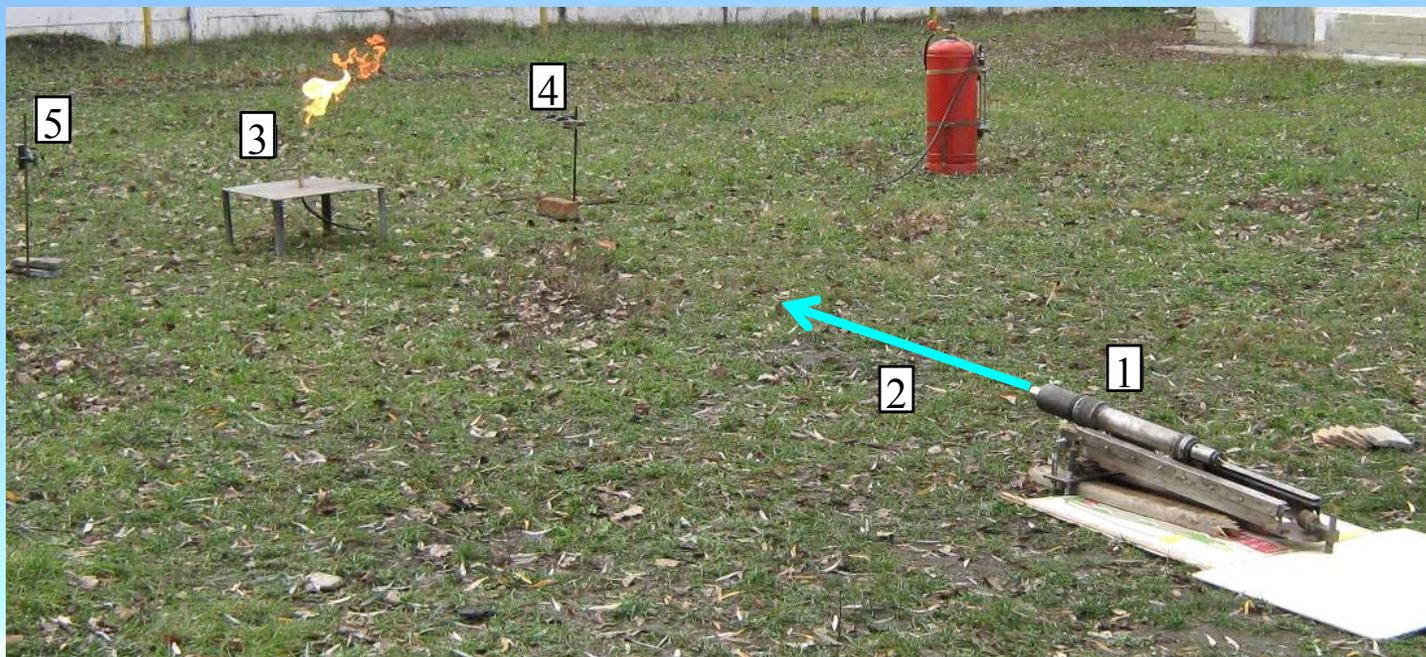


Схема проведения эксперимента по тушению
газового факела на полигоне.

1 – пороховой импульсный водомет, 2 - импульсная струя жидкости,
3 – газовый факел, 4 – блок лазеров, 5 – измеритель скорости.



Проект финансируется
Европейским Союзом

29.11.2012 – Донецк

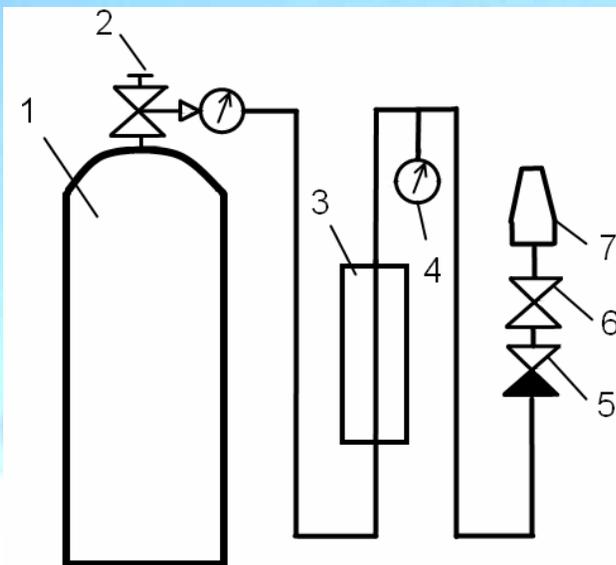
Проект реализуется
Донецким национальным
университетом





Схема проведения эксперимента

Схема установки для создания модельного газового факела:
1 – газовый баллон; 2 – газовый редуктор; 3 – ротаметр; 4 – манометр;
5 – обратный клапан; 6 – вентиль; 7 – газовая горелка.



Модельный газовый факел





Измерение скорости струи

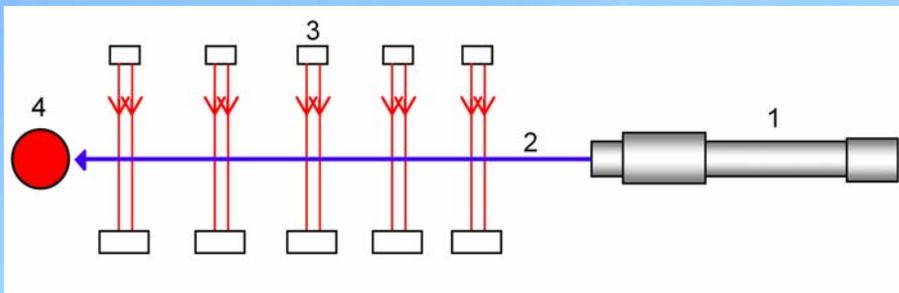


Схема проведения эксперимента.

1 – пороховой импульсный водомет,
 2 – высокоскоростная струя,
 3 – многоканальная система измерения скорости,
 4 – газовый факел.

Таблица 1. Результаты измерения скорости струи

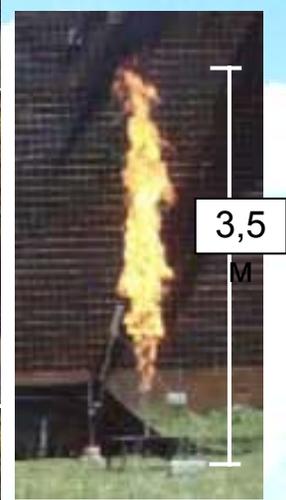
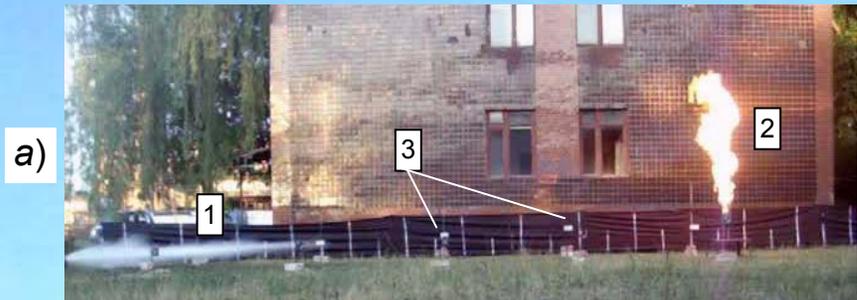
№	Масса пороха, г	Расстояние до факела, м	Датчики скорости				
			№1 2 м	№2 4 м	№3 6 м	№4 8 м	№5 10 м
1	5	10	224	-	212	260	-
2	10	10	327	324	329	264	101
3	15	12	408	465	-	260	-





Тушение газового факела

Фрагменты кадров тушения газового факела



Проект финансируется
Европейским Союзом

29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом



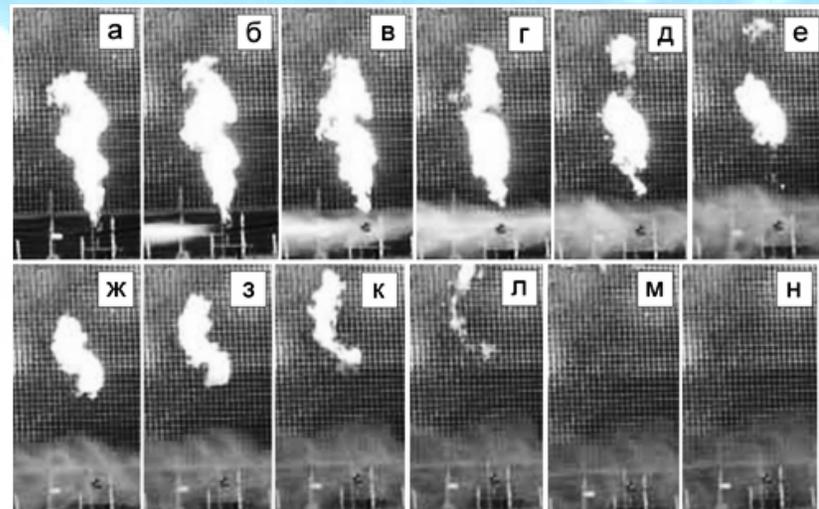


Определение минимальной скорости струи для тушения факела

Скорость струи при тушении факела

№	Масса пороха, г	Расстояние от ИВ до факела, м	Скорость у факела, м/с	Результат тушения:
1	5	5	227	+
2		10	87	+
3		15	-	-
4		12	63	-
5	10	5	338	+
6		10	105	+
7		15	-	-
8		12	82	+
9	15	5	428	+
10		10	125	+
11		15	78	-
12		12	108	+

Видеограмма тушения газового факела импульсной струей жидкости высокой скорости





Выводы

- Импульсный водомет адаптирован для тушения газовых факелов.
- Подобраны параметры внутренней баллистики импульсного водомета, необходимые для успешного тушения газовых факелов.
- Проведены экспериментальные исследования по тушению модельных газовых факелов при помощи импульсных струй жидкости высокой скорости.
- Измерена скорость головы импульсной струи жидкости на разных расстояниях от установки.
- Установлено, что скорость срыва модельного факела лежит в пределах 80-90 м/с, что подтверждает теоретические предположения.
- Экспериментально определено прицельное расстояние, необходимое для успешного тушения факела, которое составляет $H=(5\div 35)d_M$.
- Дальнейшие исследования должны быть направлены на построение моделей распространения импульсной струи в воздухе и ее взаимодействия с факелом, экспериментальной проверке этих моделей, разработке опытного образца установки.



Благодарю за внимание!

E-mail: lcoir@ukr.net
Web: www.lcoir-ua.eu

Семко
Александр Николаевич,
д.т.н., профессор ДонНУ

Какие есть вопросы?



Проект финансируется
Европейским Союзом

29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется
Донецким национальным
университетом

