

6
А-61

Министерство угольной промышленности СССР
Институт горного дела им. А.А.Скочинского

На правах рукописи

Аспирант А.Н. БАУЭР

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕПРЕГРАДИТЕЛЕЙ
С МАЛЫМ ГИДРАВЛИЧЕСКИМ
СОПРОТИВЛЕНИЕМ ДЛЯ
ВЗРЫВОНЕПРОНИЦАЕМЫХ ОБОЛОЧЕК
МАЛОГАБАРИТНОГО
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ПРИБОРОВ
ГАЗОВОГО КОНТРОЛЯ

Специальность 05.173 – "Горная электромеханика"

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва
1971

ВВЕДЕНИЕ

Одним из определяющих путей решения проблемы по борьбе со взрывами в угольных шахтах и взрывоопасных помещениях является широкое внедрение аппаратуры автоматической газовой защиты, основанной на применении приборов газового контроля.

В настоящее время промышленностью выпускается целый ряд приборов для контроля содержания метана в угольных шахтах. Преобразовательные элементы датчиков указанных приборов, действующих на термokatалитическом принципе, встраиваются во взрывонепроницаемые оболочки, выполненные из проволочных тканых сеток с квадратными ячейками размером в свету $0,5 \times 0,5$ мм при диаметре проволоки $0,3-0,35$ мм. Выбор сеточной защиты определяется малым гидравлическим сопротивлением (высокой газопроницаемостью) проволочных сеток по сравнению со всеми другими известными видами взрывозащиты.

При вскрытии и отработке угольных пластов на нижележащих горизонтах шахт, а также при проведении выработок в шахтах с нефтегазовым режимом, рудничная атмосфера характеризуется наличием в ней различных горючих углеводородов (гомологов метана), водорода или паров нефтепродуктов (бензина). Что касается помещений технологических комплексов химической, нефтехимической и газовой промышленности, то они все, за малым исключением, характеризуются возможностью образования в них взрывоопасных смесей различных категорий и групп.

Однако существующие газоанализаторы с датчиками в сеточной оболочке не могут быть применены ни в шахтах с нефтегазовым режимом, ни во взрывоопасных помещениях, атмосфера которых характеризуется наличием горючих газов и паров, более опасных, чем метан.

В работе приводятся также данные, показывающие, что механизм внешнего воспламенения за сеткой до сих пор не выяснен.

Перечислены основные требования к огнепреградителям газоанализаторов:

1. Малое гидравлическое сопротивление (высокая газопроницаемость).
 2. Простота конструкции, малые габариты и небольшой вес.
 3. Доступность материалов и дешевизна изготовления взрывонепроницаемых элементов оболочек датчиков.
 4. Надежность в работе и высокий уровень взрывобезопасности.
- Этим требованием в наибольшей мере удовлетворяют оболочки из проволоочных сеток.

Однако сетки могут использоваться в качестве огнепреградителей не для всех приборов анализа и контроля. В ряде приборов, например анализаторах качества нефтепродуктов, одним из основных требований к огнепреградителям, наряду с малым гидравлическим сопротивлением, является отсутствие фильтрующих свойств по отношению к анализируемому продукту. Этому требованию проволоочные сетки не удовлетворяют, вследствие чего необходимо было новое решение в части создания и испытания огнепреградителя с возможно малыми фильтрующими свойствами.

В связи с поставленными целями перечислены следующие задачи исследований настоящей работы:

1. Измерение скорости распространения пламени, приближающегося к проволоочной сетке, для различных газо-паро-воздушных смесей с различным содержанием кислорода в окислителе.
2. Изучение взрывозащитных свойств оболочек с пламегасящими элементами из проволоочных сеток в зависимости от параметров оболочек, характеристики сеток и наличия остаточного и постоянного горения внутри сеточной оболочки.
3. Разработка рекомендаций на изготовление и методики контрольных испытаний взрывонепроницаемых оболочек из металлических сеток для газоанализаторов.
4. Разработка и исследование взрывонепроницаемых свойств пламегасящих устройств, не являющихся фильтрами, для оболочек малогабаритного электрооборудования.
5. Измерение температуры продуктов сгорания, истекающих сквозь металлическую сетку и щели лабиринтного огнепреградителя, с целью определения степени охлаждения продуктов и экспериментальной проверки тепловой теории гашения пламени.

Г л а в а П. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В данной работе предпочтение отдано современным физическим методам эксперимента.

Скорость распространения пламени определялась тремя методами:

- 1) прямой фоторегистратией при помощи барабанной камеры ФР-3;
- 2) скоростной покадровой киносъемкой камерой СКС-1М совместно с теневым прибором ИАБ-45I;
- 3) методом термометра сопротивления.

При первом и третьем методе в опытах применялась плексигласовая трубка диаметра 32 мм, перекрытая по сечению проволоочной сеткой. Одна часть трубки, снабженная подвижным поршнем, служила инициирующей камерой, другая — контрольной. При втором методе применялись специальные экспериментальные камеры прямоугольной и цилиндрической формы, снабженные оптическими стеклами.

При обработке экспериментальных данных по первому методу в работе применялся метод дифференцирования предварительно найденной эмпирической формулы кривой фотограммы, выражающей зависимость пути, пройденного фронтом пламени, от времени. Этим методом удалось снизить максимальные относительные ошибки в определении скорости пламени до 7% для водорода, 4% для метана и 2,5% для этилового эфира и пропано-пропилена.

Наиболее точным был метод определения скорости пламени при помощи ИАБ-45I и СКС-1М (максимальная относительная ошибка не превышает 1,1%), а наименее точным — метод термометра сопротивления (относительная ошибка достигает 14%).

Измерение температуры продуктов сгорания проводилось малоинерционным термометром сопротивления из вольфрамовой проволоки диаметром 15 мк, при этом ошибка измерения может достигнуть 14%.

Для сравнительных испытаний по определению величины воздухопроницаемости различных элементов огнепреградителей в настоящей работе применен венгерский прибор типа 5-5I-B, предназначенный для определения воздухопроницаемости тканей. Точность измерения перепада давления и газопроницаемости обеспечивала относительную ошибку не более 5%.

В работе исследовался также режим постоянного горения внутри малогабаритной оболочки из металлической сетки, обдуваемой потоком горючей смеси. С этой целью использовалась специальная кольцевая взрывная камера, изготовленная из труб диаметром 53 мм,

внутри которой поддерживался стационарный поток горючей смеси в пределах от 0 до 12 м/сек.

При использовании статистического метода оценки безопасных свойств взрывонепроницаемой оболочки применялась впервые предложенная дробно-степенная вероятностная зависимость между целевым зазором δ и статистической вероятностью наружного воспламенения P , имеющей вид $P = c\delta^a / (1 + \lambda c\delta^a)$ при $0,4 \leq \lambda \leq 1$ (рис. I). Методом корреляционного анализа показано, что оптимальным значением параметра λ является $\lambda = 0,9$ для плоского фланцевого соединения. Названная зависимость соединяет в себе достоинства как степенной функции $P = c\delta^a$, предложенной В.С.Кравченко и применяющейся в настоящее время в отечественной практике, так и английского метода с двумя сопрягающимися параболой.

Глава III. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО СЕТОЧНОЙ ЗАЩИТЕ

Даны геометрическая характеристика и оценка прочностных свойств примененных в опытах проволоочных сеток. Установлено, что фильтровые сетки по ГОСТ 3187-65 соединяют в себе высокую механическую прочность и огнестойкость с малыми размерами сквозных отверстий треугольной формы, что определяет их высокие пламегасящие свойства. Определены размеры зазора треугольной формы и эквивалентные зазоры фильтровых сеток, обеспечивающих такой же уровень пламегасящих свойств, как у соответствующей сетки с квадратными ячейками.

Приведены результаты измерения воздухопроницаемости различных пламегасящих элементов. Сделан вывод, что воздухопроницаемость фильтровой сетки № 160, обеспечивающей работу датчика газоанализатора в режиме свободной конвекции, в 2,4 раза больше проницаемости металлокерамического колпачка английского образца, в 3,5 раза больше проницаемости засыпки шарами, в 11 раз больше по сравнению с металлокерамическими дисками и в 30 раз больше, чем у целевых огнепреградителей (при условии равенства взрывонепроницаемых свойств названных пламегасящих элементов).

Установлено, что наиболее опасная, в смысле проскока пламени сквозь проволоочную сетку, объемная концентрация горючего газа или пара в смеси с воздухом составляет 37% для водорода, 3,8% для этилового эфира и 10,2% для метана. Эти концентрации соответствуют максимальным скоростям распространения пламени.

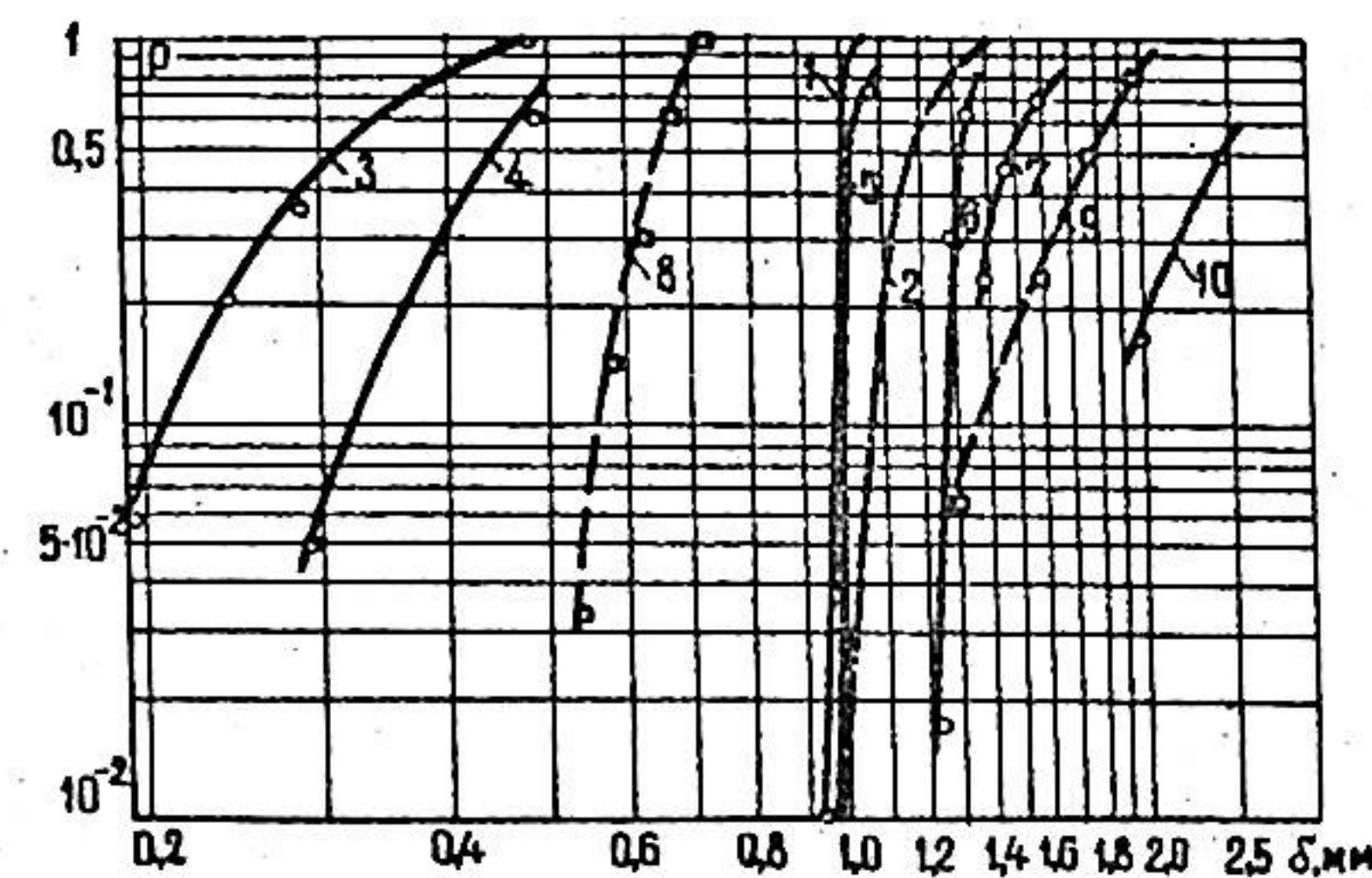


Рис. I, а. Зависимость частоты наружных воспламенений P от фланцевого зазора δ

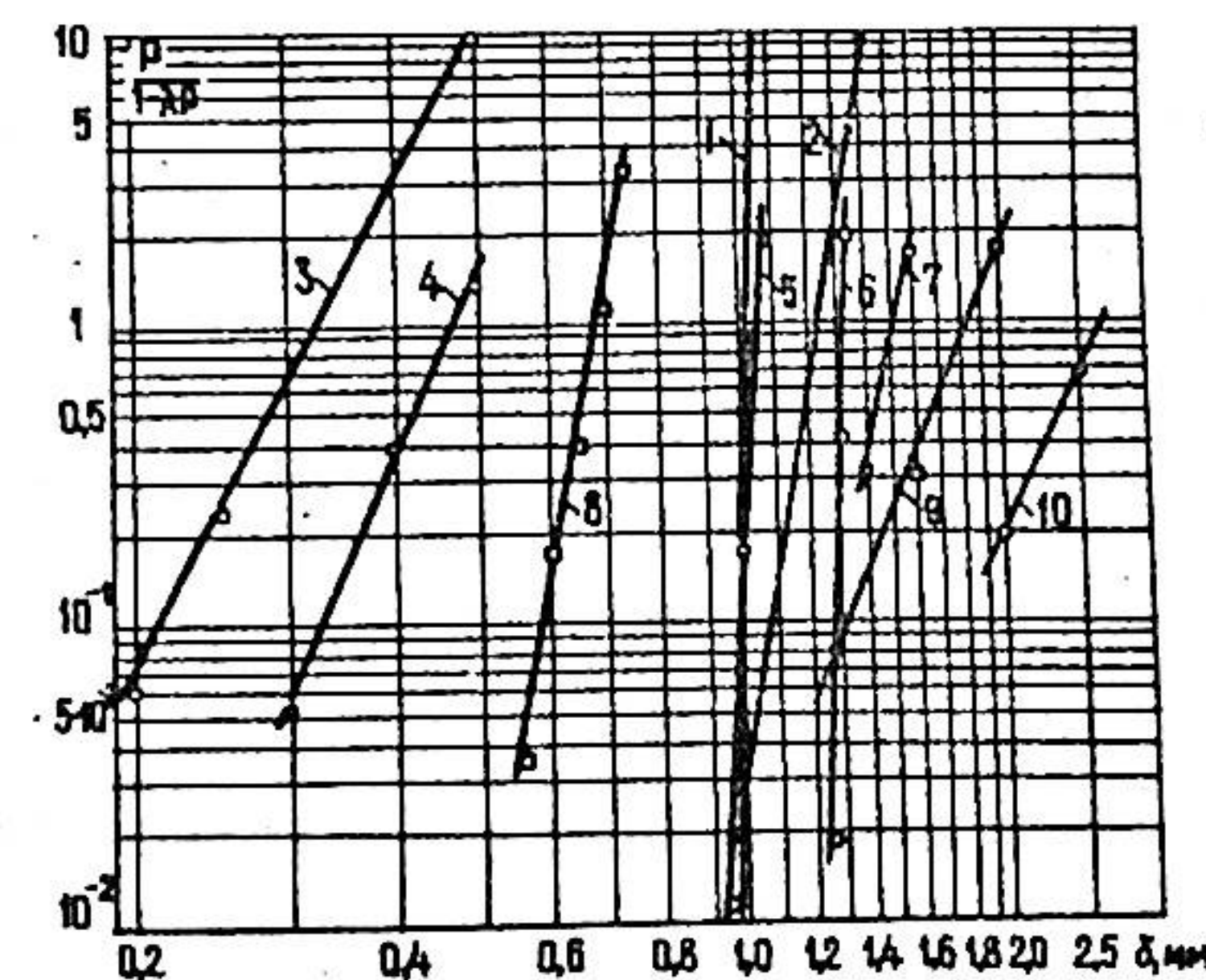


Рис. I, б. Зависимость $P/(1-\lambda P) = f(\delta)$ при $\lambda = 0,9$ (кривые 1-7) и $\lambda = 0,7$ (кривые 8-10) для, см. таблицу

Номер кривой	Вид соединения	Материал фланцев	Объем оболочки, л	Способ зажигания	Горючий газ (бар)	Автор
1 2	Плоское	Сталь	8	Искра	Этиловый спирт Метил-этил-кетон	Брис и Джонсон
3 4 5	Плоское	Пластмасса АГ-4В	5 5 2,5	Дуговое к.з. Искра	Метан 5,5% Метан 8,5% Этиловый эфир	Каймаков А.А. и Бауэр А.Н.
6 7	Плоское	Сталь	2,5	Искра	Метан 8,5%	Каймаков А.А. и Бауэр А.Н.
8	Лабиринт	Сталь	45	Дуговое к.з.	Метан 8,5%	Ихно А.Г. и Торганов В.С.
9 10	Ступень Лабиринт	Сталь+АГ-4В	5	Дуговое к.з.	Метан 5,5% Метан 8,5%	Каймаков А.А. и Бауэр А.Н.

В работе приведены результаты экспериментального определения скорости распространения пламени воздушных смесей метана, смеси 50% пропана + 50% пропилена, этилового эфира, смесей водорода с метаном ($60\% H_2 + 40\% CH_4$ и $85\% H_2 + 15\% CH_4$) и водорода, выполненные вышеупомянутыми методами. На основании изучения полученных экспериментальных результатов показано, что основным физико-химическим фактором, определяющим пламегасящие свойства проволоочной сетки, является скорость распространения пламени, приближающегося к сетке. Существует критическая скорость пламени вблизи сетки, отделяющая область внешних воспламенений от области гашения пламени. Критическая скорость пламени $v_{кр}$ связана с размером ячейки сетки в свету m эмпирической формулой

$$v_{кр} = bm^{-a} + c, \quad (1)$$

опытные константы a , b и c которой приведены в табл. I.

Установлено, что скорость распространения пламени, приближающегося к сетке, зависит от нормальной скорости горения и аппаратурных условий, определяющим из которых является расстояние ℓ между источником воспламенения и сеткой. Определены критические $\ell_{кр}$ и конструктивно допустимые значения ℓ_g этого расстояния, обеспечивающие взрывонепроницаемые свойства проволоочных сеток:

$$\ell_{кр} = Am^{-a}; \quad (2)$$

$$\ell_g = \frac{\ell_{кр}}{K} - \frac{c(K-1)}{KS}, \quad (3)$$

где $K = \frac{v_{кр}}{v_g}$ - коэффициент запаса по основному пламегасящему параметру: скорости пламени вблизи сетки;

A, a, c, S - опытные константы, приведенные в табл. I.

Т а б л и ц а I

Состав горючих компонентов смеси с воздухом	Количество горючего в смеси, %	Опытные константы				
		A	a	S	c	b
Водород	32-35	$3,4 \cdot 10^{-4}$	1,7	360	1140	0,21
$85\% H_2 + 15\% CH_4$	22	10^{-3}	1,7	360	945	0,36
$60\% H_2 + 40\% CH_4$	16	$2,3 \cdot 10^{-3}$	1,7	360	560	0,83
50% пропана + 50% пропилен	4,5	0,11	1	295	0	33
Эфир этиловый	3,8	$3,9 \cdot 10^2$	1,3	245	0	9,35
Метан	10-10,5	$9,4 \cdot 10^2$	1,3	125	0	11,7

Экспериментально найденные значения $\ell_{кр}$, соответствующие эмпирической формуле (2), и допустимые значения ℓ_g , вычисленные по формуле (3) при коэффициенте запаса $K = 2$, приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Горючие компоненты в смеси с воздухом	Значения $\ell_{кр} / \ell_g$ для сеток, см					Фильтровой № 160
	с квадратными ячейками					
	№ 08	№ 05	№ 25	№ 014	№ 009	
Водород	-/-	-/-	-/-	0,5/ -	1,0/-	1,4/ -
85% H ₂ + 15% CH ₄	-/-	-/-	-/-	1,5/ -	2,8/-	4,0/0,7
60% + 40%	-/-	-/-	1/1/-	3,3/0,9	7/2,7	+/+
Эфир этиловый	1,0/-	1,8/0,9	4,6/2,3	10/5	+/+	+/+
50% пропана + 50% пропилена	1,4/-	2,2/1,1	4,4/2,2	8/4	+/+	+/+
Метан	2,5/1,3	4,6/2,3	+/+	+/+	+/+	+/+

Обозначения: - $\ell_{кр}$ или ℓ_g отсутствует (равно нулю);

+ $\ell_{кр}$ или $\ell_g \geq 100$ см (сетка гасит пламя при всех исследованных расстояниях до 1 м).

Вследствие того, что для водорода допустимые расстояния при $K = 2$ отсутствуют, сделан вывод, что сеточная защита (в пределах исследованных сеток) непригодна для быстрогорящей водородо-воздушной смеси.

На основании экспериментального изучения взрывонепроницаемых свойств различных сеточных оболочек цилиндрической формы в водородо-воздушной смеси показано, что параметры оболочки S/V (отношение площади сетки к объему оболочки) и H/D (отношение высоты оболочки к ее диаметру) оказывают значительное влияние на взрывонепроницаемость оболочек. Увеличение этих параметров приводит к росту взрывонепроницаемых свойств оболочки. Рекомендованы конструктивно-допустимые значения $S/V \geq 1,4 \text{ см}^{-1}$ и $H/D \geq 1$. С учетом возможного опасного явления постоянного горения в потоке взрывоопасной смеси предпочтительнее значения $S/V = 1,4 \text{ см}^{-1}$ и $H/D = 1$.

В главе приведены результаты экспериментального исследования малогабаритных сеточных оболочек на взрывобезопасность в потоке

горючей смеси. Установлено, что взрывозащитные свойства оболочек снижаются при их интенсивном обдуве горючей смесью. За максимально допустимую скорость потока горючей смеси, не опасную в смысле потери взрывонепроницаемых свойств сеточной оболочкой, рекомендовано принять критическую скорость потока, ниже которой постоянное горение отсутствует. Эта критическая скорость приблизительно в 2 раза меньше той скорости, при которой наступает внешнее воспламенение вследствие интенсивного постоянного горения внутри сеточной оболочки. Установлено, что эффективным средством защиты от опасного режима постоянного горения является применение второй внешней сеточной оболочки, при некотором оптимальном расстоянии между внутренней и внешней сетками (рис. 2). Это позволяет увеличить допустимую скорость обдува малогабаритной сеточной оболочки от 2 до 10 раз. Приведены числовые значения α для рекомендуемых малогабаритных оболочек.

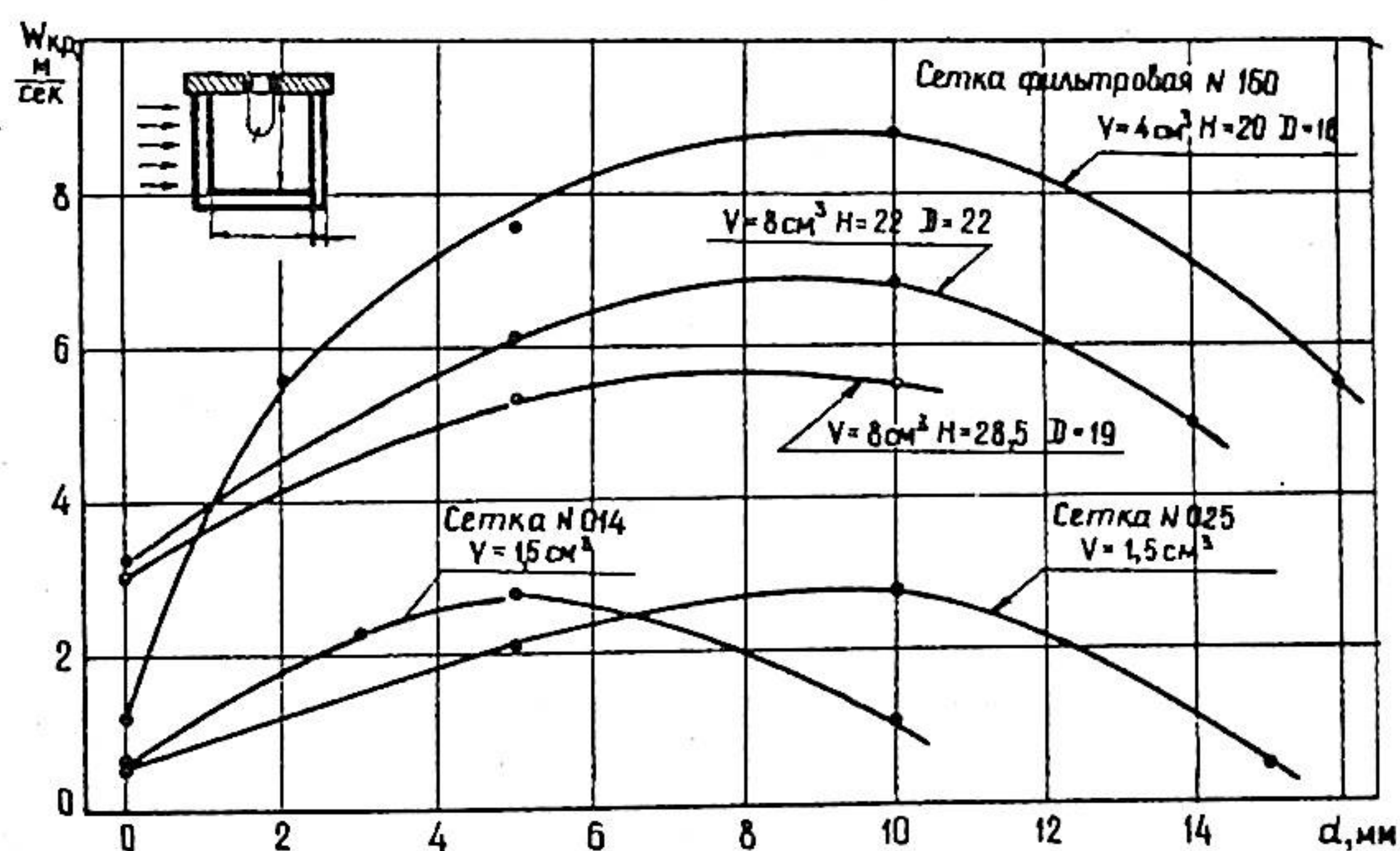


Рис. 2. Зависимость критической скорости потока 3,8%-ной эфирно-воздушной смеси $W_{кр}$ от расстояния α между сетками двуслойной оболочки. (Опыты проведены в кольцевой камере, взрывоопасная смесь приводилась в движение воздушной струей, скорость замерялась методом нормальной диафрагмы)

На основании экспериментального изучения величин скоростей пламен смесей, обогащенных кислородом, показано, что при увеличении нормальной скорости горения смеси в несколько раз, во

столько же раз увеличивается скорость распространения пламени вблизи проволоочной сетки. Вследствие этого рекомендован способ контрольных испытаний сеточных оболочек на взрывонепроницаемость путем обогащения испытательной смеси кислородом.

Сделан вывод, что при контрольной оценке безопасных свойств оболочек из проволоочных сеток испытательные газовые смеси целесообразно выбирать не по их принадлежности к определенной категории согласно классификации ПИВРЭ и ЦБ, а по величине нормальной скорости горения. В связи с этим возникает необходимость соответствующего уточнения существующей классификации взрывоопасных смесей применительно к сеточной взрывозащите.

Экспериментальные исследования, изложенные в настоящей главе, позволили выдать рекомендации по конструктивным размерам малогабаритных оболочек из проволоочных сеток.

Глава IV. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ЛАБИРИНТНОМУ ОГНЕПРЕГРАДИТЕЛЮ

В главе описана конструкция и исследования на взрывонепроницаемость лабиринтный огнепреградитель с коническими перфорированными тарелками, соединяющий в себе два качества: малое гидравлическое сопротивление, особенно в жидкой среде со значительной вязкостью, а почти полное отсутствие фильтрующих свойств.

Отличительной конструктивной особенностью лабиринтного огнепреградителя является наличие сменных перфорированных тарелок конической формы, отверстия в которых имеют диаметр 2 мм, при расстоянии между отдельными тарелками (величине целевого зазора) 2 мм. Эти размеры зазоров в 10 раз превышают нормированное по ПИВРЭ значение 0,2 мм для 3-й категории взрывоопасных смесей.

Методом оптимального совмещения доверительных интервалов показано, что вероятность проскока пламени через сложный огнепреградитель, состоящий из ряда последовательно установленных пламегасящих элементов, может быть найдена путем применения теоремы умножения вероятностей, если известна вероятность проскока пламени через каждый элемент в отдельности.

Для анализаторов качества вязких жидкостей, например нефтепродуктов, рекомендован лабиринтный огнепреградитель, состоящий из трех пар конических тарелок при объеме защищаемой оболочки до 2 л или четырех пар тарелок при объеме оболочки до 5 л.

Установлено, что малое гидравлическое сопротивление лабиринтного огнепреградителя в условиях его эксплуатации сочетается с большим сопротивлением истекающим продуктам сгорания в случае возникновения горения внутри оболочки. Сделан вывод, что это свойство лабиринтного огнепреградителя, вызванное особенностями его конструкции, обуславливает, с одной стороны, высокие эксплуатационные качества огнепреградителя, а с другой стороны — высокий уровень его пламегасящих свойств.

Глава У. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ЗА ПЛАМЕГАСЯЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЫТОВ

В главе изложены результаты измерения температуры продуктов сгорания у входа и на выходе из пламегасящего элемента, а также в свободной струе вне оболочки.

Доказано, что метод измерения температуры продуктов сгорания существенно дополняет известные способы оценки взрывонеpronцаемых свойств оболочек электрооборудования.

Установлено, что в лабиринтном фланцевом соединении продукты сгорания охлаждаются значительно интенсивнее, чем в соединении с плоскими фланцами. Чтобы охладить продукты сгорания метано-воздушной смеси до безопасной температуры 600°C , необходимо установить зазор между плоскими фланцами в $0,2\text{ мм}$ или зазор в плоской части лабиринтного соединения в 1 мм , то есть в 5 раз больший, чем при плоской щели. Максимальная температура продуктов на выходе из оболочки с лабиринтным соединением приблизительно на 700°C ниже, чем при плоской щели с тем же зазором.

Лабиринтный огнепреградитель еще более интенсивно охлаждает продукты сгорания. Показано, что увеличение числа пламегасящих секций (пар конических тарелок) на одну приводит к двукратному снижению температуры, и безопасная температура ниже 170°C достигается при трехсекционном огнепреградителе (объем оболочки 2 л) или четырехсекционном огнепреградителе (объем оболочки 5 л).

В работе показано, что причина внешнего невоспламенения за проволочной сеткой находится в отборе тепла от пламени и продуктов сгорания проволочной тканью. Установлено существование температурной границы между внешним воспламенением и невоспламенением метано-воздушной смеси: если сеточная ткань способна охла-

дить продукты ниже 950°C (максимальное значение температуры) или ниже 650°C (среднеинтегральное значение температуры за время процесса истечения), внешнее воспламенение не происходит. В противном случае возможно внешнее воспламенение.

Показано, (рис. 3), что охлаждающая способность сеточной ткани значительно увеличивается при уменьшении размера ячеек сетки, использовании пакетов из нескольких слоев сетки, применением массивных и прочных фильтровых сеток, приближении источника зажигания к сетке, увеличении отношения площади сетки к объему

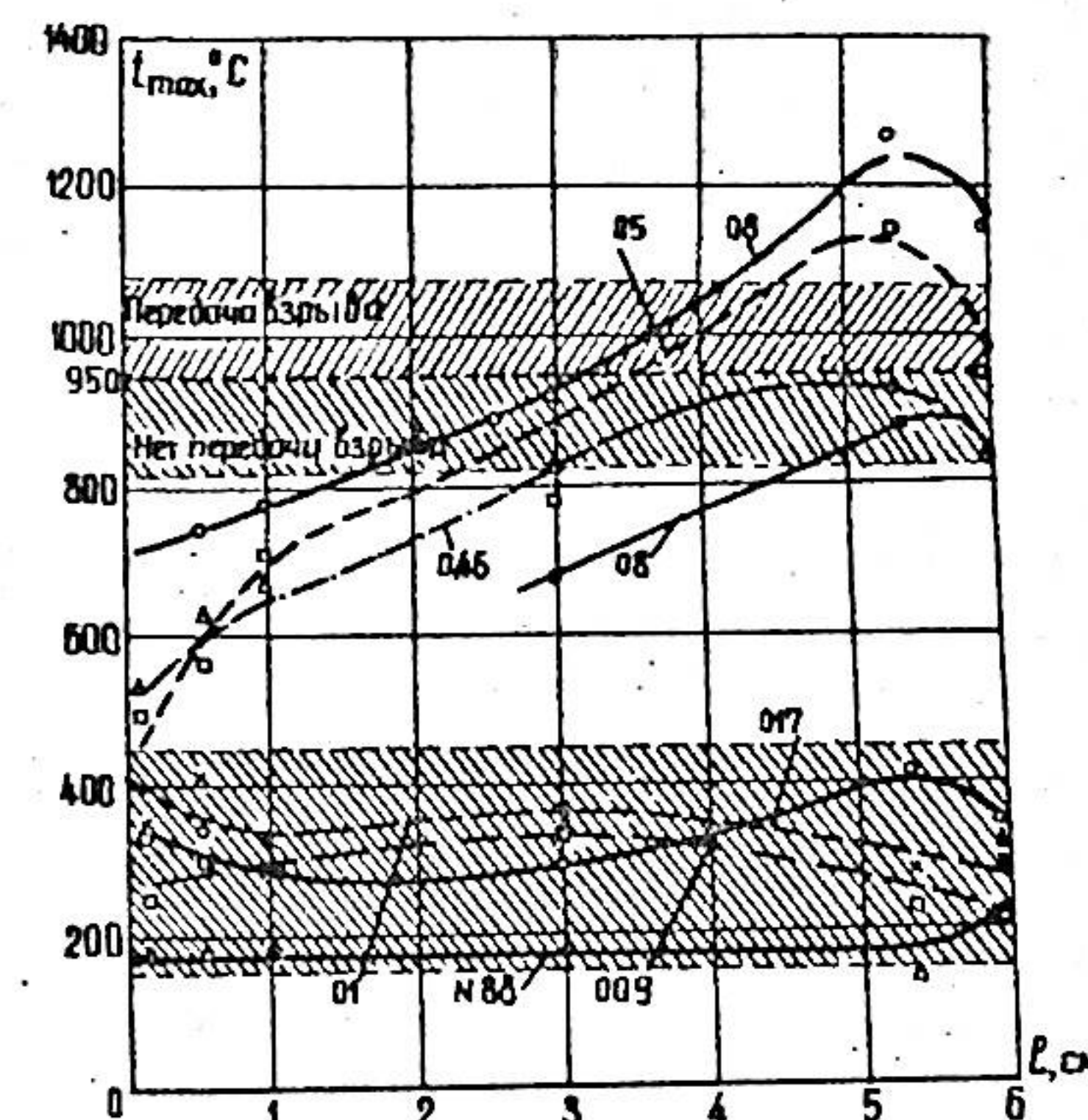


Рис. 3. Максимальная температура продуктов сгорания метано-воздушной смеси на выходе из оболочки из проволочной сетки в зависимости от расстояния между местом зажигания и сеткой l и номером сетки:

№ 08 ГОСТ 3584-53, размер ячейки в свету $m = 0,8\text{ мм}$;
 № 05, $m = 0,5\text{ мм}$; № 045, $m = 0,45\text{ мм}$; № 017,
 $m = 0,17\text{ мм}$; № 01, $m = 0,1\text{ мм}$; № 009, $m = 0,09\text{ мм}$;
 фильтровая № 80 ГОСТ 3187-65, $m \approx 0,14\text{ мм}$

оболочки S/V . Установлена прямо пропорциональная зависимость между скоростью потока продуктов сгорания за сеткой (приблизительно равной скорости фронта пламени, приближающегося к сетке) и температурой продуктов сгорания вне оболочки, вследствие чего любая из названных трех величин может быть принята в качестве физико-химического параметра, определяющего взрывонеpronцаемые свойства оболочки из проволочной сетки.

Скорость фронта пламени вблизи сетки (и соответствующий уровень взрывонепроницаемых свойств сеточных оболочек) зависит от отношения свободной площади сетки к объему оболочки S/V и отношения высоты цилиндрической оболочки к ее диаметру H/D . Рекомендованы значения $S/V = 1,4 \text{ см}^{-1}$ и $H/D = 1$.

5. Установлено, что взрывозащитные свойства оболочек из проволочных сеток снижаются при их интенсивном обдуве горючей смесью. За максимально допустимую скорость потока горючей смеси, не опасную в смысле потери взрывонепроницаемых свойств сеточной оболочкой, предложено принять критическую скорость потока, ниже которой постоянное горение отсутствует. Эта критическая скорость приблизительно в 2 раза меньше той скорости, при которой наступает внешнее воспламенение вследствие интенсивного постоянного горения.

Эффективным средством защиты от опасного режима постоянного горения является применение второй внешней сеточной оболочки, отстоящей от внутренней оболочки на некотором оптимальном расстоянии.

6. Для контрольных испытаний сеточных оболочек на взрывонепроницаемость рекомендован способ обогащения испытательной смеси кислородом.

Предлагается уточнение существующей классификации взрывоопасных смесей для сеточной защиты не по категориям, а по величине нормальной скорости горения.

7. Испытания сеточных оболочек на прочность и взрывоустойчивость рекомендуется проводить по особой методике.

8. Для взрывонепроницаемых оболочек малогабаритного электрооборудования рекомендован лабиринтный огнепреградитель с коническими перфорированными тарелками, соединяющий в себе малое гидравлическое сопротивление с почти полным отсутствием фильтрующих свойств.

Конструктивные особенности огнепреградителя позволили увеличить зазоры его пламегасящих каналов до 2 мм, что в 10 раз превышает нормированное по ПИВРЭ значение 0,2 мм для исполнения ВЗТ4.

9. При исследовании взрывонепроницаемых свойств пламегасящих элементов типа узких щелей и отверстий статистическим методом рекомендовано применение впервые предложенной дробно-степенной вероятностной зависимости между величиной зазора δ и статисти-

ческой вероятностью внешнего воспламенения P , имеющей вид $P = c\delta^0 / (1 + \lambda c\delta^0)$ при $\lambda = 0,9$ для плоского фланцевого соединения.

Установлено, что вероятность внешнего воспламенения за многоэлементным огнепреградителем может быть найдена путем применения теоремы умножения вероятностей, если известна вероятность внешнего воспламенения за каждым элементом в отдельности.

10. Основным физико-химическим фактором, определяющим взрывонепроницаемые свойства лабиринтного огнепреградителя, является величина температуры продуктов сгорания на выходе из оболочки. Если максимальная температура продуктов не выше 170°C (близка к температуре самовоспламенения этилового эфира, примененного в экспериментальных исследованиях), обеспечивается достаточно высокий уровень взрывонепроницаемости, соответствующий условной вероятности внешнего воспламенения $P = 10^{-8}$.

11. На основе измерений температур продуктов сгорания перед и за проволочными сетками показано, что гашение пламени и внешнее невоспламенение происходит в соответствии с тепловой теорией пределов распространения пламени Я.Б.Зельдовича.

Выдвинута гипотеза, что температура и скорость потока продуктов сгорания непосредственно на выходе из оболочки, снабженной различными пламегасящими элементами, являются основными физико-химическими параметрами, определяющими механизм и уровень надежности пламегашения.

Установлено, что механизм внешнего воспламенения за проволочной сеткой соответствует результатам исследований С.М.Когарко. Сетка задерживает пламя, однако горячие продукты сгорания могут зажечь свежую смесь в зависимости от скорости истечения, температуры продуктов и условий смешения со свежей горючей смесью.

Полученные в настоящей работе результаты позволили составить "Рекомендации на изготовление взрывонепроницаемых оболочек из металлических сеток для датчиков приборов контроля за содержанием горючих газов или паров (газоанализаторов) в атмосфере угольных шахт и взрывоопасных помещений в исполнении ВЗГ", согласованные институтами МакНИИ и ВНИИВЭ, и Временную методику контрольных испытаний взрывонепроницаемых оболочек из металлических сеток. Упомянутые "Рекомендации" и "Временная методика" приведены в приложении к диссертационной работе.

На основе выданных рекомендаций Харьковским филиалом ОКБА разработаны датчики ряда приборов, работающих на принципе свободной конвекции, и выпущены опытные партии названных приборов.

Результаты данной работы позволили Башкирскому филиалу СКБ АНН разработать и внедрить анализатор качества вязких нефтепродуктов АВН-63-ВЗГ, который в настоящее время выпускается серийно по свидетельству, выданному ВостНИИ.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Каймаков А.А., Бауэр А.Н. Охлаждение пламени взрыва в щелях оболочек взрывобезопасного электрооборудования. Вопросы безопасности в угольных шахтах. Труды ВостНИИ, т. У, Изд. "Недра", М., 1964.

2. Каймаков А.А., Бауэр А.Н. Охлаждение горячих газов в щели между металлическими фланцами. Сборник статей по электробезопасности на угольных шахтах. ННИИТЭИугля. Изд. "Недра", М., 1965.

3. Каймаков А.А., Бауэр А.Н. О характере снижения температуры продуктов взрыва метано-воздушной смеси в сопряжениях оболочек взрывобезопасного электрооборудования. Вопросы безопасности в угольных шахтах. Труды ВостНИИ, т. УП. Изд. "Недра", М., 1966.

4. Каймаков А.А., Бауэр А.Н. Охлаждение продуктов взрыва метано-воздушной смеси в щели между стальными и пластмассовыми фланцами. Вопросы безопасности в угольных шахтах. Труды ВостНИИ, т. УШ. Изд. "Недра", М., 1967.

5. Каймаков А.А., Бауэр А.Н., Скворцов В.П. Лабиринтный огнепреградитель для вязких жидкостей. Вопросы безопасности в угольных шахтах. Труды ВостНИИ, т. IX. Изд. "Недра", М., 1969.

6. Каймаков А.А., Бауэр А.Н. Взрывозащитные свойства малогабаритных оболочек электрооборудования из металлических сеток. Вопросы безопасности в угольных шахтах. Труды ВостНИИ, т. XIII. Изд. "Недра", М., (в печати).

7. Бауэр А.Н. Оценка безопасных свойств взрывонепроницаемой оболочки электрооборудования при помощи мелко-степенной вероятностной зависимости. Вопросы безопасности в угольных шахтах. Труды ВостНИИ, т. XV. Изд. "Недра", М., (в печати).

Основные вопросы диссертации докладывались на третьем Всесоюзном совещании по взрывобезопасному электрооборудованию в г. Донецке (1968 г.) и на Всесоюзном семинаре по вопросам распространения горения в г. Донецке, 1969 г.

Бауэр Артур Николаевич

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕПРЕГРАДИТЕЛЕЙ С МАЛЫМ ГИДРАВЛИЧЕСКИМ
СОПРОТИВЛЕНИЕМ ДЛЯ ВЗРЫВОНЕПРОНИЦАЕМЫХ ОБОЛОЧЕК
МАЛОГАБАРИТНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ПРИБОРОВ
ГАЗОВОГО КОНТРОЛЯ

Техн. редактор В.Н. Войнова

Л-92276

Тираж 120

Заказ 5447

Ротапечатьный цех Института горного дела им. А.А. Скочинского
1,5 уч.-изд. л. Подписано к печати 31/XII 1970 г.