

Источники энергии взрыва и классификация наиболее распространенных взрывчатых систем



Необходимые и достаточные условия протекания реакции в форме взрыва

- 1. Выделение тепла – источники : экзотермические реакции окислительно-восстановительного типа и распад эндотермических соединений. Принцип Харитона: любая экзотермическая реакция способна к детонации. Принцип объемной концентрации энергии.**
- 2. Большая скорость химической реакции. Теплота горения бензина на порядок выше теплоты взрыва тротила, но развиваемая мощность в последнем случае на 7 порядков выше. Принцип контакта горючего и окислителя.**
- 3. Наличие газов в продуктах реакции. Газы – рабочее тело взрыва. Принцип разогрева газов в собственном объеме. Максимальное давление взрыва газопаровоздушных систем порядка 1 МПа, конденсированных систем 1000 – 10000 МПа.**
- 4. Способность реакции к самораспространению. Принцип выполняется при превышении теплоты реакции над энергией активации химической реакции или температуры горения над температурой воспламенения.
Теоретические основы взрывобезопасности.**

Основные виды превращения взрывчатых систем и их взаимный переход

~~Медленное химическое превращение~~
(все системы, реакция в объеме, скорость определяется температурой и концентрацией)

Тепловое или цепное самовоспламенение

Горение (только горючие системы, процесс распространяется узким фронтом, скорость определяется температурой горения и условиями теплопередачи)

Зажигание

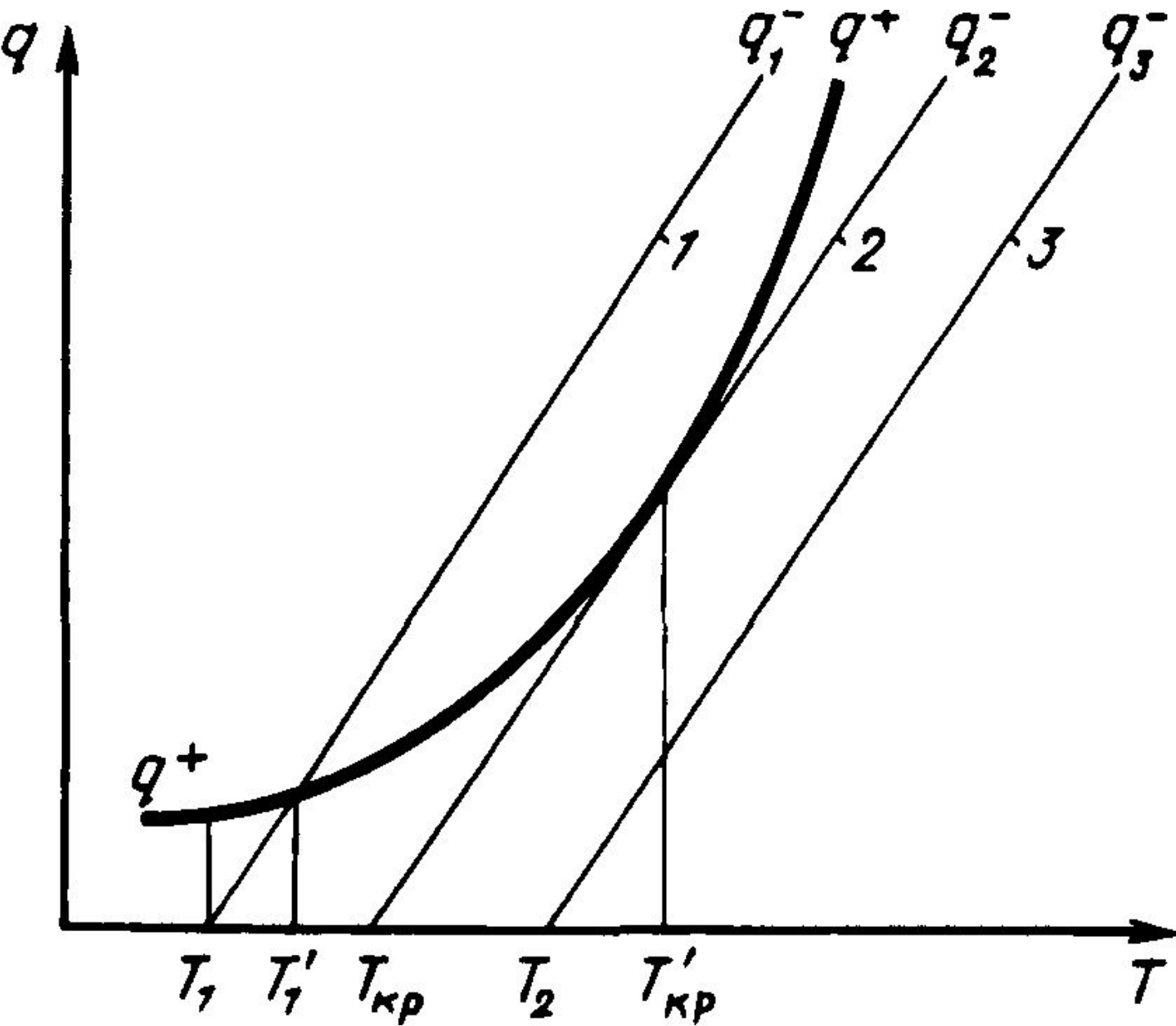
Взрывное или конвективное горение (скорость определяется интенсивностью конвекции)

Детонация (только взрывчатые системы, сверхзвуковая скорость)

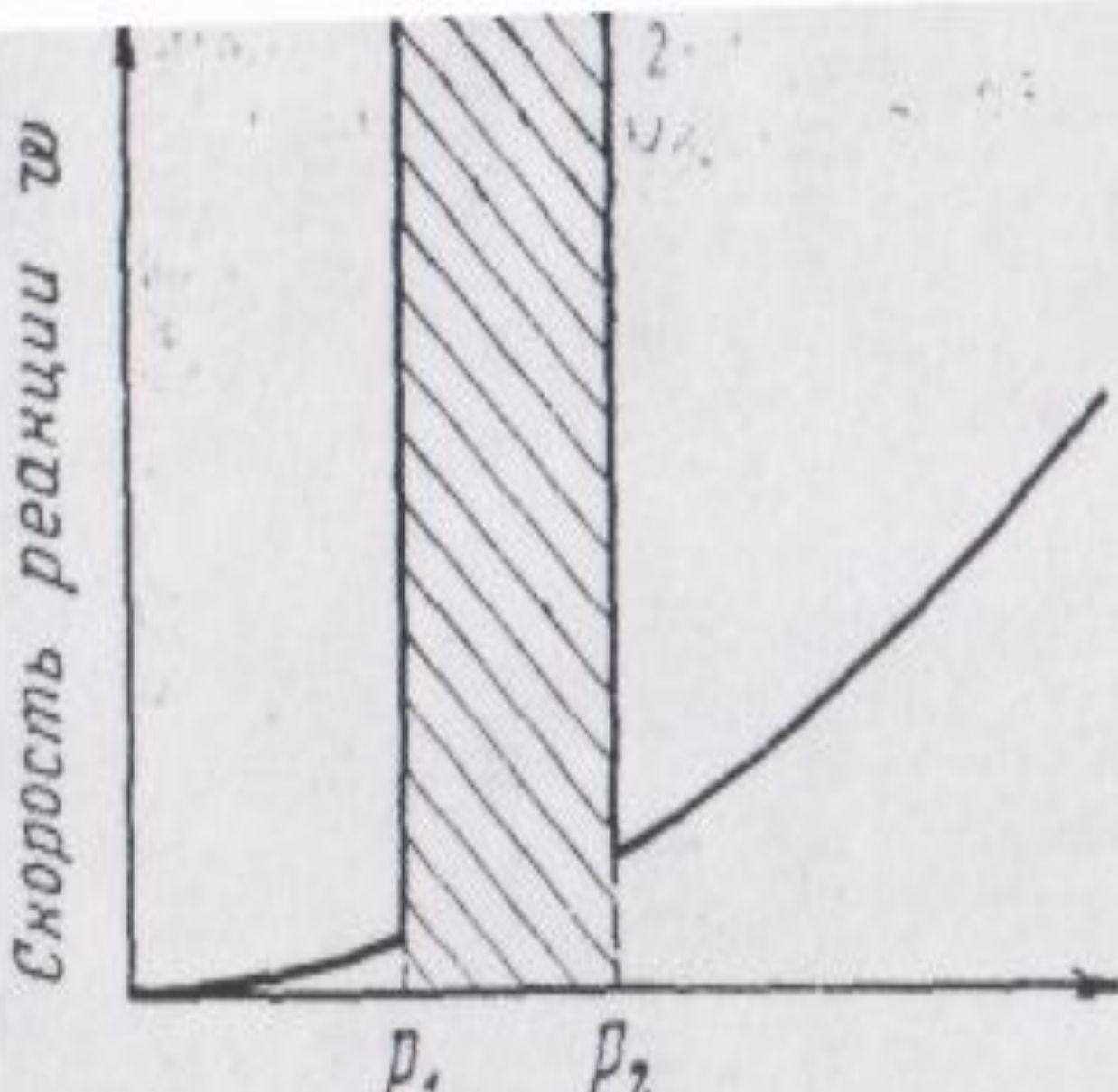
Ударная волна

Красным цветом отмечены нестационарные процессы

Диаграмма Семенова

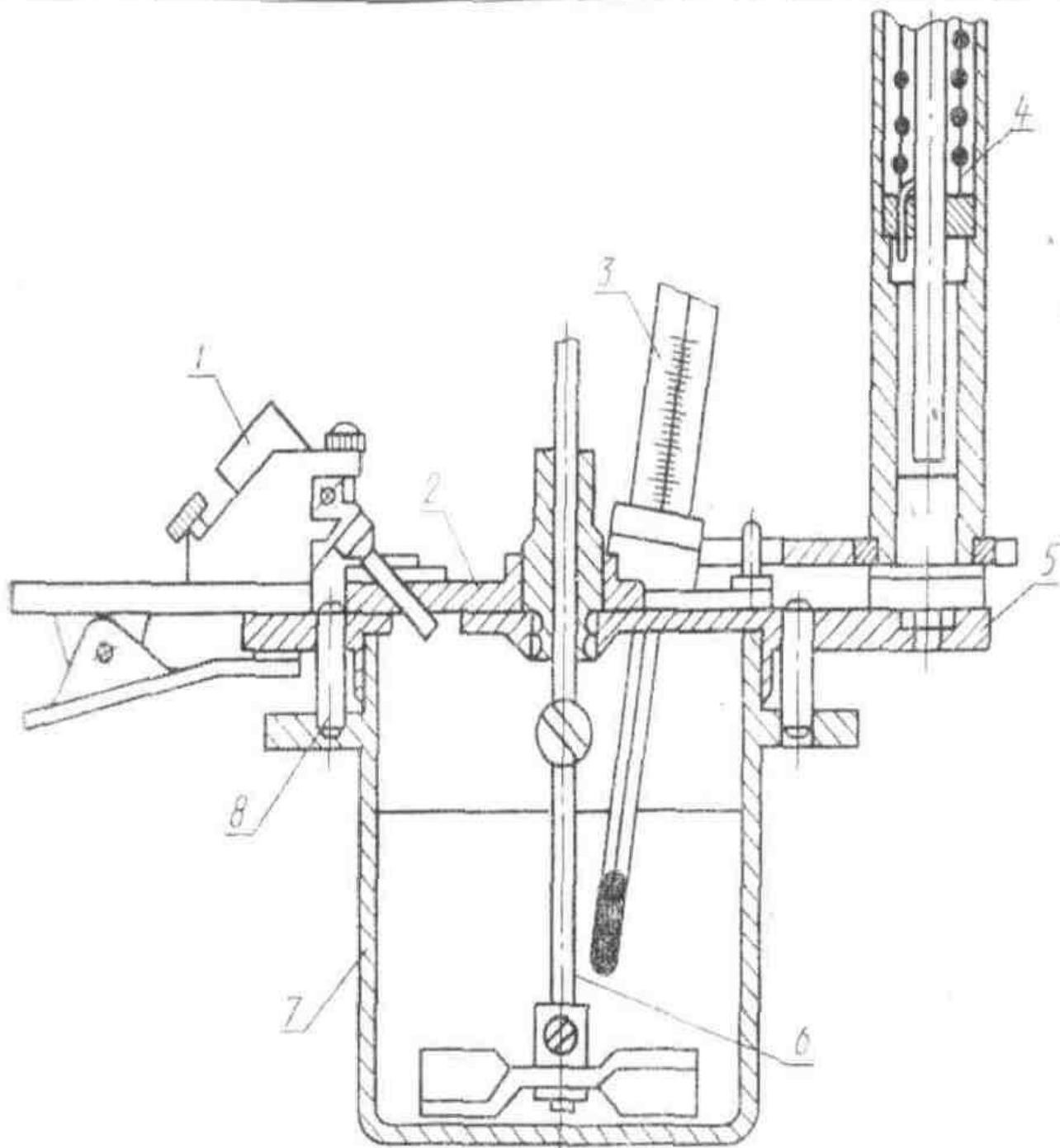


ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ЦЕПНОЙ РЕАКЦИИ ОТ ДАВЛЕНИЯ



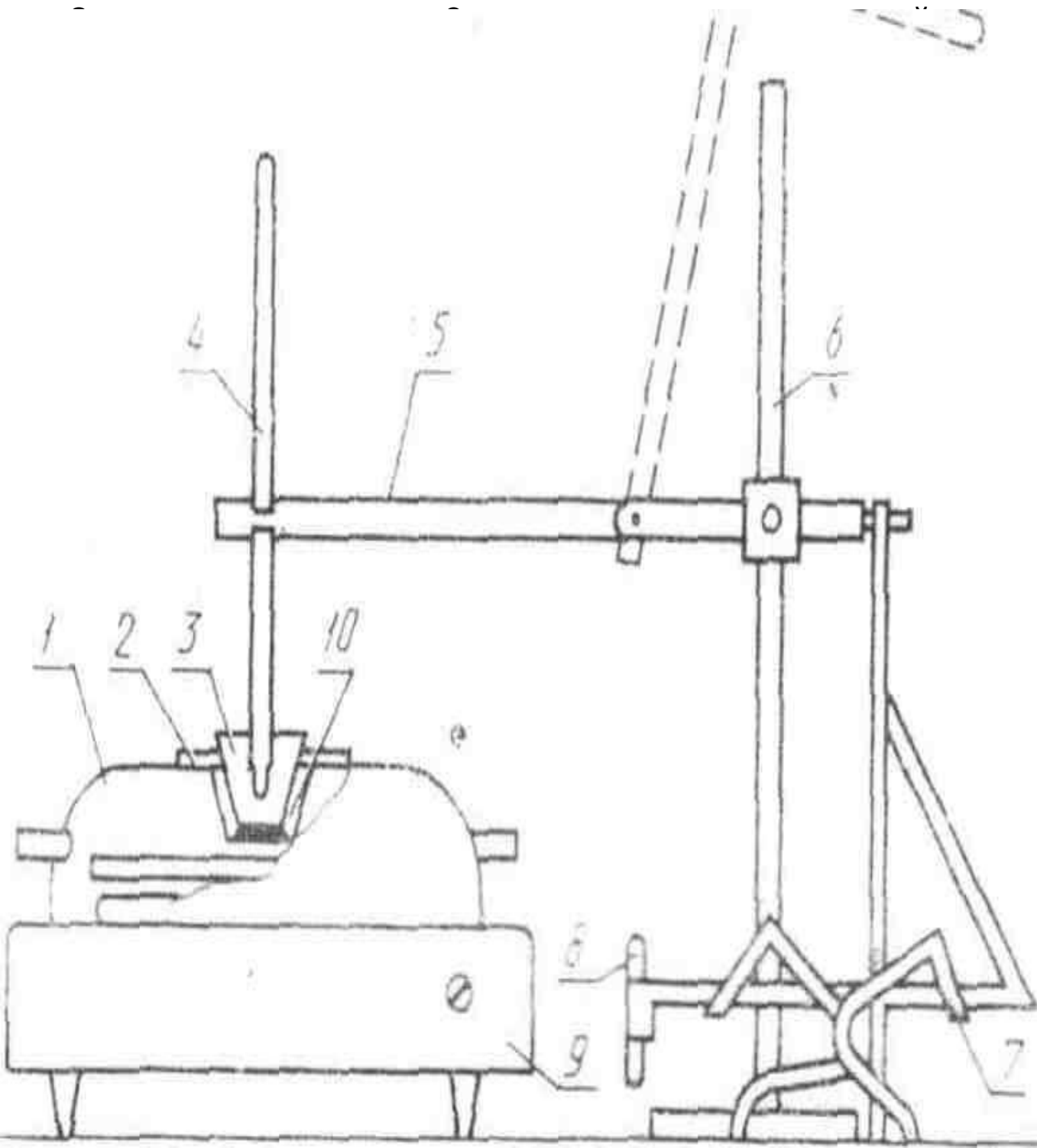
ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ В ЗАКРЫТОМ ТИГЛЕ

1- зажигающая горелка; 2 - заслонка; 3 - термометр;
4 - пружинный механизм; 5 - крышка; 6 - мешалка;
7 - тигель; 8 - штифт-фиксатор крышки

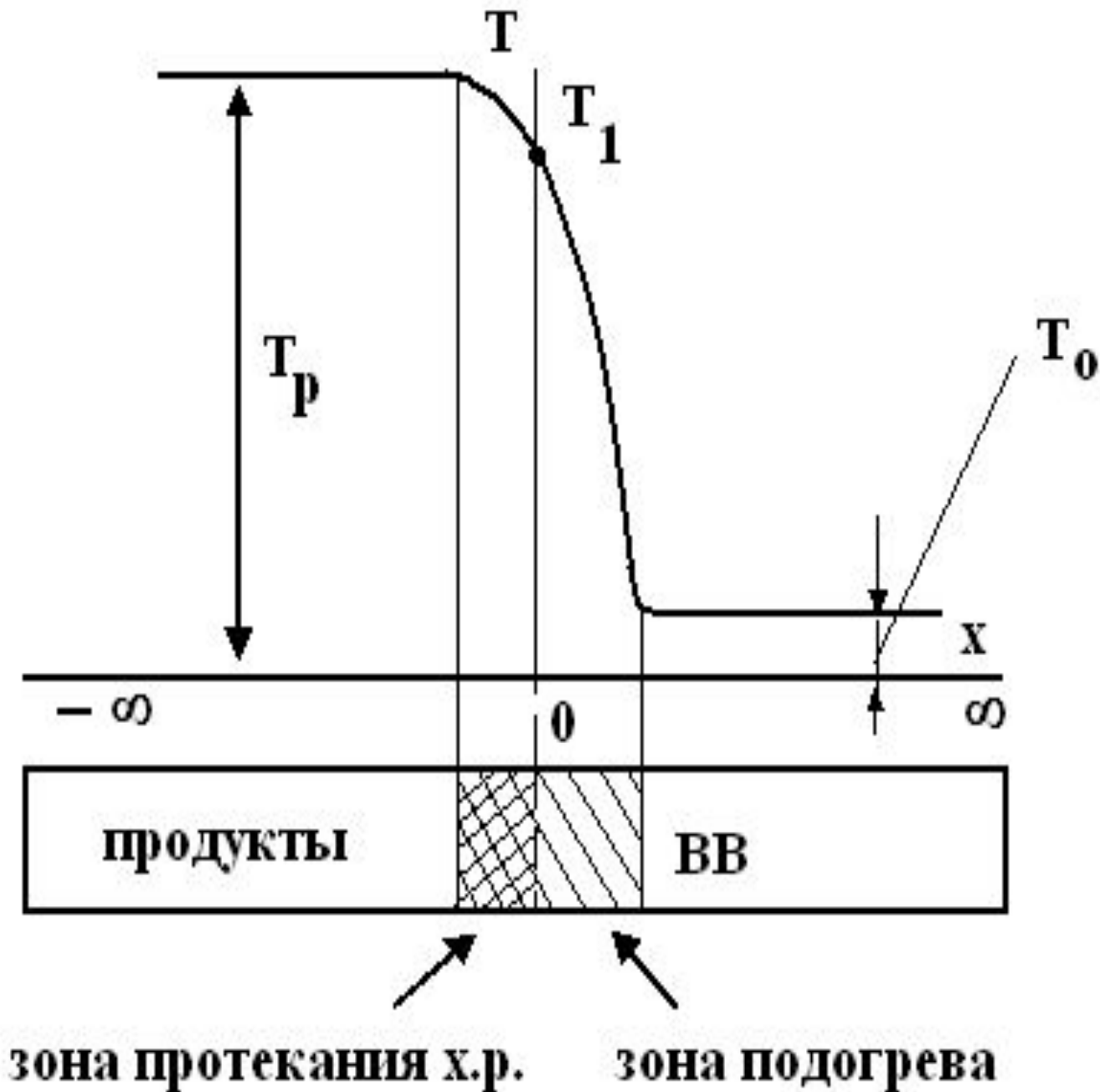


ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ В ОТКРЫТОМ ТИГЛЕ

1-нагревательная ванна; 2-кольцо из паронита; 3-фарфоровый тигель; 4 – термометр; 5 – держатель термометра; 6 – штатив; 7 – подставка для горелки;



Распределение температур в зоне нормального горения



ФОТОРЕГИСТРАЦИЯ ГОРЕНИЯ

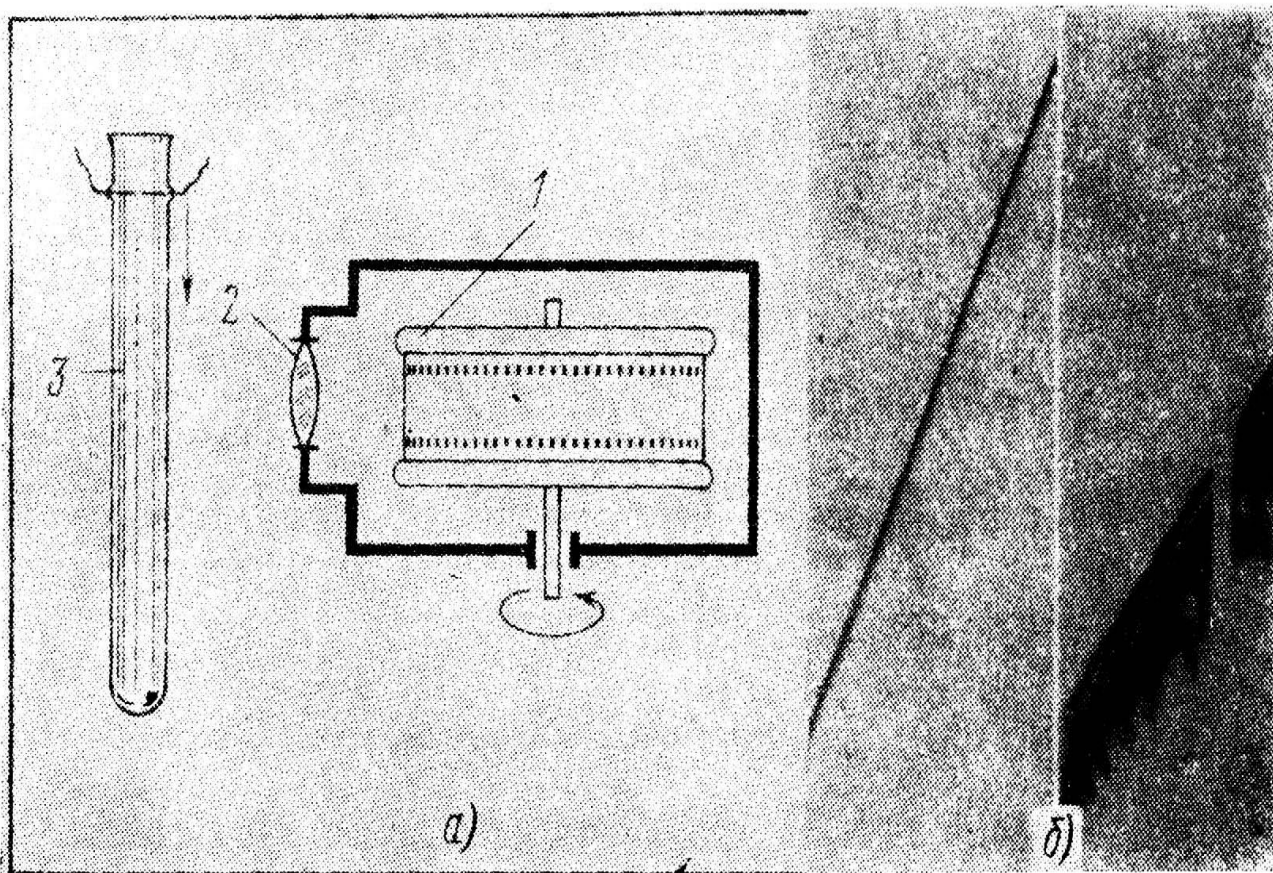
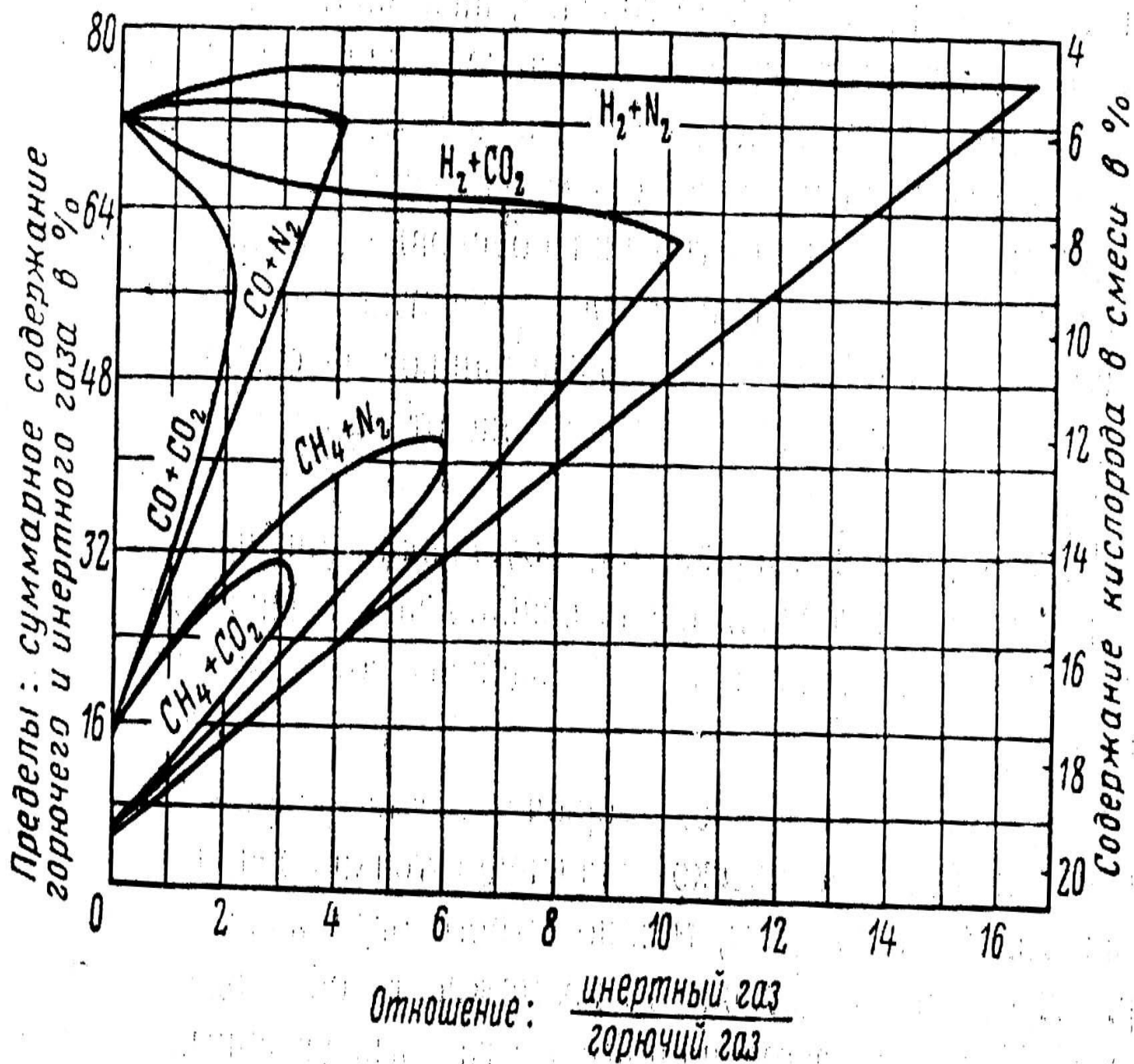


Диаграмма воспламеняемости



ФОРМА ФРОНТА ПЛАМЕНИ

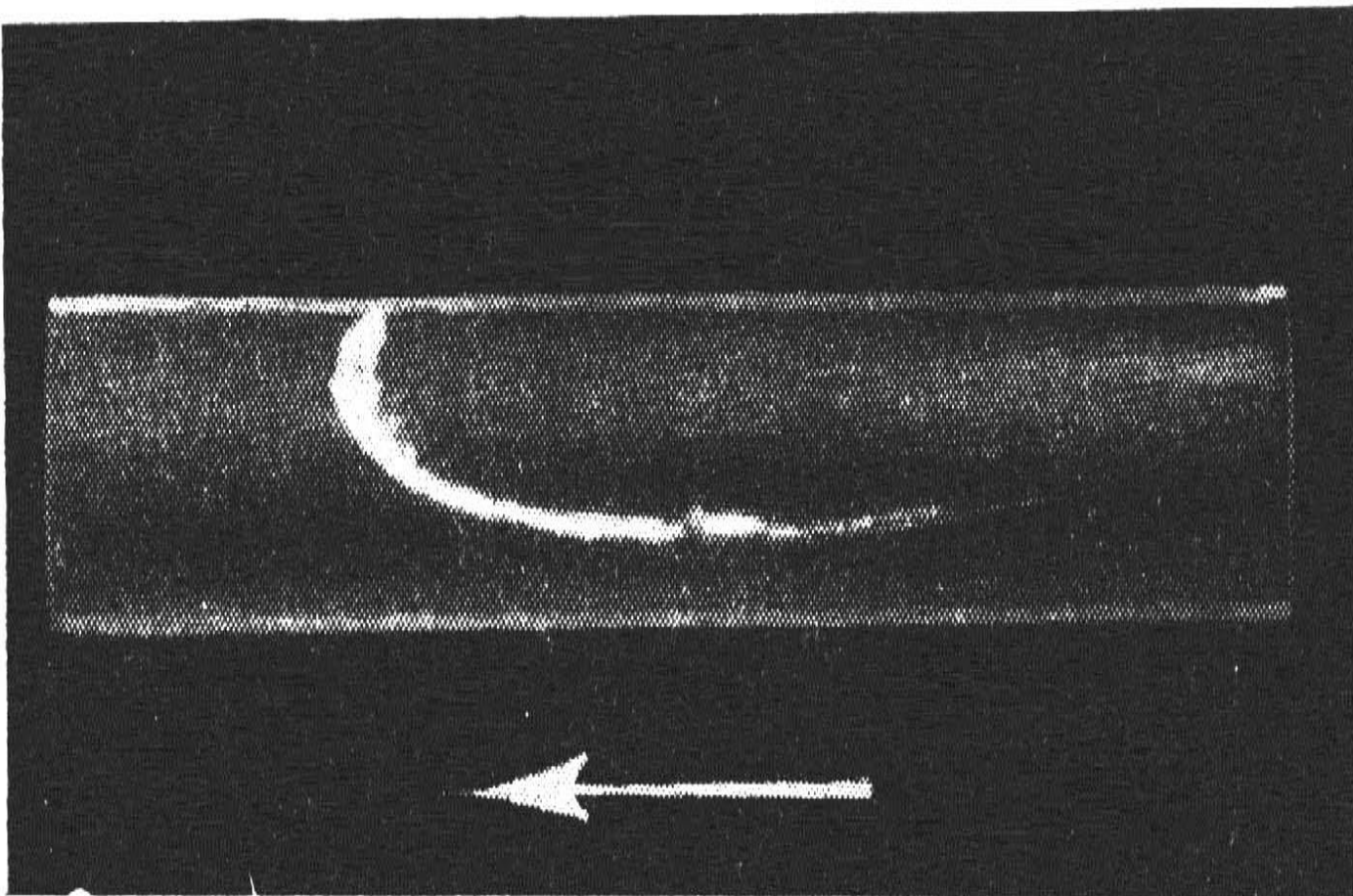
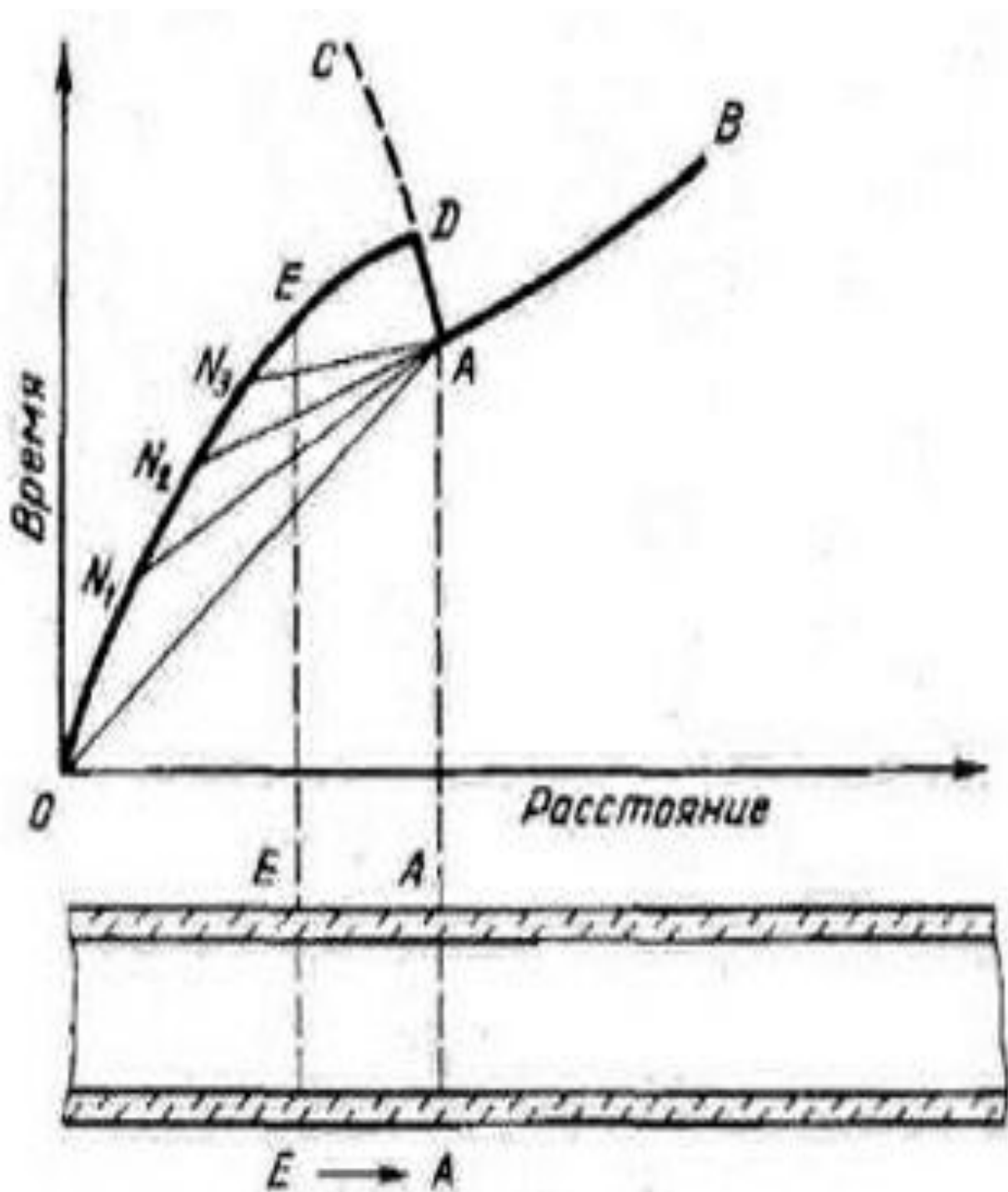
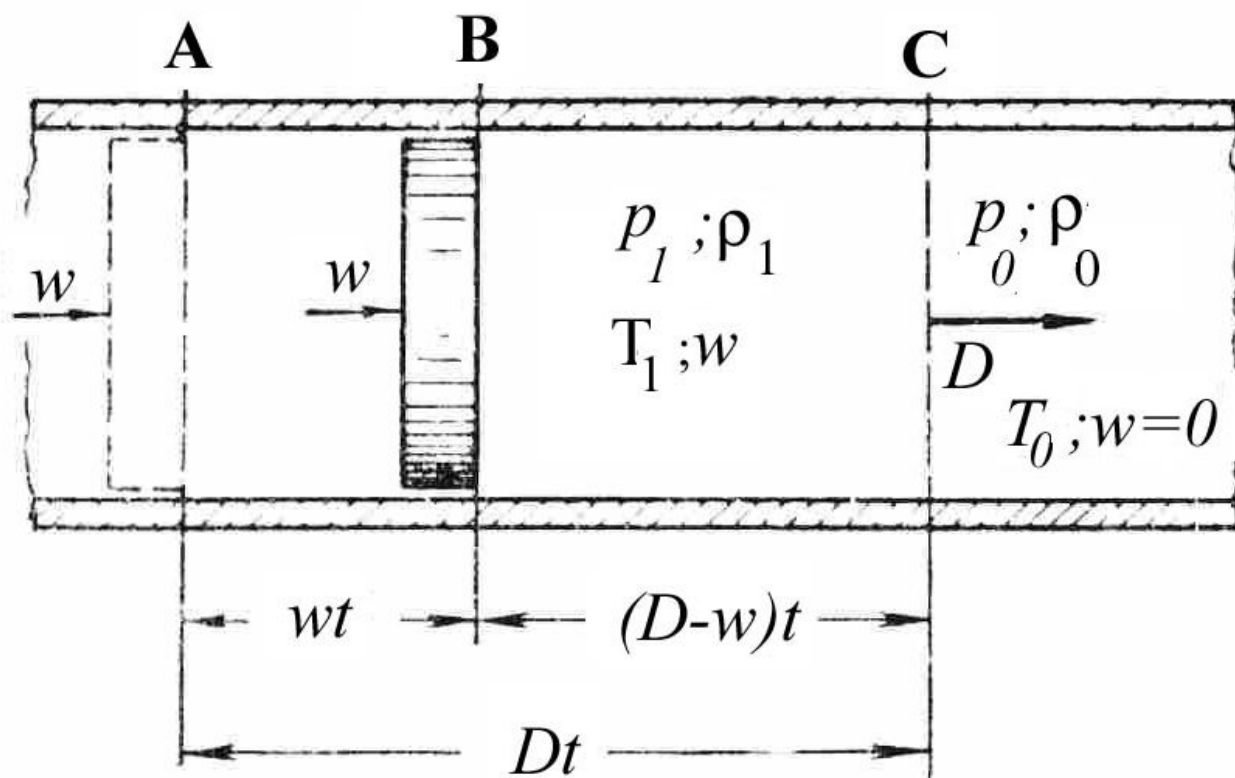


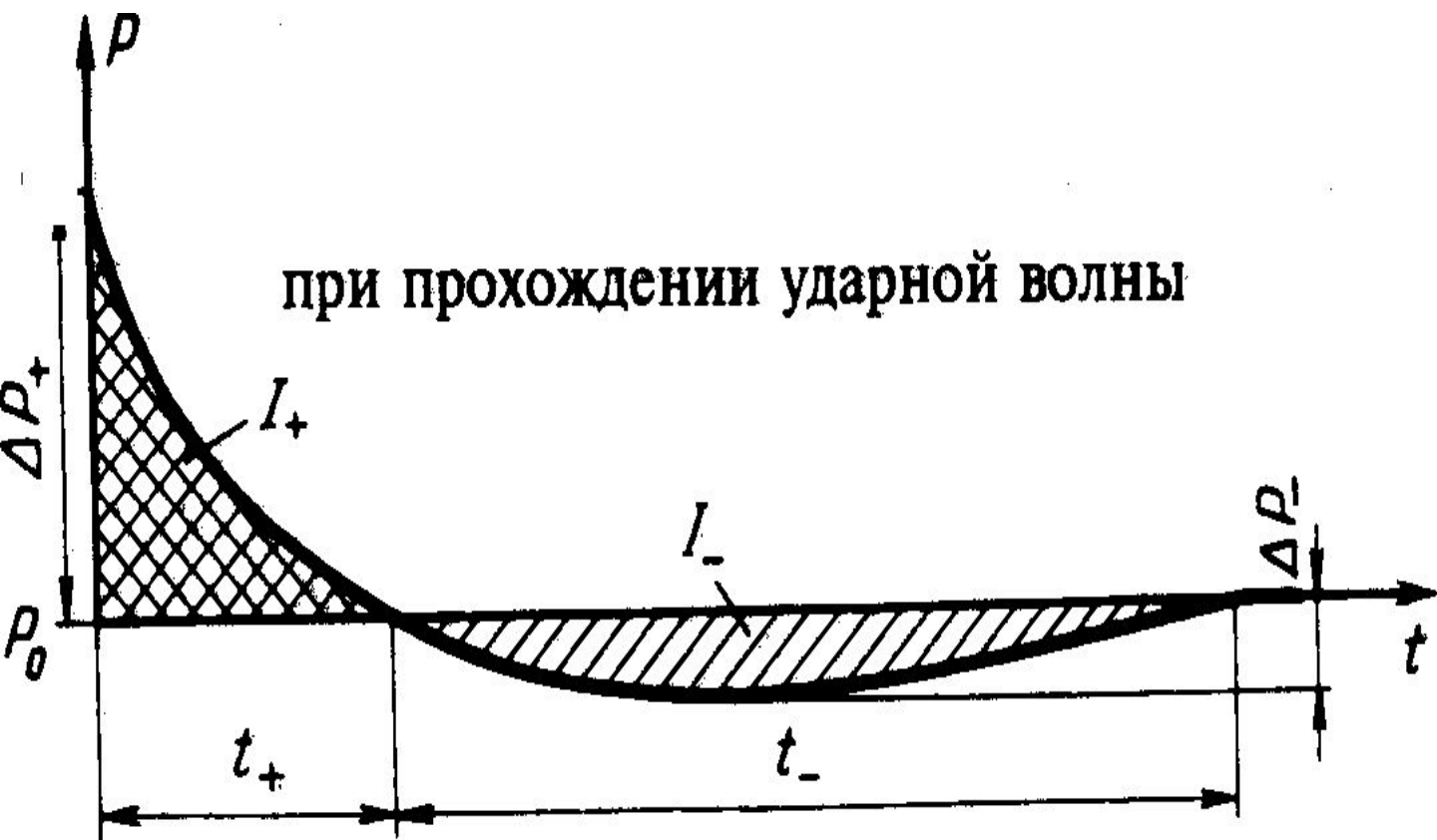
Схема перехода горения в детонацию



МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ УДАРНОЙ ВОЛНЫ



Изменение давления во фронте ударной волны



Формулы для расчета давления в ударных волнах

$dP = A * m + B * m^2 + C * m^3$, где $m = \text{СТНТ}^{1/3} / R$

1. Для расплавов: $dP = 113,4 * m + 185,9 * m^2 + 9,02 * m^3$

2. Формула Садовского: $dP = 95 * m + 390 * m^2 + 1300 * m^3$

3. Точечный взрыв: $dP = 98,8 * m + 147,4 * m^2 + 592,6 * m^3 - 1,92$

4. По НПБ 107-97: $dP = 80 * m + 300 * m^2 + 500 * m^3$

5. По ПБ 09 – 170 – 03: $R = K * \text{СТНТ}^{1/3} / (1 + (3180/\text{СТНТ}^2)^{1/6})$

СТНТ, кг	10	100	1000	10000	100000
A	9,3	22,2	47,5	70,15	71,4
B	53,4	240,85	1058,9	2284,4	2365
C	-16,8	-160,2	-1381,4	-4329,9	-4538,6

6. По ЕПБВР: $R = K_1 * \text{СТНТ}^{1/2}$

СТНТ, кг	10	100	1000	10000	100000
A	74,4	107,3	158,3	231,2	339,2
B	578,3	1461	3101,3	6781,5	14622,3
C	-690,1	-2638,8	-8191,1	-26388,4	-83649,4

$dP = 74,4 * m * n + 578,3 * (m * n)^2 - 690,1 * (m * n)^3$

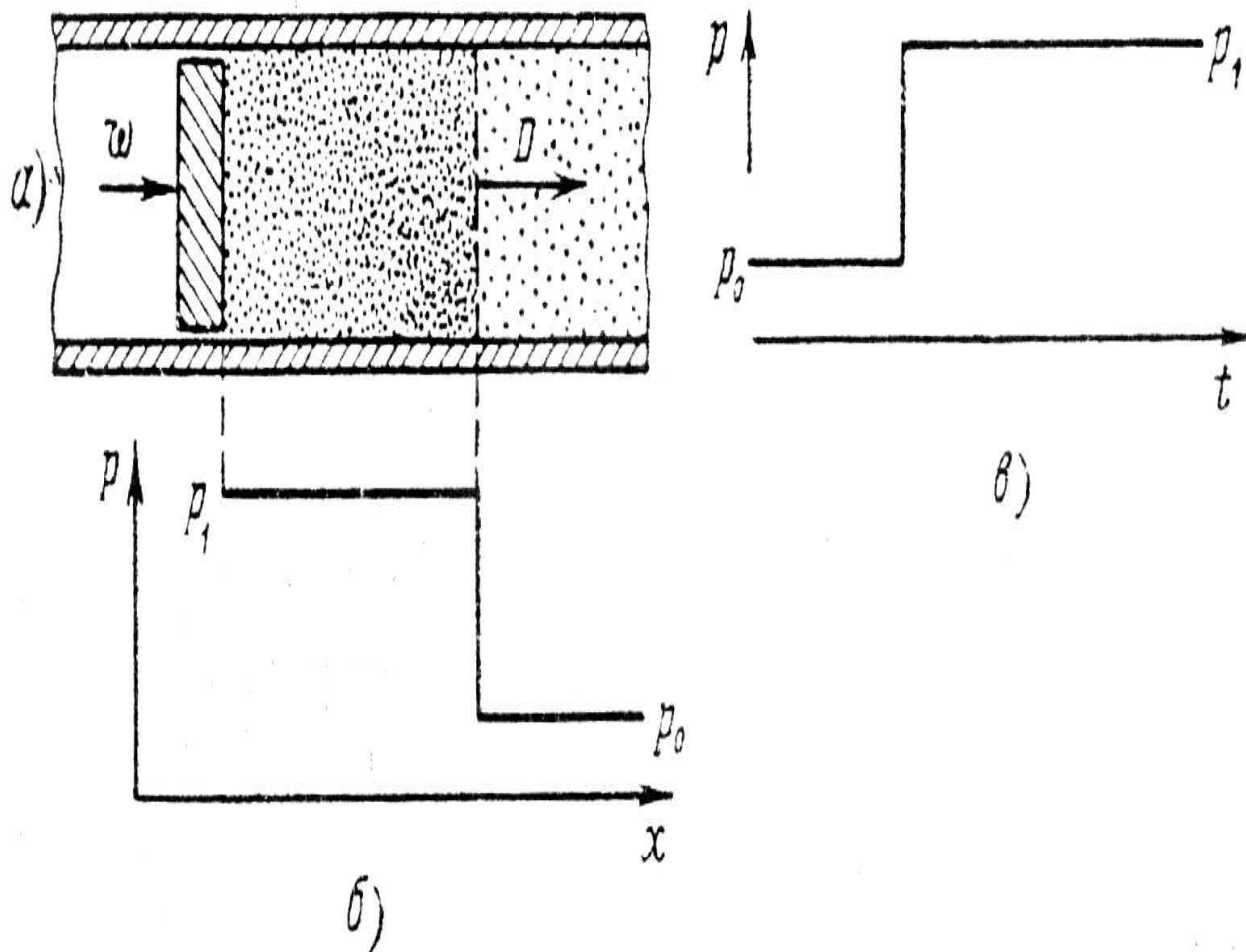
7. По обобщенной формуле:

$dP = 113,4 * m * n + 185,9 * (m * n)^2 + 9,02 * (m * n)^3$,

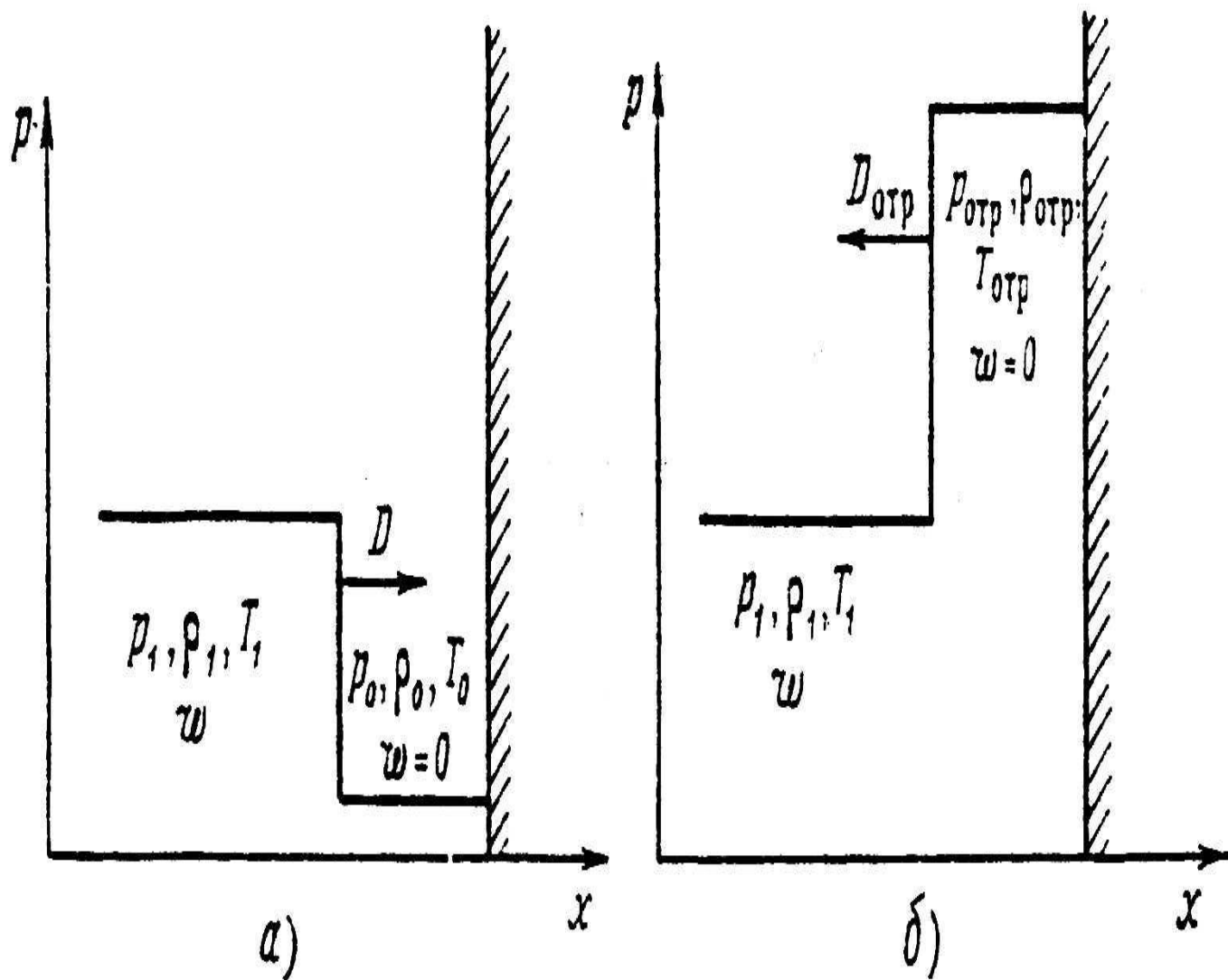
где $n = 1,47 A * (\lg \text{СТНТ} - 1)$, $A = 1$ (по ЕПБВР)

$A = 1$ (при $\text{СТНТ} \leq 10$ кг), $A = 1$ (при $\text{СТНТ} > 10$ кг)

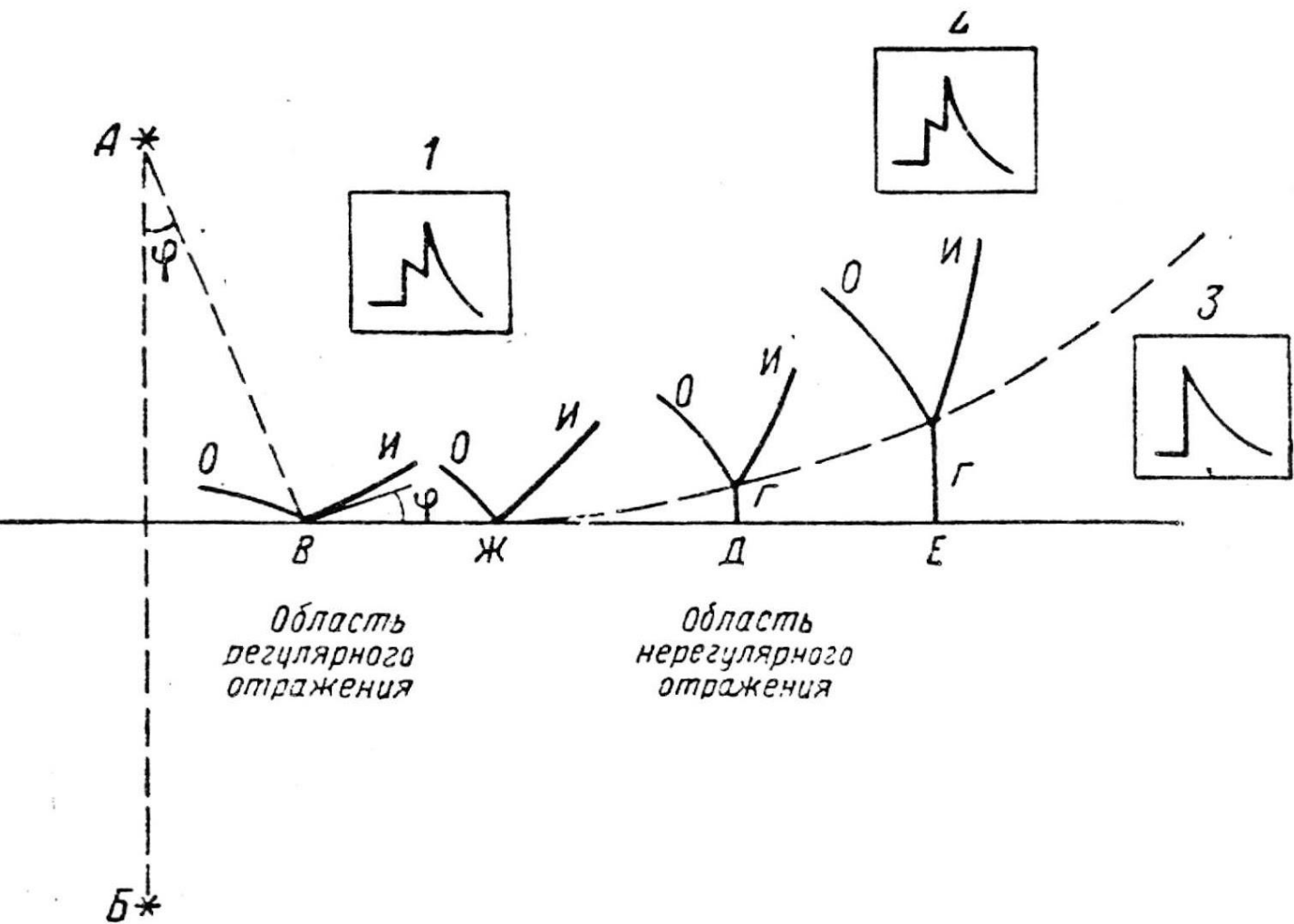
СХЕМА ОТРАЖЕНИЯ УДАРНЫХ ВОЛН



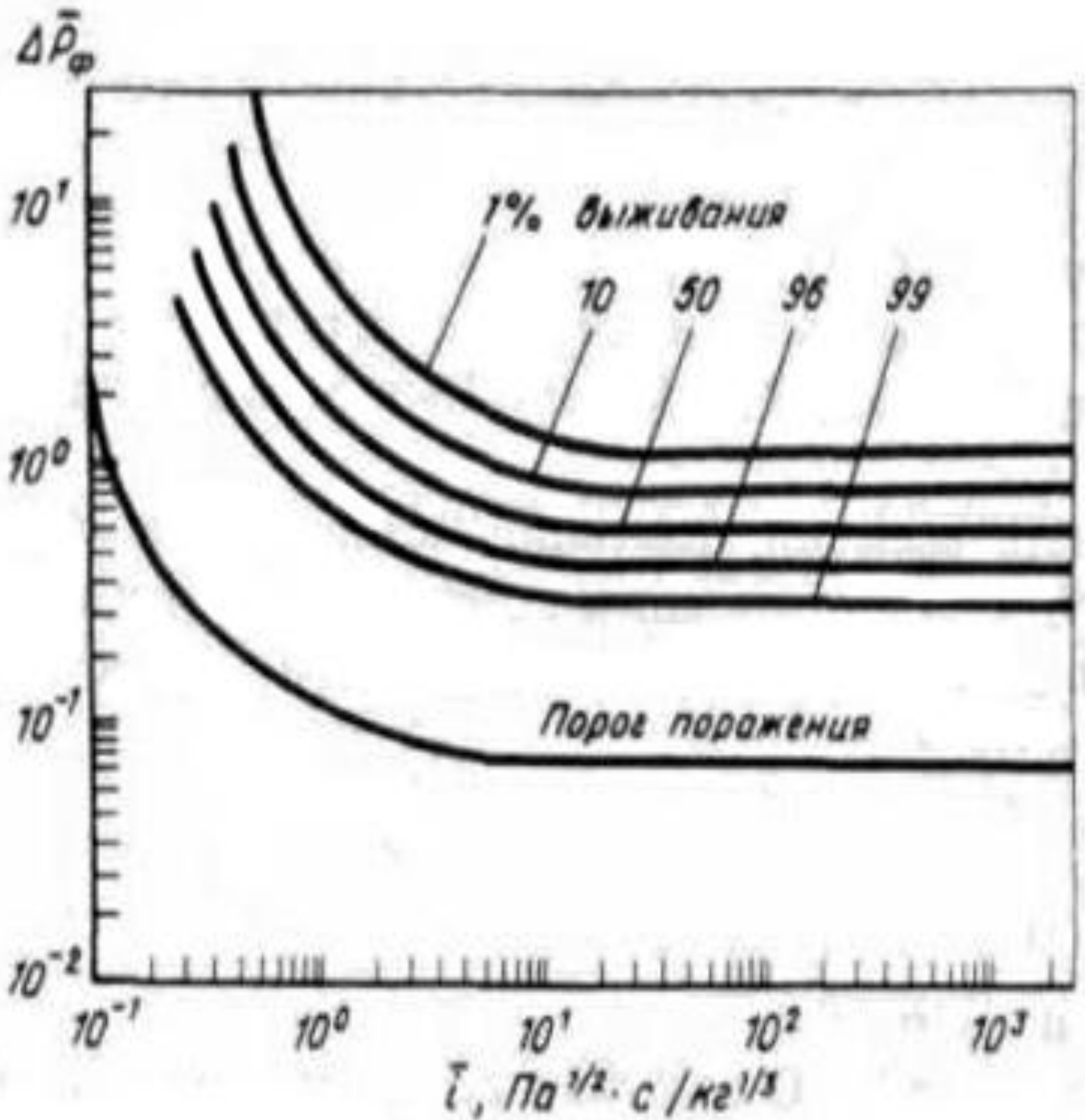
ОТРАЖЕННАЯ ВОЛНА



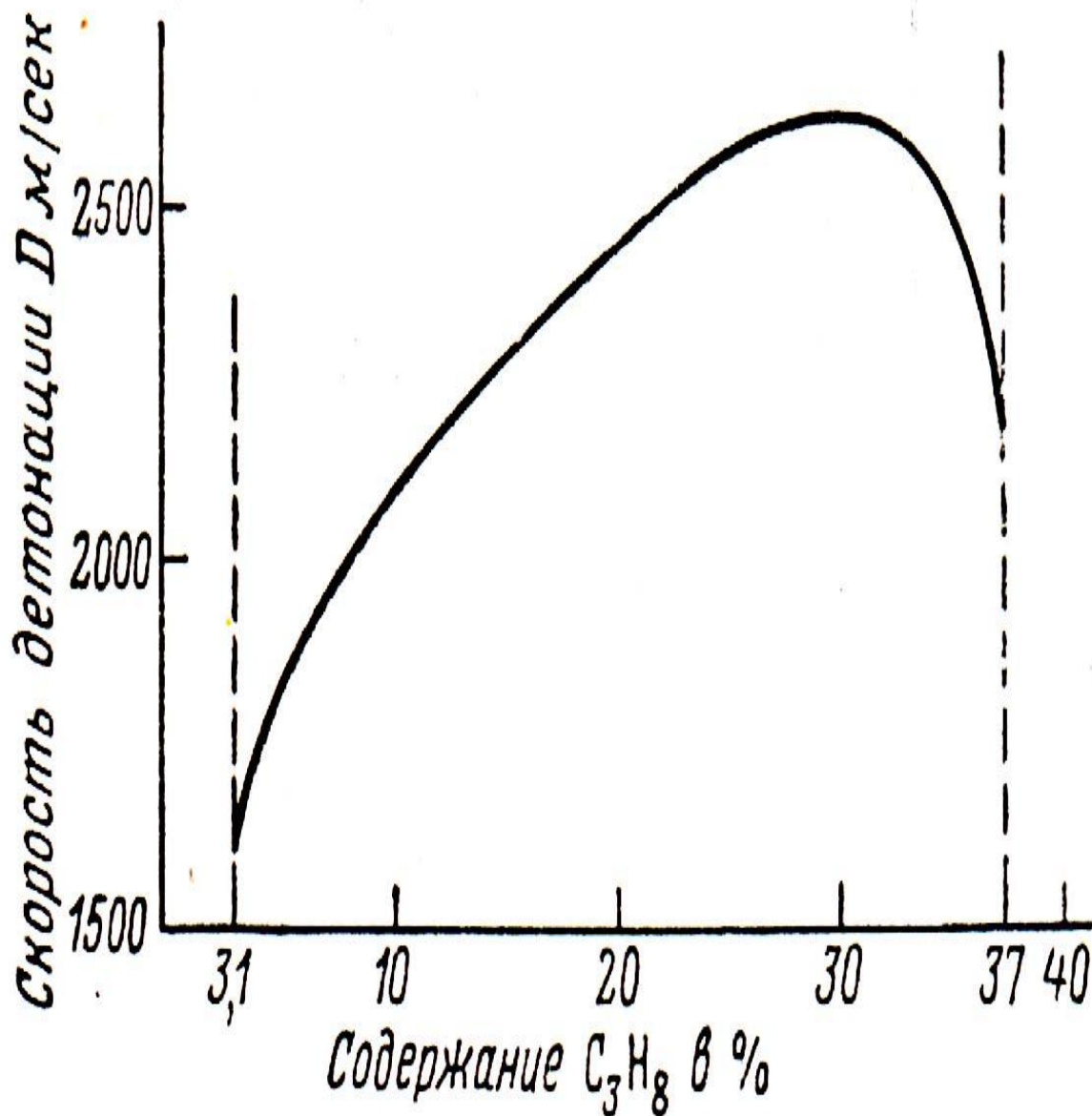
МАХОВСКАЯ ВОЛНА



ВОЗДЕЙСТВИЕ УДАРНОЙ ВОЛНЫ



ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ДЕТОНАЦИИ ОТ СОСТАВА СМЕСИ



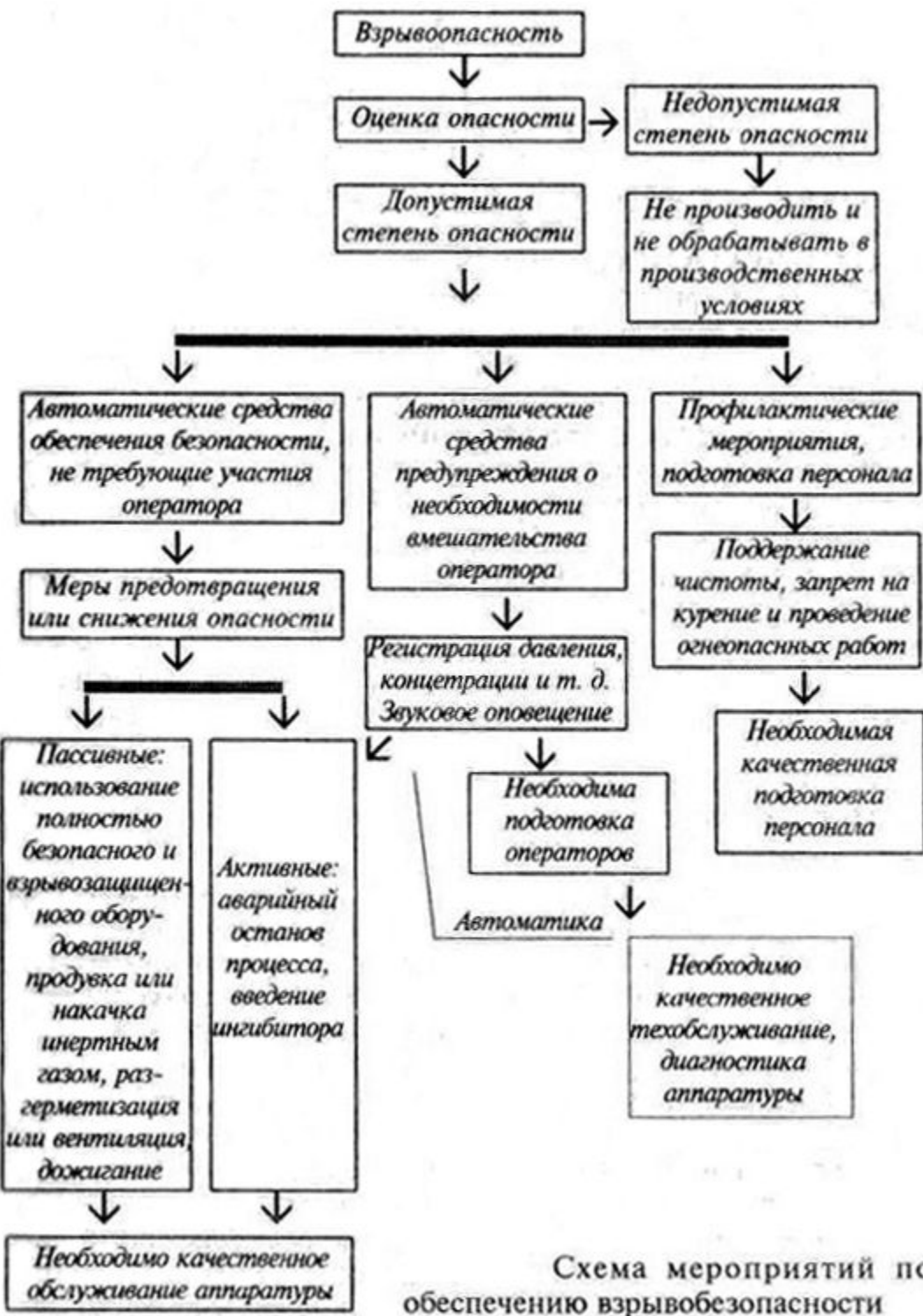


Схема мероприятий по обеспечению взрывобезопасности технологических процессов

ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММЫ НПБ 1

105-03

105-03. Карнаух Максим Николаевич

Вариант Выход

- Газы и пары
- Горючие пыли
- Интенсивность теплового излучения
- Метод оценки индивидуального риска

- Масса газов
- Масса паров
- Для СУГ
- Горизонтальные зоны
- Избыточное давление и импульс волны давления при сгорании

Расчет индивидуального риска при сгорании газо-, пыле-, пылевоздушных смесей

Выход

Общие данные

0,02 Вероятность возникновения ситуации (ГОСТ 12.1.0004-91)

Исходные данные и расчет (авария или пожар)

Экспортированные или введенные данные

Избыточное давление (кПа) Импульс

Расчет

Пробит функция Введите усл.вер. по таблице 3

Расчет величины индивидуального риска

Величина индивидуального риска

Поражение тепловым излучением

Для проливов ЛВЖ, ГЖ и твердых материалов

Характерное время обнаруж. пожара (с)

Расстояние от места до зоны $4 \text{ кВт} \cdot \text{м}^2$

Скорость движения человека (м/с)

Интенсивность теплового излучения ($\text{кВт} \cdot \text{м}^2$)

Расчет

Пробит функция

Введите усл.вер. по таблице 3

Расчет величины индивидуального риска

Величина индивидуального риска

Значения условной вероятности поражения человека в зависимости от величины

P_r

Условная вероятность поражения	Величина E_{Σ}									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	·	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,90	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
·	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

Теплового излучения для пролива жидкости, СУГ, ТМ

Исходные данные

Среднепов. плотность тепл. изл. пламени ($\text{кВт} \cdot \text{м}^2$)

Площадь пролива (м^2)

Удельная массовая скорость выгорания ($\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-2}$)

Плотность окружающего воздуха ($\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$)

Расстояние от геом центра пролива до объекта (м)

Расчет и экспорт в инд. риск

Эффективный диаметр пролива (м)

Высота пламени (м)

Интенсивность теплового излучения ($\text{кВт} \cdot \text{м}^2$)

Среднепов. плотность = $100 \text{ кВт} \cdot \text{м}^2$
 тепродуктов = $40 \text{ кВт} \cdot \text{м}^2$
 горючих материалов = $40 \text{ кВт} \cdot \text{м}^2$

Таблица 2

Значения плотности теплового излучения пламени в зависимости от расстояния и удельной массовой скорости выгорания для некоторых жидких углеводородных топлив

	$E_{\Sigma} = \text{Вт} \cdot \text{м}^2$					m $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$
	$d = 10 \text{ м}$	$d = 20 \text{ м}$	$d = 30 \text{ м}$	$d = 40 \text{ м}$	$d = 50 \text{ м}$	
бензин	220	180	150	130	120	0,08
бутила	80	63	50	43	40	0,10
пропан	60	47	35	28	25	0,06
плазма	40	32	25	21	18	0,04
	25	19	15	12	10	0,04

Для диаметров отверстий менее 10 м или более 50 м следует принимать значения плотности теплового излучения пламени 10 и 50 соответственно.

Для огненного шара

Время существования шара

Интенсивность теплового излучения

Расчет

Пробит функция

Введите усл.вер. по таблице 3

Расчет величины индивидуального риска

Величина индивидуального риска

Интерфейс программы ОПБХВП

The screenshot displays the main interface of the OPBHV program, which is used for calculating the energy potential of a fire. It features several windows and input fields:

- Расчет E2": Энергия сгорания ПГФ. Экзо...** (Calculation of E2'': Energy of combustion of PGP. Exo...): This window contains input fields for 'n' (3), 'q'' (100), and 'r' (124). It has a 'Ввод' (Input) button and a 'Расчет и отправка' (Calculate and send) button.
- Расчет E4": ПГФ. Пролив** (Calculation of E4'': PGP. Spill): This window contains input fields for 'M' (28), 'Fж=' (5), 'Tаи=' (423), 'T0=' (30), 'Fп=' (3), and 'q'=' (123).
- ОПБХВП. Булков Н.Н.** (OPBHV. Bulkov N.N.): A central calculation window showing the formula:

$$E = E'_1 + E'_2 + E''_1 + E''_2 + E''_3 + E''_4$$
 It includes input fields for E1', E2', E1'', E2'', E3'', and E4'', each with a unit of 'кДж' (kJ). A 'Расчет' (Calculate) button is located at the bottom of this window.
- Таблица коэффициента η** (Table of coefficient η): A table showing efficiency values for different temperatures.

температура в помещении t _{в.д.} , °C	20	30	35
1,0	1,0	1,0	1,0
2,4	1,8	1,8	1,8
3,5	2,4	2,3	2,3
5,4	3,6	3,2	3,2
7,7	5,6	4,6	4,6

Примечания (Notes):

- n - количество блоков
- q' - удельная теплота сгорания ПГФ
- tau - время с момента АРБ до пре...
- П - скорость теплопритока к ГЖ...
- r - удельная теплота парообразования

Справка (Help):

- ni - безразмерный коэффициент (0.4-0.8)
- q' - удельная теплота сгорания ПГФ
- q'' - удельная теплота сгорания ЖФ
- c'' - удельная теплоемкость жидкой фазы
- n - общее количество агрегатов
- rho - плотность ЖФ при нормальных условиях
- S - площадь сечения, через которое возможно изтечение
- tau - время с момента АРБ до полного отключения
- eta - разность температур ЖФ при регламент. реж. и ее кипении
- r - удельная теплота парообразования горючей жидкости