

# КАФЕДРА ПТиС

ЛЕКЦИЯ НАТЕМУ:

Организация и тактика тушения  
пожаров на открытых  
технологических установках (ОТУ).

- Методика расчёта требуемого количества сил и средств для тушения ОТУ.

# План лекции

1. Документы, регламентирующие тушение пожаров на открытых технологических установках.
2. Оперативно-тактическая характеристика.
3. Общие положения возникновения и развития пожаров на ОТУ.
4. Организация тушения пожаров.
5. Средства и способы тушения пожара.
6. Методика расчёта сил и средств для тушения пожара.
7. Меры безопасности при тушении пожаров в резервуарах и резервуарных парках.

# 1 вопрос

## ОСНОВНОЙ ДОКУМЕНТ

- «УКАЗАНИЯ ПО ТУШЕНИЮ ПОЖАРОВ НА ОТКРЫТЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ», М. ГУПО МВД СССР. 1982 г.

Утверждены начальником УПО МВД СССР 29 октября 1981 года.

## 2 вопрос

Технологические процессы почти во всех нефтеперерабатывающих и нефтехимических и во многих химических производствах протекают при высоких температурах жидкостей и газов и под высоким, а часто и сверхвысоким давлением – до 245 Мпа

# К открытым технологическим установкам относятся:

- трубчатые печи;
- ректификационные колонны;
- реакторы;
- регенераторы;
- полимеризаторы;
- насосы;
- сепараторы;
- теплообменники и т.д.

Они обычно состоят из одноэтажных аппаратов, высота которых достигает 80 – 100 м, а объёмом до 2000м<sup>3</sup>

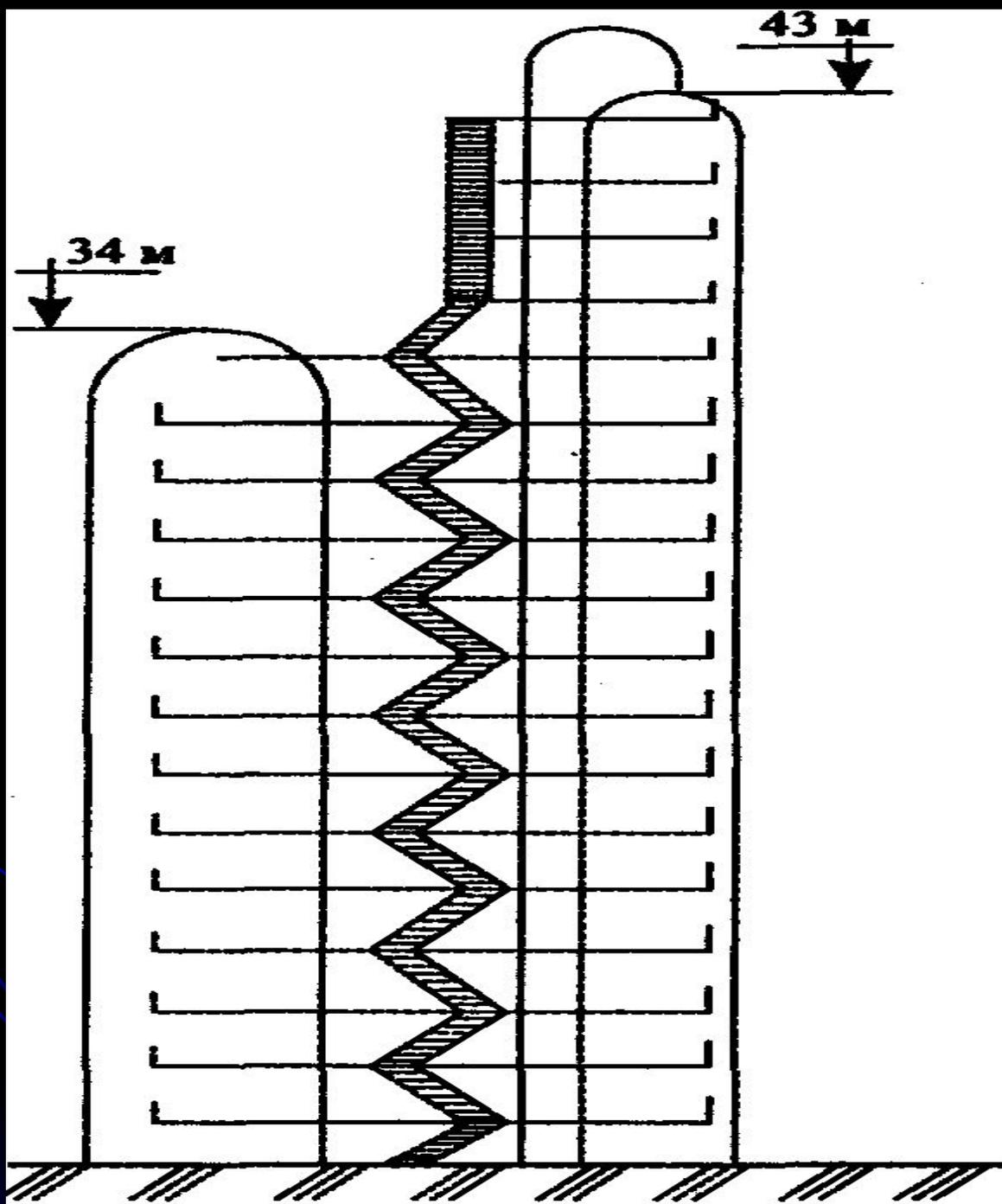
# Производственные здания, открытые технологические установки и вспомогательные сооружения размещаются по зонам:

- производственная;
- подсобная;
- складская;
- сырьевая и товарная;

Административно-бытовые располагаются в предзаводской зоне.

Основные технологические аппараты предприятий нефтепереработки, нефтехимии и хим. предприятий стараются размещать на ширине до 30 м на открытых наружных установках.

Для расположения и обслуживания колонн и других аппаратов обычно строят каркасные этажерки, имеющие высоту 30 -50 м.



На предприятиях, как правило, проектируют пожарный водопровод высокого давления.

Расход воды на тушение пожара из сети принимают из расчёта двух одновременных пожаров:

1. В производственной зоне
2. В зоне сырьевых и товарных складов

Расход воды на тушение и защиту определяют расчётом, но не менее 120 л/с для производственной зоны и 150 для складов

В дополнении к пожарному водопроводу в районах производственных установок и резервуарных парков сооружают пожарные водоёмы вместимостью не менее  $250 \text{ м}^3$  каждый на расстоянии один от другого не более 500 м. Могут располагаться колодцы  $3 - 5 \text{ м}^3$  с подачей воды в них от сети производственного водопровода.

На наружных взрыво – и пожароопасных технологических установках для защиты аппаратуры и оборудования, содержащих ЛВЖ, ГЖ и горючие газы применяют лафетные стволы с насадкой 28 мм и давлением не менее 0,4 МПа.

Лафетные стволы не устанавливаются в той части наружных установок, где имеются печи и аппараты, работающие при температуре более  $45^{\circ}$

Защита колонн на высоту до 30 м предусматривается водяными струями из лафетных стволов. При высоте колонн более 30м её защищают либо на всю высоту стационарными установками, либо до 30м водяными струями из лафетных стволов, а выше стационарными установками.

Наружные ТУ высотой более 10м – оборудуют стояками сухотрубками

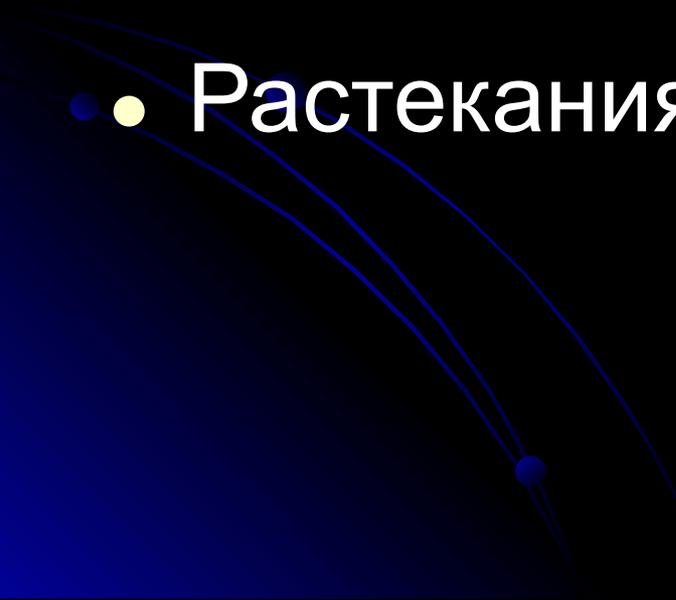
### 3 ВОПРОС

Пожары на данных объектах развиваются очень быстро, для их ликвидации требуются сосредоточение значительных сил и средств, оперативные и умелые действия пожарных подразделений и персонала объектов.

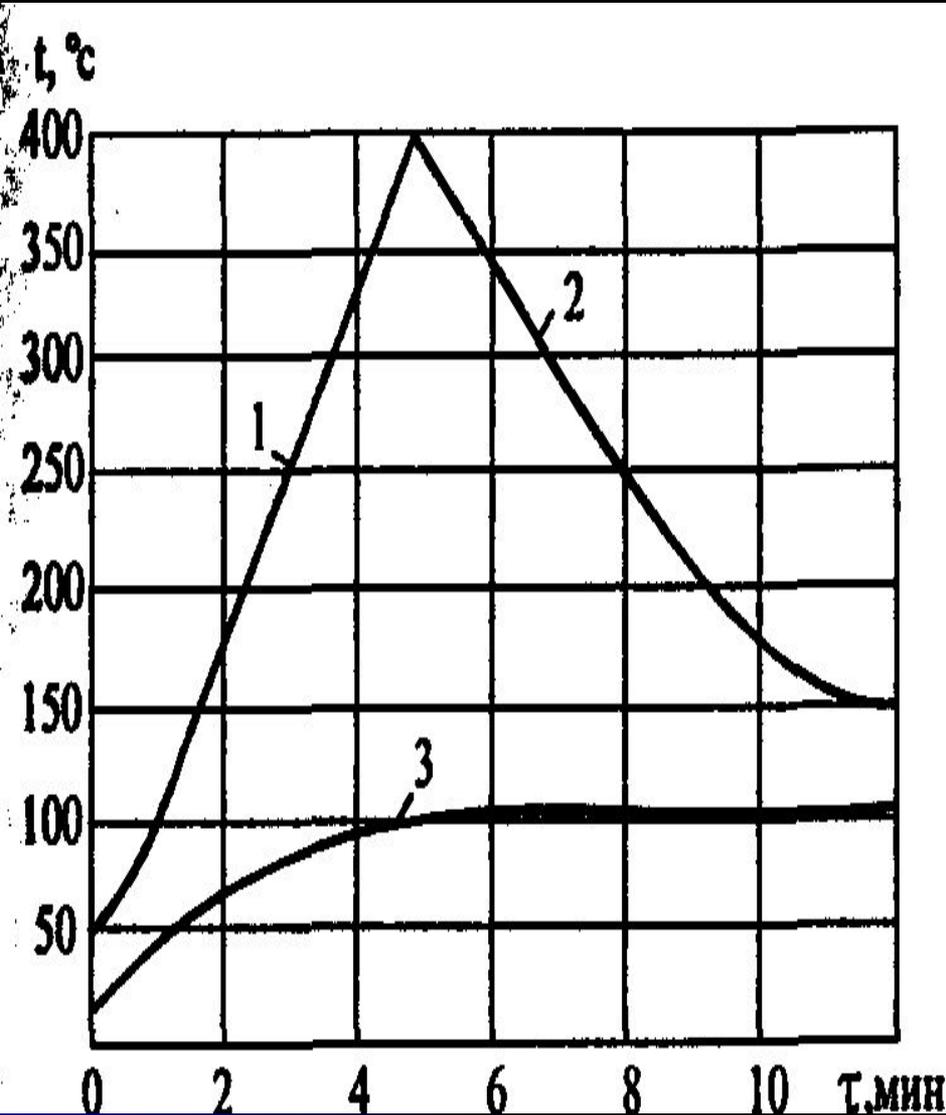
Пожары могут возникать при:

- Транспортировке
- В процессе переработки
- При хранении
- При разгерметизации или разрыва

# Пожары на ОТУ характеризуются:

- Большой скоростью распространения горения
  - Высокой тепловой радиации
  - Возможностью взрывов и выброса
  - Растекания ГЖ и СУГ
- 

Изменение температуры металлической стенки аппарата при непосредственном воздействии на него пламени сжиженного газа показано на рис. 3.1.



1. температура стенки без орошения;
2. температура предварительно нагретой стенки при орошении ее распыленной водой или пеной низкой кратности с интенсивностью  $0,2 \text{ л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ;
3. температура стенки при орошении ее распыленной водой или пеной низкой

# ПО ХАРАКТЕРУ ГОРЕНИЯ ПОЖАРЫ ИМЕЮТ СЛЕДУЮЩИЕ ВИДЫ

- Горение паров жидкостей и газов в виде факелов;
- Горение жидкостей с открытой поверхностью (в емкостях или разлитой);
- Горение движущейся жидкости (струи или растекающейся);
- Взрывы паро – или газовой воздушной смеси
- Комбинация различных видов смеси .

## 4 вопрос

Одним из важнейшим мероприятием по **организации тушения пожара** является разработка плана ликвидации аварии и тушения пожаров.

План ликвидации аварии состоит из перечня мероприятий на том или ином участке, узле или установке, действия дежурного персонала, списков бригад и тд.

# Планы ликвидации аварии состоятся:

- Установку
- Блок
- площадку



# Штаб пожаротушения должен иметь:

1. план тушения пожара (представляется пожарным подразделением, охраняющим объект),
2. план ликвидации аварий (представляется администрацией объекта),
3. справочные пособия, письменные и чертежные принадлежности.

*Кроме требований, предусмотренных Боевым уставом пожарной охраны (БУПО-95), в задачи РТП и штаба пожаротушения входит:*

- осуществление мер по прекращению поступления нефтепродукта в аварийный участок и освобождению горящих аппаратов;
- использование имеющихся стационарных систем тепловой защиты и пожаротушения;
- выявление веществ, могущих вызвать взрывы, ожоги, отравления и осуществление мероприятий по защите или эвакуации этих веществ;
- определение аппаратов и трубопроводов, находившихся под давлением, и принятие мер по предотвращению их деформации и взрывов;
- установление возможных зон загазованности на установке и прилегающей территории взрывоопасными и токсичными парами и газами;
- осуществление тепловой защиты оборудования с помощью передвижной пожарной техники;
- организация бесперебойной подачи огнетушащих средств на локализацию и ликвидацию пожара;
- обеспечение сброса пожарных расходов воды и смываемого нефтепродукта в канализацию;
- организация пункта медицинской и технической помощи.

*Боевые действия пожарных подразделений, как правило, состоят из трех этапов:*

- локализации пожара,
- ликвидации горения,
- обеспечения условий для успешной ликвидации аварии.

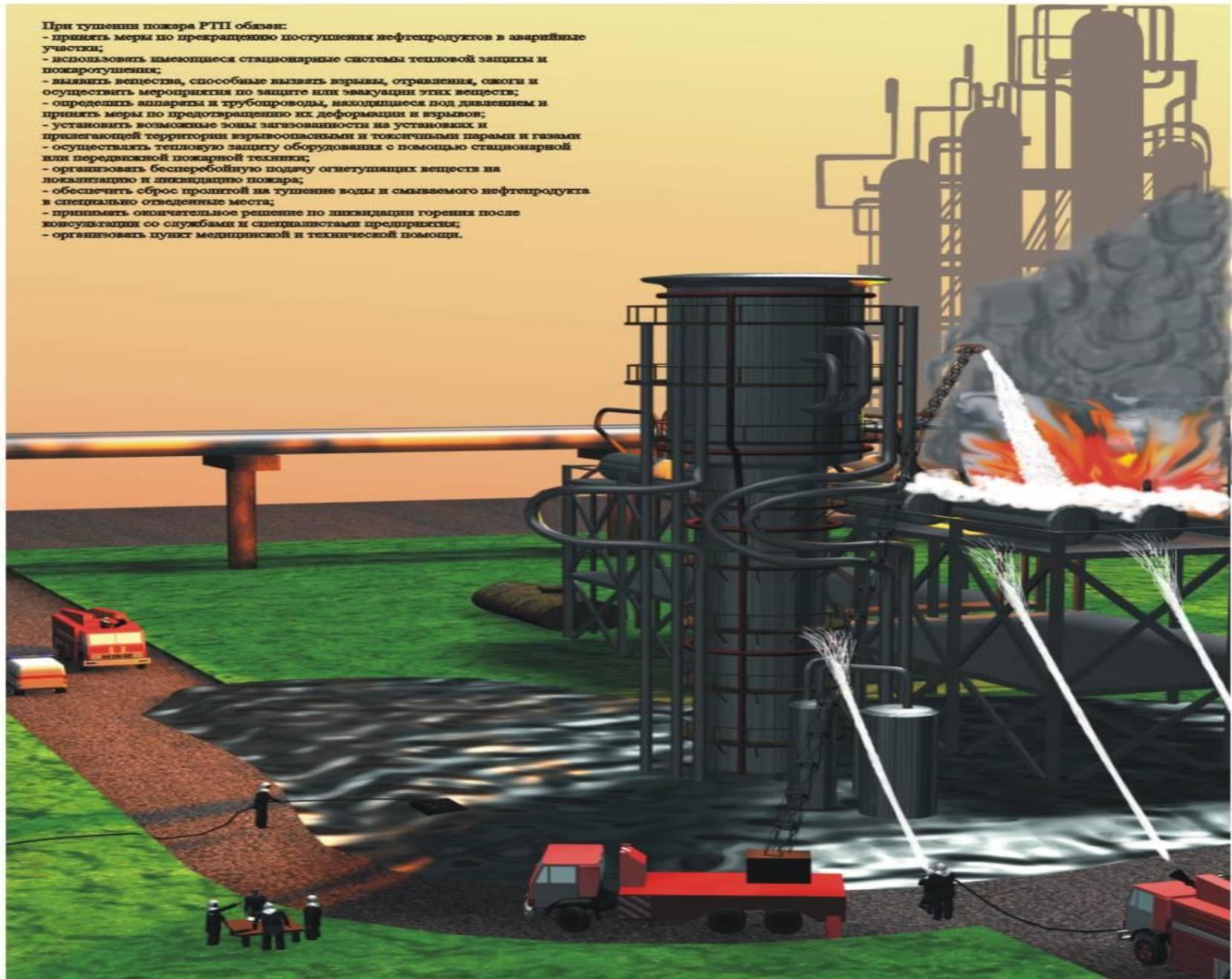
## Локализация пожара достигается путем

- прекращения поступления нефтепродукта на аварийный участок,
- ограничения площади разлива горючей жидкости,
- организации тепловой защиты технологического оборудования.

# ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ НА ОТКРЫТЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

При тушении пожара РТП обязан:

- принять меры по прекращению поступления нефтепродуктов в аварийные участки;
- использовать имеющиеся стационарные системы тепловой защиты и пожаротушения;
- вызвать вещества, способные вызвать взрывы, отравления, ожоги и осуществить мероприятия по защите или эвакуации этих веществ;
- определить аппараты и трубопроводы, находящиеся под давлением и принять меры по предотвращению их деформации и взрывов;
- установить возможные зоны загазованности на установках и прилегающей территории взрывоопасными и токсичными парами и газами
- осуществлять тепловую защиту оборудования с помощью стационарной или передвижной пожарной техники;
- организовать бесперебойную подачу огнетушащих веществ на локализацию и ликвидацию пожара;
- обеспечить сброс пролитой на тушение воды и смываемого нефтепродукта в специально отведенные места;
- принимать окончательное решение по ликвидации горения после консультации со службами и специалистами предприятия;
- организовать пункт медицинской и технической помощи.



## 5 вопрос

Пожары на ОТУ являются -  
*сложными и продолжительными*

*Размеры пожара зависят от:*

- *Условий растекания нефтепродукта*
- *Степени разрушения и деформации оборудования*
- *Количества вытекающего продукта*
- *Рельефа местности*
- *Скорости выгорания*

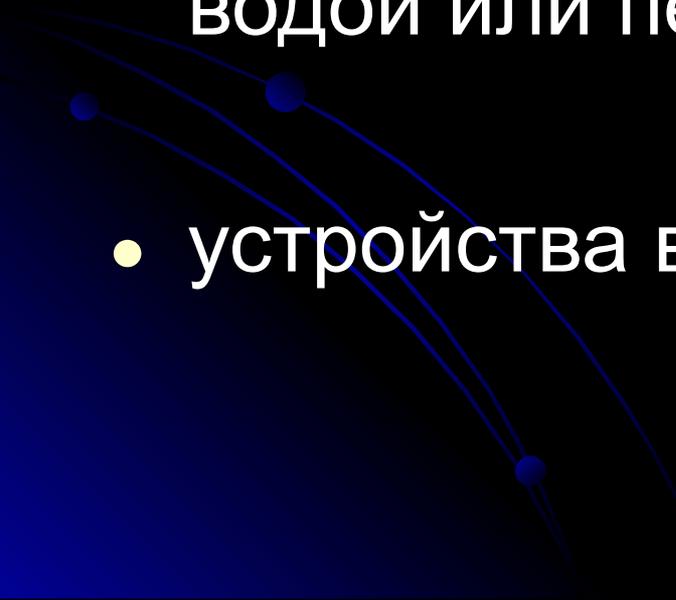
Для ликвидации пожара и тепловой защиты оборудования, как правило, применяются:

- Воздушно – механическая пена (ВМП)
- водяные струи (завесы)
- водяной пар
- Огнетушащие порошки
- Газоводяные струи

# *Охлаждению передвижными средствами подлежат:*

- технологическое оборудование, не защищенное стационарными установками орошения,
- участки, которые подвергаются воздействию струйного факела пламени.

# Тепловая защита может осуществляться путем:

- орошения струйного факела пламени распыленной водой,
  - охлаждения поверхности оборудования водой или пеной,
  - устройства водяных завес.
- 



## 6 вопрос

# РАСЧЕТ СИЛ И СРЕДСТВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА

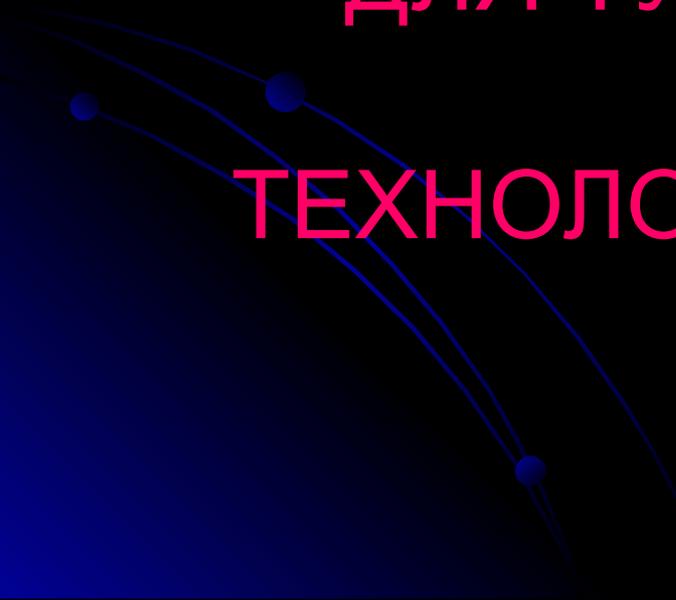
- Предварительный расчет сил и средств производится на каждую технологическую установку при разработке оперативных планов тушения пожара. Во время пожара расчет уточняется с учетом конкретной обстановки.
- Нормы расхода распыленной воды для локализации горения струйного факела в целях тепловой защиты оборудования приведены в таблице 4.1. (Указаний)

- Нормы расхода воды и пены для охлаждения оборудования, находящегося в зоне горения, приведены в таблице 4.2.
- 4.4. Нормы расхода огнетушащих средств для тушения струйного факела приводятся в таблице 4.3.

**Примечание:** Интенсивность подачи воды и пены для охлаждения соседнего оборудования уменьшается в 2 раза.

- Нормы расхода огнетушащих средств для тушения разлитого нефтепродукта приведены в таблице 4.4

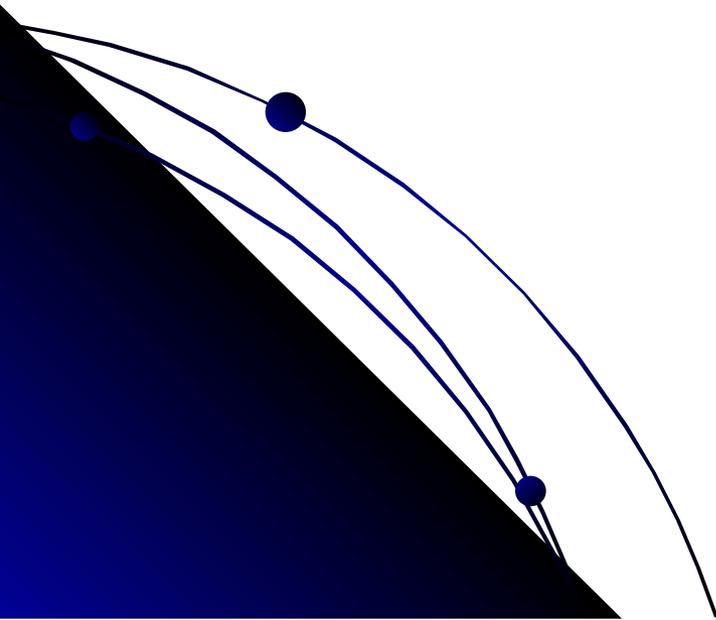
## МЕТОДИКА РАСЧЕТА СИЛ И СРЕДСТВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА НА ОТКРЫТОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ



Настоящая методика предусматривает расчет потребного количества огнетушащих средств и пожарной техники с боевым расчетом, необходимых для осуществления тепловой защиты оборудования и тушения пожара.

П.2.2. Расход воды и пены на тепловую защиту оборудования складывается из расхода воды на орошение струйного факела пламени, расхода воды и пены на охлаждение технологического оборудования и расхода воды на создание водяных завес:

$$Q_B^3 = G_{\Gamma} * J_B^0 + \sum J_B^3 * S_B^3 + \sum J_{\Pi}^3 * S_{\Pi}^3 + n * q$$



где  $Q_{\Gamma}$  - требуемый расход воды на тепловую защиту оборудования, л/с;

$G_{\Gamma}$  - расход горючей жидкости и газа в струйном факеле пламени, кг/с; принимается в соответствии с п.1.3;

$J^0_B$  - интенсивность подачи воды на орошение струйного факела пламени, л/кг; принимается в соответствии с П.4.2;

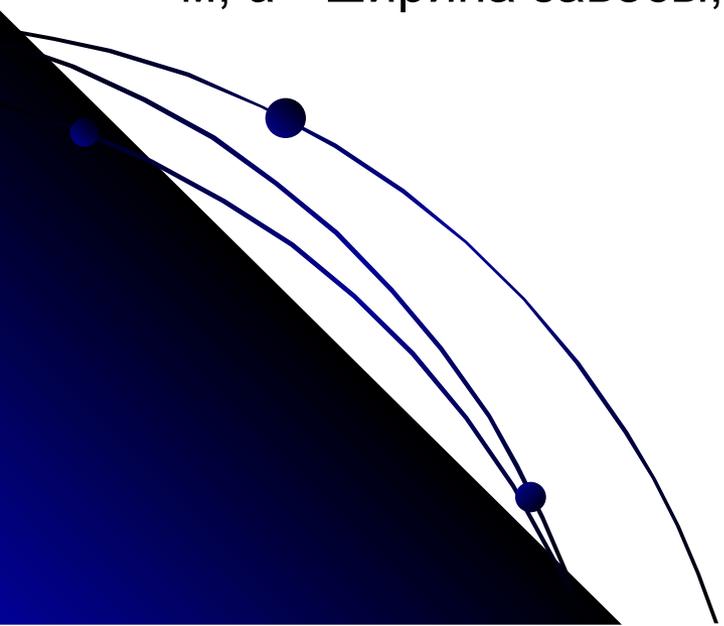
$J^3_B$ ;  $J^3_{\Pi}$  - интенсивность подачи воды и раствора пенообразователя на охлаждение каждого аппарата, л/(м<sup>2</sup>\*с); принимается в соответствии с п. 4.3;

$S^3_B$ ;  $S^3_{\Pi}$  - площадь охлаждения водой и пеной, м<sup>2</sup>;

$q$  - подача одного распылителя, л/с;

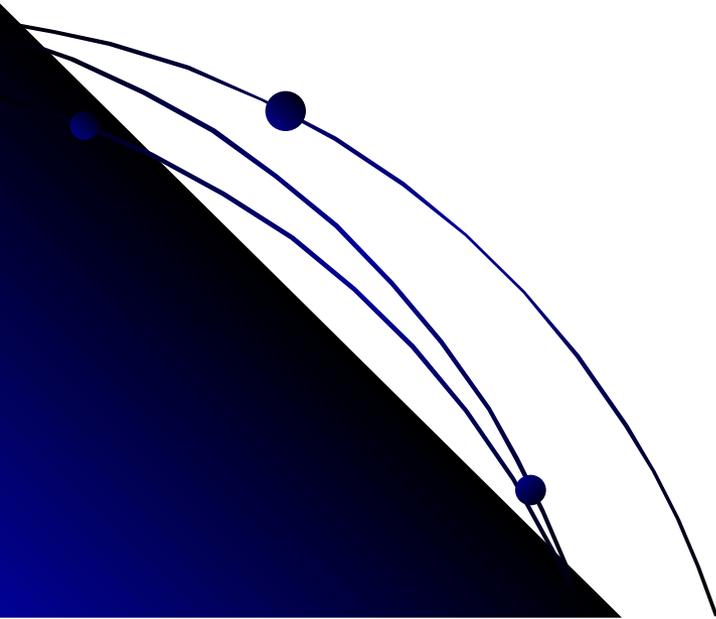
$n$  - число распылителей для создания водяной завесы, шт.

Определяется по формуле  $n=L/a$ , где  $L$  - длина защищаемого участка, м;  $a$  - ширина завесы, м; принимается в соответствии с п. 3.8.



Расход воды на тушение пожара складывается из расхода воды на тушение струйного факела пламени компактными струями воды и газоводяными струями:

$$Q_B^T = \sum J_B^T * G_{\Gamma} + \sum N_i^{AGBT} * Q_B^{AGBT}$$



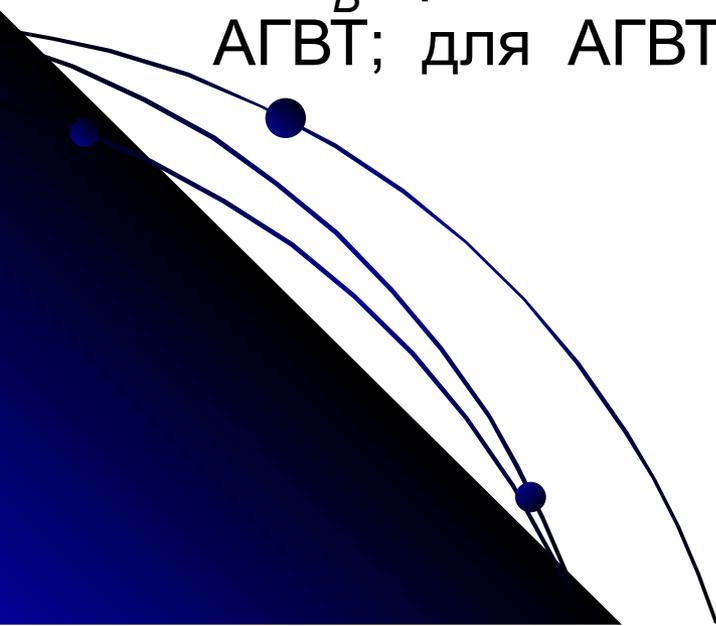
где  $Q_B^T$  - требуемый расход воды на тушение пожара,  
л/с;

$J_B^T$  - интенсивность подачи воды на тушение струйного  
факела, л/кг; принимается в соответствии с п. 4.4;

$Q_{\Gamma}$  - расход нефтепродукта в струйном факеле, кг/с;  
принимается в соответствии с п. 1.3;

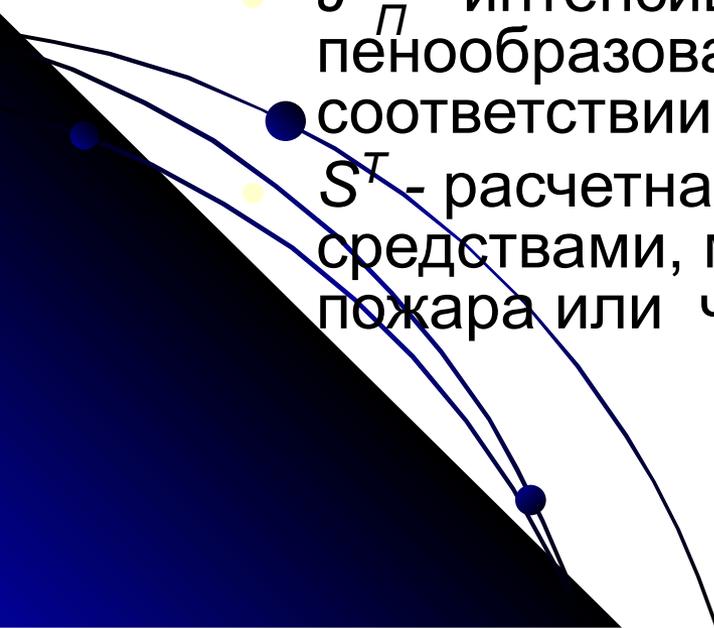
$N_i^{AGBT}$  - количество автомобилей газоводяного тушения  
данного типа, ед;

$Q_B^{AGBT}$  - расход воды, подаваемой для работы автомобиля  
АГВТ; для АГВТ-100 принимается 60 л/с, для АГВТ-60  
принимается 90 л/с.



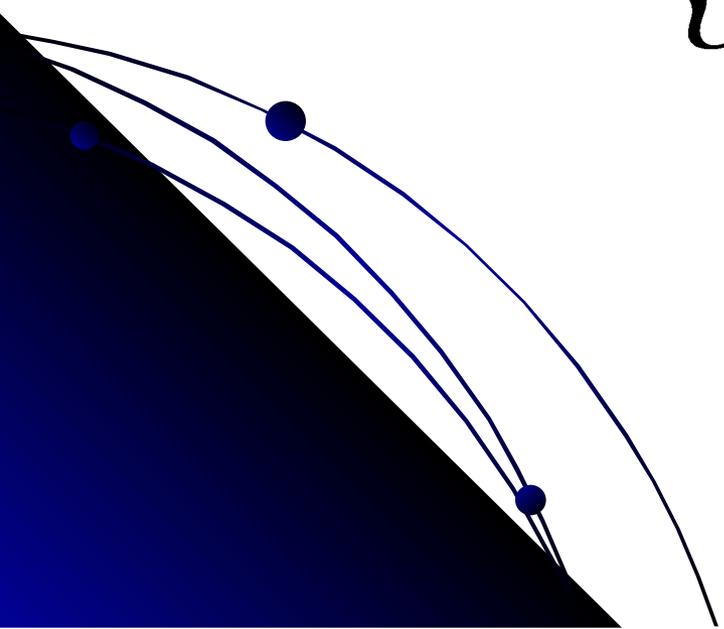
## П.2.4. Расход раствора пенообразователя на тушение пожара:

$$Q_{\Pi}^T = J_{\Pi}^T * S^T$$

- Где:  $Q_{\Pi}^T$  - требуемый расход раствора пенообразователя л/с;
  - $J_{\Pi}^T$  - интенсивность подачи раствора пенообразователя, л/с; принимается в соответствии с п. 4.5;
  - $S^T$  - расчетная площадь тушения передвижными средствами, м<sup>2</sup>; может быть равна всей площади пожара или части ее.
- 

Расчетную площадь пожара разлитого нефтепродукта при аварийном истечении из аппарата можно ориентировочно определить, исходя из условия материального баланса вытекающего и сгорающего нефтепродукта:

$$S_{II} = \frac{G_{Г} * \tau_{И}}{v_{ВЫГ} * \tau_{ВЫГ} + h_{С}}$$



где  $S_{\Pi}$  - площадь пожара, м<sup>2</sup>;

$G_{\Gamma}$  - расход нефтепродукта из аварийных аппаратов, м<sup>3</sup>/с;

$T_{И}$  - время истечения нефтепродукта из поврежденных аппаратов, с;

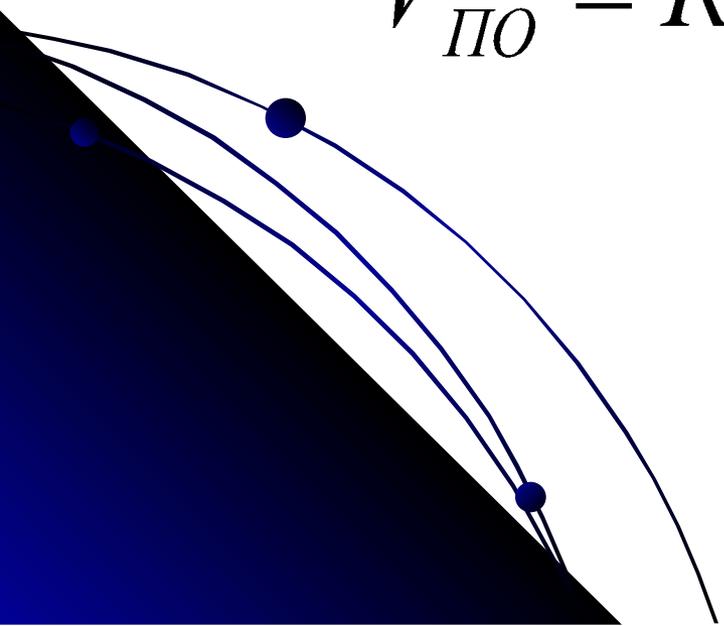
$U_{Выг}$  - линейная скорость выгорания нефтепродукта, м/с;

$T_{\Gamma}$  - продолжительность горения нефтепродукта, с;

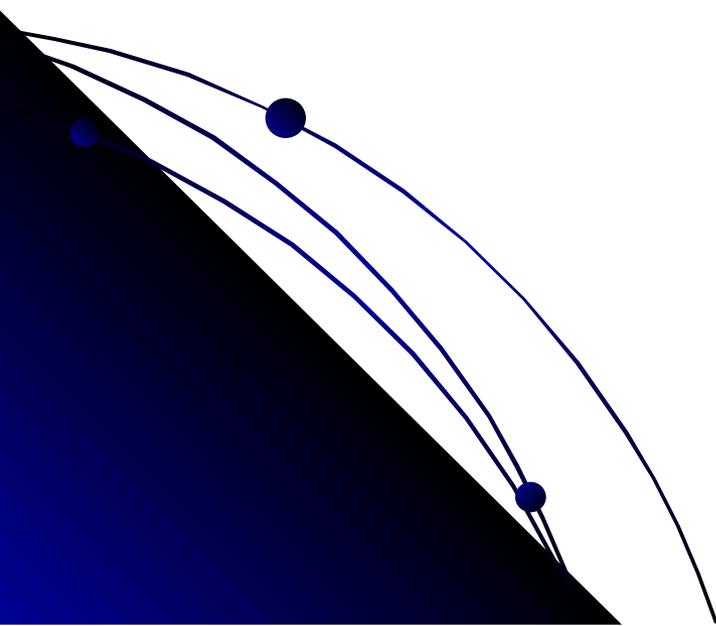
$h_{\text{с}}$  - толщина слоя разлитого нефтепродукта, м.

П. 2.5. Потребный запас пенообразующих средств

$$V_{\text{ПО}} = K_{\text{П}} \frac{C}{100} * [Q_{\text{П}}^3 * \tau^3 + Q_{\text{П}}^T * \tau^T]$$



- Где:
- $V_{\text{по}}$  - количество пенообразователя на защиту аппаратов и тушение пожара, л;
- $K_{\text{п}}$  - коэффициент запаса; принимается равным 3;
- $C$  - концентрация раствора пенообразователя, %;
- $Q_{\text{п}}^3$  и  $Q_{\text{п}}^T$  - расход раствора пенообразователя на защиту оборудования и на тушение пожара, л/с;
- $t^T$  - расчетное время тушения пожара, с; принимается 30 мин;
- $t^3$  - расчетное время тепловой защиты оборудования, с; принимается в зависимости от конкретной обстановки пожара.



## П.2.6. Количество оперативных отделении для подачи воды

$$N_B = \frac{Q_B^3 + Q_B^T}{Q_O}$$

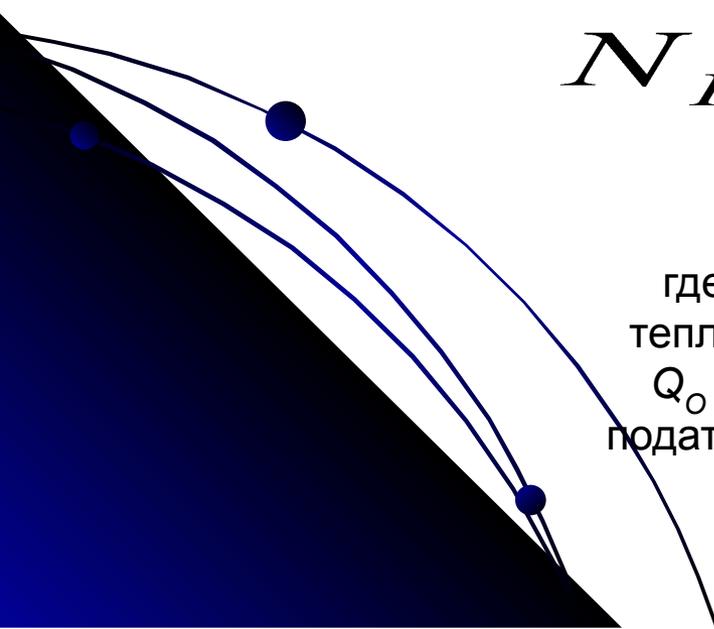
где  $Q_B^3, Q_B^T$  - расходы воды на тепловую защиту оборудования и на тушение пожара, л/с;

$Q_O$  - расход воды, который может подать одно оперативное отделение, л/с; принимается 20 л/с;

для подачи растворов пенообразователя:

$$N_{II} = \frac{Q_{II}^3 + Q_{II}^T}{Q_O}$$

где  $Q_{II}^3, Q_{II}^T$  - расходы раствора пенообразователя на тепловую защиту оборудования и на тушение пожара, л/с;  
 $Q_O$  - расход раствора пенообразователя, который может подать одно оперативное отделение, л/с; принимается 15-20 л/с в зависимости от типа пеногенераторов;



**П.2.7. Количество автомобилей газовой тушения определяется в расчете на тушение одного струйного факела.**

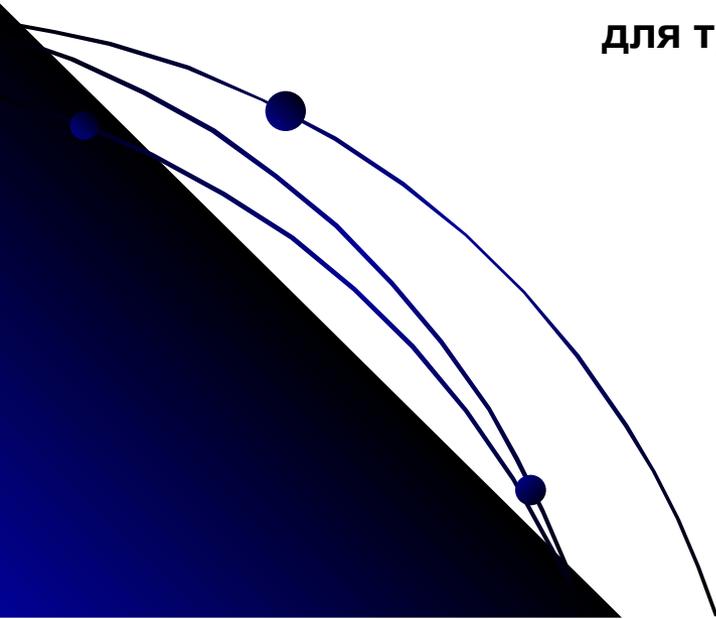
$$N_{АГВТ} = \frac{G_{Г}}{G_{АГВТ}}$$

где  $G_{Г}$  - расход нефтепродукта при струйном истечении, кг/с;  
 $G_{АГВТ}$  – предельный расход нефтепродукта, который может быть потушен одним автомобилем АГВТ, кг/с; принимается в соответствии с П.3.19.

**П.2.8. Количество автомобилей порошкового тушения типа АП-3 и АП-5**

**для тушения струйного факела:**

$$N_{АП} = \frac{G_{Г}}{G_{АП}}$$

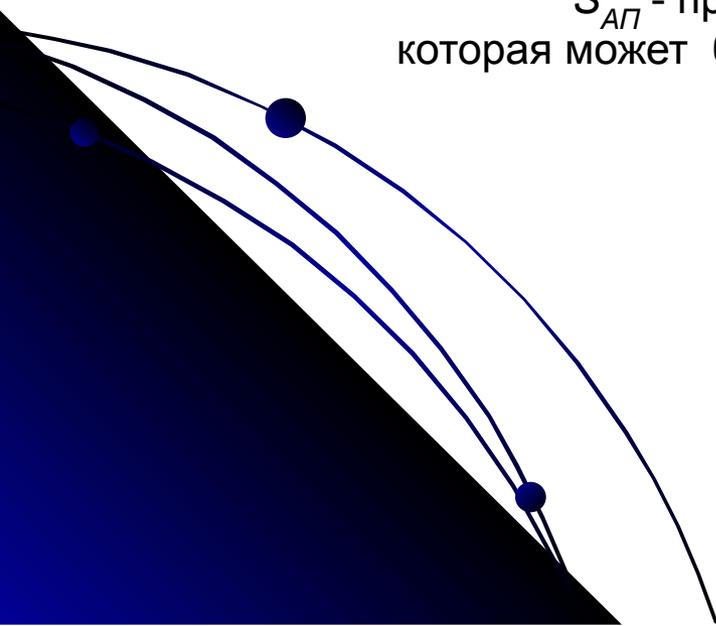


где  $G_r$  - расход нефтепродукта в струйном факеле, кг/с;  
принимается в соответствии с П.1.3;

$G_{АП}$  - предельный расход нефтепродукта, который может быть потушен одним автомобилем АП, кг/с; принимается в соответствии с П.3.21.  
для тушения разлитого нефтепродукта:

$$N_{АП} = \frac{S^T}{S_{АП}}$$

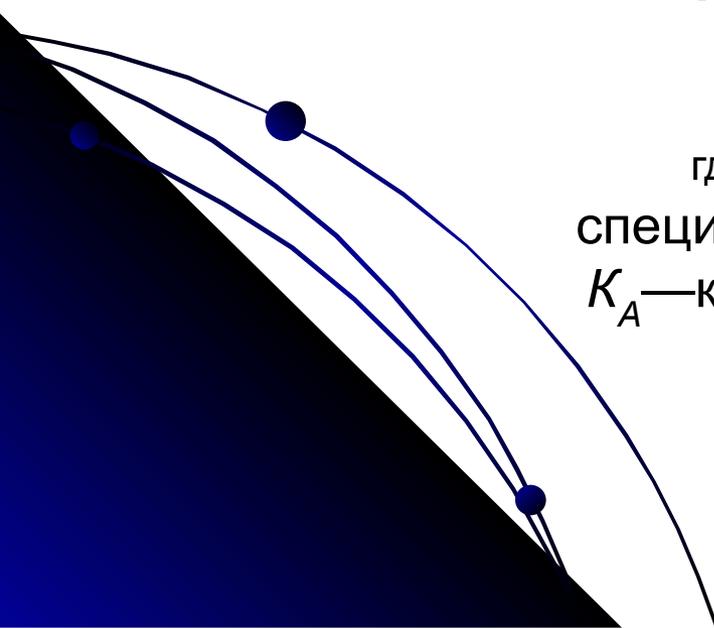
где  $S^T$  - расчетная площадь тушения, м<sup>2</sup>;  
 $S_{АП}$  - предельная площадь разлива нефтепродукта  
которая может быть потушена одним автомобилем, м<sup>2</sup>; принимается  
в соответствии с п.3,21.



П.2.9. Потребное количество специальной и вспомогательной техники (рукавные автомобили, автомобили связи и освещения, автоподъемники, автомехлестницы и др.) устанавливается исходя из конкретной обстановки пожара, наличия высотных технологических аппаратов, удаленности водоисточников и других условий.

П.2.10. Общее количество основных, специальных и вспомогательных автомобилей принимается с учетом резерва, который равен в летнее время 30% и в зимнее время 50% от расчетного

$$N_{\text{ОБЩ}} = K_A * N_P$$



где  $N_P$  - расчетное количество основных, специальных и вспомогательных автомобилей, ед;  
 $K_A$  — коэффициент запаса; принимается в летнее время - 1,3, в зимнее время - 1,5.

## 7 вопрос

Кроме требований, изложенных в Правилах по охране труда в подразделениях ГПС МЧС России, РТП должен через ответственных за технику безопасности лиц принять меры по защите людей, работающих в зонах повышенной тепловой радиации, в загазованных зонах, в местах, где возможно обрушение конструкций, а также при угрозе взрывов аппаратов, внезапных разливов и выбросов нефтепродукта.

Индивидуальную и групповую защиту людей от теплоизлучения пламени можно осуществить с помощью водяных завес.

В целях безопасности личный состав должен использовать укрытия, тепловые экраны, теплоотражательные и теплозащитные костюмы, индивидуальные средства защиты.

При угрозе взрыва, внезапного разлива и выброса нефтепродукта, а также обрушения конструкций, РТП должен вывести личный состав в безопасное место на расстояние не менее 100 м от горячей установки.

*При возникновении опасности образования  
загазованных зон необходимо:*

- ограничить доступ людей и запретить работу техники в предполагаемой зоне загазованности;
- контролировать границы зоны загазованности силами газоспасательной службы или других структурных подразделений объекта;
- организовать расстановку по периметру загазованной зоны посты безопасности с использованием предупреждающих и запрещающих знаков.