

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 2000м³

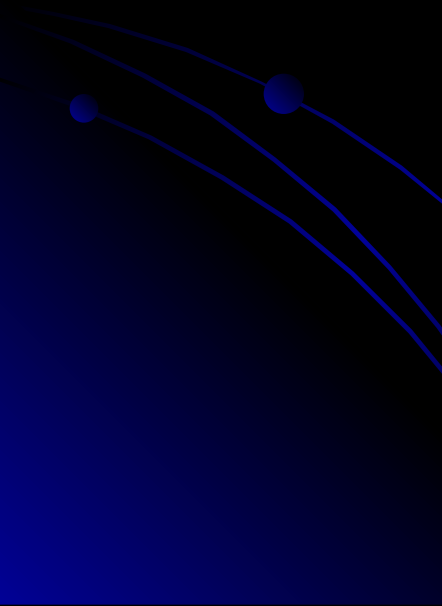
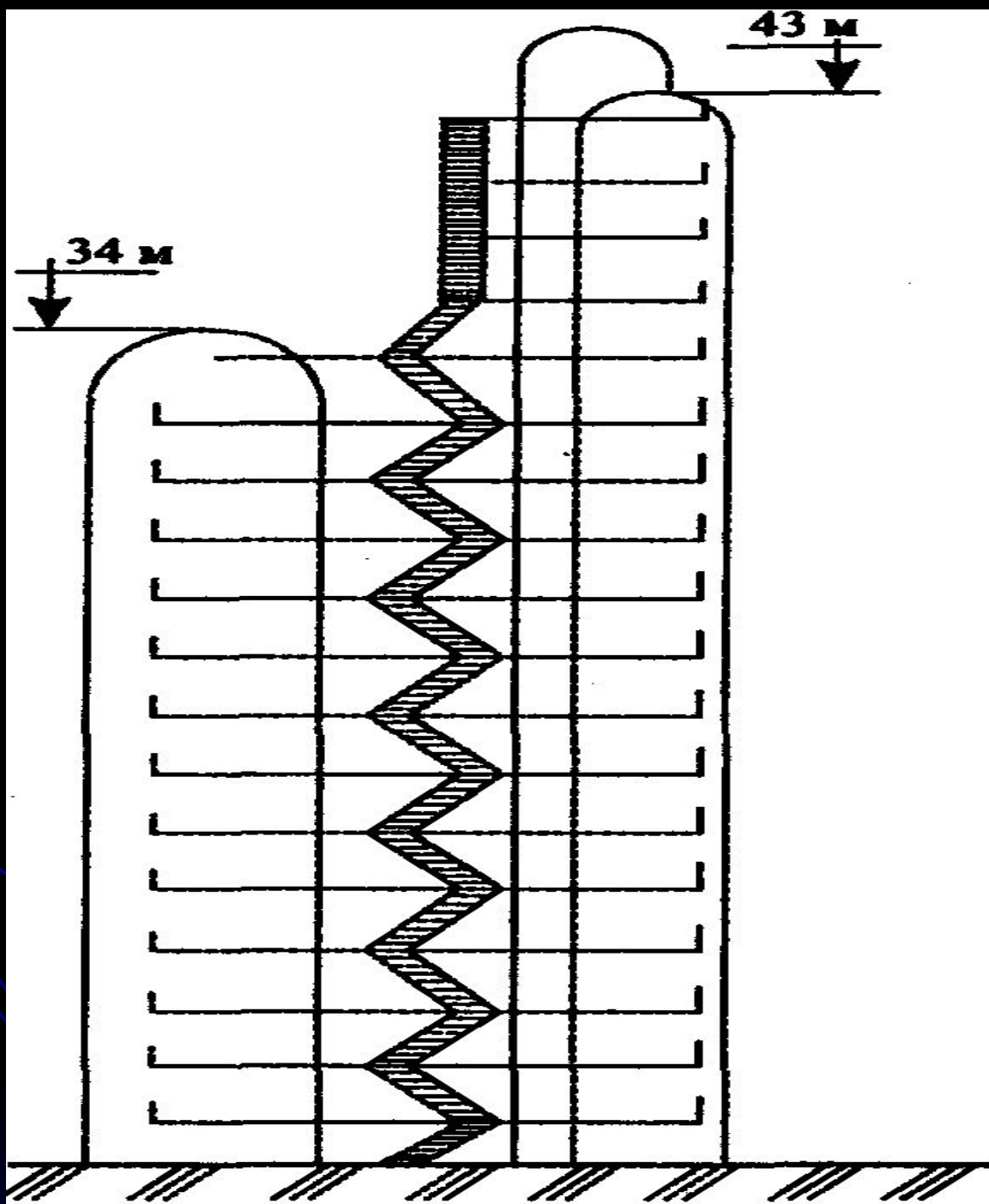
Производственные здания, открытые технологические установки и вспомогательные сооружения размещаются по зонам:

- 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 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°

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

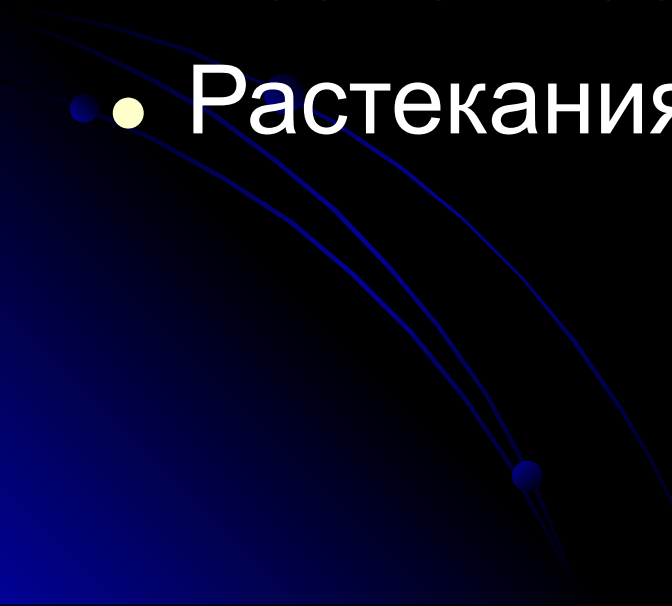
3 ВОПРОС

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.

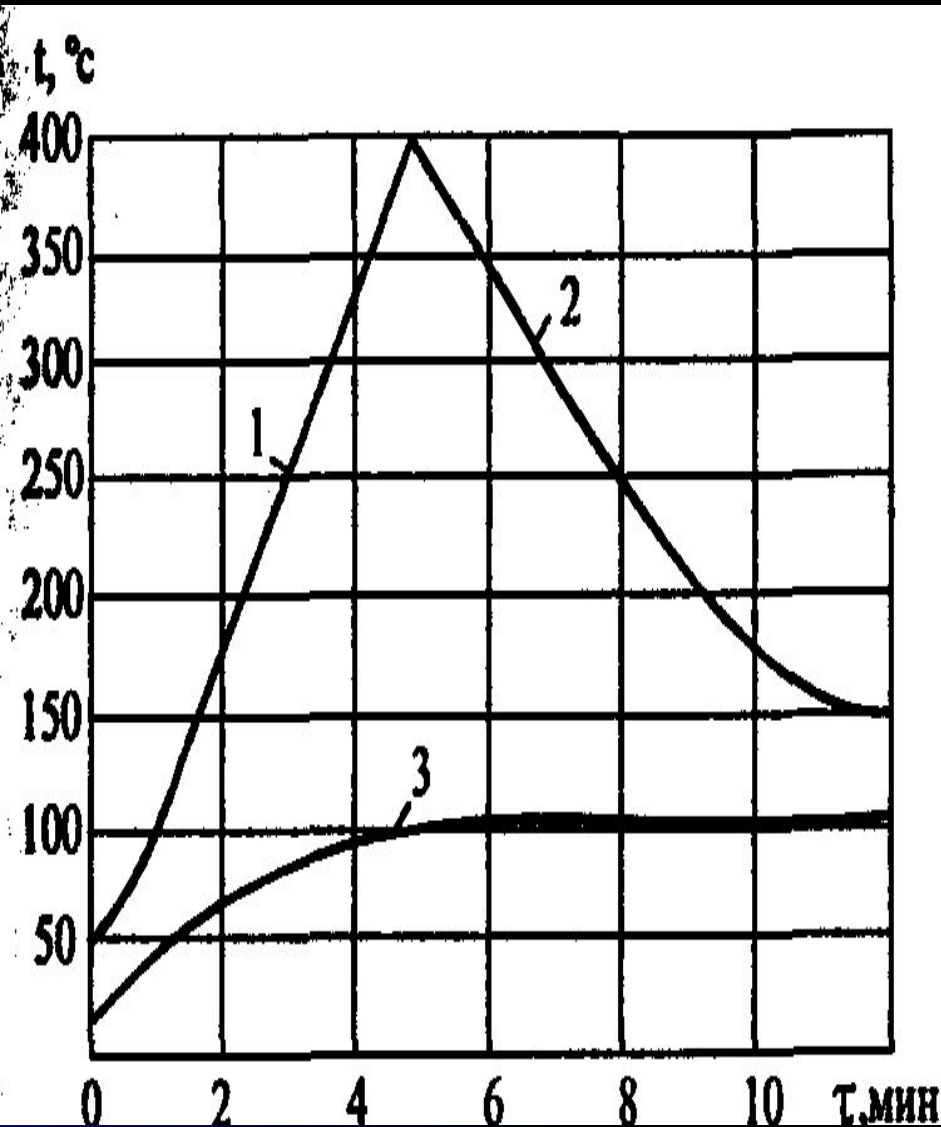
Пожары могут возникать при:

- 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 .

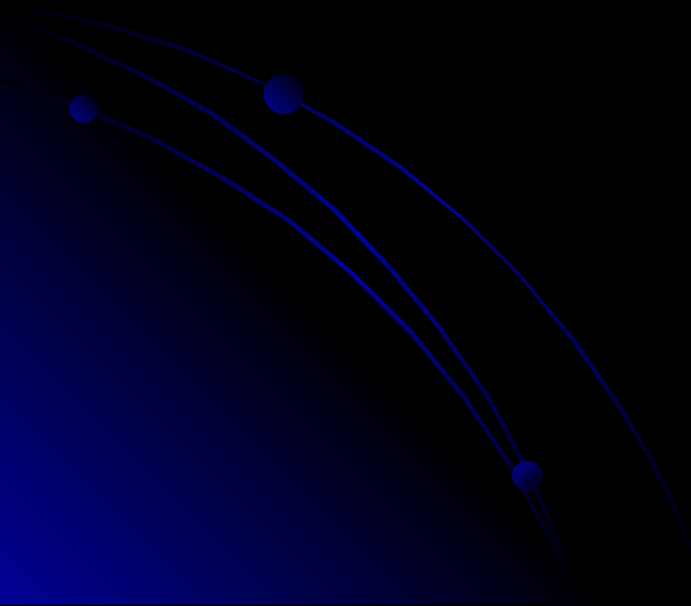
4 вопрос

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,
- ликвидация горения,
- обеспечения условий для успешной ликвидации аварии.

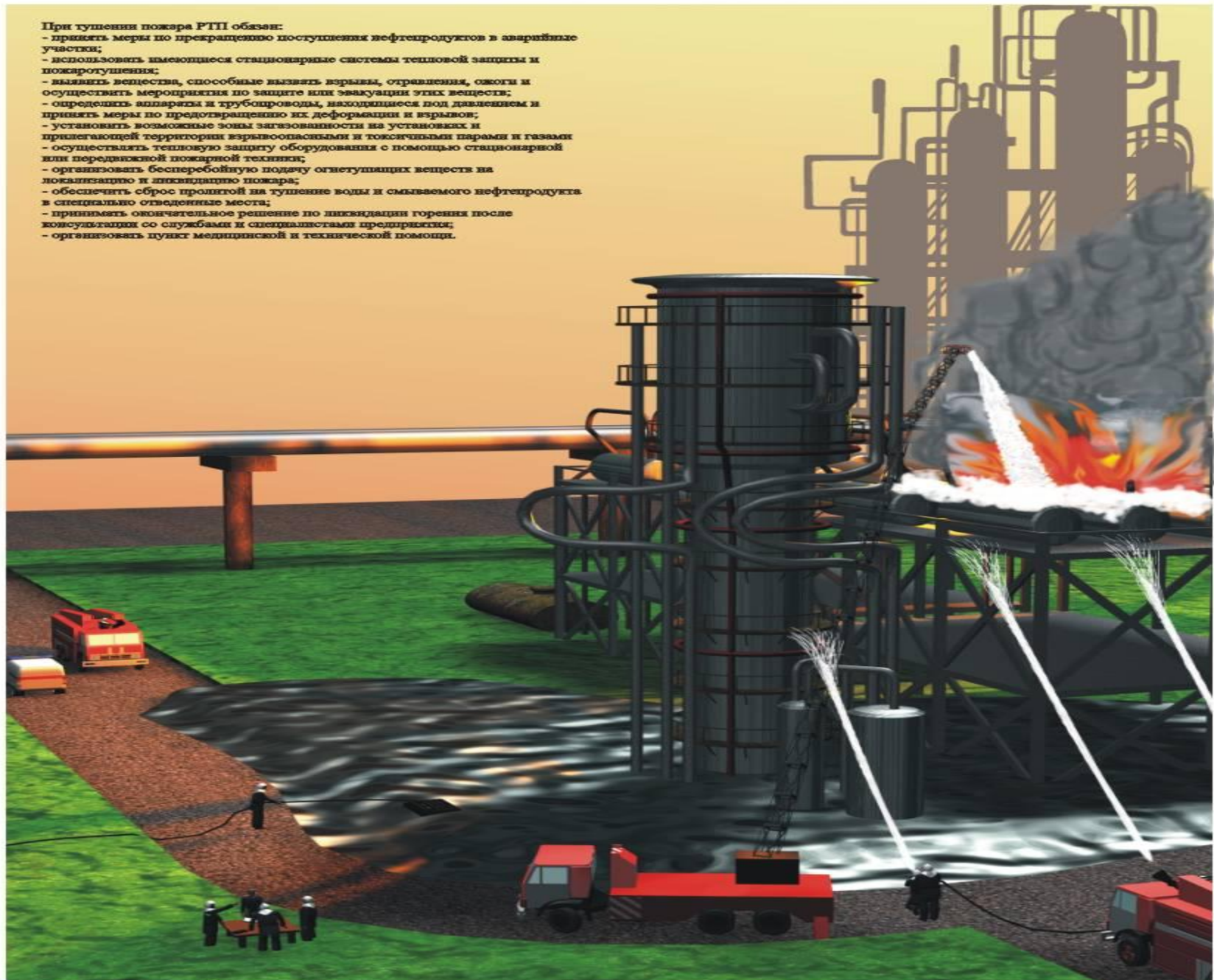
Локализация пожара достигается путем

- 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*

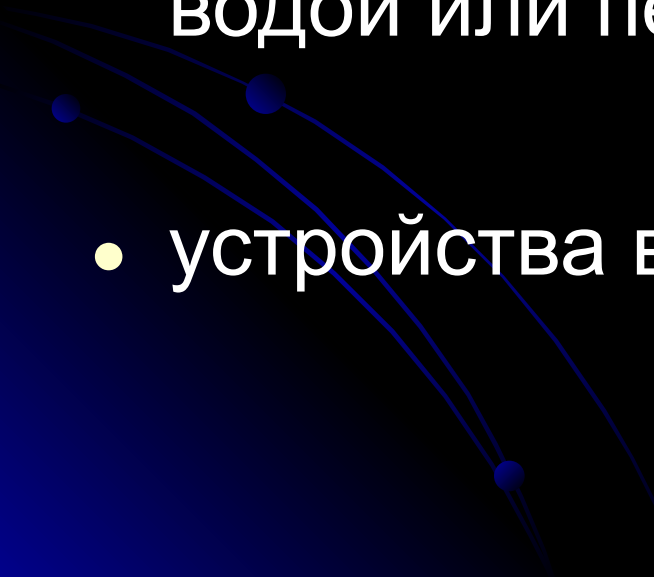
Для ликвидации пожара и тепловой защиты оборудования, как правило, применяются:

- 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

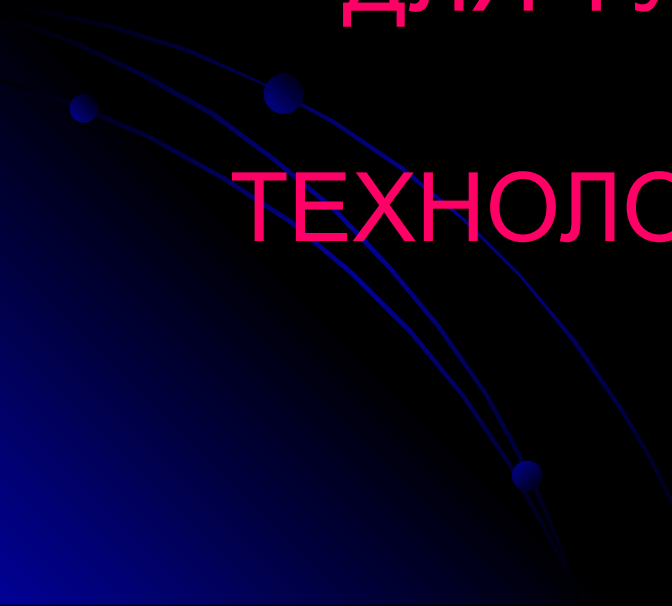
- Предварительный расчет сил и средств производится на каждую технологическую установку при разработке оперативных планов тушения пожара. Во время пожара расчет уточняется с учетом конкретной обстановки.
- Нормы расхода распыленной воды для локализации горения струйного факела в целях тепловой защиты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

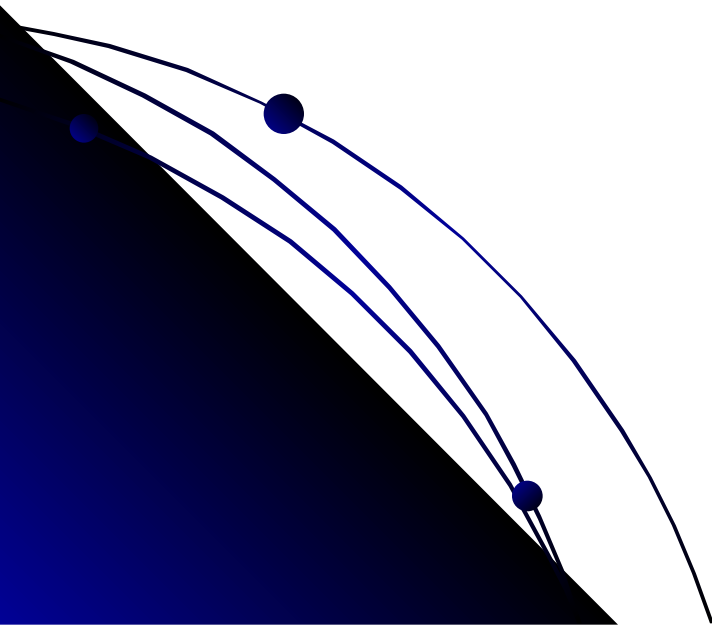
МЕТОДИКА РАСЧЕТА СИЛ И СРЕДСТВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА НА ОТКРЫТОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ



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

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

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

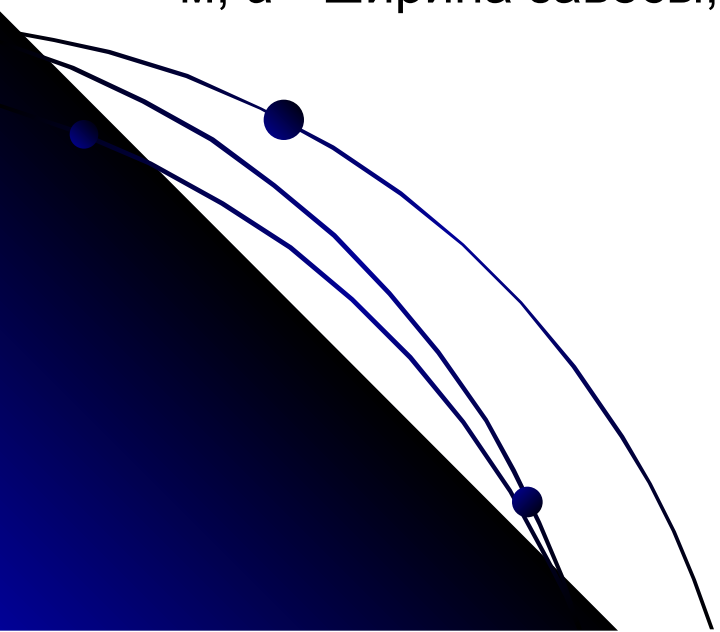
$J^3_{в}$; $J^3_{п}$ - интенсивность подачи воды и раствора пенообразователя на охлаждение каждого аппарата, л/(м²*с); принимается в соответствии с п. 4.3;

$S^3_{в}$; $S^3_{п}$ - площадь охлаждения водой и пеной, м²;

q - подача одного распылителя, л/с;

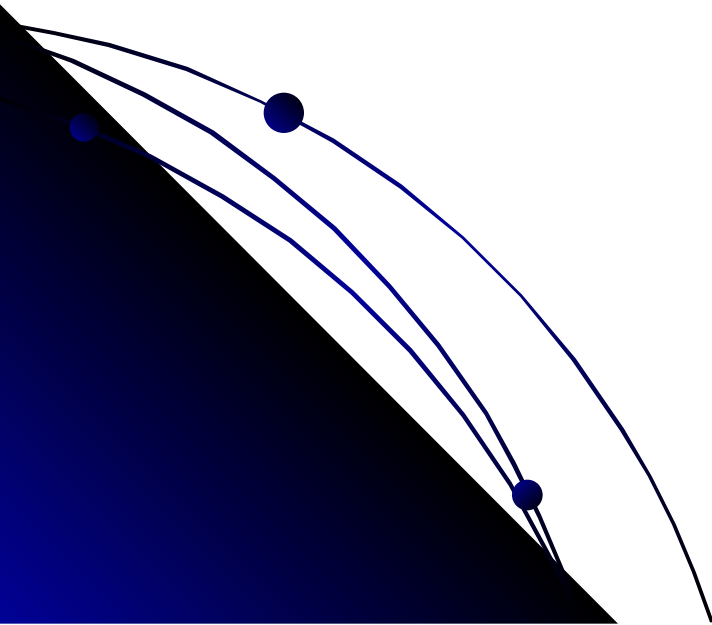
n - число распылителей для создания водяной завесы, шт.

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 газовойдыными струями:

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



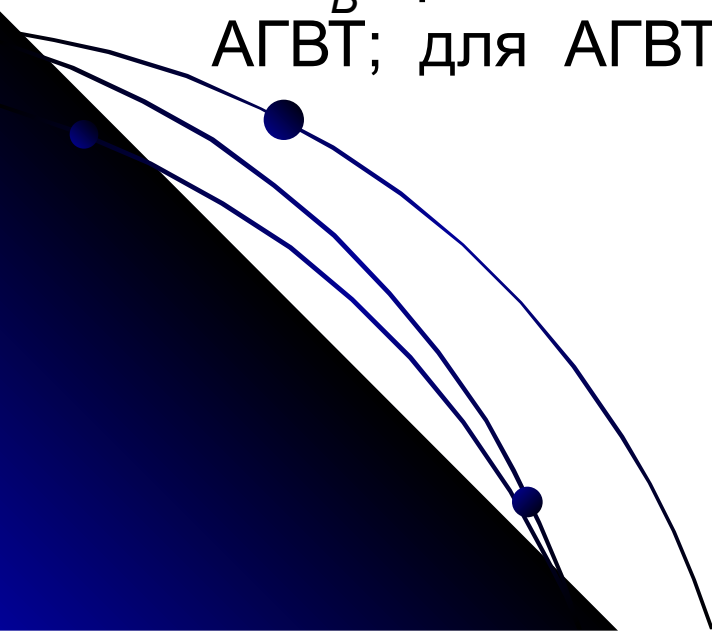
где Q_B^T - требуемый расход воды на тушение пожара,
л/с;

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

Q_{Γ} - 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.



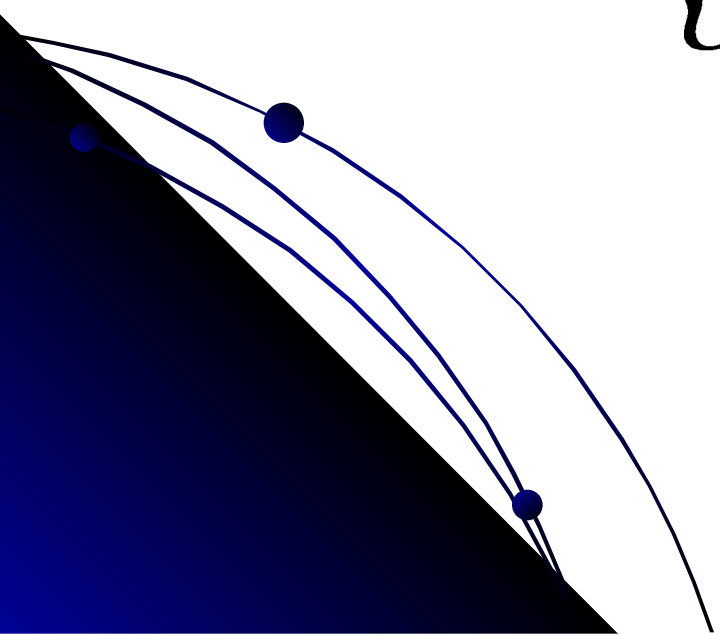
П.2.4. Расход раствора пенообразователя на тушение пожара:

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

- Где: Q_{Π}^T - требуемый расход раствора пенообразователя л/с;
- J_{Π}^T - интенсивность подачи раствора пенообразователя, л/с; принимается в соответствии с п. 4.5;
- S^T - расчетная площадь тушения передвижными средствами, м²; 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_{Π} - площадь пожара, м²;

G_{Γ} - расход нефтепродукта из аварийных аппаратов, м³/с;

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

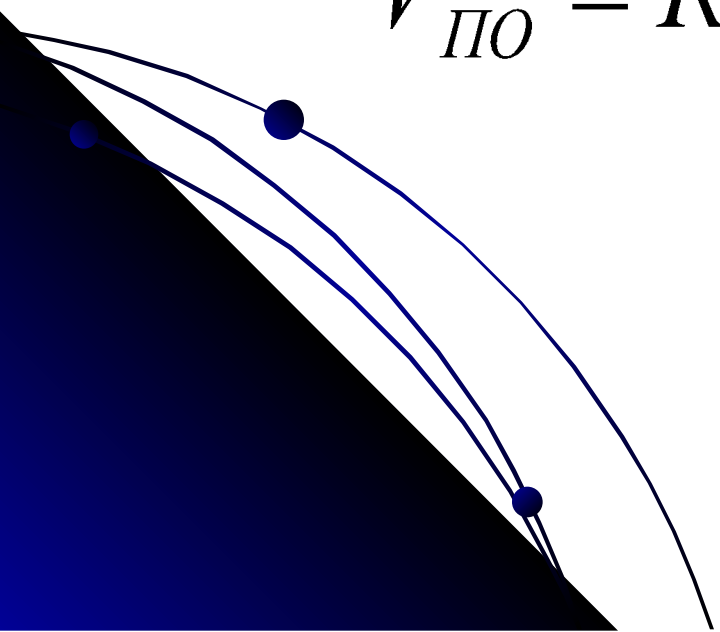
$U_{Выг}$ - линейная скорость выгорания нефтепродукта, м/с;

T_{Γ} - продолжительность горения нефтепродукта, с;

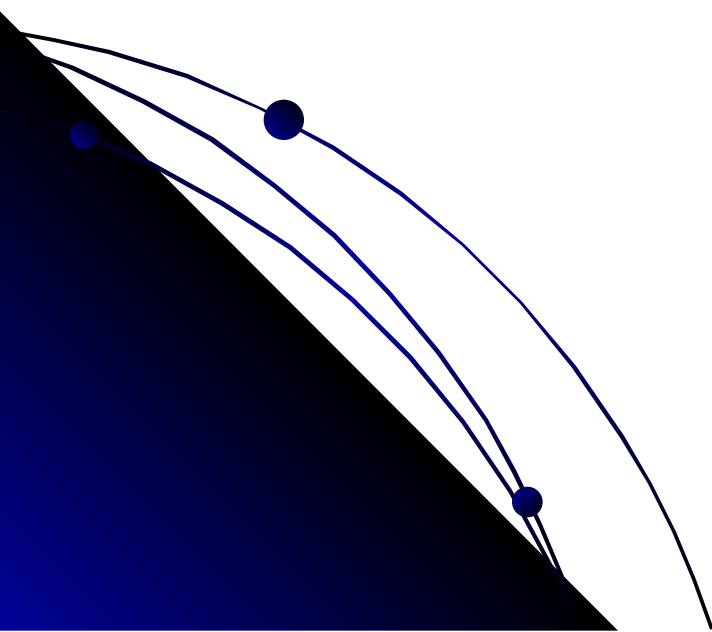
$h_{\text{с}}$ - толщина слоя разлитого нефтепродукта, м.

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 отделений для подачи воды

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

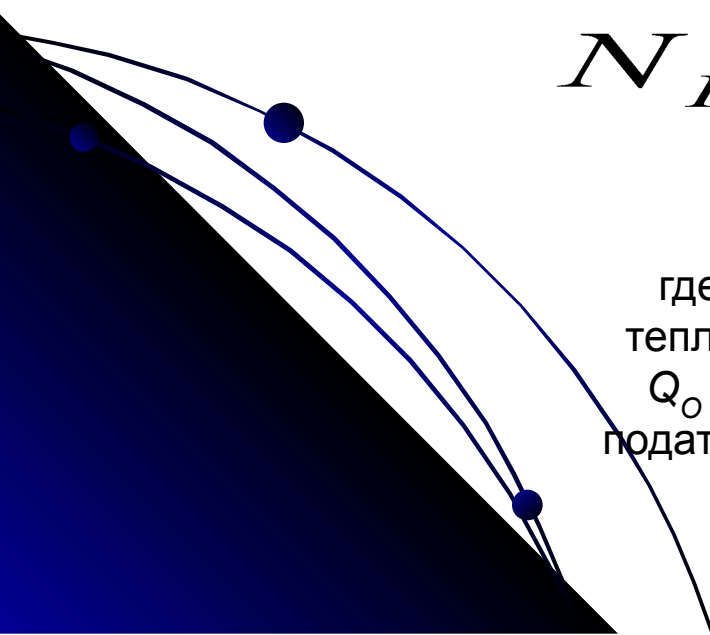
где Q_B^3, Q_B^T - расходы воды на тепловую защиту оборудования и на тушение пожара, л/с;

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.

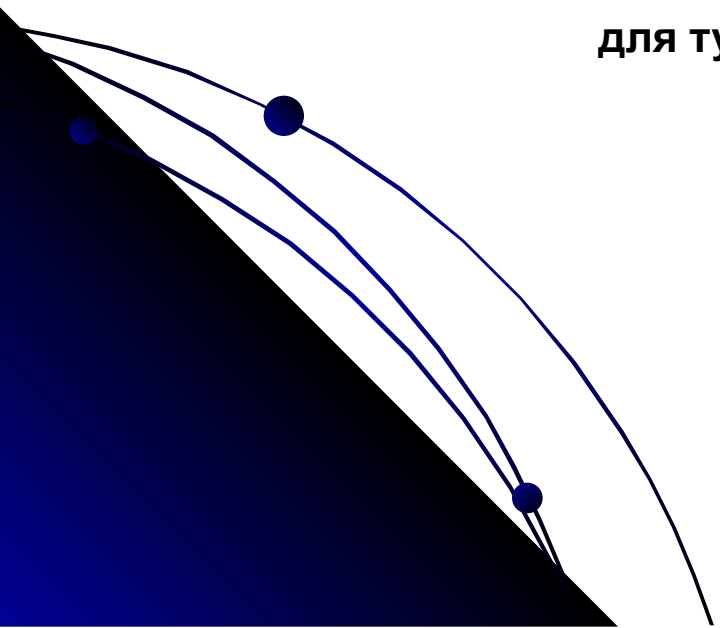
$$N_{АГВТ} = \frac{G_{Г}}{G_{АГВТ}}$$

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:

$$N_{АП} = \frac{G_{Г}}{G_{АП}}$$

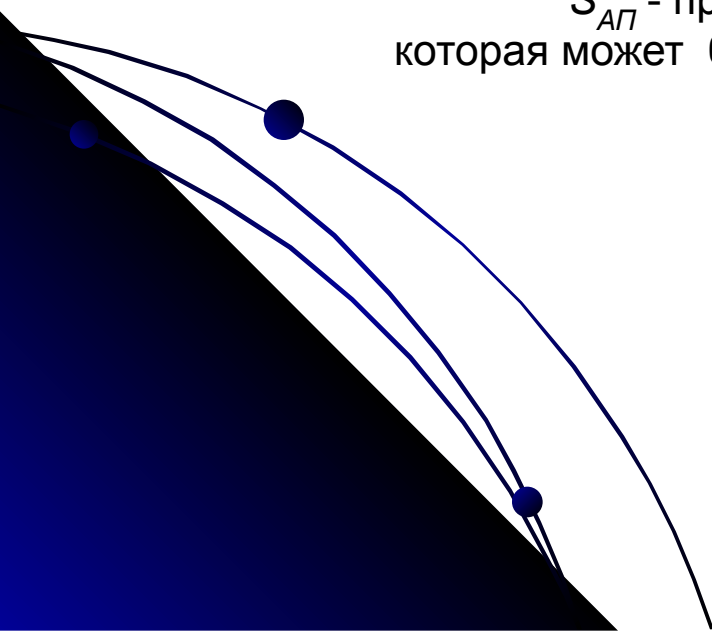


где G_r - расход нефтепродукта в струйном факеле, кг/с;
принимается в соответствии с П.1.3;

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

$$N_{АП} = \frac{S^T}{S_{АП}}$$

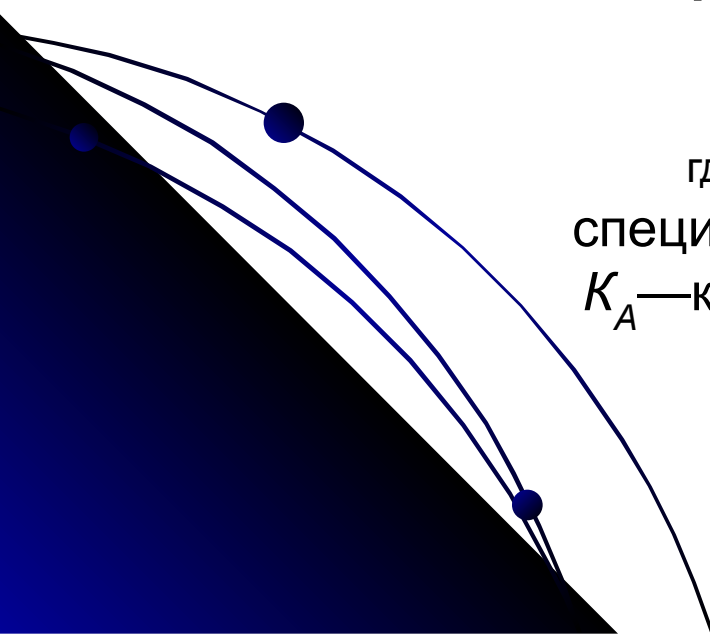
где S^T - расчетная площадь тушения, м²;
 $S_{АП}$ - предельная площадь разлива нефтепродукта
которая может быть потушена одним автомобилем, м²; принимается
в соответствии с п.3,21.



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.