

# *Тушение пожаров – ЛВЖ и ГЖ в резервуарах и резервуарных парках.*

Разработал:

преподаватель специальных дисциплин  
ст. лейтенант вн. службы Архипов А.В.

2018 г.

# 1. Оперативно тактическая характеристика.

Количество пожаров, возникающих в резервуарах с ЛВЖ-ГЖ, сравнительно невелико и составляет менее 15% от пожаров, имеющих место на объектах химии и нефтехимии. Однако это наиболее сложные пожары, представляющие опасность для коммуникаций, смежных сооружений, а также для участников тушения.

Опасность этих пожаров обусловлена возможностью жидкостей растекаться на большой площади с большой скоростью распространения пламени.

Пожары в резервуарах характеризуются сложными процессами развития, носят затяжной характер и требуют для их ликвидации большого количества сил и средств.



Основным средством тушения пожаров в резервуарах остается воздушно-механическая пена (ВМП) средней кратности, подаваемая на поверхность горючей жидкости.

# Классификация резервуаров и резервуарных парков.

Для хранения нефти и нефтепродуктов в отечественной практике

применяются резервуары металлические, железобетонные, земляные, из синтетических материалов, льдогрунтовые.



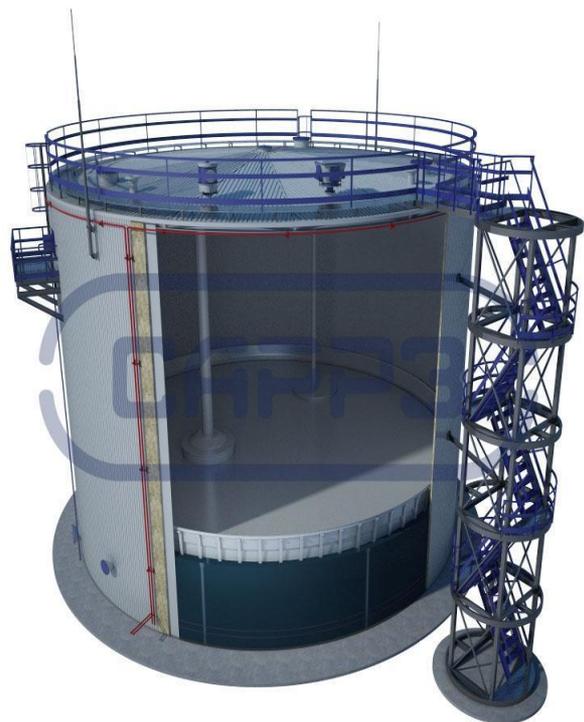
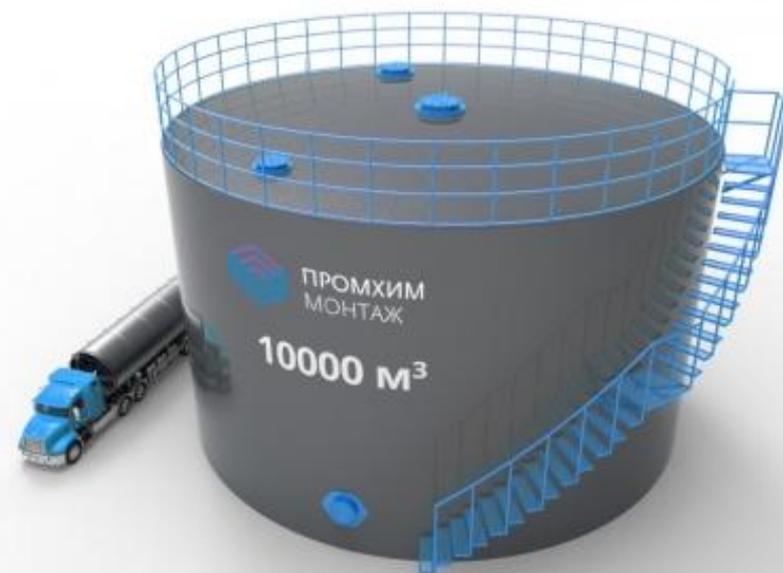
**Наиболее распространены, как у нас в стране так и за рубежом, стальные резервуары.** Применяются **следующие типы** стальных резервуаров:

□ вертикальные цилиндрические резервуары со стационарной конической или сферической крышей

вместимостью до 20000 м<sup>3</sup> (при хранении ЛВЖ) и до 50000 м<sup>3</sup> (при хранении ГЖ);

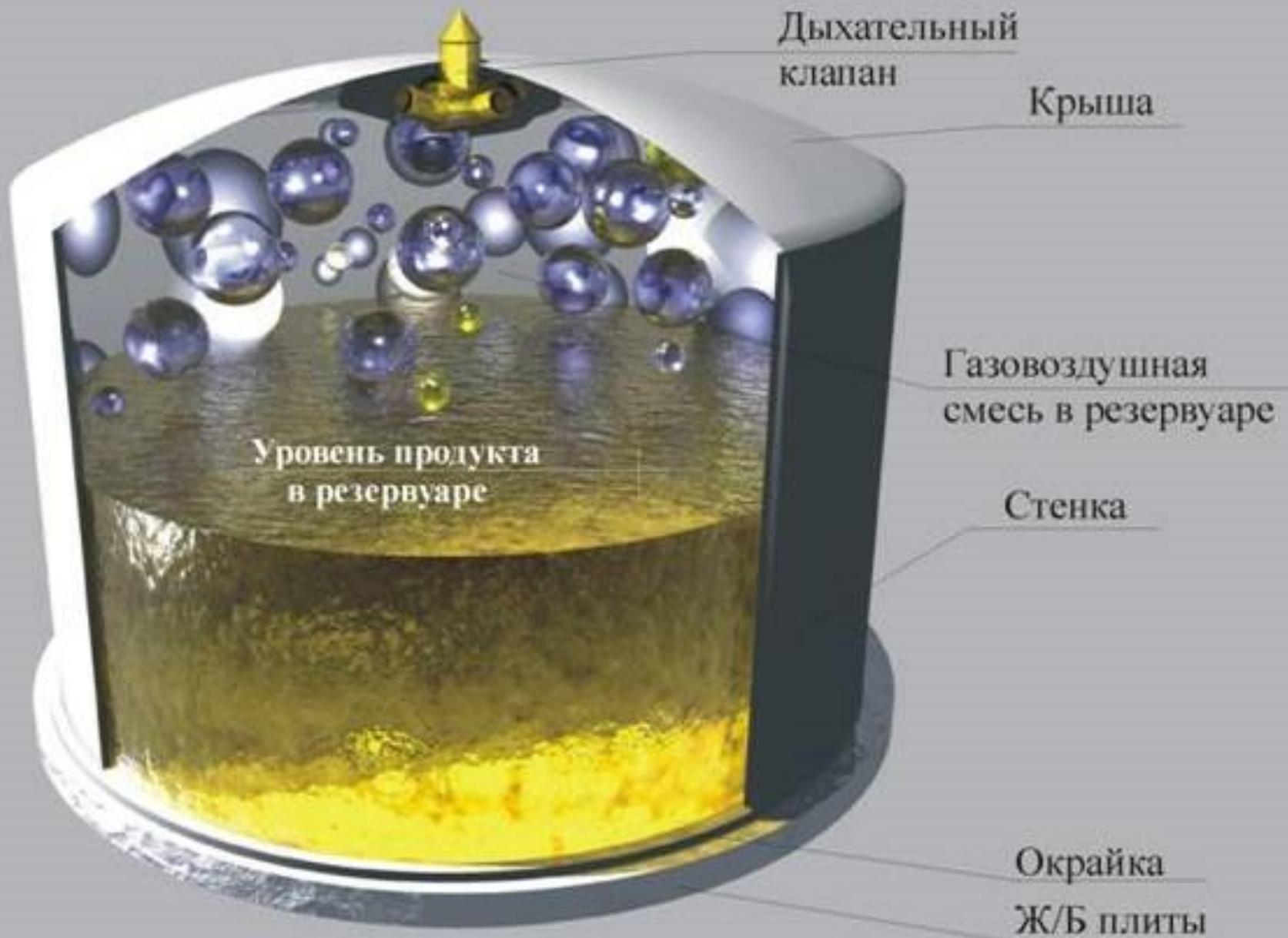


□ вертикальные цилиндрические резервуары со стационарной крышей и плавающим понтоном вместимостью до 50000 м<sup>3</sup>.



□ вертикальные цилиндрические резервуары с плавающей крышей вместимостью до 120000 м<sup>3</sup>.

# Устройство резервуара.



## 2. Прогноз развития пожара.

Пожары в резервуарах обычно начинаются со взрыва паровоздушной смеси в газовом пространстве резервуара и срыва крыши или вспышки "богатой" смеси без срыва крыши, но с нарушением целостности ее отдельных мест.

**Сила взрыва**, как правило, **большая** у тех резервуаров, где **имеется большое газовое пространство**, заполненное смесью паров нефтепродукта с воздухом (**низкий уровень жидкости**).



## В зависимости от силы взрыва в вертикальном металлическом резервуаре может наблюдаться обстановка:

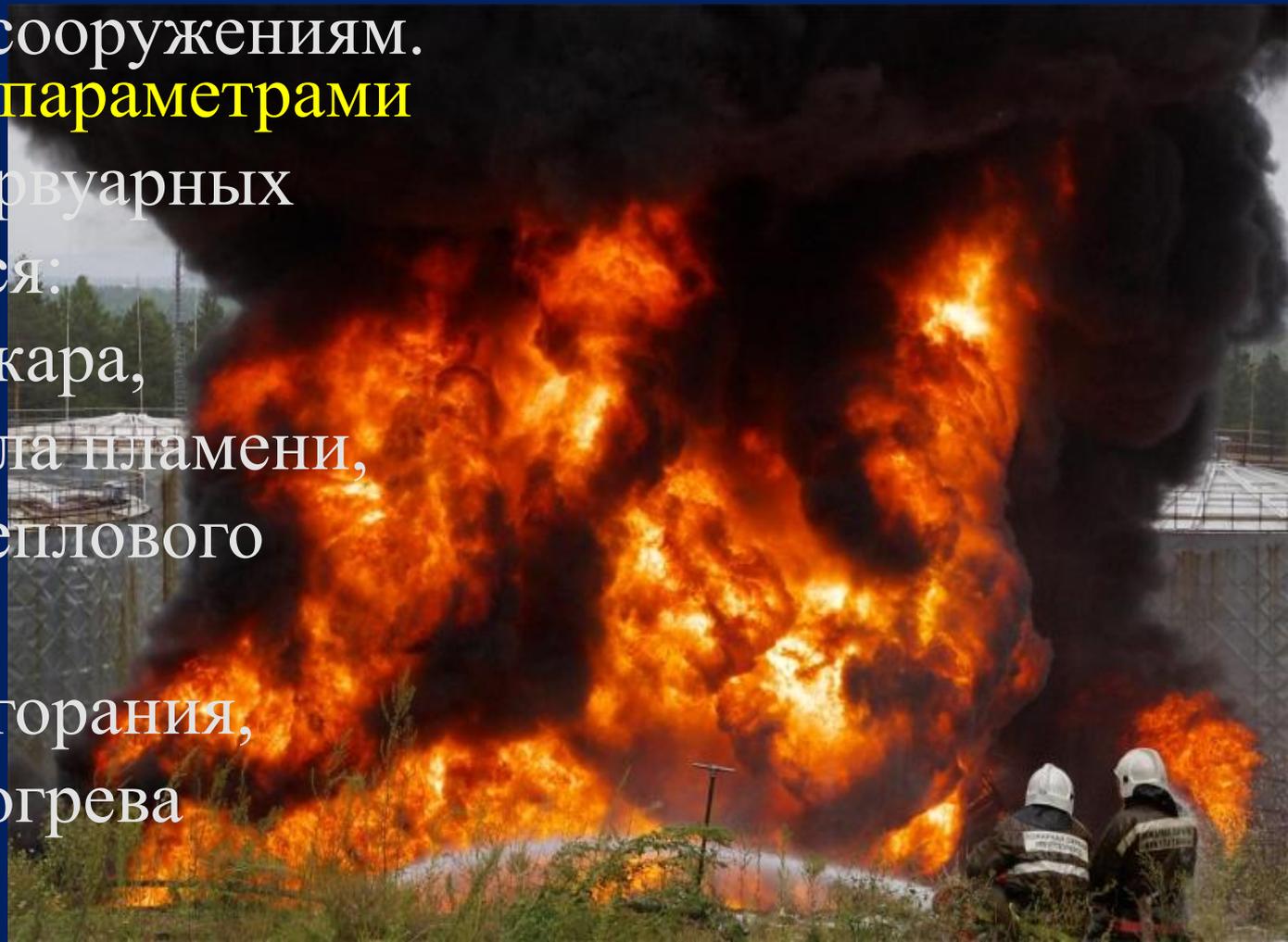
- крыша срывается полностью, ее отбрасывает в сторону на расстояние 20-30 м. Жидкость горит на всей площади резервуара;
- крыша несколько приподнимается, отрывается полностью или частично, затем задерживается в полупогруженном состоянии в горячей жидкости;
- крыша деформируется и образует небольшие щели в местах крепления к стенке резервуара, а



У цилиндрических горизонтальных, сферических резервуаров при взрыве чаще всего разрушается днище, в результате чего жидкость разливается на значительную площадь, создается угроза соседним резервуарам и сооружениям.

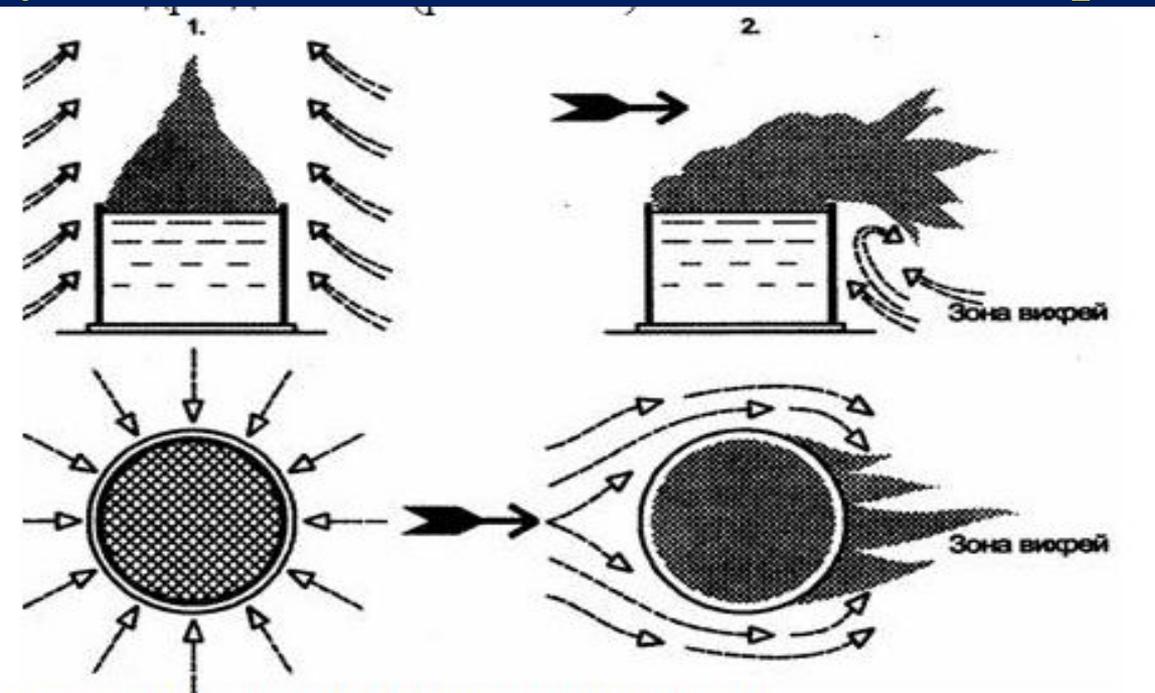
**Основными параметрами пожаров** в резервуарных парках являются:

- площадь пожара,
- высота факела пламени,
- плотность теплового потока,
- скорость выгорания,
- скорость прогрева жидкости.



Горение ЛВЖ и ГЖ со свободной поверхностью происходит сравнительно спокойно при высоте светящейся части пламени, равной 1,5 диаметров резервуара.

При наличии ветра горение значительно усиливается, масса дыма и пламени отклоняется в сторону, тем самым усложняется обстановка на пожаре за счет увеличения



вероятности распространения пожара на соседние резервуары и сооружения, ведет к потере ориентации, сковывает боевые действия подразделений.

Рис. 10.13 Обстановка при пожаре в резервуаре:  
1 - при отсутствии ветра;  
2 - при наличии ветра.

Изменяется тепловой режим пожара за счет увеличения теплоотдачи к поверхности жидкости, стенки резервуара, контактируя с пламенем, нагреваются до более высокой температуры.

За счет теплового излучения факела пламени, а также конвективного переноса тепла раскаленными газами часто происходит **воспламенение паров нефтепродуктов на соседних резервуарах**, выходящих через дыхательную арматуру, замерные устройства и т.п.

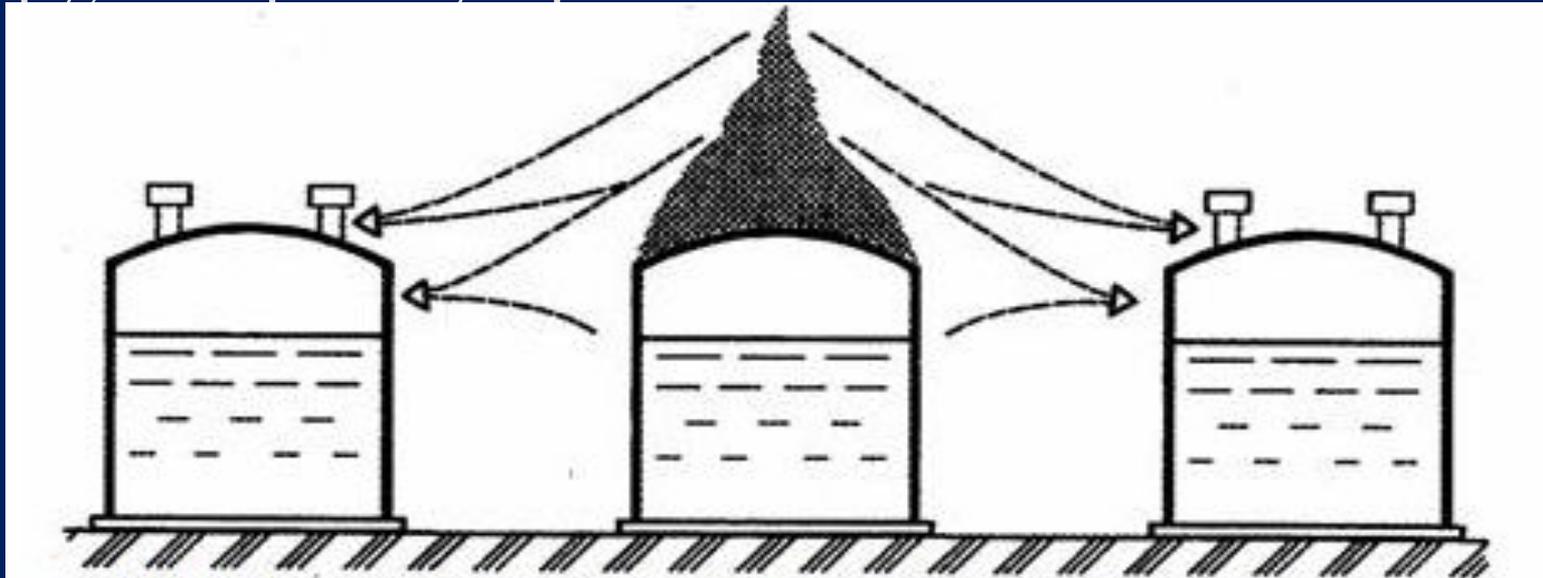


Рис. 10. 14 Схема переноса тепловой энергии на смежные резервуары

Температура пламени зависит от вида нефтепродукта и практически не зависит от размеров факела и колеблется от 1000 до 1300°C

Линейная скорость выгорания различных нефтепродуктов в зависимости от их физико-химических свойств находится в пределах от 6 до 30 см/ч. Накопление тепла в поверхностном слое

нефтепродукта в значительной степени влияет на процесс тушения. Высокая температура разрушает пену, увеличивает расход огнетушащих веществ и время тушения.

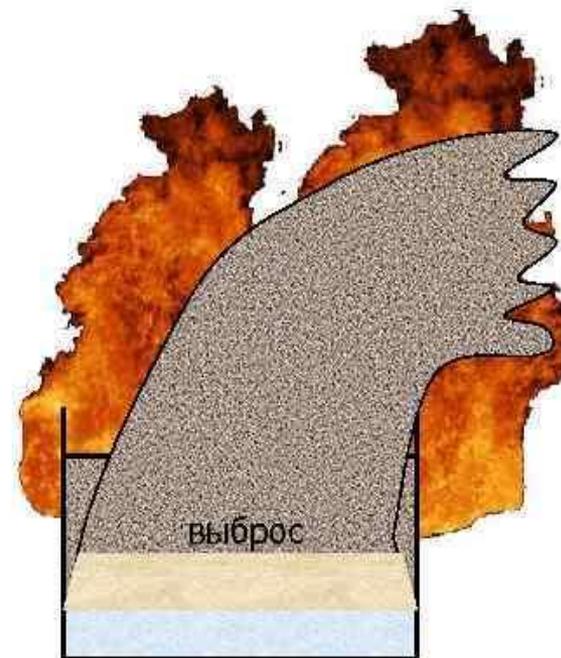


Необходимо отметить, что бензин быстрее прогревается, чем нефть и мазут, но температура прогретого слоя ниже температуры кипения воды или близка к ней, поэтому выброс маловероятен.

Основными явлениями, сопровождающими пожар в резервуарных парках, являются вскипание и выброс.



Вскипание и выброс горячей жидкости из резервуара



По характеру прогрева у поверхности все ЛВЖ-ГЖ можно разделить на две группы.

**Первая группа**, у которой температура в слое почти не меняется (спирты, ацетон бензол, керосин, дизельное топливо и др.), а на поверхности горения устанавливается температура, близкая к температуре кипения.

**Вторая группа** (сырая нефть, бензин, мазута и др.) – при длительном горении у поверхности образуется кипящий слой.

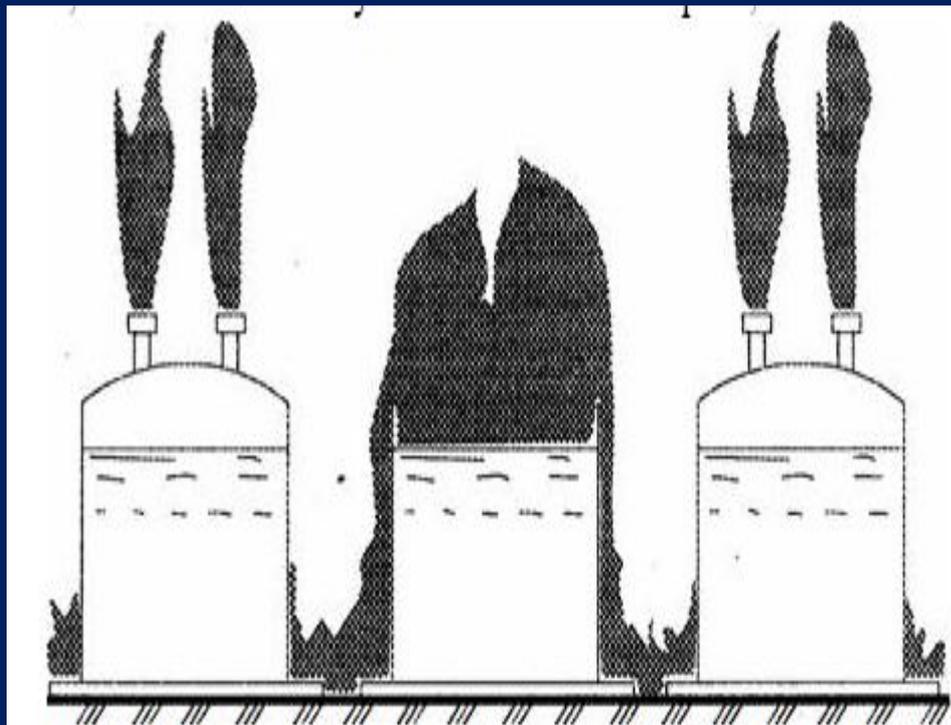


Рис 10.15 Схема распространения пожара при вскипании горючих жидкостей в резервуарах.

Выброс можно объяснить следующим образом,  $t$ -ра прогретого слоя нефти может достигать  $300^{\circ}\text{C}$ . Этот слой, соприкасаясь с водой, нагревает ее до  $t$ -ры значительно большей, чем  $t$ -ра кипения. При этом происходит бурное вскипание воды с выделением большого количества пара, который выбрасывает находящуюся над водой нефть за пределы резервуара.

**Вскипание и выброс** на пожарах в резервуарных парках представляют серьезную опасность для личного состава и техники, увеличивают размеры пожара, изменяют характер горения, вызывают необходимость перегруппировки сил и средств, введения резерва, изменения плана тушения и т.п.

Основными мерами борьбы с вскипанием и выбросом могут быть:

- ликвидация пожара до вскипания или выброса,
- дренирование (откачка) слоя воды из резервуара.

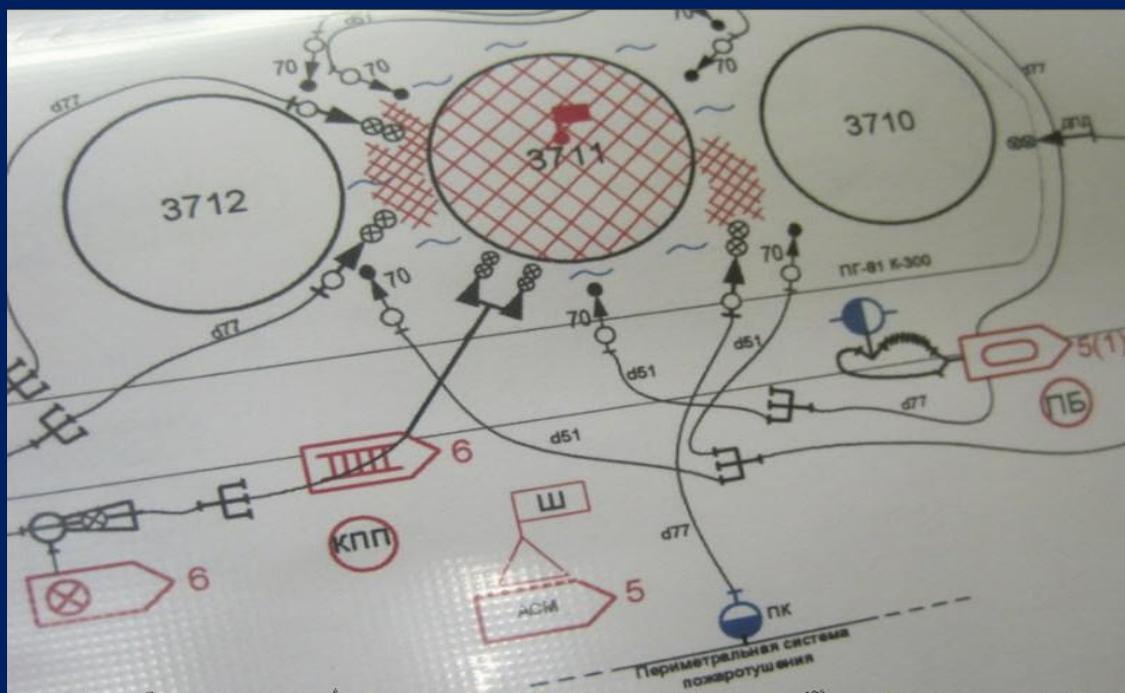
### 3. Организация тушения пожара и ПАСР.

Для обеспечения условий успешного тушения пожаров в резерв. парках хранения ЛВЖ и ГЖ в гарнизонах проводятся **необходимые мероприятия**:

- создание запасов на объектах и в гарнизонах необходимого количества пенообразующих средств, хранение нормативного запаса средств на нефтебазе (если в городе несколько нефтебаз, то пенообразующие средства могут храниться в другом месте, но доставка их должна быть обеспечена в течение



- возможность быстрого сосредоточения необходимого количества сил и средств на пожар,
- совершенствование тактической выучки личного состава пожарных частей и порядка сбора начальствующего состава гарнизона;
- разработка планов тушения пожаров.



На каждой нефтебазе заранее разрабатывается план пожаротушения, расчет сил и средств проводят в двух вариантах.

**Первый вариант** (нормативный) предусматривает тушение наибольшей площади резервуара, **второй** —

тушение пожаров в усложненных условиях, т. е. в случае распространения пожара на другие резервуары.

Схема расстановки сил и средств при тушении пожара в резервуаре, на запорной арматуре и обваловывании одновременно.



Для тушения пожаров в резервуарных парках с помощью передвижной пожарной техники и полустационарных систем **применяют:**

- воду в виде распыленных струй;
- огнетушащие порошки и инертные газы;
- перемешиванием горючей жидкости,
- ВМП средней и низкой кратности.

Для успешного тушения распыленными струями воды в основном темных нефтепродуктов с температурой вспышки больше  $60^{\circ}\text{C}$  должны быть выполнены **условия:**

- дисперсность воды 0,1-0,5 м/к.
- одновременное перекрытие струёй воды всей площади горения,
- интенсивность подачи не менее 0,2 л/(м<sup>2</sup>с)

**Огнетушащие порошки** применяются для тушения различных ЛВЖ и ГЖ в резервуарах объемом **не более 5 тыс. м<sup>3</sup>**.

Для подачи порошков в основном применяют схему полустационарной подачи в резервуар, подключая к ней передвижные средства, автомобили порошкового тушения, или подают с помощью стволов через борт резервуара.



**Перемешивание жидкости** используется также в основном в полустационарных или стационарных системах тушения и может осуществляться с помощью струй воздуха или самого нефтепродукта.

Сущность тушения заключается в том, что поверхностный слой горячей жидкости охлаждается за счет смешивания с нижними холодными слоями до температуры ниже температуры самовоспламенения.

Способ перемешивания можно применять только для тушения жидкостей, у которых температура вспышки не менее чем на  $5^{\circ}\text{C}$  выше температуры воздуха при вместимости резервуаров от 400 до 5000 тыс. м<sup>3</sup>.

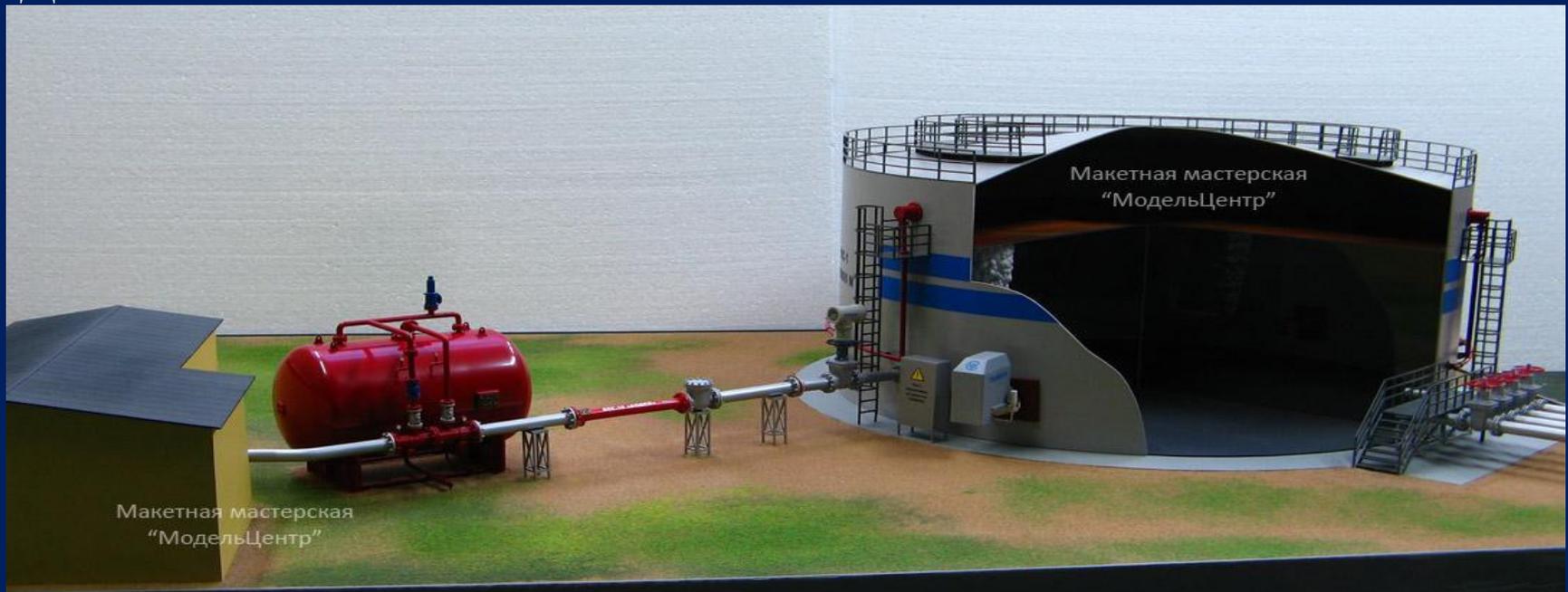
В качестве основного средства тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах применяют огнетушащие пены средней и низкой кратности.

ВМП средней кратности является основным средством тушения ЛВЖ и ПК, низкой кратности допускается для тушения пожаров в резервуарах, оборудованных установками УППС (через слой горючего).



В настоящее время в практике работы пожарной охраны применяются в основном **три приема подачи огнетушащих пен в резервуары:**

- через слой горючего с помощью специального оборудования резервуара,
- через борт резервуара в виде навесной струи с помощью пенных стволов, пеносливов,
- подслойный способ.



Пена при способе подачи **через слой горючего**, попадая на поверхность, меньше разрушается от воздействия высокой температуры, так как не проходит через зону пламени (сверху вниз), что имеет место в способе "через борт резервуара". Но этот способ требует специального оборудования на резервуаре.

Основными недостатками данного способа тушения являются:

- невозможность использования при горении в обваловании;
- разрушение, смятие пены во время движения по рукаву через слой горючего;
- ограничена возможность выбора позиции для подачи пены в зависимости от направления ветра, т. е. практически невозможно использовать оборудование с подветренной стороны.

**Подслойный способ** подачи пены заключается в том, что пена подается непосредственно в слой горючей жидкости, через пенопроводы, находящимися в нижней части резервуара, с помощью передвижной пожарной техники. Используя подслойный способ подачи (СПТ) пены личный состав пожарных подразделений и техника находятся за обвалованием, не подвергаются опасности — от выброса или вскипания.



Наиболее распространенным приемом подачи пены в резервуар является слив ее на горящую поверхность с помощью переносных пеноподъемников автоподъемников и стационарных пенокамер.

Применение пеноподъемников, особенно на гусеничном ходу, значительно повышает эффективность использования этого приема.



На практике чаще всего прибегают к комбинированному приему, например, подачи через пенослив и струями, что позволяет более рационально распределять пену по поверхности жидкости.

Для снижения интенсивности разрушения пены при осуществлении любого из приемов необходимо

интенсивное  
охлаждение  
стенок  
резервуаров,  
особенно в  
местах подачи  
пены.



Большое значение в тушении имеет правильное определение места ввода пены в зону горения. Обычно пену вводят в местах, где тепловое воздействие на нее наименьшее и откуда она может беспрепятственно растекаться по поверхности горячей жидкости. Целесообразно вводить пену с одного-двух направлений мощными потоками, т.к. при этом она меньше разрушается, быстрее продвигается и лучше преодолевает

препятствия. В резервуары пену вводят, как правило, с наветренной стороны.



## **Подготовка и проведение пенной атаки.**

Подготовку к пенной также необходимо проводить в минимальные сроки, т. к. увеличение времени горения повышает опасность распространения пожара на соседние резервуары за счет вскипания и выброса.

### **Для проведения пенной атаки необходимо:**

сосредоточить расчетное количество пенообразующих средств;

собрать схему подачи пены и проверить ее работоспособность на воде;

назначить боевые расчеты и ответственных лиц из начальствующего состава для обеспечения работы технических средств подачи;

установить и объявить личному составу сигналы о начале и конце пенной атаки, сигналы на отход, а также на случай вскипания или выброса

Пенную атаку проводят одновременно всеми средствами непрерывно до полного прекращения горения, учитывая, что интенсивность подачи пены должна рассматриваться как решающее условие успешной ликвидации пожара.

После прекращения горения подачу пены в резервуар необходимо продолжать примерно 5 мин для прекращения повторного воспламенения.

РТП должен иметь в виду, что в случае вскипания подачу пены прекращать не следует, но для этого случая заблаговременно должны быть разработаны меры безопасности для людей и по защите рукавных линий с помощью водяных струй и других средств (костюмы, щиты, кошмы и т.п.)

## Особенности управления боевыми действиями.

На пожарах в резервуарных парках, как правило, организуется оперативный штаб для управления подразделениями.

Месторасположение штаба с наветренной стороны, вне зоны активного воздействия лучистой энергии пожара.

Оно должно обеспечивать хороший обзор места пожара и соседних резервуаров.



Начальник штаба, работники объекта и служб, включенные в состав штаба, кроме выполнения общих задач, предусмотренных БУПО, обязаны:

- обеспечить резерв сил и средств,
- выяснить особенности конструкций и состояние резервуаров и их оборудования, коммуникаций к ним,
- оценить возможности и вероятность угрозы соседним резервуарам,
- установить содержание воды в нефти в резервуаре, наличие подтоварной воды, определить время вскипания и выброса, рельеф местности,
- при тушении спирта определить уровень его в резервуаре и при необходимости возможность откачки спирта,

□ поддерживать связь с администрацией объекта и через ее представителей обеспечивать выполнение работ, в перечень которых входит информация РТП о характере продукта в резервуаре, уровне жидкости и особенностях технологической обвязки, спуск или откачка подтоварной воды, организация защиты дыхательной арматуры (совместно с личным составом подразделений), обеспечение водой участка пожара, сосредоточение необходимой техники для сооружения обвалования, временных переездов, настилов, организация и выполнение функций тыла и связи на пожаре.

**Если горит несколько резервуаров, РТП** концентрирует все силы на тушение одного резервуара с наветренной стороны или со стороны того резервуара, который больше угрожает соседним, затем приступает к последующим резервуарам.



**При недостатке Сис в гарнизоне** для тушения пожаров в планах пожаротушения должен быть определен порядок привлечения Сис пожарной охраны и ГО ближайших гарнизонов, городов, областей и федеральных центров, воинских частей, полиции, рабочих, а также транспортных предприятий

## Охрана труда.

Не следует ставить автонасосы на реки, ручьи, каналы по течению;

При наличии угрозы выброса нефтепродукта или взрыва резервуара со сжиженным газом необходимо удалить людей и технику на расстояние 150 м с подветренной стороны от горящего резервуара и на 100 м с наветренной стороны, при этом водяные стволы закрепляют на позициях и работу их не прекращают.



При тушении пожаров в резервуарных парках весь личный состав должен быть оповещен об установленном сигнале опасности и направлениях выхода из опасной зоны. В процессе подготовки к пенной атаке в обваловании на нем должен находиться минимум людей, главным образом ствольщиков.



Сборку пеномачт, пеноподъемников необходимо производить за обвалованием.

Во время проведения атаки из обвалования удаляют всех, ствольщиков по возможности располагают на обваловании или за ним.



Не следует располагать технику и личный состав вблизи резервуаров, заполненных ЛВЖ и ГЖ, которые подвергаются воздействию тепла, дыма и особенно пламени.

Для охлаждения горящего резервуара и соседних, подвергающихся воздействию пламени, безопасно применять стволы А и лафетные с насадками диаметром 28,32 мм.



При тушении наземных горизонтальных резервуаров необходимо учитывать характер их разрушения при взрывах и поэтому не следует располагать ствольщиков и технику с торцов емкостей, особенно возле коллекторов и запорной арматуры.



Нельзя допускать пребывания людей на кровлях аварийных или соседних резервуаров, если это не связано с крайней необходимостью. Личный состав, занимающийся установкой пеносливов или генераторов на подземные резервуары, должен быть обеспечен теплоотражательными экранами или пожарной защитой распыленными водными струями, а при разрушившейся кровле и отсутствии борта на уровне земли необходимо страховать бойцов спасательными веревками.

## Источники:

- Я.С. Повзик «Пожарная тактика» 2000 г.