

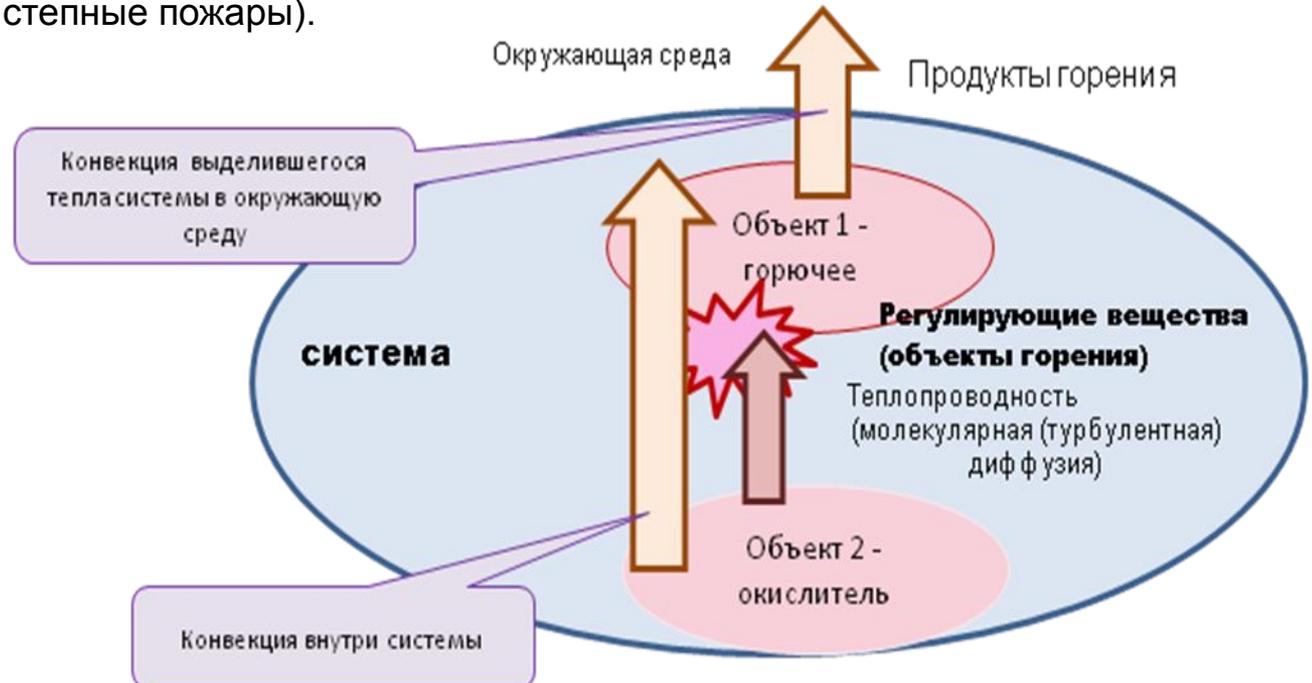
# **Опасности объектов, содержащих горючие и взрывчатые вещества**

## Характеристика процесса горения

Горению как химической реакции, идущей с большим выделением тепла, соответствует ряд физических явлений:

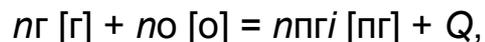
- происходит перенос тепла реагирующих веществ и продуктов горения от объекта к объекту теплопроводностью за счет молекулярной и турбулентной диффузии;
- за счет конвекции осуществляется теплообмен как внутри горячей системы (между объектами горения), так и между потоками;
- происходит теплопередача от горящего объекта в окружающую среду.

Все перечисленные процессы взаимосвязаны. Скорость химической реакции горения определяется процессами теплопередачи, взаимной диффузией горючего, окислителя, продуктов горения. В свою очередь, температура, скорость горения зависят от интенсивности химической реакции. Важная особенность явления горения - способность к пространственному распространению (лесные и степные пожары).



# Виды горения

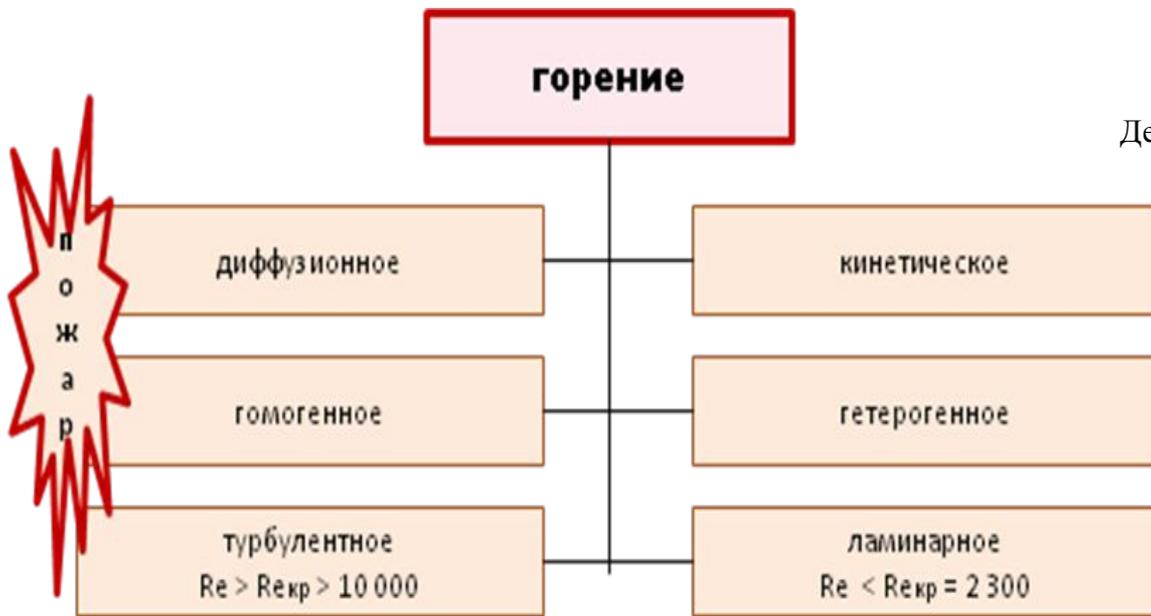
Обобщенная запись брутто-уравнения материального и теплового баланса реакции горения имеет вид:



где:

$nГ$ ,  $nО$ ,  $nПГі$  - стехиометрические коэффициенты при соответствующих веществах ([Г] - горючее, [О] - окислитель, [ПГ] - продукты горения);

$Q$  - тепловой эффект химической реакции.



Минимальное (теоретическое) количество воздуха, необходимое для полного сжигания 1 кг твердого или жидкого горючего материала или 1 м<sup>3</sup> горючего газа, называется теоретическим количеством воздуха и обозначается  $V_B^0$

Действительное количество воздуха

$V_B^{пр}$  является произведением коэффициента избытка воздуха  $\alpha$  и теоретического количества воздуха

$V_B^0$   
Коэффициент избытка воздуха  $\alpha$  показывает, во сколько раз объем воздуха, поступивший на горение, больше теоретического объема воздуха, необходимого для полного сгорания единицы количества вещества в стехиометрической смеси.

# Объемы продуктов горения

Объем продуктов горения, образовавшихся при сжигании единицы горючего (1 кг, 1 м<sup>3</sup>, 1 кмоль) в теоретическом количестве воздуха, равен:

$$V_{\text{пг}}^0 = V_{\text{Ro2i}} + V_{\text{N}_2}^0 + V_{\text{H}_2\text{O}}$$

где:

$V_{\text{Ro2i}}$  - объем продуктов полного окисления  $i$ -х химических элементов в горючем веществе, м<sup>3</sup>/кг, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> гор.газа, м<sup>3</sup>/кмоль, кмоль/кмоль;

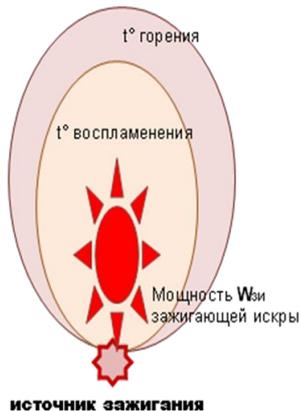
$V_{\text{N}_2}^0$  - объем азота;

$V_{\text{H}_2\text{O}}$  - объем паров воды.

Полный, действительный объем продуктов горения находится с учетом избытка воздуха ( $\alpha > 1$ ):

$$V_{\text{пг}} = V_{\text{пг}}^0 + (\alpha - 1)V_{\text{в}}^0$$

Расчет ведется на 1 кг (1 кмоль, 1 м<sup>3</sup>) твердого, жидкого или газообразного горючего.



Концентрационные пределы распространения пламени (КПР) являются едва ли не основной характеристикой пожароопасных свойств веществ и материалов. Мощность зажигающей искры, температура самовоспламенения, температура горения имеют смысл только внутри концентрационной области распространения пламени (в горючей системе).

## Самовоспламенение и самовозгорание

К параметрам процесса самовоспламенения относится период индукции. Величина периода индукции зависит от начальной температуры, давления и химической природы горючего материала.

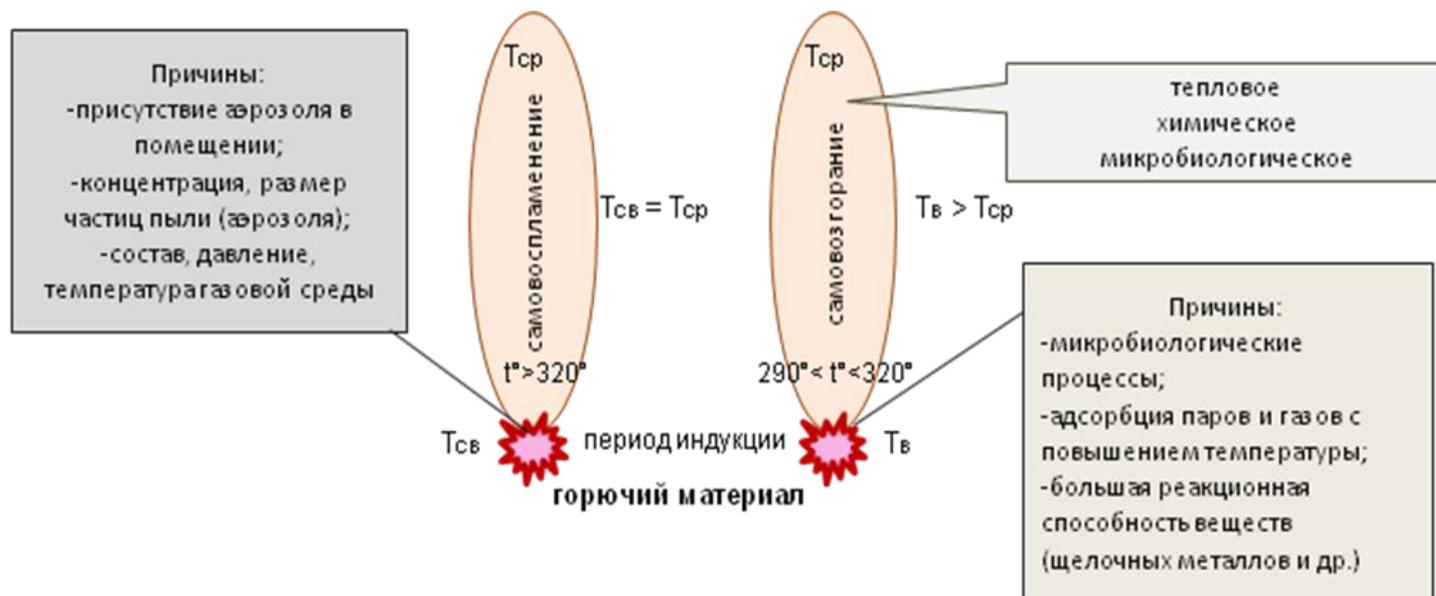
Если температура начала процесса лежит в пределах  $290\text{--}320^\circ\text{K}$ , то говорят о самовозгорании, а если она выше, то процесс возникновения пламени называют самовоспламенением.

Причиной самовозгорания могут быть:

микробиологические процессы;

адсорбция паров и газов, сопровождающаяся повышением температуры;

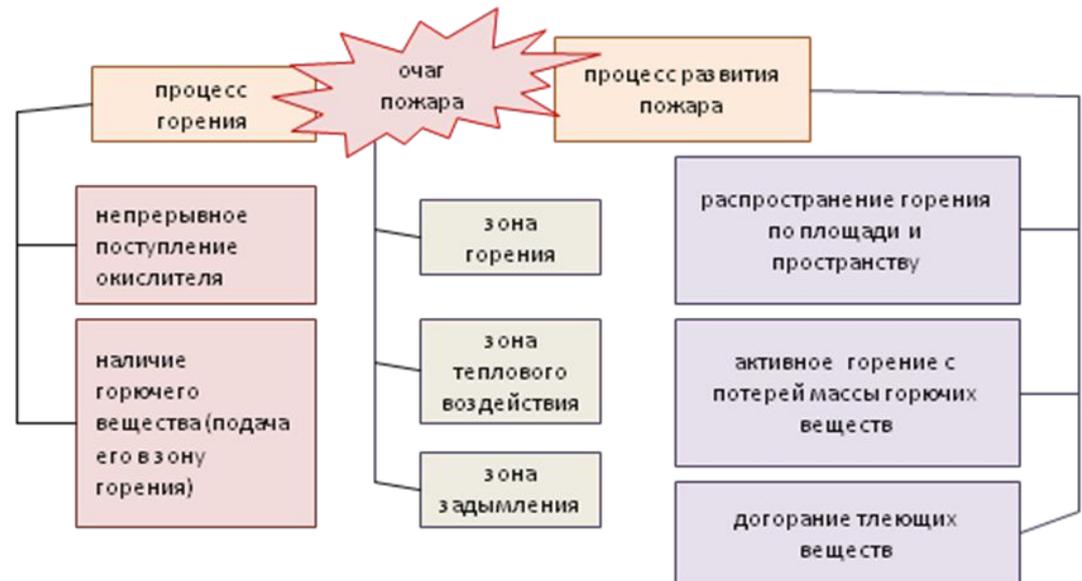
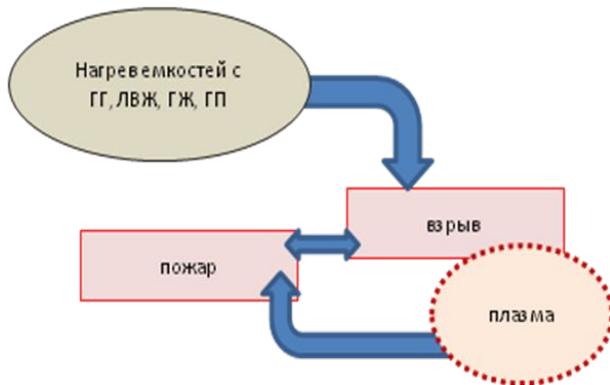
большая реакционная способность некоторых веществ, например щелочных металлов.



# Взрыв и пожар



Пожары и взрывы зачастую представляют собой взаимосвязанные явления. Взрывы могут быть вторичными последствиями пожаров как результат сильного нагрева емкостей с горючими газами (ГГ), легковоспламеняющимися жидкостями (ЛВЖ), горючими жидкостями (ГЖ), а также пылевоздушных смесей (ГП), находящихся в закрытом пространстве помещений, зданий, сооружений.



К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и имущество, относятся:

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму.

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- 1) осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, строений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 2) радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 3) вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 4) опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара;
- 5) воздействие огнетушащих веществ.



По горючести вещества и материалы подразделяются на следующие группы:

1) негорючие - вещества и материалы, неспособные гореть в воздухе.

Негорючие вещества могут быть пожаровзрывоопасными (например, окислители или вещества, выделяющие горючие продукты при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом);

2) трудногорючие - вещества и материалы, способные гореть в воздухе при воздействии источника зажигания, но неспособные самостоятельно гореть после его удаления;

3) горючие - вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться под воздействием источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

***Взрывы*** могут иметь химическую и физическую природу.

При *химических взрывах* в твердых, жидких, газообразных взрывчатых веществах или аэрозольных горючих веществах, находящихся в окислительной среде, с огромной скоростью протекают экзотермические окислительно-восстановительные реакции или реакции термического разложения с выделением тепловой энергии.

*Физический взрыв* возникает вследствие неконтролируемого высвобождения потенциальной энергии сжатых газов из замкнутых объемов технологического оборудования, трубопроводов и других сосудов, работающих под давлением.

Основными поражающими факторами взрыва являются:  
ударная волна (воздушная — при взрыве в газовой среде;  
гидравлическая — при взрыве в жидкой среде);  
осколочные поля.

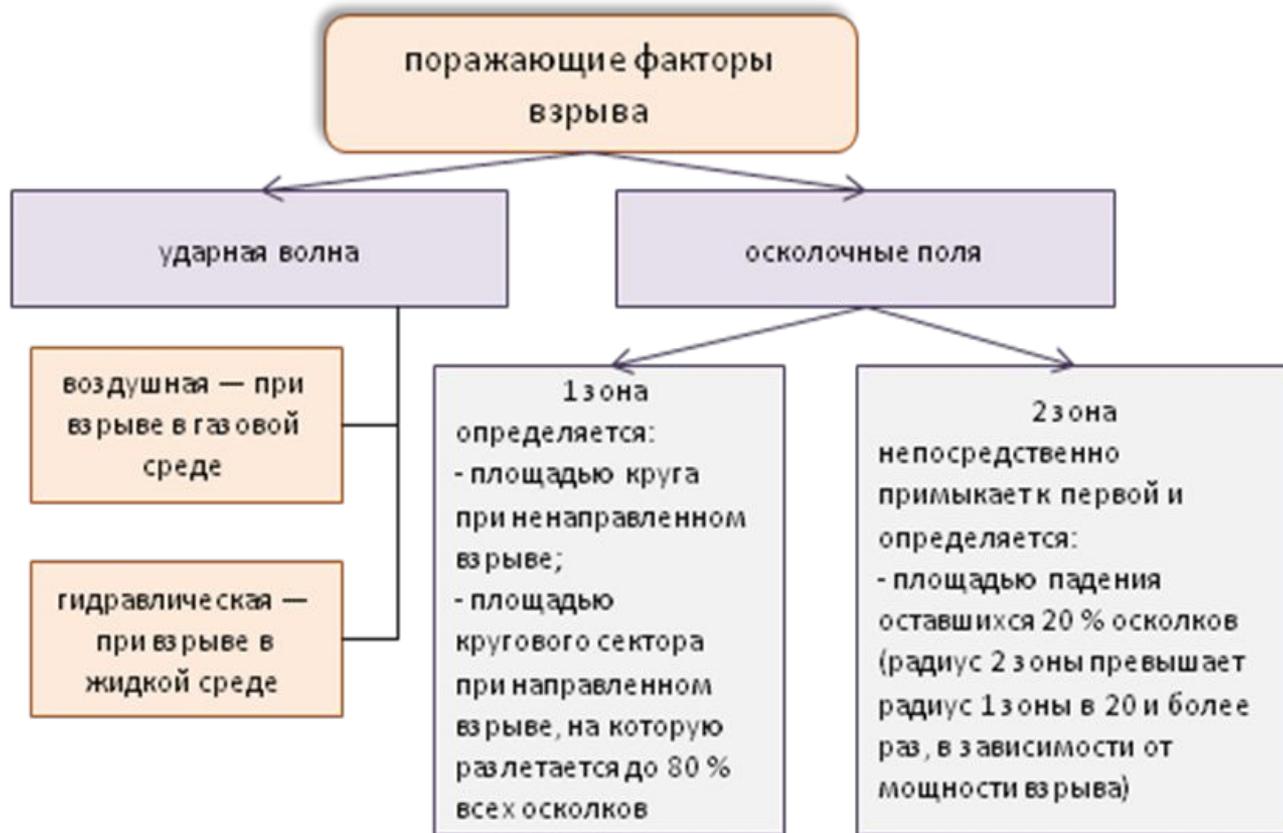
*Осколочные поля* — площади территории, поражаемые разлетающимися осколками разорвавшихся объектов и объектов, разрушенных ударной волной.

Осколочные поля условно делятся на две зоны:

первая зона определяется площадью круга при ненаправленном взрыве и площадью кругового сектора при направленном взрыве, на которую разлетается до 80 % всех осколков;

вторая зона непосредственно примыкает к первой и определяется площадью падения оставшихся 20 % осколков. Радиус этой зоны превышает радиус первой зоны в 20 и более раз, в зависимости от мощности взрыва.

*Воздушная ударная волна* образуется за счет энергии, выделенной в центре взрыва, которая приводит к возникновению очень высокой температуры и огромного давления. Продукты взрыва, воздействуя на окружающие слои воздуха, создают в нем затухающее волновое поле, в котором переносятся на значительное расстояние тепловая, акустическая и кинетическая энергия взрыва. В воздушном пространстве образуются подвижные зоны сжатия и разрежения слоев воздуха, давление в которых будет значительно отличаться от нормального атмосферного. По сферической границе зоны сжатия возникает фронт ударной волны.



На объектах техносферы имеют место следующие основные типы взрывов:

- свободный воздушный;
- наземный на открытой территории;
- наземный в непосредственной близости от объекта;
- взрыв внутри объекта.



По пожарной и взрывопожарной опасности помещения производственного и складского назначения независимо от их функционального назначения подразделяются на следующие категории:

- 1) повышенная взрывопожароопасность (А);
- 2) взрывопожароопасность (Б);
- 3) пожароопасность (В1 - В4);
- 4) умеренная пожароопасность (Г);
- 5) пониженная пожароопасность (Д).

#### Классы взрывоопасных зон

0-й класс - зоны, в которых взрывоопасная газовая смесь присутствует постоянно или хотя бы в течение одного часа

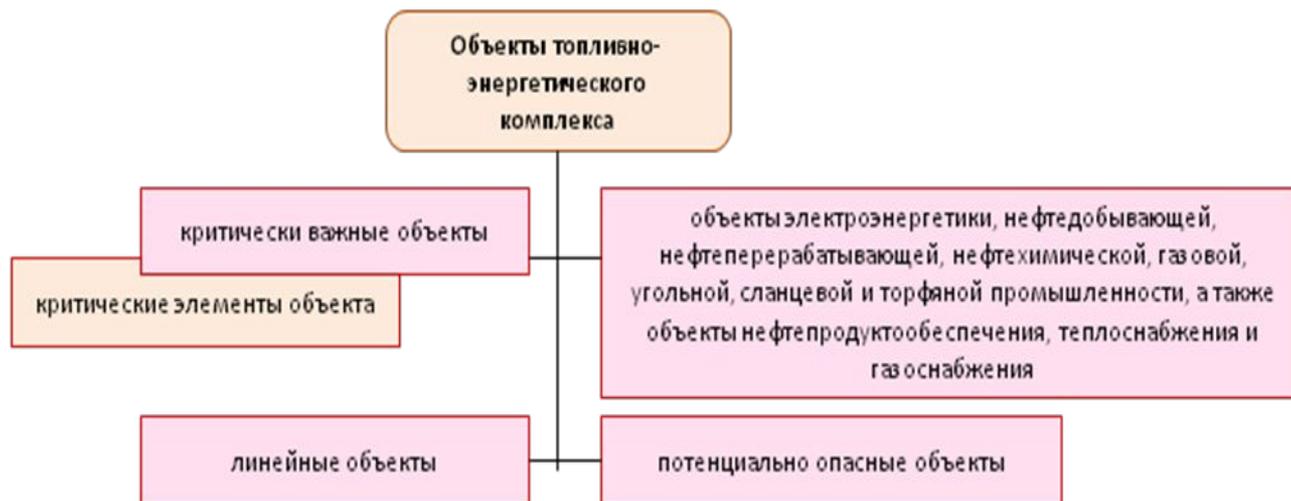
1-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются горючие газы или пары легковоспламеняющихся жидкостей, образующие с воздухом взрывоопасные смеси

2-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования взрывоопасные смеси горючих газов или паров легковоспламеняющихся жидкостей с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварии или повреждения технологического оборудования

20-й класс - зоны, в которых взрывоопасные смеси горючей пыли с воздухом имеют нижний концентрационный предел воспламенения менее 65 граммов на кубический метр и присутствуют постоянно

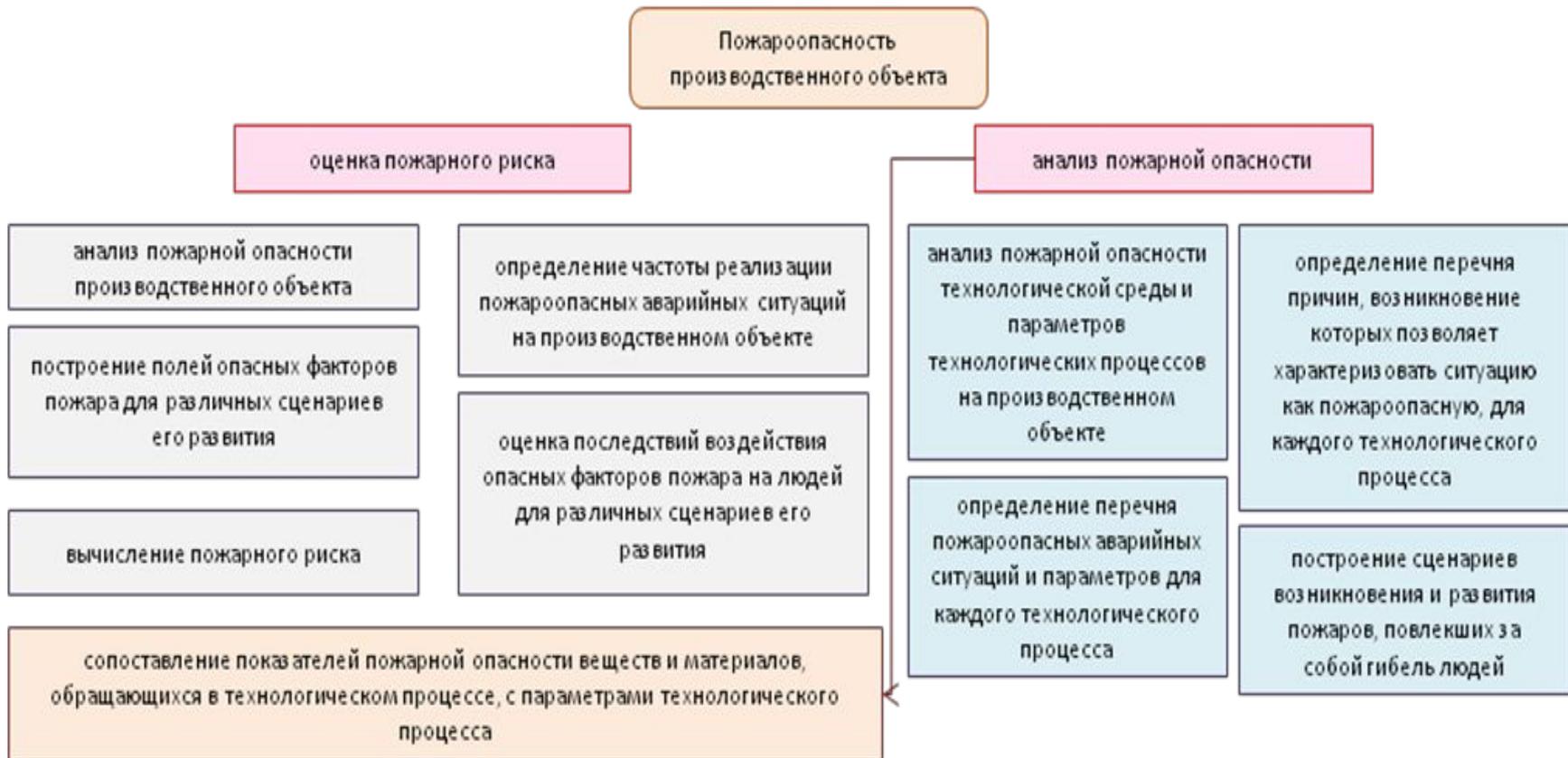
21-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, способные образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при концентрации 65 и менее граммов на кубический метр

22-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования не образуются взрывоопасные смеси горючих пылей или волокон с воздухом при концентрации 65 и менее граммов на кубический метр, но возможно образование такой взрывоопасной смеси горючих пылей или волокон с воздухом только в результате аварии или повреждения технологического оборудования



Основными задачами обеспечения безопасности объектов топливно-энергетического комплекса являются:

- 1) нормативное правовое регулирование в области обеспечения антитеррористической защищенности объектов топливно-энергетического комплекса;
- 2) определение угроз совершения актов незаконного вмешательства и предупреждение таких угроз;
- 3) категорирование объектов топливно-энергетического комплекса;
- 4) разработка и реализация требований обеспечения безопасности объектов топливно-энергетического комплекса;
- 5) разработка и реализация мер по созданию системы физической защиты объектов топливно-энергетического комплекса;
- 6) подготовка специалистов в сфере обеспечения безопасности объектов топливно-энергетического комплекса;
- 7) осуществление контроля за обеспечением безопасности объектов топливно-энергетического комплекса;
- 8) информационное, материально-техническое и научно-техническое обеспечение безопасности объектов топливно-энергетического комплекса.



**Анализ пожарной опасности** производственных объектов должен предусматривать:

- 1) анализ пожарной опасности технологической среды и параметров технологических процессов на производственном объекте;
- 2) определение перечня пожароопасных аварийных ситуаций и параметров для каждого технологического процесса;
- 3) определение перечня причин, возникновение которых позволяет характеризовать ситуацию как пожароопасную, для каждого технологического процесса;
- 4) построение сценариев возникновения и развития пожаров, повлекших за собой гибель людей.