

**Тема 5. Аварии на пожароопасных объектах**  
(занятия 5.1, 5.2, 5.3)

**Занятие 5.1 . Пожар и связанные с ним опасности**

**Учебные вопросы:**

1. Обстановка с производственными пожарами в РФ
2. Физико-химические основы горения
3. Пожар; классификации пожаров; виды пожаров
4. Динамика развития пожара в помещении
5. Основные параметры пожара
6. Опасные факторы пожара
7. Пожарная опасность производственных объектов и её классификация

# Физико-химические основы горения

## Процесс горения

**Горение – сложный физико-химический процесс превращения горючих веществ и материалов в продукты сгорания, сопровождаемый интенсивным выделением тепла и световым излучением**

В основе горения лежат быстротекущие химические экзотермические реакции окисления кислородом воздуха ( $O_2$ ) углерода с образованием углекислого и угарного газов ( $CO_2$  и  $CO$ ) и водорода с образованием паров воды ( $H_2O$ ), а также некоторых металлов с образованием их окислов.

Поддержание и самораспространение процесса горения происходит за счет энергии реагирующих слоев вещества, передаваемой другим слоям путем теплопередачи, которая осуществляется тремя физическими процессами:

- **теплопроводностью;**
- **конвекцией;**
- **световым излучением**

## ***Виды горения***

По агрегатному состоянию участвующие в горении вещества подразделяются на газообразные, жидкие и твердые, которые определяют два основных вида горения: **гомогенное** и **гетерогенное**.

При гомогенном горении окислитель и горючее находятся в газовой фазе.

При гетерогенном горении горючее находится в твердом состоянии, а окислитель в газообразном, и реакция окисления происходит в твердой фазе.

# ***Классификация веществ по горючести***

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.

Из горючих веществ выделяется группа **легковоспламеняющихся веществ (материалов)**, способных воспламенятся от кратковременного (до 30 секунд) воздействия источника зажигания с низкой энергией (пламя спички, искра, сигарета).

Из горючих жидкостей выделяют группы **легковоспламеняющихся и особо опасных легковоспламеняющихся жидкостей**, воспламенение паров которых происходит с температурой вспышки не выше 61° С (в закрытом тигле) или 66° С (в открытом).

**Температура вспышки** – самая низкая температура вещества, при которой оно выделяет пары и газы, способные вспыхнуть от источника зажигания, но скорость их образования недостаточна для устойчивого горения.

**Температура воспламенения** – наименьшая температура вещества, при которой оно выделяет пары и газы с такой скоростью, что после их зажигания возникает устойчивое пламенное горение.

**Температура самовоспламенения** – самая низкая температура вещества, при которой происходит резкое увеличение

# ***Пожар, классификации пожаров, виды пожаров***

***По ГОСТу: пожар – неконтролируемое горение вне специальности очага, наносящее материальный ущерб.***

В то же время, **производственный пожар** может быть охарактеризован, как ***горение на производстве, не обусловленное технологическим процессом.***

***Пожар является сложным физико-химическим процессом, развивающимся во времени и пространстве и включающим помимо горения также массообмен и теплообмен с окружающей средой.***

# Классификация пожаров

## по масштабу:

- **отдельный пожар** – горит одно здание или сооружение;
- **сплошной пожар** – одновременное горение преобладающего числа зданий (сооружений) на одном участке;
- **массовый пожар** – совокупность отдельных и сплошных пожаров. При слабом ветре он может перейти в огненный шторм (бурю) с образованием единого турбулентного факела и радиального притока воздуха со всех сторон со скоростью до 15 м/с

## по виду горящих веществ:

- **пожары твердых горючих веществ** и материалов (**A**);
- **пожары горючих жидкостей** или плавящихся твердых веществ и материалов (**B**);
- **пожары газов** (**C**);
- **пожары металлов** (**D**);
- **пожары** горючих веществ и материалов **электроустановок**, находящихся под напряжением (**E**);
- **пожары ядерных материалов**, радиоактивных отходов и

# Классификация пожаров

**по признаку изменения площади горения:**

- **распространяющиеся,**
- **не распространяющиеся.**

**Причинами распространения пожара** являются:

- **самораспространение пламени по горючему материалу** (в основном за счет теплопроводности вещества);
- **передача теплоты** на расстояние **излучением**;
- **перемещение горящих фрагментов** за счет конвективных потоков (вверх, в стороны) и стекание горящих фрагментов вниз.

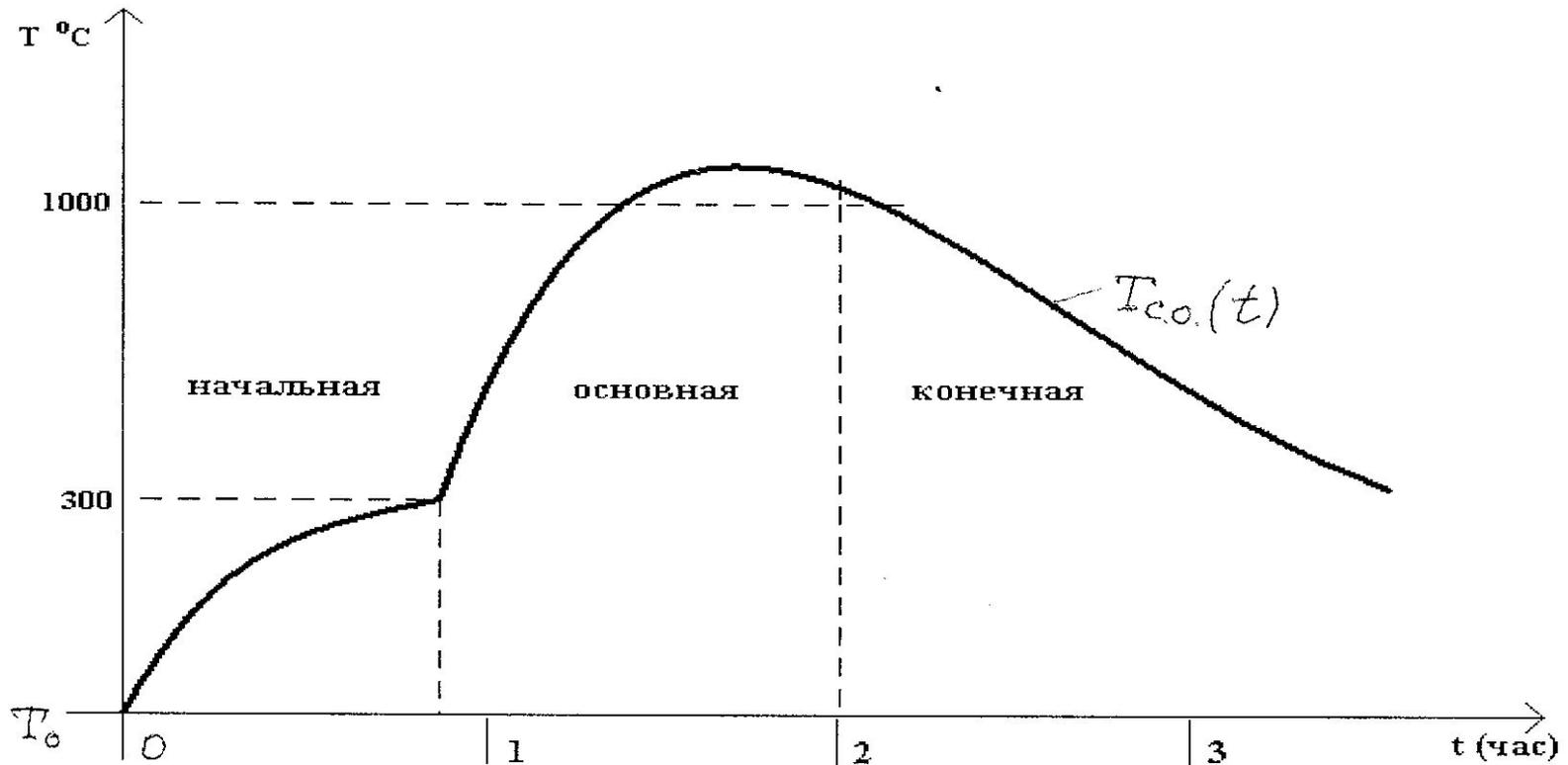
**Пространство, в котором развивается пожар,** условно делят на 3 зоны:

- **зона горения** – часть пространства, в котором происходит подготовка горючих веществ к горению (подогрев, испарение, разложение) и их горение;
- **зона теплового воздействия** – часть пространства, примыкающая к зоне горения, в которой тепловые воздействия приводит к заметному изменению состояния материалов и конструкций и делает невозможным пребывание в ней людей без специальной тепловой защиты;
- **зона задымления** – часть пространства, примыкающая к зоне горения и наполненная дымовыми газами в концентрациях, создающих угрозу жизни и здоровью людей или затрудняющих действия пожарных.

**по условиям массо- и теплообмена** с окружающей средой различают пожары:

- на открытом пространстве (**открытые пожары**);
- в ограждениях (**внутренние пожары**).

# Динамика развития пожара в помещении



. Изменение среднеобъёмной температуры ( $T_{co}$ ) в помещении на различных стадиях развития пожара.

# ***Основные параметры пожара***

На динамику развития внутреннего пожара оказывают влияние многие факторы, основными из которых являются:

- **удельная пожарная нагрузка;**
- **массовая скорость выгорания;**
- **линейные скорости распространения пламени по вертикальным и горизонтальным поверхностям;**
- **площадь зоны горения;**
- **площадь поверхности горящих материалов;**
- **интенсивность выделения тепла;**
- **температура пламени;**
- **среднеобъёмная температура среды;**
- **продолжительность пожара.**

# Некоторые параметры пожара

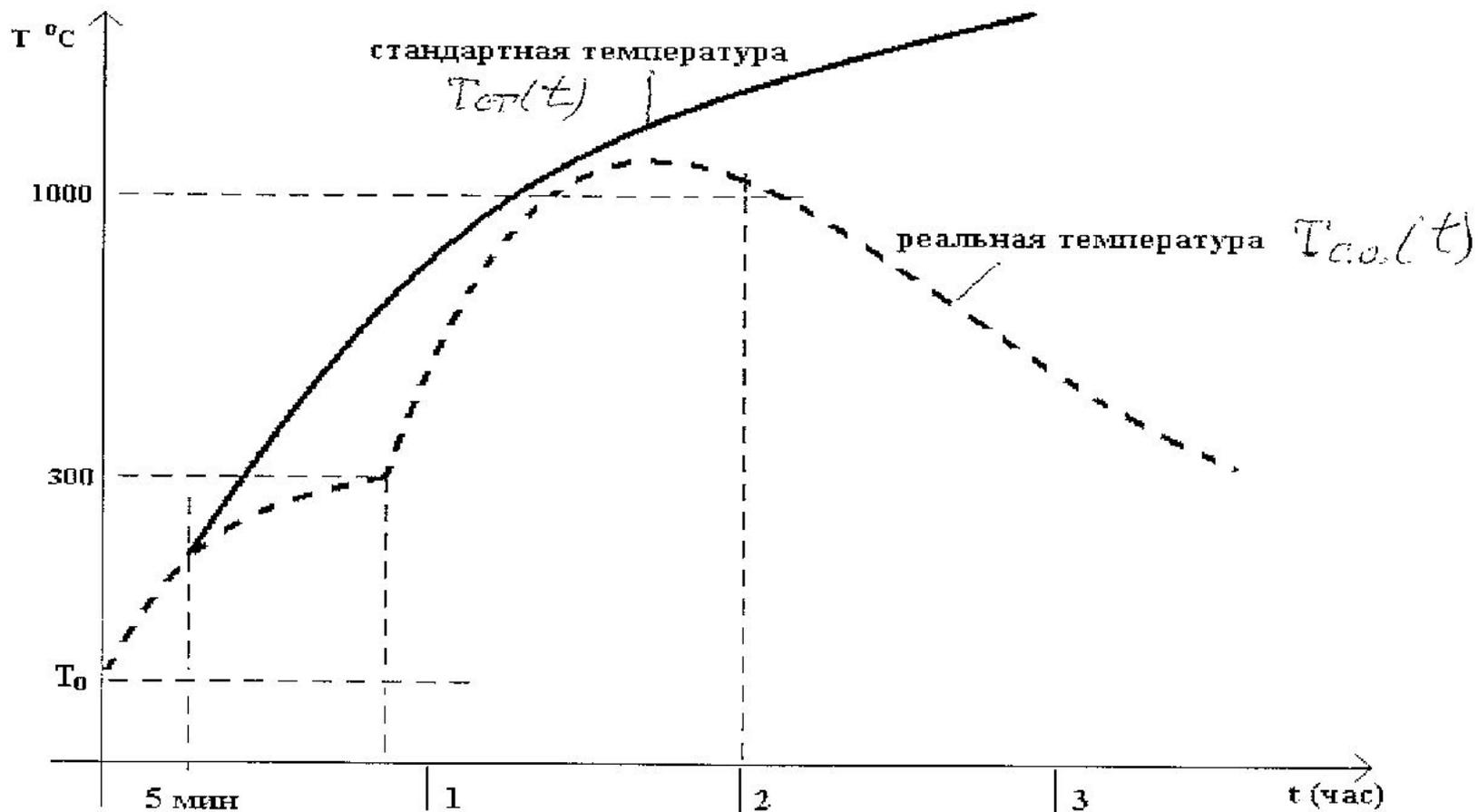
**Удельная пожарная нагрузка** – количество сгораемых материалов (в пересчете на древесину) на единицу площади ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ), либо количество энергии сгораемых материалов на единицу площади ( $\text{Дж.}/\text{м}^2$ ). Она делится на постоянную и временную. Чем больше пожарная нагрузка, тем продолжительнее пожар.

**Массовая скорость выгорания** – потеря массы горящего материала в единицу времени. Чем больше скорость выгорания, тем выше температура, развиваемая при пожаре, и тем короче время горения.

**Среднеобъемная температура** в помещении при пожаре зависит от пожарной нагрузки, площади и продолжительности горения. Она может быть определена в соответствии с ГОСТом по формуле стандартной среднеобъёмной температуры, начиная с 5 мин.:  $T(t)_{cm} = 345 \cdot \lg(8t+1) + T_0$ , где

- $T(t)_{cm}$  - температура окружающей среды в помещении в момент  $t$ , в  $[\text{°C}]$ ;
- $t$  - время от начала пожара, в [мин];
- $T_0$  - температура в помещении до пожара, в  $[\text{°C}]$ .

Реальные температуры могут отличаться от стандартной, обычно в



**Соотношение стандартной и реальной среднеобъёмных температур при пожаре в помещении**

# Опасные факторы пожара

К опасным факторам пожара относятся:

- **пламя и искры;**
- **тепловой поток;**
- **повышенная температура окружающей среды;**
- **повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;**
- **пониженная концентрация кислорода;**
- **снижение видимости в дыму.**

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- **осколки или части разрушившихся зданий, сооружений, транспортного и технологического оборудования и т.п.;**
- **радиоактивные и токсичные вещества** и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенного технологического оборудования;
- вынос **высокого напряжения** на токопроводящие части технологических установок и оборудования;
- **опасные факторы взрыва**, происшедшего вследствие пожара;
- **воздействие огнетушащих веществ.**

# ***Пожарная опасность производственных объектов***

## **Пожарная опасность промышленных объектов (ПОПО)**

является следствием и складывается из опасных факторов пожара при горении самих производственных зданий и сооружений, а также веществ и материалов, находящихся в них.

Классификация ПОПО дана в Техническом регламенте о требованиях пожарной безопасности (Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ).

## **Классификация пожарной опасности зданий зависит от пожарной опасности:**

- ***материалов, используемых в строительстве,***
- ***строительных конструкций,*** применённых в здании, сооружении,
- ***производственных помещений,*** в соответствии с их предназначением,
- ***самых производственных зданий с учётом их***

# **Классификация строительных материалов по пожарной опасности**

Пожарную опасность строительных материалов характеризуют:

- **горючесть;**
- **воспламеняемость;**
- **способность распространения пламени по поверхности;**
- **дымообразующая способность;**
- **токсичность продуктов горения.**

**По горючести строительные материалы** подразделяются на **негорючие (НГ)** и **горючие (Г)**, причём, последние подразделяются на группы:

- **слабогорючие (Г1)** – практически самостоятельно не горящие;
- **умеренногорючие (Г2)** – самостоятельно горящие не более 30 секунд;
- **нормальногорючие (Г3)** – самостоятельно горящие не более 300 секунд;
- **сильногорючие (Г4)** – самостоятельно горящие более 300 секунд.

**По дымообразующей способности** горючие материалы в зависимости от значения коэффициента дымообразования подразделяются на группы:

- **с малой дымообразующей способностью (Д1)**, имеющие коэффициент дымообразования менее 50 квадратных метров на килограмм;
- **с умеренной дымообразующей способностью (Д2)**, имеющие коэффициент дымообразования от 50, но не более 500 квадратных метров на килограмм;
- **с высокой дымообразующей способностью (Д3)**, имеющие коэффициент дымообразования более 500 квадратных метров на килограмм.

# Классификация строительных материалов по пожарной опасности (продолжение)

По токсичности продуктов горения горючие строительные материалы подразделяются на следующие группы:

- **малоопасные (Т1);**
- **умеренноопасные (Т2);**
- **высокоопасные (Т3);**
- **чрезвычайно опасные (Т4).**

В целом, пожарная опасность строительных материалов определяется интегральным показателем – классом пожарной опасности стройматериала:

Свойства пожарной опасности строительных материалов	Класс пожарной опасности строительных материалов в зависимости от групп					
	КМ 0	КМ 1	КМ 2	КМ 3	КМ 4	КМ 5
Горючесть	НГ	Г 1	Г 1	Г 2	Г 2	Г 4
Дымообразующая способность	-	Д 1	Д 2	Д 3	Д 3	Д 3
Токсичность продуктов горения	-	Т 1	Т 2	Т 2	Т 3	Т 4

# **Классификация строительных конструкций по огнестойкости**

Строительные конструкции зданий, сооружений и строений в зависимости от их способности сопротивляться воздействию пожара подразделяются на конструкции с пределами огнестойкости не менее 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180, 240 и 360 минут.

Наступление пределов огнестойкости строительных конструкций устанавливается по времени достижения одного из следующих признаков предельных состояний:

- **потери несущей способности (R);**
- **потери целостности (E);**
- **потери теплоизолирующей способности** вследствие повышения температуры до предельных значений на необогреваемой поверхности конструкции (*I*) или за необогреваемой поверхностью конструкции (*W*);
- **достижении предела дымогазонепроницаемости (S).**

Как и строительные материалы строительные конструкции по пожарной опасности интегрально подразделяются на следующие классы:

- **непожароопасные (K0);**
- **малопожароопасные (K1);**
- **умереннопожароопасные (K2);**
- **пожароопасные (K3).**

# **Классификация производственных помещений по пожарной и взрывной опасности**

Классификация определяет категории помещений, исходя из вида находящихся в них горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, а также исходя из объемно-планировочных решений помещений и характеристик проводимых в них технологических процессов.

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

- **повышенная взрывопожароопасность (А);**
- **взрывопожароопасность (Б);**
- **пожароопасность (В1 - В4);**
- **умеренная пожароопасность (Г);**
- **пониженная пожароопасность (Д).**

## **Классификация производственных помещений по пожарной и взрывной опасности (продолжение)**

**К категории А** относятся помещения, в которых находятся **горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С** способные образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 КПа.

**К категории Б** относятся помещения, в которых находятся **горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости** способные образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 КПа..

**К категориям В1 - В4** относятся помещения, в которых находятся **горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества** и материалы (в том числе пыли и волокна).

**К категории Г** относятся помещения, в которых находятся **негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии**, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени.

**К категории Д** относятся помещения, в которых находятся **негорючие вещества и материалы в холодном состоянии**.

# ***Пожарно-техническая классификация производственного объекта***

**Пожарно-техническая классификация** применяется для предъявления требований к системам обеспечения пожарной безопасности зданий, сооружений и строений в зависимости от их функционального назначения и пожарной опасности с учетом следующих критериев:

- ***степени огнестойкости;***
- ***класса конструктивной пожарной опасности;***
- ***класса функциональной пожарной опасности.***

**Классификация зданий, сооружений и строений по огнестойкости** относит их к ***I, II, III, IV или V степеням огнестойкости.***

**Классификация зданий, сооружений и строений по конструктивной пожарной опасности** подразделяет их на классы ***C0, C1, C2 и C3.***

**Классификация зданий, сооружений и строений по функциональной пожарной опасности** в зависимости от их назначения, а также от возраста, физического состояния и количества людей, находящихся в них **подразделяет их на 5 основных типов**, каждый из которых включает несколько