

Пожар как комплекс физических и химических процессов и явлений. Параметры развития пожара

Профессор кафедры
общетехнических дисциплин,
информационных систем и
технологий,
полковник гражданской защиты
Хасанова Гульжан Шариповна

План лекции

1. Общие понятия пожара
 - 1.1. Явления, которые сопровождают развитие пожара
 - 1.2. Опасные факторы пожара.
 - 1.3. Зоны пожара
 - 1.4. Стадии и периоды развития пожара
2. Классификация пожаров
3. Параметры развития пожаров

1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ ПОЖАРА

Пожар – неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный, моральный и экологический ущерб.

Пожар – это нерегламентный процесс уничтожения или повреждения огнем имущества, во время которого возникают явления, опасные для живых существ и окружающей среды.

Пожар – это процесс горения, возникший непроизвольно, либо по беспечности или злему умыслу, который продолжается до тех пор, пока не будут приняты специальные активные меры по его ограничению и тушению или не выгорят все горючие вещества и материалы.

1.1. Явления, сопровождающие развитие пожара

Все явления на пожаре можно разделить на две большие группы – общие и частные.

Общие явления пожара - явления, которые являются постоянными и обязательными для каждого пожара и взаимосвязаны между собой.

1. ***Горение*** (выделение тепла и продуктов сгорания).
2. ***Массообмен*** (вследствие образования конвекционных газовых потоков обеспечивается поступление воздуха в зону горения и отвод продуктов горения).
3. ***Теплообмен*** (тепло, которое выделяется в зоне горения, передается в окружающую среду и расходуется на нагрев горючих веществ, строительных конструкций, и обуславливает возможность самостоятельного распространения пожара).

Частные явления пожара - явления, которые носят случайный характер и присущи только конкретному пожару.

Например:

- разрушение строительных конструкций, трубопроводов, технологических установок;
- радиоактивное загрязнение местности;
- вспенивание и выброс нефтепродуктов;
- гибель и травмирование людей и животных и т.д.

1.2. Опасные факторы пожара

Опасные факторы пожара – первичные и второстепенные явления пожара, которые приводят к травмированию или гибели людей, а также к уничтожению или повреждению материальных ценностей.

Первичные явления пожара, которые влияют на людей и материальные ценности:

- открытый огонь и искры;
- повышенная температура окружающей среды;
- токсичные продукты горения и термического разложения;
- дым;
- сниженная концентрация кислорода в воздухе.

При снижении концентрации кислорода ниже 14% в организме человека наступают необратимые процессы, которые приводят к летальным последствиям. Поэтому **критическая концентрация кислорода для человека 14 %.**

Температура, °С	Время трудоспособности	
	влажность воздуха 15-20%	влажность воздуха 70-75%
40 °С	6 часов	4 часа
50 °С	1,5 часа	1 час
60 °С	1 час	25 минут
70 °С	35 минут	20 минут

Критической для человека считают температуру воздуха в помещении 70 °С.

Зона горения (открытое пламя) передает энергию в окружающую среду путем излучения.

$$Q_{\text{луч}} = \varepsilon_{\text{пр}} \sigma_0 T_{\text{гор}}^4 S_{\text{пл}}$$

Время воздействия	Критическая для человека плотность теплового потока излучения, кВт/м ²	
	Без защиты	В боевой одежде
кратковременное влияние	2,8	7,5
продолжительное влияние	1,05	4,2

Второстепенные явления пожара, которые влияют на людей и материальные ценности:

- падающие части строительных конструкций,
- ударная волна взрыва;
- радиоактивные или ядовитые вещества, которые поступают среду из поврежденного оборудования;
- электрический ток;
- огнетушащие вещества.

1.3. Зоны пожара

Пожар развивается в пространстве, при этом условно выделяют три зоны: зону горения (ЗГ), зону задымления (ЗЗ) и зону теплового воздействия (ЗТВ).

Зона горения – часть пространства, в которой протекают процессы термической подготовки горючих веществ (разложение, плавление, испарение) и сам процесс горения.

ЗГ включает в себя объем паров и газов, ограниченный фронтом пламени и поверхностью веществ, которые горят. При условии гетерогенного горения ЗГ совпадает с поверхностью горения.

В ЗГ выделяется тепло пожара и образуются продукты горения, которые распространяются в пространстве и создают ЗЗ и ЗТВ.

Зона задымления (ЗЗ) – часть пространства, которая примыкает к зоне горения, в которой концентрация продуктов горения является опасной для жизни и здоровье людей. В этой зоне невозможно пребывания людей без защиты органов дыхания и осложнены боевые действия из-за недостаточной видимости.

Внешняя граница ЗЗ считается там, где плотность дыма составляет $0,1 \div 0,6 \text{ г/м}^3$, видимость снижена до 6-12 метров, содержание кислорода в воздухе меньше 16 % и концентрация токсичных газов вызывает отравление людей.

Зона теплового воздействия (ЗТВ) – часть пространства, которая прилегает к зоне горения и в пределах которой протекают процессы теплообмена между поверхностью ЗГ и окружающими конструкциями и веществами.

Внешняя граница ЗТВ проходит там, где тепловое воздействие вызывает заметные существенные изменения в состоянии материалов и конструкций, или создаются условия, которые препятствуют работе личного состава по тушению пожара.

1.4. Стадии и периоды развития пожара

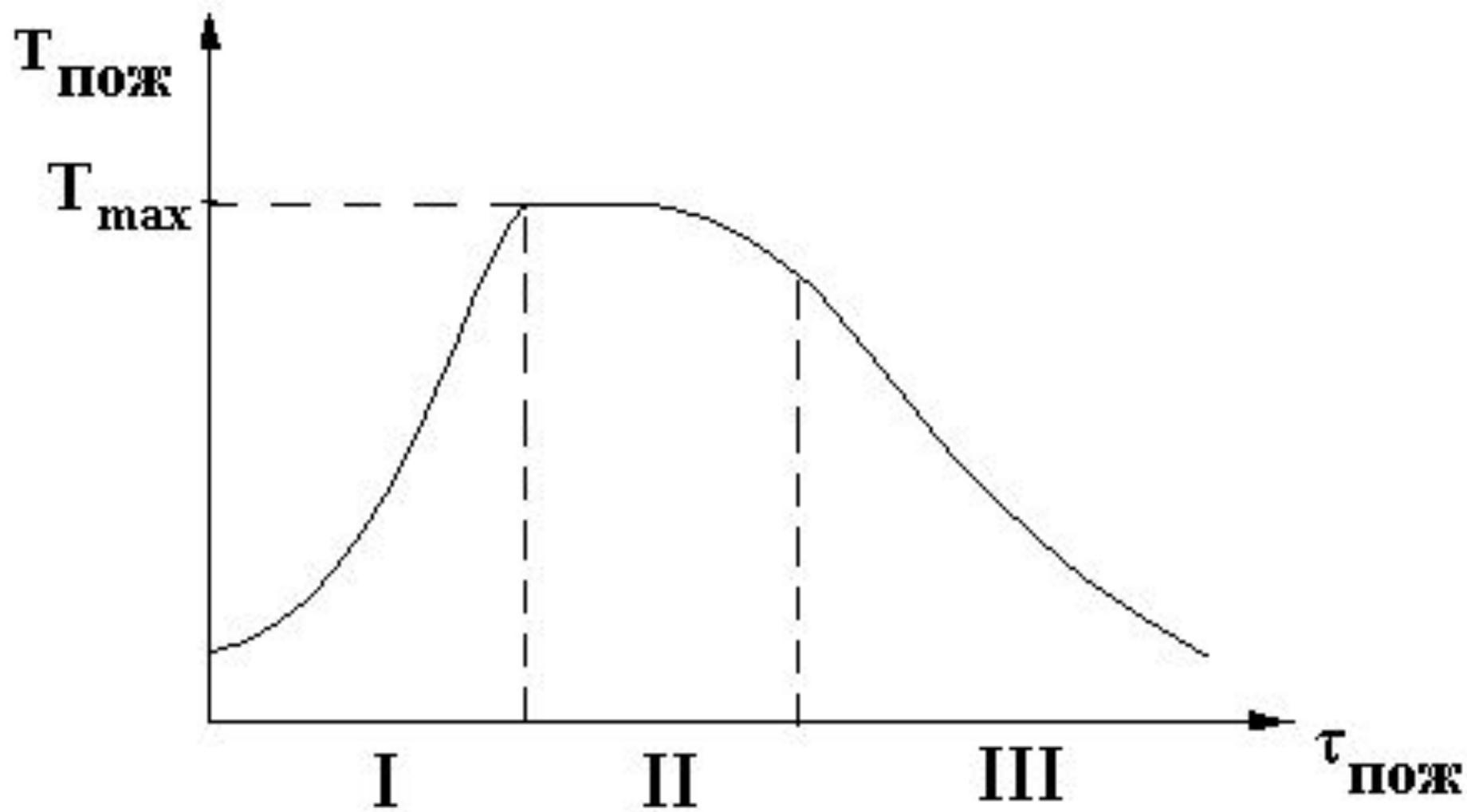
Развитие пожара во времени можно условно разделить на три ***стадии***:

- начальную,
- основную,
- конечную.

На ***начальной стадии*** происходит развитие пожара от момента воздействия источника зажигания на горючие вещества до момента, когда все помещение будет охвачено пламенем.

В ***основной стадии*** пожара выгорает до 80-90 % горючих веществ.

На ***конечной стадии*** развития происходит догорание материалов, процесс горения завершается.



Если в процессе развития пожары происходят действия по его тушению, то продолжительность пожара разделяют на три основных *периода*:

- период свободного развития пожара $\tau_{св}$
- период локализации пожара $\tau_{лок}$
- период ликвидации пожара $\tau_{ликв}$.

Период *свободного развития* пожара длится от момента возникновения горения до введения первых сил и средств по тушению пожара.

Период *локализации* пожара – время, на протяжении которого созданы условия для предотвращения дальнейшего развития пожара.

Период *ликвидации* пожара – время с момента локализации до полного прекращения горения на пожаре.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЖАРОВ

I. По условиям газообмена

1. Пожары на открытом пространстве - пожары, у которых газообмен (тепло- и массообмен) не ограничен строительными конструкциями

- *отдельные* - пожары, которые возникают в отдельном сооружении или здании;
- *сплошные* - одновременное интенсивное горение горючих веществ или большинства сооружений на данном участке;
- *массовые* - совокупность отдельных и сплошных пожаров;
- *огневой шторм* - образование единого огромного турбулентного факела с мощной конвективной колонкой нагретых продуктов сгорания.

2. Пожары в ограждении - пожары, у которых газообмен ограничен строительными конструкциями

- пожары, которые регулируются вентиляцией, (ПРВ) - протекают при условии ограниченного поступления воздуха и излишке горючих веществ;*
- пожары, которые регулируются пожарной нагрузкой, (ПРН) - пожары, которые протекают при незначительном количестве горючих веществ (малая пожарная нагрузка) и излишке воздуха в помещении.*

II. По изменению площади горения

В зависимости от изменения площади горения пожары делят на *типы*:

Распространяющиеся пожары – пожары, у которых площадь со временем увеличивается, а также пожары, которые постоянно меняют расположение зоны горения.

Нераспространяющиеся пожары – пожары, у которых площадь зоны горения не изменяется со временем (ограничена площадью расположения горючего вещества).

III. По виду горючего вещества

В зависимости от свойств веществ, особенностей их горения и тушение пожара делят на **классы** и **подклассы**:

A - пожары ТГМ:

A1 - тлеющие ТГМ; **A2** - ТГМ, которые не тлеют;

B - пожары жидкостей:

B1 - нерастворимые в воде жидкости, а также ТГМ, которые при нагревании плавятся и растекаются;

B2 - растворимые в воде горючие жидкости;

C - пожары газов;

D - пожары металлов и металлоорганических соединений:

D1 - легкие металлы; **D2** - щелочные металлы;

D3 - металлоорганические соединения;

E - пожары электрооборудования под напряжением.

3. ПАРАМЕТРЫ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА

Продолжительность пожара – время с момента возникновения пожара до полного прекращения горения.

Линейная скорость распространения пожара v_{ℓ} – расстояние, которое проходит фронт пожара за единицу времени, м/мин.

Массовая скорость выгорания v_m – масса вещества, которая выгорает за единицу времени с единицы площади горения, кг/м²с.

Температура пожара в ограждении – среднеобъемная температура газовой среды в помещении, в котором происходит пожар.

Температура пожара на открытом пространстве – температура зоны горения.

Пожарная нагрузка $R_{\text{пож}}$ – удельное количество теплоты, которое может выделиться во время пожара с единицы площади пола, кДж/м².

$$R = \frac{\sum m_{\text{ГВ}} Q_{\text{Н}}'}{S_{\text{пол}}}$$

Теплота пожара $Q_{\text{пож}}$ – количество теплоты, которое выделяется во время пожара в зоне горения за единицу времени, кДж/с.

$$Q_{\text{пож}} = \eta v_{\text{м}} S_{\text{пож}} Q_{\text{Н}}',$$

где η - коэффициент полноты сгорания;

$v_{\text{м}}$ - массовая скорость выгорания, кг/м²с;

$S_{\text{пож}}$ - площадь пожара, м² ;

$Q_{\text{Н}}'$ - рабочая теплота сгорания, кДж/кг.

Площадь пожара $S_{\text{пож}}$ – площадь проекции зоны горения на горизонтальную или вертикальную плоскость.

Фронт пожара – часть периметра, на которой распространение пожара происходит наиболее интенсивно

Пожары класса А относятся к распространяющимся. При расчете площади пожара принимают допущения:

- горючие вещества в помещении распределены равномерно, следовательно, пожар распространяется во всех направлениях с одинаковой скоростью;
- при достижении противопожарных конструкций распространение фронта пожара прекращается на время их огнестойкости;
- пожар принимает расчетные формы развития: круговую, полукруглую, сектор или прямоугольную форму;
- при достижении фронтом пожара ограждающих конструкций форма зоны горения принимается прямоугольной.

Площадь пожара зависит от скорости распространения и времени развития пожара.

В свою очередь скорость распространения пожара v_{ℓ} также зависит от времени развития пожара:

- до 10 минут свободного развития:

$$\tau_{\text{разв}} \leq 10 \text{ мин.} \quad v_{\ell} = 0,5 v_{\ell}^0$$

- с 10-ой минуты свободного развития до введения сил и средств по тушению пожара:

$$\tau_{\text{разв}} > 10 \text{ мин.} \quad v_{\ell} = v_{\ell}^0$$

- с момента введения сил и средств до локализации пожара:

$$\tau_{\text{св}} < \tau_{\text{разв}} < \tau_{\text{лок}} \quad v_{\ell} = 0,5 v_{\ell}^0$$

- после локализации:

$$\tau_{\text{разв}} > \tau_{\text{лок}} \quad v_{\ell} = 0$$

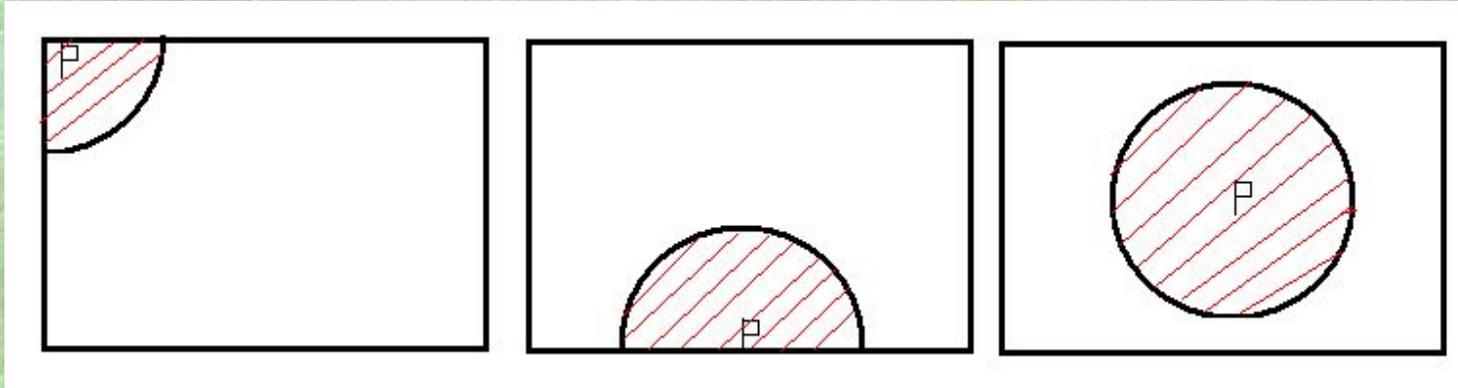
Радиус свободного развития пожара:

$$\tau_{\text{разв.}} \leq 10 \text{ мин.} \quad R = 0,5 v_{\ell}^0 \tau$$

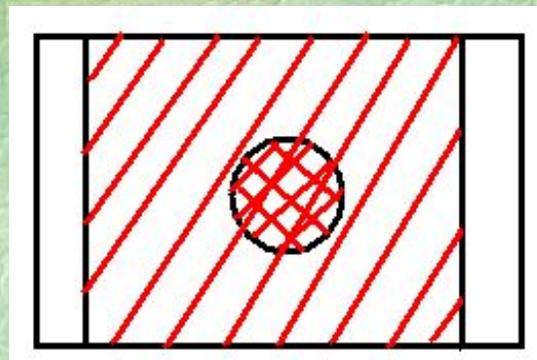
$$\tau_{\text{разв.}} > 10 \text{ мин.} \quad R = 0,5 v_{\ell}^0 10 + v_{\ell}^0 (\tau - 10)$$

При *пожаре в помещении* форма зоны горения и площадь пожара зависят от

- *места возникновения пожара*



- *времени развития пожара и размеров помещения*



Если пожар развивается на *открытом пространстве*, то форма зоны горения зависит от скорости ветра.

При скорости ветра $< 5\text{ м/с}$ пожар развивается по круговой схеме.

При скорости ветра $> 5\text{ м/с}$ пожар имеет угловую форму.

Угол развития пожара:

$$\alpha = \frac{65 - 2,6v_{\text{ветр}}}{57}, \text{ рад,}$$

где α - угол распространения в радианах;

$v_{\text{ветр}}$ - скорость ветра в м/с.

Задание на самоподготовку:

ЛЕКЦИЯ №18 – 19

Ответить на вопросы