

Министерство образования и науки Российской Федерации

ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И.Носова»

Кафедра промышленной экологии
и безопасности жизнедеятельности

**Расчет критического времени эвакуации по
развитию опасных факторов пожара**
методические указания
для проведения практических занятий
по дисциплине «Пожаровзрывобезопасность»
для студентов специальности 280101

Магнитогорск, 2009

Составители: Т.М. Мурикова, О.Б. Прошкина

Расчет критического времени эвакуации по развитию опасных факторов пожара: Методические указания для практических занятий по дисциплине «Пожаровзрывобезопасность» для студентов специальности 280101, а также по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009.

Рецензент: А.С. Сарваров, профессор, д.т.н.

Предельное необходимое время эвакуации людей зависит от времени воздействия различных опасных факторов пожара (ОПФ), которые являются или могут стать причиной, приводящей к гибели людей.

Нормированные значения опасных факторов пожара:

- предельная (критическая) температура окружающей среды. В условиях пожара считается, что такой температурой для человеческого организма является 70°C ;
- резкое снижение до опасных значений концентрации кислорода (15% и менее);
- достижение опасных концентраций продуктов горения или термического разложения веществ при пожаре, например: $\text{CO}_2 - 0,11 \text{ кг/м}^3$; $\text{CO} - 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$; $\text{HCl} - 23 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$;
- потеря видимости на путях эвакуации. Предельная видимость в дыму составляет 20 м;
- интенсивность теплового излучения $7,0 \text{ кВт/ м}^2$.

Довольно часто причиной гибели людей при пожаре становится отравление продуктами горения и потеря ориентации в дыму.

Наиболее часто при горении выделяются CO , CO_2 , HCl , NO_2 . Описание воздействия продуктов горения на человеческий организм приведено в табл. 1.

Таблица 1

Концентрации летучих токсичных веществ, выделяющихся при пожаре и их действие

Название и химическая формула	Описание действия	Концентрация	Симптомы
1	2	3	4
Оксид углерода, угарный газ, CO	В результате соединения с гемоглобином крови, образуется неактивный комплекс – карбоксигемоглобин, вызывающий нарушение доставки кислорода к тканям организма. Выделяется при горении полимерных материалов. Выделению способствует медленное горение и недостаток кислорода	0,2-1% об.	Гибель человека за период от 3 до 60 минут

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
Диоксид углерода, углекислый газ, CO_2	Вызывает учащение дыхания и увеличение легочной вентиляции, оказывает сосудорасширяющее действие, вызывает сдвиг pH крови, также вызывает повышение уровня адреналина	12 % об. 20 % об.	Потеря сознания, смерть в течение нескольких минут Немедленная потеря сознания и смерть
Хлороводород, хлористый водород, HCl	Снижает возможность ориентации человека: соприкасаясь с влажным глазным яблоком, превращается в соляную кислоту. Вызывает спазмы дыхания, воспалительные отеки и, как следствие, нарушение функции дыхания. Образуется при горении хлорсодержащих полимеров, особенно ПВХ	2000-3000 мг/м^3	Летальная концентрация при действии в течение нескольких минут
Циановодород, (цианистый водород, синильная кислота), HCN	Вызывает нарушение тканевого дыхания вследствие подавления деятельности железосодержащих ферментов, ответственных за использование кислорода в окислительных процессах. Вызывает паралич нервных центров. Выделяется при горении азотсодержащих материалов (шерсть, полиакрилонитрил, пенополиуретан, бумажно-слоистые пластики, полиамиды и пр.)	240-360 мг/м^3 420-500 мг/м^3	Смерть в течение 5-10 минут Быстрая смерть
Фтороводород, (фтористый водород, HF)	Вызывает образование язв на слизистых оболочках глаз и дыхательных путей, носовые кровотечения, спазм гортани и бронхов, поражение ЦНС, печени. Наблюдается сердечно-сосудистая недостаточность. Выделяется при горении фторсодержащих полимерных материалов	45-135 мг/м^3	Опасен для жизни после нескольких минут действия

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
Диоксид азота, NO_2	При попадании в кровь, образуются нитриты и нитраты, которые переводят оксигемоглобин в метгемоглобин, что вызывает кислородную недостаточность организма, обусловленную поражением дыхательных путей. Предполагается, что при пожарах в жилых домах отсутствуют условия, необходимые для интенсивного горения. Однако известен случай массовой гибели людей в клинической больнице из-за горения рентгеновской пленки	510-760 мг/м^3 950 мг/м^3	При вдыхании в течение 5 минут развивается бронхопневмония Отек легких
Аммиак, NH_3	Оказывает сильное раздражающее и прижигающее действие на слизистые оболочки. Вызывает обильное слезотечение и боль в глазах, удушье, сильные приступы кашля, головокружение, рвоту, отеки голосовых связок и легких. Образуется при горении шерсти, шелка, полиакрилонитрила, полиамида и полиуретана	375 мг/м^3 1400 мг/м^3	Допустимая в течение 10 минут Летальная концентрация
Акролеин (акриловый альдегид, $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHO}$)	Легкое головокружение, приливы крови к голове, тошнота, рвота, замедление пульса, потеря сознания, отек легких. Иногда отмечается сильное головокружение и дезориентация. Источники выделения паров - полиэтилен, полипропилен, древесина, бумага, нефтепродукты	13 мг/м^3 75-350 мг/м^3	Переносимая не более 1 минуты Летальная концентрация
Сернистый ангидрид (диоксид серы, сернистый газ, SO_2)	На влажной поверхности слизистых оболочек последовательно превращаются в сернистую и серную кислоту. Вызывает кашель, носовые кровотечения, нарушает обменные процессы, способствует образованию метгемоглобина в крови, действует на кроветворные органы. Выделяется при горении шерсти, войлока, резины и др.	250-500 мг/м^3 1500-2000 мг/м^3	Опасная концентрация Смертельная концентрация при действии нескольких минут

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Серо- водо- род, H_2S	Раздражение глаз и дыха- тельных путей. Появление судорог, потеря сознания. Об- разуется при горении серосо- держащих материалов	700 мг/м ³ 1000 мг/м ³	Тяжелое отравление Смерть в течение не- скольких ми- нут
Дым, паро- газо- аэрозо- льный ком- плекс	В его составе находятся твер- дые частицы сажи, жидкие частицы смолы, влаги, аэро- золей конденсации выполня- ющих транспортную функцию для токсичных веществ при дыхании. Кроме того, частицы дыма сорбируют на своей по- верхности кислород, умень- шая его содержание в газовой фазе. Крупные частицы (>2,5 мкм) оседают в верхних дыха- тельных путях, вызывая меха- ническое и химическое раз- дражение слизистой оболочки. Мелкие частицы проникают в бронхиолы и альвеолы. При поступлении в большом коли- честве возможна закупорка дыхательных путей		

В настоящее время, нормируются предельные значения опасных факторов пожара, рассмотренные независимо друг от друга. Современные данные показывают, что при одновременном поступлении продуктов горения в организм человека, наблюдается сложный эффект совместного воздействия. Выделяется три типа воздействия: суммирование/аддитивность (конечный результат одновременного действия нескольких ядов равен сумме эффектов каждого из них), потенцирование/синергизм (конечный результат больше арифметической суммы отдельных эффектов) и антагонизм (снижение эффекта совместного действия ядов по сравнению с предполагаемой суммой отдельных эффектов). Эффект совместного воздействия ОФП на организм человека описан в табл. 2.

Таблица 2

Примеры различных типов влияния опасных факторов пожара, выделяющихся при горении

Взаимодействующие вещества	Описание воздействия	Тип действия
CO + недостаток кислорода	Биологические эффекты суммируются	Аддитивность
CO+CO ₂	Снижение токсичности CO в присутствии CO ₂	Антагонизм
CO+HCl	При концентрации близкой к летальной HCl отягощает интоксикацию CO (суммирование эффектов). При невысоких концентрациях, HCL рефлекторно уменьшает частоту дыхания, ограничивая поступление CO в организм (антагонистическое влияние)	Аддитивность /антагонизм
CO+CO ₂ +недостаток O ₂	Нивелирует антагонистическое влияние CO ₂ на токсичность CO	Сложное комплексное воздействие
CO+NO ₂ +SO ₂	Присутствие CO и NO ₂ существенно усиливает токсичность CO и отчасти друг друга	Синергизм
CO+NO ₂ +HCl+сажа	Ведущая роль в формировании токсического эффекта принадлежит CO. При низких уровнях содержания CO, проявляются показатели, характеризующиеся интоксикацией хлороводорода. Влияние аэрозольного компонента проявляется следующим образом. При размере частиц сажи с размером 2-5 мкм обнаружился общий усиливающий, а свыше 5 мкм – ослабляющий эффект.	Сложное комплексное воздействие

Примечание. Рост температуры повышает чувствительность организма к токсическому воздействию.

Человек должен иметь возможность покинуть горящий

объект до достижения опасными факторами пожара предельных значений, угрожающих жизни человека.

Необходимое время эвакуации рассчитывается как произведение критической для человека продолжительности пожара на коэффициент безопасности. Предполагается, что каждый опасный фактор воздействует на человека независимо от других.

Критическая продолжительность пожара для людей, находящихся на этаже очага пожара, определяется из условия достижения одним из ОФП в поэтажном коридоре своего предельно допустимого значения. В качестве критерия опасности для людей, находящихся выше очага пожара, рассматривается условие достижения одним из ОФП предельно допустимого значения в лестничной клетке на уровне этажа пожара.

Расчет ($t_{нб}$) производится для наиболее опасного варианта развития пожара, характеризующегося наибольшим темпом нарастания ОФП в рассматриваемом помещении.

Сначала рассчитывают значения критической продолжительности пожара ($t_{кр}$) по условию достижения каждым из ОФП предельно допустимых значений в зоне пребывания людей (рабочей зоне).

1. По повышенной температуре ($t_{кр}^T$, час.):

$$t_{кр}^T = \left\{ \frac{B}{A} \lg \left[1 + \frac{70 - t_o}{(273 + t_o)z} \right] \right\}^{1/n},$$

где B - размерный комплекс, зависящий от теплоты сгорания материала и свободного объема помещения, кг.

$$B = \frac{353C_p \cdot V}{(1 - \varphi)\eta Q},$$

C_p – удельная изобарная теплоемкость газа кДж кг⁻¹.

В случае, когда рассчитывается температура воздуха в помещении, это – теплоемкость воздуха, которая равна 1,01 кДж кг⁻¹.

V – свободный объем помещения, м³.

Свободный объем помещения соответствует разности между геометрическим объемом и объемом оборудования или предметов, находящихся внутри. Если рассчитывать свободный объем

невозможно, допускается принимать его равным 80% геометрического объема.

φ – коэффициент теплопотерь. Учитывает потери тепла на нагрев конструкций и оборудования;

η – коэффициент полноты горения;

Q – низшая теплота сгорания материала, кДж кг⁻¹ (табл. 5);

A – размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания горючего материала, площадь пожара и форму поверхности горения, кг·с⁻ⁿ. Вычисляется следующим образом:

а) для случая горения жидкости с установившейся скоростью при неизменной площади горения F (такие процессы горения характерны для горения складов ЛВЖ и ГЖ при конструктивно ограниченной площади разлива):

$$A = \psi_F \cdot F,$$

где ψ_F – удельная массовая скорость выгорания горючего вещества, кг·м⁻²·с⁻¹, (см. табл. 5);

б) при горении жидкости с неустановившейся скоростью горения:

$$A = 0,67 \frac{\psi_F \cdot F}{\sqrt{\tau_{CT}}};$$

где τ_{CT} – время установления стационарного режима выгорания жидкости, с.

Значение τ_{CT} принимают в зависимости от температуры кипения жидкости:

До 100 °С – 180 с;

От 101 до 150 °С – 240 с;

Более 150 °С – 360 с.

в) для кругового распространения пламени по поверхности равномерно распределенного в горизонтальной плоскости горючего материала:

$$A = 1,05 \psi_F \cdot g^2,$$

где g – линейная скорость распространения пламени по поверхности горючего материала, м с⁻¹, (см. табл. 4).

г) для вертикальной или горизонтальной поверхности горения в виде прямоугольника, одна из сторон которого увеличивается в двух направлениях за счет распространения пламени (например, распространение огня в горизонтальном направлении по занавесу после охвата его пламенем по всей высоте):

$$A = \psi_F \cdot \vartheta \cdot b,$$

где b – перпендикулярный к направлению движения пламени размер зоны горения, м.

д) для поверхности горения, имеющей форму цилиндра (горение пакета декораций или тканей, размещенных с зазором):

$$A = 2,09 \psi_F \vartheta_z \cdot \vartheta_g,$$

где ϑ_z – среднее значение горизонтальной скорости распространения пламени, м с⁻¹;

ϑ_g – среднее значение вертикальной скорости распространения пламени, м с⁻¹.

n – показатель степени, учитывающий изменение массы выгорающего материала во времени:

а) для случая горения жидкости с установившейся скоростью при неизменной площади горения F (такие процессы горения характерны для горения складов ЛВЖ и ГЖ при конструктивно ограниченной площади разлива) $n = 1$;

б) при горении жидкости с неустановившейся скоростью горения $n = 1,5$;

в) для кругового распространения пламени по поверхности равномерно распределенного в горизонтальной плоскости горючего материала $n = 3$;

г) для вертикальной или горизонтальной поверхности горения в виде прямоугольника, одна из сторон которого увеличивается в двух направлениях за счет распространения пламени (например, распространение огня в горизонтальном направлении по занавесу после охвата его пламенем по всей высоте) $n = 2$;

д) для поверхности горения, имеющей форму цилиндра (горение пакета декораций или тканей, размещенных с зазором) $n = 3$.

t_0 – начальная температура воздуха в помещении, °С;

z – безразмерный параметр, учитывающий неравномерность распределения ОФП по высоте помещения;

Параметр z вычисляют по формуле (при $H \leq 6$ м):

$$z = \frac{h}{H} \exp\left(1,4 \frac{h}{H}\right),$$

где h – высота рабочей зоны, м;

H – высота помещения, м.

Высоту рабочей зоны рассчитывают по формуле:

$$h = h_{пл} + 1,7 - 0,5\sigma,$$

где $h_{пл}$ – высота площадки, на которой находятся люди, над полом помещения, м;

δ – разность высот пола, равная нулю при горизонтальном его расположении, м.

При расположении людей на различных по высоте площадках необходимое время эвакуации следует определять для каждой площадки.

Следует иметь в виду, что наибольшей опасности при пожаре подвергаются люди, находящиеся на более высокой отметке. Поэтому, например, при определении необходимого времени эвакуации людей из партера зрительного зала с наклонным полом значение h следует находить, ориентируясь на наиболее высоко расположенные ряды кресел.

2. По потере видимости ($t_{кр}^B$, час.):

$$t_{кр}^B = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[1 - \frac{V \cdot \ln(1,05a \cdot E)}{\ell_{np} \cdot B \cdot D_m \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n},$$

где параметры A, B, z, n – смотри выше.

a – коэффициент отражения предметов на путях эвакуации. При отсутствии специальных требований значение a принимается равным 0,3.

E – начальная освещенность, лк. При отсутствии данных принимается равным 50 лк.

ℓ_{np} – предельная дальность видимости в дыму, м. Составляет 20 м.

D_m – дымообразующая способность горящего материала, $\text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$; (см. табл. 6).

3. По пониженному содержанию кислорода ($t_{кр}^K$, час.):

$$t_{кр}^K = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L_K}{V} + 0,27 \right) z} \right]^{-1} \right\}^{1/n},$$

где параметры A, B, V, n – смотри выше.

L_K – удельный расход кислорода, $\text{кг} \cdot \text{кг}^{-1}$, т.е. расход кислорода на сгорание 1 кг горючего вещества, (см. табл. 3).

4. По каждому из газообразных токсичных продуктов горения ($t_{кр}^Г$, час.)

$$t_{кр}^Г = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L_Г \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n},$$

где параметры A, B, V, n, z – смотри выше.

$L_Г$ – удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала, $\text{кг} \cdot \text{кг}^{-1}$, (см. табл. 3).

X – предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении, кг м^{-3} .

Для $\text{CO}_2 - X = 0,11 \text{ кг м}^{-3}$;

для $\text{CO} - X = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ кг м}^{-3}$;

для $\text{HCL} - X = 23 \cdot 10^{-6} \text{ кг м}^{-3}$.

Если под знаком логарифма получается отрицательное число, то данный ОФП не представляет опасности.

Из полученных в результате расчетов значений критической продолжительности пожара выбирается минимальное:

$$t_{кр} = \min \{t_{кр}^T, t_{кр}^B, t_{кр}^K, t_{кр}^Г\}.$$

Необходимое время эвакуации людей ($t_{нб}$), мин, из рассматриваемого помещения рассчитывают по формуле:

$$t_{нб} = 0,8 t_{кр} \cdot 60.$$

Далее находят количество материала (m), выгоревшего к моменту $t_{кр}$:

$$m = A \cdot t_{кр},$$

где $t_{кр}$ – критическая продолжительность пожара, часы.

Полученную массу сравнивают с массой горючего материала (М) на защищаемом объекте. Если $m > M$ (расчетная масса горючего вещества, при сгорании которой ОФП достигают предельного значения, превышает фактическую массу горючего вещества, имеющегося на объекте), то можно сделать вывод, что данное горючее вещество не представляет опасности. То есть при сгорании всей массы этого горючего вещества уровень опасного фактора пожара, по которому производился расчет, не достигнет предельного (опасного для человека) значения.

Таблица 3

Удельный выход (потребление) газов при горении веществ и материалов

Вещество или материал	Удельный выход (потребление) газов, L, $\text{кг} \cdot \text{кг}^{-1}$			
	L_{CO}	L_{CO_2}	L_{O_2}	L_{HCL}
Хлопок	0,0052	0,57	2,3	-
Лен	0,0039	0,36	1,83	-
Хлопок + капрон (3:1)	0,012	1,045	3,55	-
Турбинное масло	0,122	0,7	0,282	-
Кабель АВВГ	0,11	-	-	0,023
Кабель АПВГ	0,150	-	-	0,016
Древесина	0,024	1,51	1,15	-
Керосин	0,148	2,92	3,34	-
Древесина, огнеза- щищенная препара- том СДФ - 552	0,12	1,96	1,42	-
Бензин	0,13	0,65	0,25	-
Ацетон	0,2	0,67	0,26	-

Таблица 4

Линейная скорость распространения пламени по поверхности материала

Материал	$\vartheta \cdot 10^2, \text{ м с}^{-1}$
Хлопок разрыхленный	4,2
Лен разрыхленный	5,0
Хлопок + капрон (3 : 1)	2,8
Древесина	4
Подвешенные ворсистые ткани	6,7-10
Текстильные изделия в закрытом складе при загрузке $100 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$	0,6
Бумага (книги, журналы)	0,5
Синтетический каучук	0,7
Деревянные покрытия цехов большой площади, деревянные стены, отделанные древесноволокнистыми плитами	2,8-5,3
Соломенные изделия	6,7
Ткани:	
по горизонтали	1,3
в вертикальном направлении	30
в направлении, перпендикулярном к поверхности тканей, при расстоянии между ними 0,2 м	4,0
Резина	1,7-2
Синтетическое напольное покрытие	0,07
Торфоплиты в штабелях	1,7
Кабель ААШв, АПВГ, АВВГ	
сверху вниз в горизонтальном тоннеле при расстоянии между полками 0,2 м	0,3
В горизонтальном направлении	0,33
В горизонтальном направлении в вертикальном тоннеле при расстоянии между рядами 0,2-0,4 м	0,083
Бензин	0,45
Ацетон	0,44
Дизельное топливо	0,4
Керосин	0,43
Толуол	0,388
Турбинное масло	0,5
Полиэтилен	0,32
Пенопласт ПБХ-9	0,37

Таблица 5

Средняя скорость выгорания и низшая теплота сгорания веществ и материалов

Вещества и материалы	ψ_F , удельная массовая скорость выгорания, $\times 10^{-3}$, $\text{кг м}^{-2} \text{с}^{-1}$	Низшая теплота сгорания, Q , $\text{кДж} \cdot \text{кг}^{-1}$
Бензин	61,7	41870
Ацетон	59,6	28890
Диэтиловый эфир	108,3	33500
Бензол	73,3	38520
Дизельное топливо	42,0	48870
Керосин	48,3	43540
Мазут	34,7	39770
Нефть	28,3	41870
Этиловый спирт	33	27200
Турбинное масло	30	41870
Изопропиловый спирт	31,3	30145
Изопентан	10,3	45220
Толуол	85	41030
Натрий металлический	17,5	10900
Древесина (бруски)	39,3	13800
Древесина (мебель в жилых и административных зданиях)	14	13800
Бумага разрыхленная	8	13400
Бумага (книги, журналы)	4,2	13400
Книги на деревянных стеллажах	16,7	13400
Киноплёнка триацетатная	9	18800
Каучук синтетический	13	43890
Каучук натуральный	19	44725
Органическое стекло	16,1	27670
Полистирол	4	39000
Резина	11,2	33520
Текстолит	6,7	20900
Пенопласт ПВХ-9	2,8	24300
Волокно штапельное	6,7	13800
Полиэтилен	10,3	47140
Полипропилен	14,5	45670
Хлопок в тюках $190 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$	2,4	16750
Хлопок разрыхленный	21,3	15700
Лен разрыхленный	21,3	15700
Хлопок + капрон (3:10)	12,5	16200

Таблица 6

Дымообразующая способность веществ и материалов

Вещество или материал	Дымообразующая способность, D_m , $\text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$	
	Тление	Горение
Бутиловый спирт	-	80
Бензин А-76	-	256
Этилацетат	-	330
Циклогексан	-	470
Толуол	-	562
Дизельное топливо	-	620
Древесина.	345	123
ДСП – древесно-стружечная плита	760	90
Сосна	759	145
Береза	756	160
ДВП – древесно-волоконистая плита	879	130
Линолеум ПВХ	200	270
Стеклопластик	640	340
Полиэтилен	1290	890
Табак «Юбилейный»	240	120
Пенопласт ПВХ-9	2090	1290
Резина	1680	850
Полиэтилен высокого давления ПЭВФ	1930	790
Пленка ПВХ марки ПДО - 15	640	400
Пленка марки ПДСО – 12	820	470
Турбинное масло	-	243
Лен разрыхленный	-	33,7
Ткань вискозная	63	63
Атлас декоративный	32	32
Репс	50	50
Ткань мебельная полушерстяная	103	116
Полотно палаточное	57	58
Фанера	700	140
Хлопок	-	35

Варианты заданий:

Рассчитать по своему варианту:

1. Критическое и необходимое время эвакуации для каждого из веществ, находящихся в помещении (расчет вести для горения).

2. Определить будут ли представлять опасность при эвакуации людей из помещения в случае пожара горючие вещества, находящиеся в помещении.

Считать, что коэффициент теплопотерь $\varphi = 0,1$. Коэффициент полноты горения $\eta = 0,9$.

Таблица 7

Данные по вариантам для выполнения расчета критического времени эвакуации

№ Варианта	Размер помещения	$t_{\text{ог}}, ^\circ\text{C}$	Высота рабочей зоны, $h, \text{м}$	Горючее вещество	Масса, кг	Форма поверхности горения (табл.8)	Площадь горения, $F, \text{м}^2$	ОФП, по которому вести расчет
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	20x 10x 5	20	1,7	бензин	400	а	200	По температуре и потере видимости
				керосин	200	б	200	По пониженному содержанию O_2 и по токсичным продуктам горения

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	15х 15х 6	18	2	толуол	200	а	200	*
				ацетон	1200	б	200	**
3	10х 30х 4	22	1,8	древесина	300	в	50	*
				хлопок	500	в	300	**
4	20х 20х 4	25	2,1	полиэтилен	400	в	100	*
				лен	400	в	200	**
5	40х 10х 3	22	1,8	резина	700	в	400	*
				хлопок+капрон	1000	в	200	**
6	25х 30х 5	26	2,0	турбинное масло	500	а	500	*
				древесина	1300	в	100	**
7	30х 10х 5	20	1,8	лен	1300	в	100	*
				бензин	600	а	300	**
8	20х 20х 6	22	2,5	дизельное топливо	600	а	400	*
				турбинное масло	1400	б	400	**
9	40х 10х 5	25	2,2	пенопласт	100	в	400	*
				хлопок	500	в	200	**
10	30х 8х4	18	1,9	хлопок	500	в	120	*
				лен	500	в	120	**
11	20х 10х 4	27	2,3	бензин	1000	а	200	*
				турбинное масло	500	б	200	**
12	20х 20х 3	20	1,8	толуол	400	а	400	*
				бензин	500	б	400	**

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	30х 6х3	22	1,7	древесина	800	в	100	*
				хлопок + капрон	600	в	80	**
14	30х 10х 5	25	2,4	полиэтилен	700	в	100	*
				керосин	900	а	300	**
15	20х 10х 6	23	2,0	резина	500	в	100	*
				древесина	500	в	200	**
16	25х 10х 4	22	1,8	турбинное масло	600	б	250	*
				ацетон	500	а	250	**
17	30х 10х 5	20	2,2	лен	300	в	300	*
				хлопок	400	в	150	**
18	15х 15х 4	22	2,0	дизельное топливо	400	а	200	*
				лен	700	в	50	**
19	30х 10х 4	18	2,3	пенопласт	800	в	200	*
				хлопок+капрон	600	в	100	**
20	30х 20х 5	23	2,0	хлопок	1000	в	400	*
				турбинное масло	1200	а	500	**
21	30х 30х 4	20	1,8	бензин	1000	а	900	*
				древесина	1300	в	400	**
22	40х 10х 4	22	2,0	толуол	1200	а	400	*
				керосин	1000	б	400	**
23	25х 10х 3	18	2,2	древесина	1000	в	100	*
				ацетон	500	а	250	**

Окончание табл. 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
24	25х 25х 4	23	2,0	поли- этилен	800	в	200	*
				бензин	800	а	600	**
25	30х 20х 3	24	2,0	резина	750	в	400	*
				хлопок	1250	в	500	**
26	25х 25х 4	25	1,8	турбин- ное мас- ло	800	а	350	*
				лен	1200	в	200	**
27	40х 10х 5	27	2,4	лен	800	в	200	*
				хлопок+ капрон	900	в	200	**
28	20х 20х 6	24	2,0	дизель- ное топ- ливо	1500	б	400	*
				турбин- ное мас- ло	1000	а	400	**
29	25х 10х 4	20	1,8	пено- пласт	600	в	200	*
				древе- сина	1200	в	150	**
30	30х 20х 6	22	2,2	хлопок	500	в	200	*
				керосин	1500	а	600	**

Примечание:

* - Расчет необходимо вести по температуре и потере видимости.

** - Расчет вести по пониженному содержанию O_2 и по токсичным продуктам горения.

Таблица 8

Форма поверхности горения

а	Горение жидкости с установившейся скоростью при неизменной площади горения F (такие процессы горения характерны для горения складов ЛВЖ и ГЖ при конструктивно ограниченной площади разлива)
б	Горение жидкости с неуставившейся скоростью горения
в	Круговое распространение пламени по поверхности равномерно распределенного в горизонтальной плоскости горючего материала

Список литературы:

1. ГОСТ 12.1.004 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
2. ППБ-01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации.
3. Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочник в 2-х томах.- М.:Ассоциация «Пожнаука», 2000.
4. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочник в 2-х томах / А.Н.Баратов,А.Я.Корольченко и др. – М.:Химия, 1990.