

ПЕРМИНОВ В.А., СЕЧИН А.И.

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ И ВОСПЛАМЕНЕНИЯ
ЖИДКОСТЕЙ В ОТКРЫТОМ ТИГЛЕ**

ВВЕДЕНИЕ

Целью выполнения лабораторной работы «Определение температуры вспышки и воспламенения жидкостей в открытом тигле» является:

1. знакомство с основными понятиями и теоретическими сведениями об условиях возникновения горения жидкостей;
2. получение навыков самостоятельного определения температуры вспышки и воспламенения жидкостей для классификации жидкостей по воспламеняемости;
3. реализация выбранного метода с доведением до формулы, числа и т.п., а также развитие навыков практической работы.

Выполнение лабораторной работы и оформление отчета является проверкой усвоения студентами теоретического материала и приобретения практического навыка определения температуры вспышки и воспламенения жидкостей. Перед выполнением лабораторных работ следует ознакомиться с соответствующим теоретическим разделом дисциплины.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Горение жидкостей

В огромных количествах горючие жидкости добываются, транспортируются, хранятся, перерабатываются и используются в народном хозяйстве страны. Основным их источником являются нефть и газовый конденсат, объем добычи которых сейчас у нас в стране составляет более 300 млн т. Такое количество нефти и конденсата транспортируется, хранится, перерабатывается и потребляется во многих отраслях народного хозяйства – в нефтеперерабатывающей, нефтехимической, химической промышленности и других, на всех видах транспорта и в быту [1].

Горючие жидкости обладают большой пожарной опасностью [1, 2]. Для эффективной защиты их от пожаров требуются глубокие знания закономерностей возникновения и развития процессов горения.

Характерной особенностью практически всех горючих жидкостей является способность их к испарению при любых условиях. Над поверхностью горючих жидкостей всегда находятся их пары, которые, смешиваясь с воздухом, могут образовывать взрывоопасные смеси. Такое состояние жидкостей приводит к тому, что пожарная их опасность представляет опасность двоякого рода: в одном случае происходит только вспышка паров, а в другом – вспышка паров и возникновение устойчивого горения самой жидкости.

1.1.1. Условия возникновения горения жидкостей

Реакция горения жидкости начинается и протекает сложнее, чем у газов. Представим себе, что жидкость налита в открытый сосуд (рис. 1). Жидкости непрерывно испаряются даже при низких температурах. Поэтому над зеркалом жидкости всегда присутствует парообразная смесь с воздухом за счет того, что часть молекул на поверхности, которые имеют большую кинетическую энергию, покидают жидкость и смешиваются с воздухом. При этом поверхность жидкости охлаждается. За счет теплового движения молекулы постепенно распространяются за пределы открытого сосуда. Плотность пара жидкостей по воздуху больше единицы, т.е. пар тяжелее воздуха. Он оседает вниз, скапливаясь на поверхности земли, пола и т.п. В результате длительного испарения могут образовываться взрывоопасные паровоздушные облака очень большой протяженности – до нескольких десятков и даже сотен метров [1, 2].

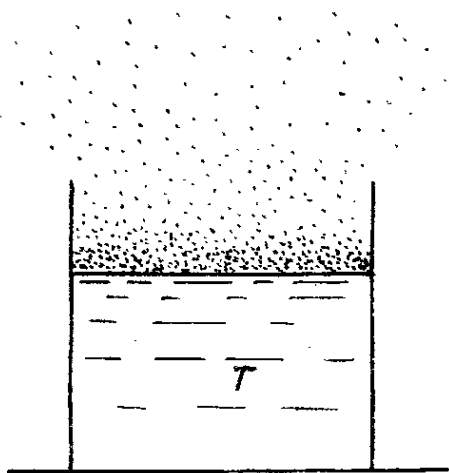


Рис. 1. Схема испарения жидкости из открытого сосуда

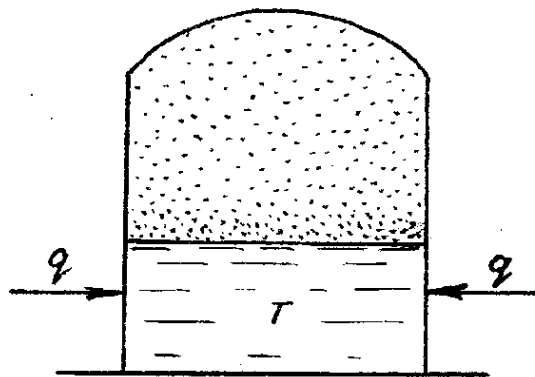


Рис. 2. Схема парообразования в закрытом сосуде

Пар представляет собой газ, поэтому его пожарная опасность характеризуется всеми показателями пожарной опасности газов.

Иначе ведут себя жидкости в закрытом сосуде (рис. 2). В этом случае пары уже не могут рассеиваться в окружающую среду. По мере испарения концентрация пара в свободном пространстве сосуда повышается и в итоге достигает состояния насыщения. Устанавливается динамическое равновесие, при котором количество испаряющихся молекул равно количеству конденсирующихся обратно в жидкость. Такой пар называют насыщенным, а его парциальное давление – давлением насыщенного пара (обозначается $P_{\text{нас}}$). Зная давление насыщенного пара можно рассчитать его концентрацию в паровоздушной смеси и установить пожарную опасность смеси насыщенного пара с воздухом.

Давление насыщенного пара горючих жидкостей часто используется в пожарнотехнических расчетах.

Зависимость давления насыщенного пара от температуры описывается уравнением Клапейрона – Клаузиуса:

в дифференциальной форме:

$$d \ln P / dT = Q_{\text{исп}} / (RT^2), \quad (1)$$

или в интегральной форме:

$$P_{\text{нас}} = P_0 \cdot \exp(-Q_{\text{исп}}/(RT_0)), \quad (2)$$

где $P_{\text{нас}}$ – давление насыщенного пара; $Q_{\text{исп}}$ – мольная теплота испарения жидкости.

Помимо уравнения Клапейрона – Клаузиуса давление насыщенных паров может быть рассчитано по эмпирическому уравнению Антуана:

$$\lg P = A - B/(t + C), \quad (3)$$

где A, B, C – константы, определяемые эмпирически.

Их можно так же рассчитать по уравнениям, приведенным в монографии Монахова В.Т. «Методы исследования пожарной опасности веществ».

Выражения (2) и (3) показывают, что парциальное давление насыщенного пара пропорционально температуре жидкости. Графически эта зависимость в общем виде имеет вид, представленный на рис. 3 (здесь численные значения $P_{\text{нас}}$ пересчитаны на концентрацию пара). На приведенном графике видно, что НКПР и ВКПР пара достигаются при значениях температур: $T_{\text{Н}}$ и $T_{\text{В}}$. Эти температуры называются температурными пределами распространения пламени жидкости, обозначаются ТПР [1, 2].

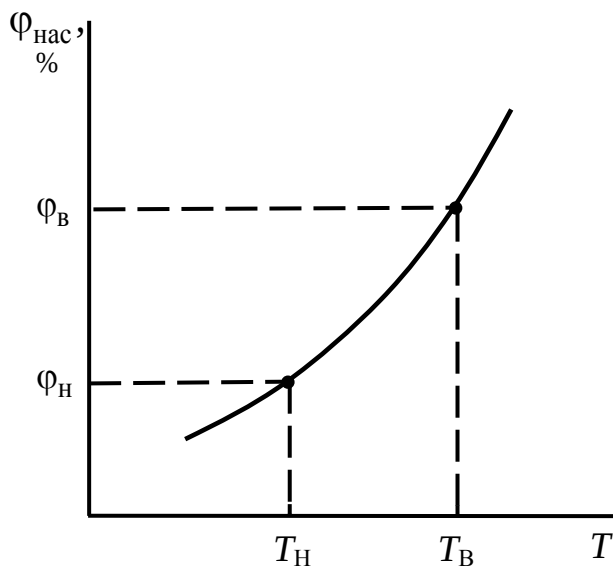


Рис. 3. Зависимость концентрации паров от температуры жидкости

Нижним (НТПР) или верхним (ВТПР) температурным пределом распространения пламени называется температура жидкости, при которой концентрация паров над ее поверхностью равна соответствующему концентрационному пределу.

Температурные пределы $T_{\text{Н}}$ и $T_{\text{В}}$ связаны с КПР пламени зависимостью:

$$t_{\text{тпр}} = \frac{B}{A - \lg(0,01\varphi_{\text{тпр}}P_0)} - C_A, \quad (4)$$

где $\varphi_{\text{тпр}}$ – нижний или верхний КПР, %; P_0 – атмосферное давление, кПа; A, B, C_A – константы уравнения Антуана для давления насыщенных паров.

Зная давление насыщенного пара жидкости, можно рассчитать и скорость ее испарения:

$$w = 10^{-5} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_{\text{нас.}}, \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}), \quad (5)$$

где η – коэффициент, учитывающий влияние температуры жидкости и скорости воздушного потока над ее поверхностью; M – молярная масса вещества; $P_{\text{нас.}}$ – давление насыщенного пара, кПа.

Таким образом, при нагревании жидкости можно подобрать такую температуру, при которой над ее поверхностью концентрация паров станет равной НКПР, т.е. паровоздушная смесь становится способной к воспламенению от постороннего источника зажигания. Эксперименты показывают, что при этой температуре сгорают только пары, а жидкость не загорается. Поэтому ее называют **температурой вспышки** [3].

Температура вспышки – это наименьшая температура конденсированного вещества, при которой в условиях специальных испытаний над его поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать от источника зажигания; устойчивое горение при этом не возникает [1–3].

При дальнейшем нагревании жидкости можно достичь такой температуры, при которой скорость испарения будет уже достаточной для возникновения самоподдерживающегося процесса горения жидкости после удаления источника зажигания. Такая температура называется температурой воспламенения.

Температура воспламенения – это наименьшая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний вещество выделяет горючие газы и пары с такой скоростью, что при воздействии источника зажигания наблюдается воспламенение жидкости [1–3].

Температура воспламенения обычно на 1–30 °С выше температуры вспышки.

Температура вспышки является важнейшим показателем пожарной опасности жидкостей. Применяется при классификации жидкостей по степени пожарной опасности, при категорировании помещений и зданий по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности, а также при определении классов взрывоопасных и пожароопасных зон.

Жидкости с температурой вспышки до 61 °С относятся к **легковоспламеняющимся (ЛВЖ)**, а выше 61 °С – к **горючим (ГЖ)** [1–3].

Температурные пределы распространения пламени применяются при расчете пожаровзрывобезопасных температурных режимов работы технологического оборудования, при оценке аварийных ситуаций, связанных с разливом жидкостей и для расчетов КПР пламени.

1.1.2. Механизм теплового распространения горения

Рассмотрим тепловые процессы, которые имеют место при горении жидкостей. На рис. 4 изображен резервуар с горящей жидкостью.

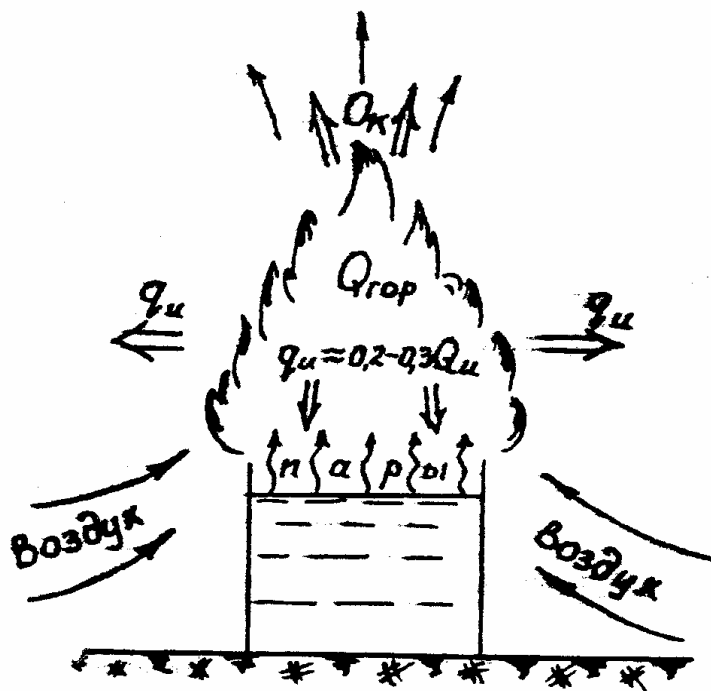


Рис. 4. Схема процессов теплообмена при горении жидкостей

Над жидкостью имеется зона паров. Последние на периферии зоны смешиваются с воздухом и сгорают, образуя пламя. Для того чтобы пламя не гасло, в него должны непрерывно поступать пары и воздух. Процесс парообразования возможен только при постоянном подогреве поверхности жидкости. Источником теплоты в данном случае является лишь теплота излучения пламени, т.к. продукты горения (конвективный тепловой поток) оттесняются парами от поверхности жидкости. Теплоту излучения можно рассчитать по закону Стефана – Больцмана:

$$Q_{изл} = \varepsilon \cdot \delta (T_{гор}^4 - T_{ж}^4), \quad (6)$$

где ε – степень черноты пламени ($\varepsilon=0,75 \div 1,0$); δ – постоянная Стефана – Больцмана ($5,7 \cdot 10^{11}$ кДж/м²·с·К); $T_{гор}$ и $T_{ж}$ – соответственно, температура пламени и жидкости, К.

На поверхность жидкости падает только часть теплоты излучения, равная:

$$q_{ж} = k \cdot Q_{изл}, \quad k=0,2 \div 0,3.$$

Эта теплота расходуется на нагрев жидкости $q_{\text{нагр}}$ и на ее испарение $q_{\text{исп}}$. В целом тепловой баланс этого процесса будет иметь следующий вид:

$$q_{\text{ж}} = q_{\text{нагр}} + q_{\text{исп}} = \rho \cdot v_{\text{нагр}} \cdot c \cdot (T_{\text{п}} - T_0) + \rho \cdot U_{\text{л}} \cdot q_{\text{исп}}, \quad (7)$$

где ρ – плотность жидкости, кг/м³; $v_{\text{нагр}}$ – скорость прогрева жидкости в глубину, м/с; c – теплоемкость жидкости, кДж/кг град; $T_{\text{п}}$ и T_0 – соответственно, температура поверхности и начальная температура жидкости, К; $U_{\text{л}}$ – линейная скорость выгорания жидкости, м/с; $q_{\text{исп}}$ – удельная теплота испарения, кДж/кг.

В установившемся стационарном режиме наблюдается равновесие между количеством поступающего в зону горения и сгорающего там вещества. Именно это обстоятельство определяет постоянство скорости нагревания и скорости выгорания жидкости при стационарном режиме горения.

Скорость выгорания – это количество жидкости, выгорающей с единицы площади ее поверхности в единицу времени.

Горение жидкости – процесс не только само поддерживающийся, но и само распространяющийся. Стоит только на каком-нибудь участке поверхности жидкости появиться пламени, теплота излучения будет подогревать прилегающие к пламени участки с образованием горючей смеси, пламя распространится туда, затем дальше, дальше и так до самого края зеркала жидкости.

Таким образом, распространение пламени по поверхности жидкости имеет тепловую природу. Скорость распространения пламени зависит от скорости испарения жидкости, которая в свою очередь определяется теплотой излучения факела пламени, температурой жидкости и давлением ее насыщенных паров.

1.1.3. Основные характеристики горения жидкостей

Для пожарных специалистов первостепенное значение имеют количественные данные о геометрических размерах и тепловых параметрах горящих жидкостей [1]. В настоящее время нет теории, которая могла бы описать и позволила количественно прогнозировать все параметры горения жидкостей. Это очень большая проблема, над решением которой уже длительное время работают наши и зарубежные ученые. Идет интенсивное накопление экспериментальных данных по изучению процессов, протекающих при горении жидкостей. Результаты их обрабатываются пока в виде эмпирических зависимостей.

Геометрические размеры пламени. Линейные размеры пламени, т.е. его длина, ширина и площадь $F_{\text{гор}}$ лежат в основе расчетов сил и средств, необходимых для тушения горящих жидкостей.

Горизонтальные размеры пламени определяются формой горизонтального сечения сосуда, в котором находится горящая жидкость. Если жидкость пролита на землю, то форма и площадь поверхности горения будет зависеть от рельефа местности. Все это говорит о том, что величину линейных размеров и площади горения жидкости нужно рассматривать в каждом случае отдельно, применительно к конкретным условиям, в которых хранится жидкость, транспортируется и т.д.

Для определения **площади разлива жидкостей** из емкостей, резервуаров и т.д. в соответствии с НПБ 105–95 можно ориентировочно принять, что 1 л чистой жидкости растекается на площади 1 м^2 горизонтальной поверхности.

Высота факела $H_{\text{ф}}$ пламени горящей жидкости определяет интенсивность излучения пламени в окружающую среду. Ориентировочно ее величину можно оценить по следующей эмпирической зависимости:

$$H_{\text{ф}} = 16,4 \cdot \sin \alpha \cdot \sqrt[3]{(u_m \cdot d_{\text{ф}})^2}, \quad (8)$$

где α – угол наклона оси факела к горизонту под действием ветра, град; u_m – массовая скорость выгорания жидкости $\text{кг}/\text{м}^2\text{с}$; $d_{\text{ф}}$ – характерный горизонтальный размер зеркала горящей жидкости.

Высота факела пламени зависит от многих факторов: линейных размеров зеркала горящей жидкости (для резервуара – это его диаметр), скорости выгорания жидкости, скорости ветра и многих других. Высота факела может достигать 10–15 м. Используется при проектировании для определения противопожарных разрывов, т.е. безопасных расстояний до соседних объектов, а при тушении пожаров – безопасных расстояний до пожарных и пожарной техники.

Помимо массовой для характеристики процессов горения жидкостей используют также **линейную скорость выгорания $U_{\text{л}}$** . Это высота слоя жидкости, которая выгорает в единицу времени. **Размерность $U_{\text{л}} = [\text{м/с}]$** . Массовая и линейная скорости выгорания через плотность жидкости связаны соотношением:

$$U_m = U_{\text{л}} \cdot \rho, \text{ кг/м}^2\text{с}, \quad (9)$$

где ρ – плотность жидкости, кг/м^3 .

Распределение температуры в горящей жидкости

Во время горения часть теплоты излучения факела расходуется на нагревание жидкости. Распределение температуры в жидкости зависит от ее физико-химических свойств и условий горения.

При горении однокомпонентной жидкости в стационарном (т.е. установившемся) режиме температура ее поверхности равна температуре кипения. При горении многокомпонентных смесей вначале выгорают преимущественно легкокипящие компоненты. Поверхностный слой со временем обогащается более тяжелыми компонентами. Температура его для небольших количеств жидкости повышается в соответствии с ее температурной кривой фракционной перегонки. Однако в резервуарах, например, где объем жидкости большой (от нескольких до десятков тысяч м^3), уже примерно через 10 мин на поверхности нефтепродуктов устанавливается температура, которая далее очень медленно, малозаметно повышается. Распределение температуры по глубине для различных жидкостей имеет разный характер (рис. 6) [2].

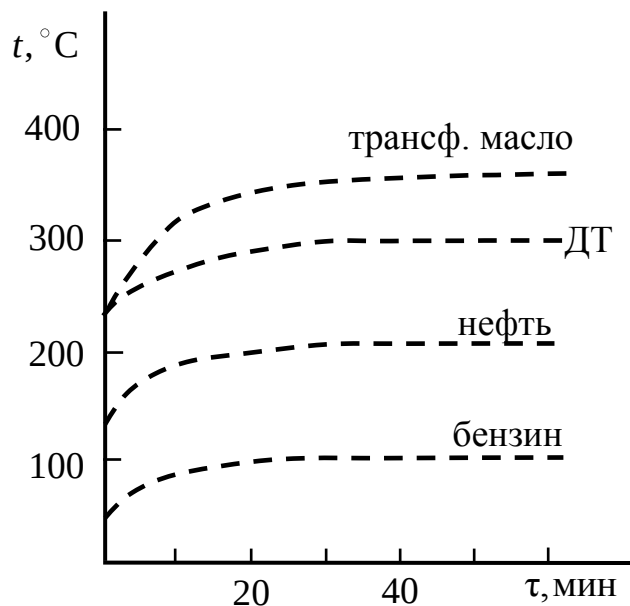


Рис. 5. Изменение температуры поверхности жидкости во времени

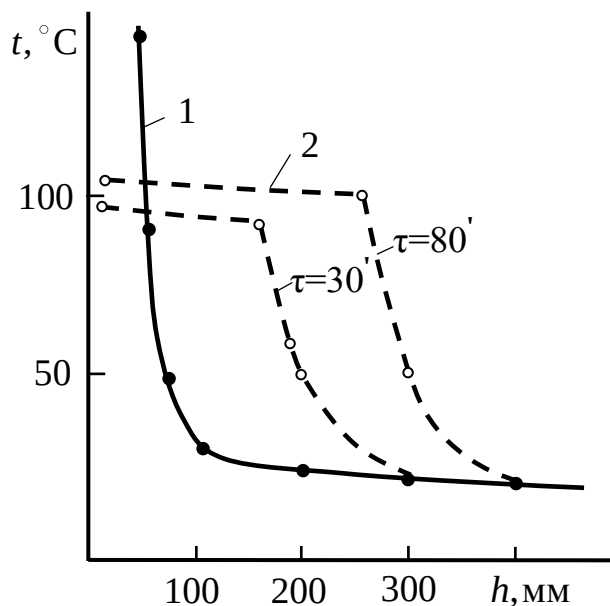


Рис. 6. Распределение температуры жидкости по глубине:
1 – керосин; 2 – бензин

Например, в бензине (рис. 6) образуется прогретый слой определенной толщины, температура которого приблизительно одинакова во всех его точках. Такой слой называют **гомотермальным**. За его нижней границей температура резко падает. Толщина прогретого слоя растет со временем. В керосине гомотермальный слой не образуется, и температура плавно снижается по мере удаления от поверхности жидкости.

Значение некоторых рассмотренных параметров, можно проиллюстрировать данными таблицы.

Параметры выгорания некоторых горючих жидкостей

Горючие жидкости	Скорость выгорания, см/мин	Скорость нарастания прогретого слоя, см/мин	Температура прогретого слоя, °С
Нефть	0,23	0,5	130–160
Мазут	0,17	0,5	230–300
Керосин	0,40	–	220–240
Дизельное топливо	0,33	–	220–240
Бензины	0,50	1,2	80–100

Чем же обусловлено наличие двух типов распределения температур в горючей жидкости?

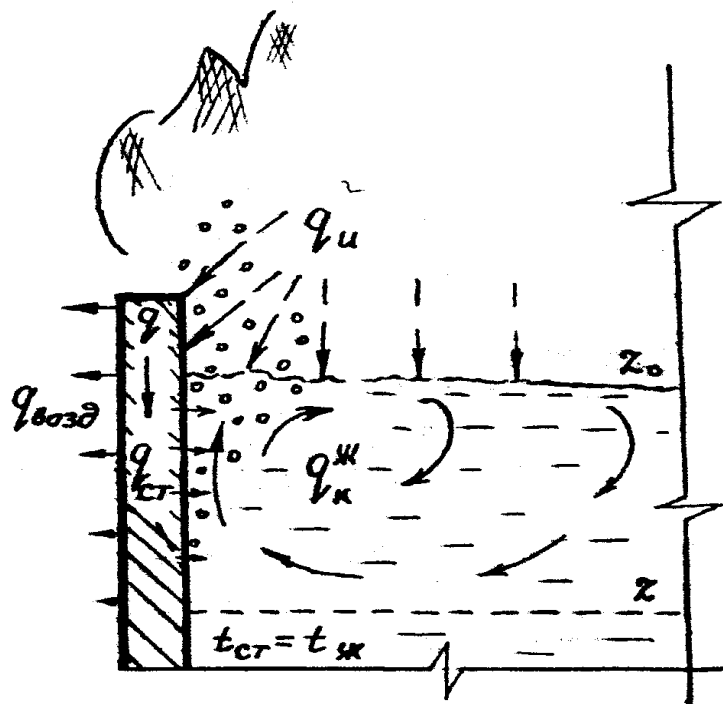


Рис. 7. Схема образования прогретого слоя

Казалось бы, что постепенное снижение температуры – это естественный процесс передачи теплоты молекулярной теплопроводностью. Среди многих гипотез, пытавшихся объяснить аномальное образование гомотермального слоя, наиболее правильной оказалась гипотеза профессоров Блинова В.И. и Худякова Г.Н. В результате собственных экспериментальных исследований ими было установлено влияние нагревающего эффекта стенки резервуара. Схему образования прогретого слоя можно представить следующим образом (рис. 7).

Стенки резервуара и прилегающая к ним жидкость во время горения нагреваются. Если температура стенки выше температуры кипения жидкости, жидкость закипает. Кипение усиливает конвекцию жидкости и, естественно, передачу теплоты в ее глубину. В приповерхностной области жидкости образуется гомотермальный слой. От нижней его границы стенка продолжает прогреваться теплопроводностью вниз, вызывая непрерывный подогрев прилегающих слоев жидкости. Это то и вызывает снижение во времени нижней границы гомотермального слоя. При горении обводненных высококипящих жидкостей образованию этого слоя способствует вскипание воды.

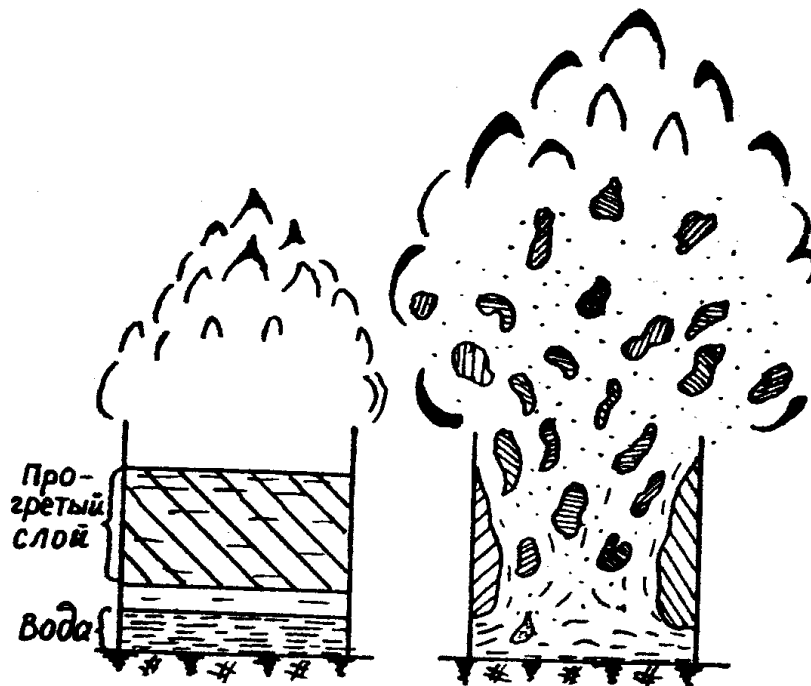


Рис. 8. Схема выброса горячей нефти

Вскипание и выбросы

Процессы горения жидкости могут сопровождаться очень опасными явлениями – вскипанием и выбросом (рис. 8).

Выброс и вскипание жидкостей обусловлены наличием в них эмульгированной воды. Кроме того, в резервуарах в процессе эксплуатации внизу накапливается так называемая подтоварная вода.

Если в жидкости достаточно высокое количество эмульгированной воды, то ее быстрое вскипание приводит к увеличению объема горячей жидкости и переполнение резервуара. Избыток горячей жидкости переливается через его край, растекаясь по всей прилегающей площади.

Если эмульгированной воды мало, или она отсутствует, то в этом случае через определенное время прогретый слой достигает подстилающего слоя воды, которая начинает нагреваться. При отсутствии в воде центров парообразования она может даже перегреться. С появлением центров происходит мгновенное вскипание воды с образованием на дне резервуара большого количества пара, который выбрасывает горящую жидкость [2].

Температура в гомотермальном слое, например, нефти и мазута выше 100 °С – температуры кипения воды (см. табл.). При их горении в резервуарах происходят и вскипание, и выбросы.

В отличие от нефти и мазута, вскипание и выбросы керосина, дизельного топлива и бензина при горении маловероятны. Это связано с тем, что керосин и дизельное топливо прогреваются медленно и не образуют гомотермального слоя, а температура кипения бензина ниже температуры кипения воды.

Вскипанию и выбросу обычно предшествуют вибрация, шумы и возрастание размеров факела. Выбросы могут в отдельных случаях достигать высоты 80 м [2]. Выброшенная горящая жидкость может накрыть очень большую площадь вблизи очага горения вместе с находящимися на ней сооружениями, техникой и людьми. Вскипание на пожарах наблюдается чаще выбросов.

2. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что такое вспышка?
2. С какой целью определяется температура вспышки и воспламенения?
3. Что принимается за температуру вспышки при её определении в открытом тигле?
4. Основные характеристики взрывопожароопасности материалов и веществ: температура вспышки, температура воспламенения, НКПР, ВКПР, НТПР, ВТПР.
5. Какие горючие вещества относятся к легковоспламеняющимся жидкостям?
6. Какие горючие вещества относятся к горючим жидкостям?
7. Как влияет изменение давления на температуру воспламенения?
8. Когда определяется температура вспышки в закрытом тигле, а когда в открытом?
9. Какое влияние оказывает атмосферное давление на температуру вспышки?
10. Что может способствовать возникновению пожара при работе с горючими жидкостями?
11. Как классифицируются помещения по пожарной опасности?
12. Каковы способы предупреждения воспламенения?

3. ГЛОССАРИЙ

ГОРЕНИЕ – быстропротекающий (секунды или доли секунд), окислительно-восстановительный, экзотермический, самоподдерживающийся процесс, часто сопровождающийся образованием пламени.

ГОРЕНИЕ ГОМОГЕННОЕ – процесс взаимодействия горючего и окислителя, находящихся в одинаковом агрегатном состоянии.

ГОРЕНИЕ ГЕТЕРОГЕННОЕ – процесс взаимодействия горючего и окислителя, находящихся в различных агрегатных состояниях, горение происходит на поверхности раздела фаз (твердое тело – газ, жидкость – газ).

ГОРЕНИЕ ПОЛНОЕ – процесс, при котором продукты горения не способны к дальнейшему окислению.

ГОРЕНИЕ НЕПОЛНОЕ – процесс, при котором продукты горения способны к дальнейшему окислению.

ГОРЕНИЕ СТАЦИОНАРНОЕ – процесс, при котором равны скорости теплоприхода из зоны химической реакции и теплорасхода на подготовку к горению нового объема вещества.

ГОРЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКОЕ – процесс, при котором общая скорость горения и все его характеристики определяются скоростью химического взаимодействия молекул окислителя и горючего вещества.

ГОРЕНИЕ ДИФфуЗИОННОЕ – процесс, при котором общая скорость горения и все его характеристики определяются скоростью диффузии молекул.

ГОРЕНИЕ ЛАМИНАРНОЕ – процесс, при котором массообмен и перенос происходят путем молекулярной диффузии. При этом наблюдается спокойное, безвихревое пламя устойчивой геометрической формы.

ГОРЕНИЕ ТУРБУЛЕНТНОЕ – процесс, при котором массообмен и перенос осуществляются не только за счет молекулярной, но и турбулентной диффузии, в результате макроскопического вихревого движения газовых слоев горючей смеси.

ГОРЮЧИЕ (СГОРАЕМЫЕ) вещества – способны самовозгораться, а также возгораться при воздействии источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

ЗАЖИГАНИЕ – процесс воспламенения горючей смеси в результате нагревания источником зажигания малой (точечной) части объема холодной горючей смеси.

ИСТОЧНИК ЗАЖИГАНИЯ – средство энергетического воздействия, инициирующее процесс горения.

КИСЛОРОДНЫЙ ИНДЕКС ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ – минимальное содержание кислорода в азотно-кислородной смеси (в % об.), при котором еще возможно пламенное горение полимера.

КОЭФИЦИЕНТ ИЗБЫТКА ВОЗДУХА – отношение объема воздуха, практически расходуемого на горение, к теоретическому объему, необходимому для полного сгорания.

МИНИМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ЗАЖИГАНИЯ $E_{\min}$ – наименьшее значение электрического разряда, способного воспламенить наиболее легковоспламеняющуюся смесь горючего газа, пара или пыли с воздухом.

МИНИМАЛЬНАЯ ФЛЕГМАТИЗИРУЮЩАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ФЛЕГМАТИЗАТОРА – наименьшая концентрация флегматизатора в смеси горючего с окислителем, при которой смесь становится неспособной к распространению пламени при любом соотношении горючего и окислителя.

НЕГОРЮЧИЕ (НЕСГОРАЕМЫЕ) вещества – не способные к горению в воздухе.

НОРМАЛЬНОЕ (ДЕФЛАГРАЦИОННОЕ) ГОРЕНИЕ – дозвуковой процесс распространения горения по однородной горючей смеси, при котором движение фронта пламени происходит по диффузионно-тепловому механизму вследствие послойного разогрева смеси от продуктов горения.

НИЖНИЙ И ВЕРХНИЙ КОНЦЕНТРАЦИОННЫЕ ПРЕДЕЛЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАМЕНИ (ВОСПЛАМЕНЕНИЯ) – соответственно, минимальное и максимальное содержание горючего вещества в однородной смеси с окислительной средой, при котором возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания.

НИЖНИЙ (НТПР) И ВЕРХНИЙ (ВТПР) ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПРЕДЕЛЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАМЕНИ – температуры жидкости, при которых концентрация паров над ее поверхностью равна соответственно нижнему и верхнему концентрационному пределу.

ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАМЕНИ или область воспламенения – область концентраций горючего, заключенная между концентрационными пределами воспламенения.

ПЛАМЯ – излучающий свет (т.е. видимый) газовый объем, в котором происходит реакция горения.

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ – возможность возникновения и быстрого развития пожара, заключенная в веществе или процессе.

САМОВОСПЛАМЕНЕНИЕ – явление резкого увеличения скорости экзотермических объемных реакций окисления, приводящее к возникновению горения и/или взрыва.

СКОРОСТЬ ВЫГОРАНИЯ – количество жидкости, выгорающей с единицы площади ее поверхности в единицу времени.

СКОРОСТЬ ВЫГОРАНИЯ ЛИНЕЙНАЯ – высота слоя жидкости, которая выгорает в единицу времени.

СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАМЕНИ НОРМАЛЬНАЯ – минимальная скорость, с которой пламя может распространяться в горючей среде по нормали к своему фронту.

СКОРОСТЬ ПЛАМЕНИ ВИДИМАЯ – наблюдаемая в реальных условиях скорость распространения фронта пламени относительно неподвижных предметов (стенки трубы, сосуда и т.п.).

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ – вид теплообмена, при котором тепло передается за счет механических колебаний молекул (атомов) и взаимодействия свободных электронов.

ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ – вид теплообмена, при котором перенос энергии осуществляется посредством электромагнитных волн (от 0,4 до 100 мкм). В отличие от теплопроводности и конвекции, лучистый теплообмен не требует наличия промежуточной среды между источником и приемником тепла.

ТЕПЛОТА СГОРАНИЯ НИЗШАЯ – количество тепла, выделяющееся при полном сгорании единицы массы вещества с образованием воды в парообразном состоянии.

ТЕПЛОТА СГОРАНИЯ ВЫСШАЯ – количество тепла, выделяющееся при полном сгорании единицы массы вещества с образованием воды в жидком состоянии.

ТЕМПЕРАТУРА ГОРЕНИЯ – максимальная температура, до которой нагреваются продукты горения.

ТЕМПЕРАТУРА ГОРЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ – температура, при которой выделившаяся теплота горения смеси стехиометрического состава расходуется на нагрев и диссоциацию продуктов горения.

ТЕМПЕРАТУРА ГОРЕНИЯ КАЛОРИМЕТРИЧЕСКАЯ – температура, которая достигается при горении стехиометрической горючей смеси, с начальной температурой 273 К и при отсутствии потерь в окружающую среду.

ТЕМПЕРАТУРА ГОРЕНИЯ АДИАБАТИЧЕСКАЯ – температура полного сгорания смесей любого состава при отсутствии тепловых потерь в окружающую среду.

ТЕМПЕРАТУРА ГОРЕНИЯ ДЕЙСТВИТЕЛЬНАЯ – температура горения, достигаемая в условиях реального пожара.

ТЛЕНИЕ – беспламенное горение

ТЕМПЕРАТУРА САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ – наименьшая температура окружающей среды, при которой в условиях специальных испытаний наблюдается самовоспламенение вещества.

ТЕМПЕРАТУРА ЗАЖИГАНИЯ – минимальная температура источника зажигания, выше которой всегда происходит воспламенение от него горючей смеси.

ТЕМПЕРАТУРА ВСПЫШКИ – наименьшая температура конденсированного вещества, при которой в условиях специальных испытаний над его поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать от источника зажигания; устойчивое горение при этом не возникает.

ТЕМПЕРАТУРА ВОСПЛАМЕНЕНИЯ – наименьшая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний вещество выделяет горючие газы и пары с такой скоростью, что при воздействии источника зажигания наблюдается воспламенение жидкости и ее устойчивое горение.

ТРУДНОГОРЮЧИЕ (ТРУДНОСГОРАЕМЫЕ) вещества – способные гореть в воздухе при воздействии источника зажигания, но не способные самостоятельно гореть после его удаления.

УДЕЛЬНЫЙ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ОБЪЕМ ВОЗДУХА – минимальный объем воздуха, необходимый для полного сгорания единицы массы (или одного киломоля) горючего вещества при нормальных условиях

$$T^0 = 273,15 \text{ К}, P^0 = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТА ГОРЕНИЯ – количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании единицы массы или объема горючего вещества.

ФРОНТ ПЛАМЕНИ – наиболее высокотемпературная часть пламени.

4. СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Баратов А.Н. Горение – Пожар – Взрыв – Безопасность. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России. 2003.
2. Теоретические основы горения и взрыва: учебное пособие / А.И. Сечин, В.А. Перминов, О.Б. Назаренко, А.А. Сечин, Ю.А. Амелькович, Т.А. Задорожная; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 139 с.
3. ГОСТ 12.1.044–89 // Межгосударственный стандарт: Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов.
4. Материалы сайта Нормативные документы 0-1.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://0-1.ru/law/?doc=/gost/12_1_044-89 – ГОСТ 12.1.044–89 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения, вход свободный.
5. Материалы Образовательного сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://service.rintd.ru/sites/default/files/Zadachnik-TGIV.pdf> Андросов А.С., Салеев Е.П. Примеры и задачи по курсу. Теория горения и взрыва: учеб. пособие. – М.: Arfltvbz ГПС МЧС России, [2005, PDF].
6. Материалы сайта факультета Промышленной технологии лекарств СПХФА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fptl.ru/biblioteka/ohrana-truda/korolchenko_1.pdf Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожароопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочник. – М.: Пожнаука, 2004. – Ч. 1, 2 [2004, PDF].
7. Материалы сайта Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/086/19086> Василенко В.А., Проскурина Л.Г. Определение температур вспышки и воспламенения горючих жидкостей: Методические указания к лабораторной работе. – Оренбург: ГОУ ОГУ [2003, PDF].
8. Материалы сайта Научно-исследовательского института противопожарной обороны [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.google.ru> Шебеко Ю.Н., Навценя В.Ю., Копылов С.Н. [и др.] Расчет основных показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов. Руководство.