**Содержание**

1. Физико-химические основы горения

2. Типы взрывов

Список литературы

**1. Физико-химические основы горения**

Горение - это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением большого количества тепла и свечением.[2, 7c]

В зависимости от скорости протекания процесса, горение может происходить в форме собственно горения и взрыва.

Для процесса горения необходимо:

1) наличие горючей среды, состоящей ив горючего вещества и окислителя; 2) источника воспламенения.

Чтобы возник процесс горения, горючая среда должна быть нагрета до определенной температуры при помощи источника воспламенения (пламя, искра электрического или механического происхождения, накаленные тела, тепловое проявление химической, электрической или механической энергий).

После возникновения горения постоянным источником воспламенения является зона горения. Возникновение и продолжение горения возможно при определенном количественном соотношении горючего вещества и кислорода, а также при определенных температурах и запасе тепловой энергии источника воспламенения. Наибольшая скорость стационарного горения наблюдается в чистом кислороде, наименьшая - при содержании в воздухе 14 - 15% кислорода. При меньшем содержании кислорода в воздухе горение большей части веществ прекращается.

Различают следующие виды горения:

- полное - горение при достаточном количестве или избытке кислорода;

- неполное - горение при недостатке кислорода.

При полном горении продуктами сгорания являются двуокись углерода (CO2), вода (H2O), азот (N), сернистый ангидрид (SO2), фосфорный ангидрид. При неполном горении обычно образуются едкие, ядовитые горючие и взрывоопасные продукты: окись углерода, спирты, кислоты, альдегиды.

Горение веществ может протекать не только в среде кислорода,  
но также в среде некоторых веществ, не содержащих кислорода, хлора,  
паров брома, серы и т.д.

Горючие вещества могут быть в трех агрегатных состояниях:  
жидком, твердом, газообразном. Отдельные твердые вещества при нагревании плавятся и испаряются, другие - разлагаются и выделяют газообразные продукты и твердый остаток в виде угля и шлака, третьи не разлагаются и не плавятся. Большинство горючих веществ независимо от агрегатного состояния при нагревании образуют газообразные продукты, которые при смешивании с кислородом воздуха образуют горючую среду.

По агрегатному состоянию горючего и окислителя различают:

- гомогенное горение - горение газов и горючих парообразующих веществ в среде газообразного окислителя;

- горение взрывчатых веществ и порохов;

- гетерогенное горение - горение жидких и твердых горючих веществ в среде газообразного окислителя;

- горение в системе «жидкая горючая смесь - жидкий окислитель».

Важнейшим вопросом теории горения является распространение пламени (зоны резкого возрастания температуры и интенсивной реакции). Различают следующие режимы распространения пламени (горения):

- нормальный режим горения;

- дефлеграционное горение;

- детонация.

а) Нормальный режим горения наблюдается при спокойном гетерогенном двухфазном диффузионном горении. Скорость горения будет определяться скоростью диффузии кислорода к горючему веществу в зону горения. Распространение пламени происходит от каждой точки фронта пламени по нормали к его поверхности. Такое горение и скорость распространения пламени по неподвижной смеси вдоль нормали к его поверхности называют нормальным (ламинарным).

Нормальные скорости горения невелики. В этом случае повышения давления и образования ударной волны не происходит.

б) В реальных условиях вследствие протекания внутренних процессов и при внешних осложняющих факторах происходит искривление фронта пламени, что приводит к росту скорости горения. При достижении скоростей распространения пламени до десятков и сотен метров в секунду, но не превышающих скорости звука в данной среде (300 – 320м/сек) происходит взрывное (дефлеграционное) горение.

При взрывном горении продукты горения нагреваются до 1.5-3.0 тысяч °С, а давление в закрытых системах увеличивается до 0.б-0.9МПа.

Продолжительность реакции горения до взрывного режима составляет для газов ~0.1 сек, паров ~0.2 – 0.3 сек, пыли ~0.5 сек.

Применительно к случайным промышленным взрывам под дефлебрацией обычно понимают горение облака с видимой скоростью порядка 100 - 300 м/сек, при которой генерируются ударные волны с максимальным давлением 20 - 100 кПа.

в) В определенных условиях взрывное горение может перейти в детонационный процесс, при котором скорость распространения пламени превышает скорость распространения звука и достигает 1 - 5 км/сек. Это происходит при сильной турбулизации материальных потоков, вызывающей значительное искривление фронта пламени большое увеличение его поверхности.

При этом возникает ударная волна, во фронте которой резко повышается плотность, давление температура смеси. При возрастании этих параметров смеси до самовоспламенения горячих веществ возникает детонационная волна, являющаяся результатом сложения ударной волны и образующейся зоны сжатой быстрореагирующей (самовоспламеняющейся) смеси.

Избыточное давление в пределах детонирующего облака смеси может достигать 2 МПа.

Процесс химического превращения горючих веществ, который вводится ударной волной и сопровождается быстрым выделением энергии, называется детонацией.

При детонационном режиме горения облака ГВ большая часть энергии взрыва переходит в воздушную ударную волну, при дефлеграционном горении со скоростью распространения пламени ~200 м/сек переход энергии в волну составляет от 30 до 40%.[2, 278c]

**2. Типы взрывов**

Взрыв - это освобождение большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени.[3, 4c]

Взрыв приводит к образованию сильно нагретого газа (плазмы) с очень высоким давлением, который при моментальном расширении оказывает ударное механическое воздействие (давление, разрушение) на окружащие тела.

Взрыв в твердой среде сопровождается ее разрушением и дроблением, в воздушной или водной - вызывает образование воздушной или гидравлической ударных волн, которые и оказывают разрушающее воздействие на помещенные в них объекты.

В деятельности, не связанной с преднамеренными взрывами в условиях промышленного производства, под взрывом следует понимать быстрое, неуправляемое высвобождение энергии, которое вызывает ударную волну, движущуюся на некотором удалении от источника.

В результате взрыва вещество, заполняющее объем, в котором происходит высвобождение энергии, превращается в сильно нагретый газ (плазму) с очень высоким давлением, (до нескольких сотен тысяч атмосфер). Этот газ, моментально расширяясь оказывает ударной механическое воздействия на окружающую среду, вызвав ее движение. Взрыв в твердой среде вызывает ее дробление и разрушение в гидравлической и воздушной среде - вызывает образование гидравлической и воздушной ударной (взрывной) волны.

Взрывная волна - есть движение среды, порожденное взрывом, при котором происходит резкое повышение давления, плотности и температуры среды.

Фронт (передняя граница) взрывной волны распространяется по среде с большой скоростью, в результате чего область охваченная движением, быстро расширяется.

Посредством взрывной волны (или разлетающихся продуктов взрыва - в вакууме) взрыв производит механическое воздействие на объекты, находящиеся на различных удалениях от места взрыва. По мере увеличения расстояния от места взрыва механическое воздействие взрывной волны ослабевает. Таким образом, взрыв несет потенциальную опасность поражения людей и обладает разрушительной способностью.[1, 113c]

Взрыв может быть вызван:

- детонацией конденсированных взрывчатых веществ (ВВ);

- быстрым сгоранием воспламеняющего облака газа или пыли;

- внезапным разрушением сосуда со сжатым газом или с перегретой жидкостью;

- смешиванием перегретых твердых веществ (расплава) с холодными жидкостями и т.д.

В зависимости от вида энергоносителей и условий энерговыделения, источниками энергии при взрыве могут быть как химические так и физические процессы.

Источником энергии химических взрывов являются быстропротекающие самоускоряющиеся экзотермические реакции взаимодействия горючих веществ с окислителями или реакции термического разложения нестабильных соединений.

Источниками энергии сжатых газов (паров) в замкнутых объемах аппаратуры (оборудования) могут быть как внешние (энергия, используемая для сжатия тазов, нагнетания жидкостей; теплоносители, обеспечивающие нагрев жидкости и газов в замкнутом пространстве) так и внутренние (экзотермические физико-химические процессы и процессы тепломассообмена в замкнутом объеме), приводящие к интенсивному испарению жидкостей или газообразованию, росту температуры и давления без внутренних взрывных явлений.

Источником энергии ядерных взрывов являются быстропротекающие цепные ядерные реакции синтеза легких ядер изотопов водорода (дейтерия и трития) или деления тяжелых ядер изотопов урана и плутония. Физические взрывы возникают при смещении горячей и холодной жидкостей, когда температура одной из них значительно превосходит температуру кипения другой. Испарение в этом случае протекает взрывным образом. Возникающая при этом физическая детонация сопровождается возникновением ударной волны с избыточным давлением, достигающим в ряде случаев сотен МПа.

Энергоносителями химических взрывов могут быть твердые, жидкие, газообразные горючие вещества, а также аэровзвеси горючих веществ (жидких и твердых) в окислительной среде, в т.ч. и в воздухе.

Таким образом, различаются взрывы двух типов. К первому типу относят взрывы, обусловленные высвобождением химической или ядерной энергии вещества, например взрывы химических взрывчатых веществ, смесей газов, пыли и (или) паров, а также ядерные и термоядерные взрывы. При взрывах второго типа выделяется энергия, полученная веществом от внешнего источника. Примеры подобных взрывов - мощный электрический разряд в среде (в природе - молния во время грозы); испарение металлического проводника под действием тока большой силы; взрыв при воздействии на вещество некоторых излучений большой плотности энергии, напр. сфокусированного лазерного излучения; внезапное разрушение оболочки со сжатым газом.

Взрывы первого типа могут осуществляться цепным или тепловым путем. Цепной взрыв происходит в условиях, когда в системе возникают в больших концентрациях активные частицы (атомы и радикалы в химических системах, нейтроны - в ядерных), способные вызвать разветвленную цепь превращений неактивных молекул или ядер. В действительности не все активные частицы вызывают реакцию, часть их выходит за пределы объема вещества. Так как число уходящих из объема активных частиц пропорционально поверхности, для цепного взрыва существует так называемая критическая масса, при которой число вновь образующихся активных частиц еще превышает число уходящих. Возникновению цепного взрыва способствует сжатие вещества, так как при этом уменьшается поверхность. Обычно цепной взрыв газовых смесей реализуют быстрым увеличением критической массы при увеличении объема сосуда или повышением давления смеси, а взрыв ядерных материалов - быстрым соединением нескольких масс, каждая из которых меньше критической, в одну массу, большую критической.

Тепловой взрыв возникает в условиях, когда выделение тепла в результате химической реакции в заданном объеме вещества превышает кол-во тепла, отводимого через внешнюю поверхность, ограничивающую этот объем, в окружающую среду посредством теплопроводности. Это приводит к саморазогреву вещества вплоть до его самовоспламенения и взрыва.

При взрывах любого типа происходит резкое возрастание давления вещества, окружающая очаг взрыва среда испытывает сильное сжатие и приходит в движение, которое передается от слоя к слою, - возникает взрывная волна. Скачкообразное изменение состояния вещества (давления, плотности, скорости движения) на фронте взрывной волны, распространяющееся со скоростью, превышающей скорость звука в среде, представляет собой ударную волну. Законы сохранения массы и импульса связывают скорость фронта волны, скорость движения вещества за фронтом, сжимаемость и давление вещества.[3, 200c]

**Список литературы**

1. Зельдович Я.Б., Математическая теория горения и взрыва. - М.: Наука, 2000. - 478 с.

2. Вильямс Ф.А., Теория горения. - М.: Наука, 2001. - 615 с.

3. Хитрин Л.Н., Физика горения и взрыва. - М.:ИНФРА-М, 2007. - 428 с.