

**МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГБПОУ РЖЕВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ**

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА»  
НА ТЕМУ: «ФИЗИЧЕСКИЕ ВЗРЫВЫ»**

**ВЫПОЛНИЛ СТУДЕНТ ГРУППЫ № 212  
КАЗАКОВ ИГОРЬ СЕРГЕЕВИЧ**

**ПРОВЕРИЛ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ:  
КУШНЕРЕВА ЛАРИСА НИКОЛАЕВНА**

**РЖЕВ 2022 ГОД**

1. **Введение.** Процессы горения и взрыва играют большую роль в жизнедеятельности человека. С одной стороны, эти процессы широко используются в различных отраслях современной техники и технологии. Пожары и взрывы тесно связаны друг с другом. Очень часто случайно возникший взрывной процесс (взрыв) приводит к пожару. А пожар может сопровождаться взрывом. Особенно часто при пожаре взрываются закрытые емкости (цистерны, баллоны) со сжатыми или сжиженными газами.

## 2. Понятие физического взрыва.

Понятия взрыва, как правило, связывают с процессом выделения большого количества энергии за очень маленький промежуток времени. Это позволяет рассматривать взрыв как явление, в основе которого лежат химические и физические процессы, связанные с выделением энергии. Таким образом, энергия, выделяющаяся при взрыве, может иметь физическую либо химическую природу.

**Физический взрыв** – высвобождающаяся энергия является внутренней энергией сжатого или сжиженного газа (сжиженного пара). Сила взрыва зависит от внутреннего давления. Возникающие разрушения могут вызываться ударной волной от расширяющегося газа или осколками разорвавшегося резервуара.



### 3. Виды и причины физических взрывов. Рассмотрим виды и примеры физических взрывов:

#### 3.1. Взрывы сосудов (баллонов) под давлением.

Возможны при повреждении корпуса сосуда, дефектах при монтаже и сборке сосуда, при его падении или ударе, особенно при минусовых температурах, когда ударная вязкость стали понижается и последняя становится более хрупкой. Причинами нарушения прочности сосудов (баллонов) может также явиться их переполнение сжатыми и особенно сжиженными газами, что приводит к повышению давления выше допустимого значения. Поэтому количество заполняемых в баллоны газов строго регламентируется по весу и давлению. Другой причиной физического взрыва может быть увеличение давления в баллоне вследствие нагрева их солнечными лучами и теплоизлучающими поверхностями. Особенно это относится к баллонам со сжиженными газами, поэтому они предохраняются от нагревания солнечной радиацией, закрытыми и открытыми источниками тепла.



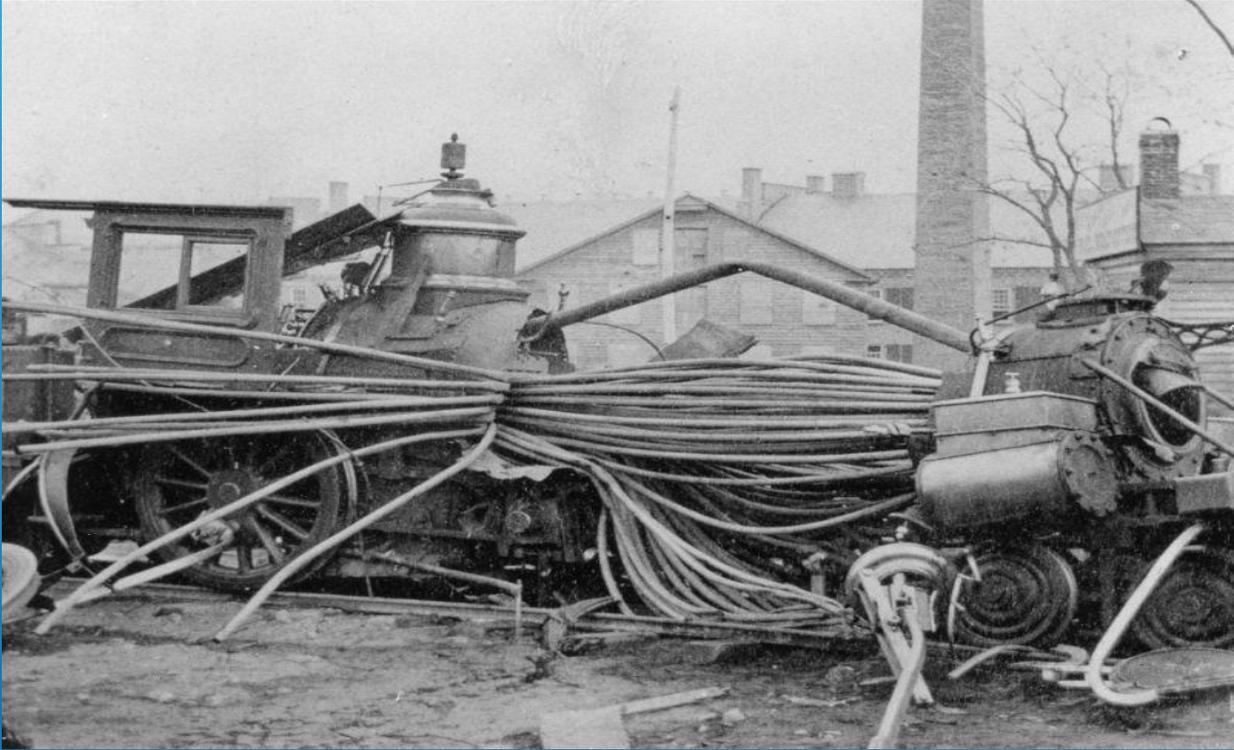
### 3.2. Взрывы паровых котлов и другого оборудования, работающего под давлением.

Явление связано с быстрым переходом перегретой воды в парообразное состояние. При атмосферном давлении вода кипит при температуре  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  в открытом сосуде. В закрытом сосуде (котле) начало кипения происходит также при  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , но образующийся при этом пар производит давление на поверхность воды и кипение прекращается. Чтобы вода в котле продолжала кипеть, необходимо её нагревать до температуры, соответствующей давлению пара (при  $588,4\text{ кПа}$  –  $169\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; при  $784,5\text{ кПа}$  –  $171\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; при  $1176,8\text{ кПа}$  –  $189\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

В случае механического разрыва стенок котла нарушается внутреннее равновесие в котле и происходит внезапное падение давления до атмосферного. Перегретая вода с той же скоростью превращается в пар. При этом из  $1\text{ м}^3$  воды образуется  $1700\text{ м}^3$  пара, что приводит к разрушению котла, к несчастным случаям.



На заре паровой энергетики в XIX веке взрывы паровозных котлов были частым явлением. Котлы взрывались из-за того, что машинисты не имели достаточно знаний в области термодинамики. Причиной могла стать плохая очистка воды, вызывающая образование накипи и перегрев труб, низкое качество материалов сборки, взрыв топки и небрежное обращение с котлом.



При эксплуатации воздушных компрессорных установок также возможны взрывы. Воспламенение может возникнуть при самовозгорании масляных отложений в результате саморазогрева или при образовании на стенках воздухопровода заряда статического электричества большого потенциала, который может возникнуть в результате движения воздуха с частицами пыли по воздухопроводу. Рассмотрим пример взрыва нефтепровода. Взрыв произошел вследствие неисправности оборудования: пары компрессорного масла смешались в магистрали с обогащенным кислородом воздухом и детонировали. Во многих местах магистрали оказались расщепленными на длинные полосы, особенно в местах изгиба трубы. Причины возникновения взрывов, как правило, - неисправность оборудования, халатность персонала и его низкая квалификация.



### 3.3. Взрывы емкостей с перегретой жидкостью.

Взрыв данного типа происходит при разрушении сосуда, содержащего жидкость, нагретую выше температуры кипения при атмосферном давлении (перегретую жидкость).

К настоящему времени наиболее опасные взрывы описываемого типа случались на железнодорожном транспорте с цистернами, перевозящими горючие сжиженные газы: нефтяной газ, пропан, пропилен, бутан, и т. п. Типичное развитие аварии начиналось с того, что грузовой поезд с цистернами, сцепленными вместе, сходил с рельсов. Цистерны нагромождались друг на друга. Нарушалась целостность либо системы напуска, либо самой цистерны, и выходящий газ загорался. Образовавшийся факел нагревал соседние цистерны. Передача тепла от факелов к цистернам приводила к их взрыву. Взрывы способствовали нагромождению цистерн, выбросу отдельных кусков цистерн, образованию небольшой взрывной волны и огненному шару. Пожары продолжались длительное время, и нагроможденные цистерны в течение 3-4 часов, а иногда и нескольких дней, по очереди взрывались.



### 3.4. Физическая детонация.

К физическим взрывам относится также явление так называемой физической детонации. Оно возникает при смешении горячей и холодной жидкостей, когда температура одной из них значительно превышает температуру кипения другой (например, при выливании расплавленного металла в воду). Физическая детонация сопровождается возникновением ударной волны с избыточным давлением в жидкой фазе, достигающим в некоторых случаях более 1000атм. Этот процесс наблюдается в производстве при взаимодействии, например, расплавленного алюминия с водой (при аварии на атомном реакторе), контакте с водой расплавленной стали (в литейном цехе) или расплаве солей при производстве бумаги.

Взрыв вулкана Кракатау в 1883 г. - пример физической детонации, так как он возник в результате взаимодействия расплавленной лавы с морской водой. Гул взрыва был слышен на расстоянии 5000 км в течение четырех часов после события.





#### 4. Используемая литература:

Девисиллов В.А., Дроздова Т.И., Тимофеева С. С. / Теория горения и взрыва : практикум : учебное пособие / под общ. ред. В.А. Девисилова.- М. : ФОРУМ, 2012

В.Р.Малинин, В.И. Климкин, С.В. Аникеев, Е.Г.Коробейникова, Н.Г.Винокурова, Н.Ю.Кожевникова, А.А.Мельник, В.А. Родионов. /Теория горения и взрыва. Учебник для вузов МЧС России по специальности 280104.65 – пожарная безопасность /Под. ред. проф. В.С. Артамонова/. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2007.

Вершинин, Н. Н. Теория горения и взрыва : учеб. пособие / Н. Н. Вершинин, Г. В. Козлов, Ю. А. Григорьев. Пенза : Изд-во ПГУ, 2014.

**Благодарю за внимание !**