

Оглавление

Предисловие	7
1. Категорирование помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.....	9
1.1. Общие положения.....	9
1.2. Выбор и обоснование расчетного варианта	13
1.3. Методы определения категорий помещений по взрывопожарной опасности	17
1.3.1. Расчет избыточного давления для горючих газов, паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей	17
1.3.2. Расчет избыточного давления взрыва для горючих пылей.....	24
1.3.3. Определение избыточного давления для смесей, содержащих горючие газы (пары) и пыли	27
1.4. Методы определения категорий помещений по пожарной нагрузке включающей в себя различные сочетания (смесь) горючих, трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудногорючих веществ и материалов	27
1.5. Примеры решения задач.....	29
1.5.1. Помещения с горючими газами	29
1.5.2. Помещения с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями	32
1.5.3. Помещения с горючими пылями.....	41
1.5.4. Помещения с горючими и трудногорючими жидкостями, твердыми горючими и трудногорючими веществами и материалами	45
1.5.5. Примеры расчетов категорий зданий по взрывопожарной и пожарной опасности	49
1.6. Исходные данные для самостоятельной работы по закреплению полученных знаний.....	55

2. Категорирование наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.....	71
2.1. Общие положения.....	71
2.2. Методы расчета критериев пожарной опасности для горючих газов и паров	73
2.2.1. Расчет горизонтальных размеров зон, ограничивающих газо- и паровоздушные смеси с концентрацией горючего выше НКПР, при аварийном поступлении горючих газов и паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей в открытое пространство.....	78
2.2.2. Расчет избыточного давления и импульса волны давления при сгорании смесей горючих газов и паров с воздухом в открытом пространстве	79
2.3. Метод расчета критериев пожарной опасности для горючих пылей	80
2.4. Метод расчета интенсивности теплового излучения	83
2.5. Метод расчета радиуса воздействия высокотемпературных продуктов сгорания газо- или паровоздушной смеси в открытом пространстве.....	87
2.6. Метод расчета длины факела при струйном горении горючих газов.....	87
2.7. Методика вычисления условной вероятности поражения человека.....	87
2.8. Примеры решения задач.....	90
2.8.1. Расчет категорий наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.....	90
2.8.2. Расчет интенсивности теплового излучения при пожарах проливов ЛВЖ и ГЖ	100
2.8.3. Вычисление условной вероятности поражения человека.....	101

2.9. Исходные данные для самостоятельной работы по закреплению полученных знаний	106
3 Требования пожарной безопасности к производственным объектам в зависимости от категории пожаровзрывоопасности	111
3.1. Размещение взрывопожароопасных объектов на территориях поселений и городских округов	111
3.2. Противопожарное водоснабжение поселений и городских округов	114
3.3. Требования пожарной безопасности при проектировании, реконструкции и изменении функционального назначения зданий и сооружений	114
3.4. Требования к ограничению распространения пожара в зданиях, сооружениях, пожарных отсеках	115
3.5. Требования пожарной безопасности к эвакуационным путям, эвакуационным и аварийным выходам	116
3.6. Размещение подразделений пожарной охраны и пожарных депо на производственных объектах	117
3.7. Требования к источникам противопожарного водоснабжения производственного объекта	118
3.8. Требования к ограничению распространения пожара на производственном объекте	119
3.9. Общие требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям зданий и сооружений.....	121
3.10. Общие требования к объектам производственного и складского назначения класса функциональной пожарной опасности Ф5.1	125
3.11. Требования к производственным зданиям	128
3.12. Требования к складским зданиям.....	132
3.13. Требования к складам нефти и нефтепродуктов	135

3.14. Требования к сооружениям производственных объектов.....	145
3.15. Требования к газораспределительным системам.....	150
3.16. Требования к зданиям котельных.....	153
3.17. Требования к генеральному плану предприятия при размещении наружных установок на территории нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий.....	158
3.18. Требования к технологическим трубопроводам на территории нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий.....	167
3.19. Требования к производственным зданиям и наружным установкам на территории нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий.....	169
3.20. Требования к магистральным трубопроводам	179
Термины и определения.....	187
Литература.....	194
Приложения.....	196

Предисловие

Категорирование зданий и помещений и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности применяется для установления требований пожарной безопасности, направленных на предотвращение возможности возникновения пожара и обеспечение противопожарной защиты людей и имущества в случае возникновения пожара.

Эти требования применяются практически ко всем технологическим процессам и определяют не только регламент работ на промышленных объектах, но и компоновку их генерального плана, вплоть до параметров сооружений и материала из которого они должны быть изготовлены. По результатам категорирования делают выводы и составляют рекомендации и требования по: размещению взрывопожароопасных объектов относительно территории населенных пунктов, противопожарному водоснабжению; ограничению распространения пожаров на производственных объектах; эксплуатации складов нефти и нефтепродуктов, их объемно-планировочным решениям; генеральному плану предприятий нефтепереработки; компоновке и эксплуатации технологических и магистральных трубопроводов и т. п.

В 2003 г. проработанные и дополненные НПБ 105–95 и НПБ 107–97 были объединены в один документ — НПБ 105–03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

1 мая 2009 г. вступил в силу Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Данный Федеральный закон разработан в целях защиты жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества от пожаров. Он определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты (продукции), в том числе к зданиям, сооружениям и строениям, промышленным объектам, пожарно-технической продукции и продукции общего назначения.

В развитие данного Федерального закона был разработан свод правил СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [1]. Этот документ устанавливает методику определения категорий помещений и зданий производственного и складского назначения по взрывопожарной и пожарной опасности в зависимости от количества и пожаровзрывоопасных свойств находящихся (обращающихся) в них веществ и материалов с учетом особенностей технологических процессов размещенных в них производств.

Излагаемая методика не распространяется:

— на помещения и здания для производства и хранения взрывчатых веществ (далее — ВВ), средств инициирования ВВ, здания и сооружения, проектируемые по специальным нормам и правилам, утвержденным в установленном порядке;

— на наружные установки для производства и хранения ВВ, средств инициирования ВВ, наружные установки, проектируемые по специальным нормам и правилам, утвержденным в установленном порядке, а также на оценку уровня взрывоопасности наружных установок.

1

Категорирование помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности

1.1. Общие положения

По пожарной и взрывопожарной опасности помещения производственного и складского назначения независимо от их функционального назначения подразделяются на следующие категории [1]:

- повышенная взрывопожароопасность (А);
- взрывопожароопасность (Б);
- пожароопасность (В1-В4);
- умеренная пожароопасность (Г);
- пониженная пожароопасность (Д).

Здания, сооружения, строения и помещения иного назначения разделению на категории не подлежат.

Категории помещений и зданий определяются исходя из вида находящихся в них горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, а также исходя из объемно-планировочных решений помещений и характеристик проводимых в них технологических процессов.

Взрывопожароопасность помещений категорий А и Б обусловлена возможностью образования в них при аварийных ситуациях взрывоопасных газо-, паро- или пылевоздушных смесей, взрыв которых может привести к разрушению здания. Поэтому безопасность таких помещений обеспечивается в первую очередь исключением любых источников зажигания и реализацией мероприятий, ослабляющих действие взрыва на несущие конструкции здания (например, устройство легко-сбрасываемых конструкций).

В помещениях категорий В и Д взрывы невозможны, но присутствие горючих материалов (в помещениях категории Д горючие материалы могут быть в составе конструкций здания) делает такие помещения потенциально пожароопасными.

Мероприятия по обеспечению безопасности базируются, в основном, на обнаружении пожара, ликвидации его на начальной стадии и ограничении распространения.

К категории Г относятся разнородные по уровню опасности помещения, например цеха металлургических предприятий и котельные, в которых сжигается твердое, жидкое или газообразное топливо. В этих помещениях возможно одновременное присутствие горючих смесей и источников зажигания, поэтому мероприятия по пожарной безопасности для помещений категории Г разрабатываются с учетом указанных обстоятельств.

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с *таблицей 1.1*.

Определение категорий помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям, приведенным в *таблице 1.1*, от наиболее опасной (А) к наименее опасной (Д).

Таблица 1.1

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А повышенная взрывопожароопасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.
Б взрывопожароопасность	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
В-В4 пожароопасность	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть. при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б.
Г умеренная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.
Д пониженная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Определение категорий помещений В1-В4 осуществляют путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки (далее — пожарная нагрузка) на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки, приведенной в *таблице 1.2*.

Таблица 1.2

**Удельная пожарная нагрузка и способы размещения
для категорий В1-В4**

Категория помещения	Удельная пожарная нагрузка g на участке, МДж·м ⁻²	Способ размещения
В1	Более 2200	Не нормируется
В2	1401–2200	Определяется расчетом
В3	181–1400	Определяется расчетом
В4	1–180	На любом участке пола помещения, площадь каждого из участков пожарной нагрузки не более 10 м ² .

Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности определяются исходя из доли и суммированной площади помещений той или иной категории опасности в этом здании (п. 6 СП 12.13130.2009):

1. Здание относится к категории А, если в нем суммированная площадь помещений категории А превышает 5 % площади всех помещений или 200 м².

2. Здание не относится к категории А, если суммарная площадь помещений категории А в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

3. Здание относится к категории Б, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А и суммарная площадь помещений категорий А и Б превышает 5 % суммарной площади всех помещений или 200 м².

4. Здание не относится к категории Б, если суммарная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25 % суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

5. Здание относится к категории В, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А или Б и суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 превышает 5 % (10 %, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммарной площади всех помещений.

6. Здание не относится к категории В, если суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 3500 м²) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

7. Здание относится к категории Г, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится

к категории А, Б или В и суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, В3 и Г превышает 5 % суммарной площади всех помещений.

8. Здание не относится к категории Г, если суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, В3 и Г в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м²) и помещения категорий А, Б, В1, В2 и В3 оснащаются установками автоматического пожаротушения.

9. Здание относится к категории Д, если оно не относится к категории А, Б, В или Г.

1.2. Выбор и обоснование расчетного варианта

По уровню пожарной опасности технологические процессы разделяются на (ГОСТ Р 12.3.047–98 [3]):

— технологические процессы повышенной опасности, в которых обращаются пожаровзрывоопасные вещества в количестве, равном или большем порогового значения, указанного в *таблице П1*;

— технологические процессы, в которых обращаются пожаровзрывоопасные вещества в количестве, меньшем порогового значения, указанного в *таблице П1*.

Приведенные в *таблице П1* количества опасных веществ относят:

— к одному хранилищу или одной технологической установке;

— к группе хранилищ или технологических установок, расстояние между которыми менее 500 м. Если на предприятии хранят вещества разных наименований, то при оценке предельно-допустимого их количества следует использовать критерий аддитивности G , рассчитанный по формуле:

$$G = \sum_{i=1}^n m_i / m_{i\text{np}}$$

где m_i — масса i -го опасного вещества, т;

m_i пр — предельно допустимая масса i -го вещества, т, по таблице П1.

Если $G \geq 1$, то технологический процесс относят к технологическим процессам повышенной опасности.

Оценку опасности возникновения пожара и путей его распространения проводят с помощью схем расположения опасного оборудования, построенных на основе планов производственных зданий, установок, этажерок и помещений.

На схемах и картах указывают:

— места возможного образования пожаровзрывоопасной горючей среды;

— участки возможных аварий и их причины;

— вероятные источники зажигания;

— пути распространения огня при пожаре;

— предусмотренные проектом меры защиты участков, узлов и аппаратов от пожара.

При этом необходимо дополнительно учитывать:

— возможность образования локальных концентраций горючих смесей у мест выхода паров и газов в помещение у аппаратов, постоянно или временно сообщающихся с внешней средой через открытые люки, дыхательные линии, предохранительные клапаны или имеющие открытые поверхности испарения;

— наличие и эффективность системы отсоса, продувки инертным газом и блокировки у аппаратов периодического действия, загрузка и разгрузка которых сопровождается открытием люков и крышек;

— эффективность отводных линий у аппаратов и емкостей, оснащенных дыхательными устройствами, предохранительными клапанами, устройствами ручного стравливания;

— работоспособность и эффективность систем улавливания газов и паров, устройств против переполнения и растекания жидкостей, приборов контроля и регулирования температуры при эксплуатации открытых емкостей, заполненных горючими жидкостями;

— надежность принятых способов уплотнения сальников, необходимость применения местных отсосов и блокировки

вытяжной вентиляции при работе насосов для перекачки ЛВЖ и сжиженных газов и компрессоров.

При расчете значений критериев взрывопожарной опасности в качестве расчетного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором во взрыве участвует наибольшее количество веществ или материалов, наиболее опасных в отношении последствий взрыва.

В случае если использование расчетных методов не представляется возможным, допускается определение значений критериев взрывопожарной опасности на основании результатов соответствующих научно-исследовательских работ, согласованных и утвержденных в установленном порядке.

Количество поступивших в помещение веществ, которые могут образовать взрывоопасные газовоздушные или паровоздушные смеси, определяется исходя из следующих предпосылок:

а) происходит расчетная авария одного из аппаратов;
б) все содержимое аппарата поступает в помещение;
в) происходит одновременно утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат по прямому и обратному потокам в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов;

г) происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости; площадь испарения при разливе на пол определяется (при отсутствии справочных данных) исходя из расчета, что 1 л смесей и растворов, содержащих 70 % и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,5 м², а остальных жидкостей — на 1 м² пола помещения;

д) происходит также испарение жидкости из емкостей, эксплуатируемых с открытым зеркалом жидкости, и со свежеокрашенных поверхностей;

е) длительность испарения жидкости принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с.

Расчетное время отключения трубопроводов следует принимать равным:

— времени срабатывания системы автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки,

если вероятность отказа системы автоматики не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов;

— 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование ее элементов;

— 300 с при ручном отключении.

Не допускается использование технических средств для отключения трубопроводов, для которых время отключения превышает приведенные выше значения.

Под «временем срабатывания» и «временем отключения» следует понимать промежуток времени от начала возможного поступления горючего вещества из трубопровода (перфорация, разрыв, изменение номинального давления и т. п.) до полного прекращения поступления газа или жидкости в помещение. Быстродействующие клапаны-отсекатели должны автоматически перекрывать подачу газа или жидкости при нарушении электроснабжения.

В исключительных случаях в установленном порядке допускается превышение приведенных выше значений времени отключения трубопроводов специальным решением соответствующих федеральных министерств и других федеральных органов исполнительной власти по согласованию с Госгортехнадзором России на подконтрольных ему производствах и предприятиях и МЧС России;

Количество пыли, которое может образовать взрывоопасную смесь, определяется из следующих предпосылок:

а) расчетной аварии предшествовало пыленакопление в производственном помещении, происходящее в условиях нормального режима работы (например, вследствие пылевыведения из негерметичного производственного оборудования);

б) в момент расчетной аварии произошла плановая (ремонтные работы) или внезапная разгерметизация одного из технологических аппаратов, за которой последовал аварийный выброс в помещение всей находившейся в аппарате пыли.

Свободный объем помещения определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием. Если свободный объем

помещения определить невозможно, то его допускается принимать условно, равным 80 % геометрического объема помещения.

1.3. Методы определения категорий помещений по взрывопожарной опасности

1.3.1. Расчет избыточного давления для горючих газов, паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей

Избыточное давление взрыва ΔP для индивидуальных горючих веществ, состоящих из атомов C, H, O, N, Cl, Br, I, F, определяется по формуле:

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \cdot \frac{mZ}{V_{cv} \cdot \rho_{г.л}} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{k_H}, \quad (B1)$$

где: P_{max} — максимальное давление взрыва стехиометрической газовой или паровой смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным. При отсутствии данных допускается принимать P_{max} равным 900 кПа;

P_0 — начальное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

m — масса горючего газа (ГГ) или паров легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ), вышедших в результате расчетной аварии в помещение, вычисляемая для ГГ по формуле (B6), а для паров ЛВЖ и ГЖ по формуле (B11), кг;

Z — коэффициент участия горючего во взрыве, который может быть рассчитан на основе характера распределения газов и паров в объеме помещения. Допускается принимать значение Z по табл. 1.3;

Таблица 1.3

Значение коэффициента Z участия горючих газов и паров в горении

Вид горючего вещества	Значение Z
Водород	1,0

Вид горючего вещества	Значение Z
Горючие газы (кроме водорода)	0,5
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые до температуры вспышки и выше	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при наличии возможности образования аэрозоля	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при отсутствии возможности образования аэрозоля	0

$V_{св}$ — свободный объем помещения, м³;

$\rho_{г.п}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p , кг·м⁻³, вычисляемая по формуле:

$$\rho_{г.п} = \frac{M}{V_0(1 + 0,00367 \cdot t_p)} \quad (B2)$$

где: M — молярная масса, кг·кмоль⁻¹ (табл. П2);

V_0 — мольный объем, равный 22,413 м³·кмоль⁻¹;

t_p — расчетная температура, °С.

В качестве расчетной температуры следует принимать максимально возможную температуру воздуха в данном помещении в соответствующей климатической зоне [4] или максимально возможную температуру воздуха по технологическому регламенту с учетом возможного повышения температуры в аварийной ситуации. Если такого значения расчетной температуры t_p по каким-либо причинам определить не удастся, допускается принимать ее равной 61°С;

$C_{СТ}$ — стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, % (об.), вычисляемая по формуле:

$$C_{СТ} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}, \quad (B3)$$

где: $\beta = n_C \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2}$ — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания;

n_C, n_H, n_O, n_X — число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего (определяемое по химической формуле (табл. П3));

K_n — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения. Допускается принимать K_n равным 3.

Для водорода, метана, этана, пропана, бутана избыточное давление взрыва ΔP может быть определено по формулам [7]:

$$\text{— для водорода } (z=1,0) \quad \Delta P = 1,14 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{св}} ;$$

$$\text{— для метана } (z=0,5) \quad \Delta P = 2,36 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{св}} ;$$

$$\text{— для пропана } (z=0,5) \quad \Delta P = 2,19 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{св}} ;$$

$$\text{— для этана } (z=0,5) \quad \Delta P = 2,47 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{св}} ;$$

$$\text{— для бутана } (z=0,5) \quad \Delta P = 2,16 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{св}} ;$$

Расчет ΔP для остальных веществ, а также для смесей может быть выполнен по формуле:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot Z}{V_{св} \cdot \rho_v \cdot C_p \cdot T_0} \cdot \frac{1}{K_H}, \quad (B4)$$

где H_T — теплота сгорания, Дж·кг⁻¹ (таблица ПЗ);

ρ_v — плотность воздуха до взрыва при начальной температуре T_0 , кг·м⁻³ (таблица 1.4);

Таблица 1.4

Значения плотности воздуха при давлении 101 кПа[5]

Температура, °С	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Плотность воздуха, кг·м ⁻³	1,248	1,226	1,205	1,185	1,165	1,146	1,128	1,11	1,093	1,076	1,06

C_p — теплоемкость воздуха, Дж·кг⁻¹·К⁻¹ (допускается принимать равной 1,01·10³ Дж·кг⁻¹·К⁻¹);

T_0 — начальная температура воздуха, К. $T_0 = 273 + t_p$, где t_p — расчетная температура в помещении, °С, определяемая согласно СНиП 2.01.01–82 «Строительная климатология и геофизика» [4].

В случае обращения в помещении горючих газов, легко воспламеняющихся или горючих жидкостей при определении значения массы m , входящей в формулы (В1) и (В4), допускается учитывать работу аварийной вентиляции, если она обеспечена резервными вентиляторами, автоматическим пуском при превышении предельно допустимой взрывобезопасной концентрации и электроснабжением по первой категории надежности (ПУЭ), при условии расположения устройств для удаления воздуха из помещения в непосредственной близости от места возможной аварии. При этом массу m горючих газов или паров легко воспламеняющихся или горючих жидкостей, нагретых до температуры вспышки и выше, поступивших в объем помещения, следует разделить на коэффициент K , определяемый по формуле:

$$K = A \cdot T + I, \quad (\text{В5})$$

где: A — кратность воздухообмена, создаваемого аварийной вентиляцией, c^{-1} ;

T — продолжительность поступления горючих газов и паров легко воспламеняющихся и горючих жидкостей в объем помещения, c .

Масса m , кг, поступившего в помещение при расчетной аварии газа, определяется по формуле:

$$m = (V_a + V_T) \rho_z, \quad (\text{В6})$$

где: V_a — объем газа, вышедшего из аппарата, m^3 ;

V_T — объем газа, вышедшего из трубопроводов, m^3 .

ρ_z — плотность вещества, $кг/м^3$ (определяемая по формуле В2).

При этом:

$$V_a = 0,01 P_1 V, \quad (\text{В7})$$

где: P_1 — давление в аппарате, $кПа$;

V — объем аппарата, м³;

$$V_T = V_{1T} + V_{2T}, \quad (B8)$$

где: V_{1T} — объем газа, вышедшего из трубопровода до его отключения, м³;

V_{2T} — объем газа, вышедшего из трубопровода после его отключения, м³;

$$V_{1T} = qT, \quad (B9)$$

где: q — расход газа, определяемый в соответствии с технологическим регламентом в зависимости от давления в трубопроводе, его диаметра, температуры газовой среды и т. д., м³·с⁻¹;

T — время, с;

$$V_{2T} = 0,01 \cdot \pi \cdot P_2 (r_1^2 \cdot L_1 + r_2^2 \cdot L_2 + \dots + r_n^2 \cdot L_n), \quad (B10)$$

где: P_2 — максимальное давление в трубопроводе по технологическому регламенту, кПа,

$r_{1,2,\dots,n}$ — внутренний радиус трубопроводов, м;

$L_{1,2,\dots,n}$ — длина трубопроводов от аварийного аппарата до задвижек, м.

Масса паров жидкости m , поступивших в помещение при наличии нескольких источников испарения (поверхность разлитой жидкости, поверхность со свеженанесенным составом, открытые емкости и т. п.), определяется из выражения:

$$m = m_p + m_{емк} + m_{св.окр}, \quad (B11)$$

где: m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива, кг;

$m_{емк}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей, кг;

$m_{св.окр}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав, кг.

При этом каждое из слагаемых в формуле (B11) определяется по формуле:

$$m = W F_u T, \quad (B12)$$

где: W — интенсивность испарения, $\text{кг}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{м}^{-2}$;

F_u — площадь испарения, м^2 , определяемая в зависимости от массы жидкости m_n , вышедшей в помещение.

Если аварийная ситуация связана с возможным поступлением жидкости в распыленном состоянии, то она должна быть учтена в формуле (B11) введением дополнительного слагаемого, учитывающего общую массу поступившей жидкости от распыляющих устройств, исходя из продолжительности их работ.

Масса m_n , кг , вышедшей в помещение жидкости.

Интенсивность испарения W определяется по справочным и экспериментальным данным. Для не нагретых выше температуры окружающей среды ЛВЖ при отсутствии данных допускается рассчитывать W по формуле:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M \cdot P_n} \quad (B13)$$

где: η — коэффициент, принимаемый по *таблице 1.5* в зависимости от скорости и температуры воздушного потока над поверхностью испарения;

P_n — давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости t_p , определяемое по справочным данным или по стандартным методикам.

В соответствии с принятой методикой [6], давление насыщенных паров при расчетной температуре t_p воздуха, определяемой по климатическим характеристикам для данного района [4]:

$$P_n = 10^{\left(A - \frac{B}{t_p + C_A}\right)}$$

где: A, B, C_A — константы уравнения Антуана (*таблица ПЗ*)

**Значение коэффициента η в зависимости
от скорости и температуры воздушного потока**

Скорость воздушного потока в помещении, м·с ⁻¹	Значение коэффициента η при температуре t , °С, воздуха в помещении				
	10	15	20	30	35
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,1	3,0	2,6	2,4	1,8	1,6
0,2	4,6	3,8	3,5	2,4	2,3
0,5	6,6	5,7	5,4	3,6	3,2
1,0	10,0	8,7	7,7	5,6	4,6

Масса паров m , кг, при испарении жидкости, нагретой выше расчетной температуры (по технологическим условиям), но не выше температуры кипения жидкости, определяется по соотношению [1]:

$$m = 0,02 \sqrt{M \cdot P_H \cdot C_{ж} \cdot m_n / L_{исп}} \quad (B14)$$

где: $C_{ж}$ — удельная теплоемкость жидкости при начальной температуре испарения, Дж · кг⁻¹ · К⁻¹;

$L_{исп}$ — удельная теплота испарения жидкости при начальной температуре испарения, определяемая по справочным данным, Дж · кг⁻¹. При отсутствии справочных данных допускается рассчитывать $L_{исп}$ по формуле:

$$L_{исп} = \frac{19,173 \cdot 10^3 BT_a^2}{(T_a + C_A - 273,2)^2 M} \quad (B15)$$

где: B, C_A — константы уравнения Антуана, определяемые по справочным данным для давления насыщенных паров, измеряемого в кПа;

T_a — начальная температура нагретой жидкости, К;

M — молярная масса жидкости, кг/кмоль (табл. ПЗ).

Формулы (B14) и (B15) справедливы для жидкостей, нагретых от температуры вспышки и выше, при условии, что температура вспышки жидкости превышает значение расчетной температуры.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru