УО «Брестский государственный технический университет»

Кафедра инженерной экологии и химии

Практическая работа №2

Оценка устойчивости хозяйственных объектов к воздействию ударной волны и теплового излучения при взрывах газопаровоздушных смесей в открытом пространстве

Вариант 7

Выполнил: Комиссаров А.Е.

Брест 2020 ПО-7, 1 курс

Проверил:

На территории завода находится ёмкость, в которой содержится сжиженный под давлением пропан массой Мв=45 т.

В результате аварийной утечки в атмосферу от искры некоего внешнего источника произошел взрыв газовоздушной смеси. Ёмкость с пропаном разрушилась, произошёл мгновенный выброс и дефлаграционное сгорание оставшейся части пропана с образованием огненного шара.

Оценить устойчивость к воздействию ударной волны и теплогого излучения цеха, находящегося на расстоянии R=300 м от центра взрыва.

Дополнительные условия: здание №10, технологическое оборудование №3, КЭС № 29. Коэффициенты: К1=1, К2=0,9, К3=0,85, Сст=0,95.

Краткая характеристика цеха

|  |  |
| --- | --- |
| **Здание** | Одноэтажное здание с металлическим каркасом, крышей и стеновым заполнением из волнистой стали |
| **Технологическое оборудование** | Станки лёгкие |
| **КЭС** | Трубопроводы наземные |
| **Возгораемые материалы** | Мягкая кровля, деревянные конструкции, окрашенные в тёмный цвет. |

Ход работы:

**А) Оценка устойчивости цеха к воздействию ударной волны:**

1. Массу пропана перешедшего в атмосферу при разгерметизации ёмкости определяем по формуле (1).
2. Объем образовавшегося полусферического облака ГВС определяем по формуле (2).
3. Диаметр полусферического облака ГВС определяем по формуле (3).

Полученное значение d0 > dmin. Таким образом возникновение детонации в облаке ГВС вполне вероятно, а принятый в условии задачи сценарий событий оправдан.

1. Массу горючего облака определяем по формуле (4).
2. Тротиловый эквивалент наземного взрыва полусферического облака ГВС определяем по формуле (5).
3. Эффективное избыточное давление во фронте детонациионной волны определяем по формуле (6).
4. Параметр альфа определяем по формуле (8).
5. Радиус действия детонационной волны определяем по формуле (7).

Расстояние до цеха R=300 м больше Rd. Таким образом, цех не попал в зону детоныционной волны.

1. «Приведённое» расстояние до цеха определим по формуле (9)
2. «Приведённое» давление определяем по формуле (10).
3. Избыточное давление в о фронте ударной волны в районе цеха определяем по формуле (11).
4. Избыточное дваление ударной волны, действующее на здание цеха, определяем по формуле (12).
5. Избыточное дваление ударной волны, действующее на элементы, находящиеся внутри здания цеха, определяем по формуле (14).
6. По данным приложения 2 составим таблицу для оценки устойчивости к воздействию ударной волны всех основных элементов цеха (здания, тех. оборудования и КЭС).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элементы цеха | Степень разрушения при ΔPФ , кПа | | | | | | | | ΔPФ/т  , кПа | Примечание |
| 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| Здание |  |  |  |  |  |  |  |  | 10 |  |
| Тех. оборудование |  |  |  |  |  |  |  |  | 12 |
| КЭС |  |  |  |  |  |  |  |  | 30 |

**Анализ данных таблицы:** В результате воздействия ударной волны в здании цеха возможны значительные деформации несущих конструкций, разрушена большая часть перекрытий, стен. Сплошные звалы. Возможны пожары в завалах. В станках будет наблюдаться деформация станин, трещины в основных деталях. Инерционное разрушение КИПиА и электронной аппаратуры. Также возможна значительная деформация и повреждение большей части труб, разрушение отстойников, фильтров, насосных станций. Повреждение арматуры. Падение и деформации опор линий электропередач. Множественные разрывы кабелей наземных ЛЭП.

**Восстановление элементов цеха:** Восстановление здания нецелесообразно, так как свожится к новому строительству с использованием отдельных сохранившихся конструкций. Ремонт и восстановление оборудования также нецелесообразно. Уцелевшие детали и узлы могут быть использованы как запчасти. Восстановление КЭС невозможно.

**Анализ поражения людей:** Незащищённые люди, находящиеся на расстоянии 300 м от эпицентра взрыва, в том числе вблизи механического цеха, могут получить травмы средней тяжести. Из находящихся в цехе людей сразу может погибнуть примерно половина, так как большая часть перекрытий и стен здания будет разрушена, и образуются сплошные завалы. Оставшиеся в живых могут быть погребены под завалами и поражены в различной степени обломками строительных конструкций, осколками стекла, упавшим оборудованием.

**Вывод:** Механический цех является неустойчивым к воздействию ударной волны. Требуются мероприятия по повышению устойчивости цеха.

**Б) Оценка устойчивости цеха к воздействию теплового излучения:**

1. Согласно условию задачи, масса пропана, образовавшая огненный шар, равна
2. Радиус огненного шара определяем по формуле (15).

Расстояние до цеха R=300 м больше удвоенного радиуса огненного шара, что позволяет везти расчёт по методике, изложенной в п.1.2.4.

1. Считаем, что огненный шар имеет сферическую форму. Площадь поверхности шара равна
2. Время существования огненного шара определяем по формуле (16)
3. Мощность поверхностной эмиссии теплового излучения огненного шара определяем по формуле (17).
4. Коэффициент F, учитывающий фактор удалённости цеха от ёмкости определяем по формуле (18).
5. Проводимость воздуха определяется по формуле (19).
6. Импульс теплового излучения огненного шара, падающий на здание цеха, определяется по формуле (20).
7. Пользуясь данными приложения 5, составим таблицу для оценки устойчивости цеха к воздействию теплового излучения.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Степень огнестойности здания | Степень пожарной опасности производства | Возгораемые элементы (материалы) в цехе и их характеристики | Тепловой импульс, вызывающий возгорание элемета цеха, кДж/м2 | Предел устойчивости цеха к тепловому излучению Qlim, кДж/м2 | Тепловой импульс в районе цеха Q, кДж/м2 | Разрушения здания цеха | Зона пожаров, в которой может оказаться цех |
| II | Д | Кровля мягкая | 580 | 250 | 166,6 | сильные | Участок пожара в завалах |
| деревянные конструкци, окрашенные в тёмный цвет. | 250 |

**Анализ таблицы:** В результате воздействия теплового излучения огненного шара, если очаги не будут быстро ликидированы, возможно воспламенение деревянных конструкций, окрашенных в темный цвет а также мягкой кровли.

Согласно расчётам нижний предел огнеустойчивости цеха оказался больше чем тепловой импульс.

**Анализ поражения людей:** Незащищённые люди, находящиеся на расстоянии 300 м от эпицентра взрыва, в том числе вблизи механического цеха, могут получить покраснение, припухлость и болезненность кожи. Спецодежда не будет гореть. Люди внутри цеха не теряют работоспособность и не нуждаются в специальном лечении. Ожоги заживают быстро. В затенённых участках цеха и в завалах люди не пострадают. Возможно их поражение при горении возгораемых материалов (ожоги, удушье и отравление токсичными продуктами горения).

**Вывод:** Механический цех является неустойчивым к воздействию теплового излучения. Требуются мероприятия по повышению устойчивости.

**В) Мероприятия по повышению устойчивости цеха к воздействию ударной волны.**

Наиболее рациональным в данной ситуации я вляется перенос ёмкости с пропаном на безопасное расстояние от цеха. Располагаем ёмкость с пропаном таким образом, чтобы стены цеха находились под углом 45о к направлению движения ударной волны. Задаём избыточное давление ударной волны, при котором обеспечивается защита людей и цех сохраняет устойчивость. Так как наиболее уязвимым элементом цеха является здание, принимаем ΔPФКУ= 7 кПа.

1. Определим избыточное давление в районе цеха, преобразуя формулу (12) и исходя из того, что коэфициенты К2, К3 не изменились, а К1=0,8
2. Определим «приведённое» давление в районе цеха, преобразуя формулу (11).
3. Определим десятичный логарифм «приведённого» расстояния, преобразуя формулу (10).
4. Определим «приведённое» безопасное расстояние
5. Определим безопасное расстояние, на котором цех сохранит устойчивость к воздейстию ударной волны, преобразуя формулу (9).
6. Определим безопасное расстояние, на котором цех сохранит устойчивость к воздейстию теплового излучения огненного шара, формула (34).
7. Коэффициент F, учитывающий фактор удалённости цеха от ёмкости определяем по формуле (18).
8. Проводимость воздуха определяется по формуле (19).
9. Импульс теплового излучения огненного шара, падающий на здание цеха, находящееся на безопасном расстоянии от ёмкости с пропаном определяется по формуле (20).

Рассчитанный тепловой импульс не приведёт к возникновению очагов пожара в цеху и поражению людей вблизи цеха и внутри него.

Чтобы цех сохранил устойчивость к воздействию ударной волны и теплового излучения, в качестве безопасного расстояния выбираем большее из Re и Rу. Таким образом, необходимо перенести ёмкость с пропаном на расстояние от цеха, равное 890,2 м.

При избыточном давлении ΔPФКУ= 7 кПа, действующем на здание цеха, возможно лишь разрушение остекления, оконных и дверных проёмов. Поэтому, чтобы исключить косвенные поражения людей в цехе при воздействии ударной волны, предусматриваем замену обычного остекления окон на ударопрочный поликарбонатный пластик или на ударопрочное безосколочное стекло. При необходимости проводим перенавешевание дверей в цехе таким образом, чтобы ударная волна прижимала дверь к раме.