

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ РАЗРУШЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ ПРИ ВЗРЫВЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

*НИП «Содействие предупреждению чрезвычайных ситуаций»,
г. Новокузнецк*

Галактионов Дмитрий Викторович
Инженер-обследователь отдела экспертизы промышленной безопасности зданий и сооружений

Лизунов Дмитрий Викторович
Начальник отдела экспертизы промышленной безопасности зданий и сооружений

Сосимович Сергей Геннадьевич
Начальник расчётно-аналитического отдела

Николаев Виталий Игоревич
Инженер-обследователь отдела экспертизы промышленной безопасности зданий и сооружений

Обзор данной статьи рассматривает реальную аварийную ситуацию, произошедшую в отделении ректификации бензола, входящего в состав коксохимического производства металлургического предприятия.

Отделение ректификации бензола предназначено для переработки сырого бензола (привозного и собственного производства) и легкого масла смолоперерабатывающего отделения с целью получения чистых бензольных продуктов. На участке ректификации получают чистые продукты: бензол двух марок (для синтеза, для нитрации), толуол, сольвент и тяжелый бензол (инден-кумароновая фракция).

Здание отделения (рис. 1, 2) ректификации бензола имеет размеры в плане по осям 54,38×12,0 м, сложное в плане и по высоте:

- в осях 1-3 – четырехэтажное, кирпичное. Высота 1-го этажа составляет 4,8 м, высота 2-го – 4-го этажей – 3,6 м. Отметка низа плит покрытия 15.800;
- в осях 4-9 – двухэтажное каркасное. Высота этажей 6,0 м, 7,2 м. Отметка низа балок покрытия 12.350;
- в осях 9-11 – четырехэтажное, со смешанным каркасом. Высота этажей 6,0 м, 7,2 м, 3,6 м, 3,39 м. Отметка низа балок покрытия 20.390-21.030.

Сетка колонн 6,0×6,0 м.

Здание оборудовано монорельсами: на отм. 12.080, 20.040 – грузоподъемностью $Q = 2,0$ т; на отм. 5.000 – $Q = 1,0$ т.

Пространственная жесткость здания обеспечивается заделкой колонн в фундаментах, поперечными рамами, жесткими дисками перекрытий и покрытия.

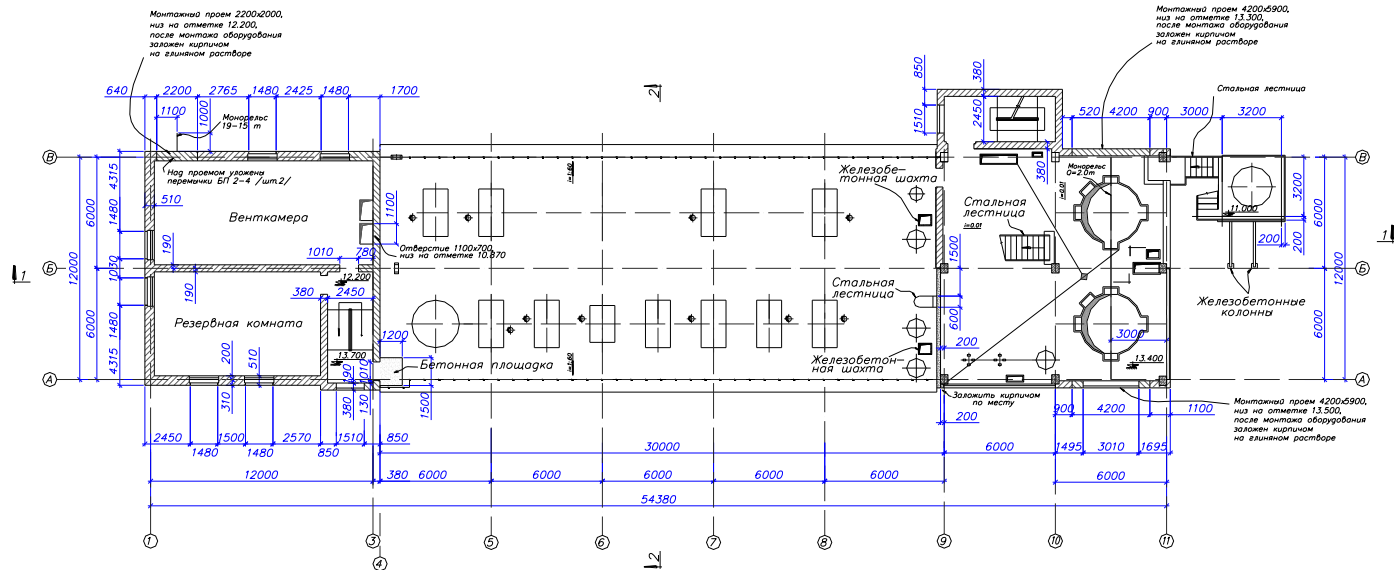


Рис.1. Схематический план здания

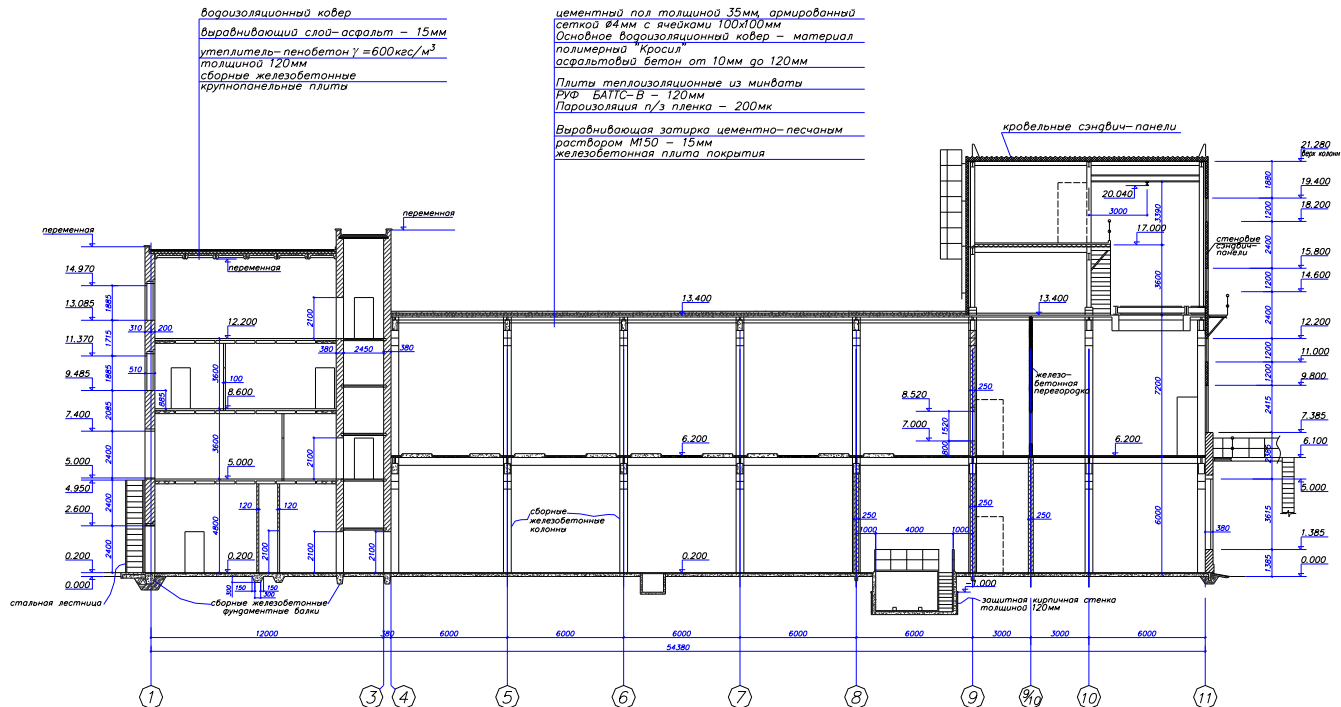


Рис.2. Продольный разрез

Характеристика основных конструкций:

Фундаменты – отдельно стоящие монолитные железобетонные ростверки на сваях-стойках.

Фундаментные балки – сборные железобетонные.

Колонны каркаса – сборные железобетонные, металлические.

Вертикальные связи по металлическим колоннам в осях 9-11 – металлические трубчатого сечения.

Ригели каркаса – сборные железобетонные, металлические.

Перекрытия – сборные железобетонные плиты, монолитные участки по сборным и монолитным железобетонным балкам; монолитная железобетонная плита по металлическим балкам.

Покрытия – сборные железобетонные плиты, монолитные участки по сборным железобетонным балкам.

Стеновое ограждение – сборные железобетонные стеновые панели $\delta = 200$ мм; кирпичная кладка толщиной 380 мм, 510 мм.

Кровля: в осях 4-9 выполнена из рулонных материалов, эксплуатируемая с бетонным покрытием. Водосток неорганизованный наружный.

Полы – бетонные, метлахская плитка, кислотоупорный кирпич.

Здание введено в эксплуатацию в 1965 году.

Перед зданием расположено действующее технологическое оборудование: ректификационные колонны и кубы-испарители (рис. 3).



Рис.3. Внешний вид здания до аварии

В декабре 2010 года на участке ректификации произошел взрыв смеси паров бензола с кислородом воздуха внутри куба-испарителя с последующим распространением пожара на территории и внутри здания участка ректификации бензола.

От взрыва куба-испарителя в здании участка ректификации бензола были выбиты полностью стекла, частично разрушены оконные переплеты. Пламя от возгорания бензола, вытекшего из куба, через выбитые от взрыва оконные проемы распространилось в помещения моечного отделения и помещения отделения дистилляции (рис. 4).



Рис. 4. Внешний вид здания в первые сутки после аварии

В результате аварии произошло частичное разрушение строительных конструкций здания. Повреждения и дефекты в основном были связаны с механическим повреждением конструкций при самом взрыве, а также длительным воздействием высоких температур в процессе пожара. В итоге конструкции одной из частей здания полностью потеряли свою несущую способность (рис. 5).

Одной из основных причин, повлекшей за собой столь масштабные разрушения конструкций является достаточно близкое расположение технологического оборудования (ректификационных колонн, кубовых емкостей), имеющего потенциальную взрывопожароопасность, от конструкций здания. При этом не предусмотрено никаких ограждающих защитных конструкций (экранов) по периметру этажерки с оборудованием, что как раз явилось бы важной составляющей, так как одним из следствий взрыва был удар оторвавшейся части куба в стену здания со сквозным ее разрушением (рис. 6).



Рис. 5. Характерные разрушения строительных конструкций



Рис. 6. Последствие попадания в здание части технологического оборудования

Разрушения, предварительная оценка технического состояния строительных конструкций и предварительные рекомендации по исключению внезапного обрушения строительных конструкций были отражены в заключении по визуальной оценке строительных конструкций после пожара. Согласно рекомендациям, выданным по оценке технического состояния специализированной проектной организацией, был разработан проект восстановления строительных конструкций. Как оказалось впоследствии, при разработке данного проекта были допущены определенные недоработки, проявившиеся уже в первые годы после восстановления и повторного ввода в эксплуатацию здания. Основной причиной явилось то, что восстановление конструкций требовало минимизации затраченного времени, так как отделение ректификации является неотъемлемой частью технологической цепочки как самого цеха, так и коксохимического производства в целом.

Таким образом, в качестве стенового ограждения, выполненного взамен разрушенных железобетонных ограждающих конструкций, проектом были заложены стеновые сэндвич-панели с минераловатным утеплителем и двумя слоями окрашенного стального листа. В качестве вновь выполняемых конструкций покрытия так же были предусмотрены кровельные трехслойные сэндвич-панели по металлическим балкам (рис. 7).



Рис. 7. Внешний вид здания после восстановления строительных конструкций

В 2015 году была проведена очередная экспертиза промышленной безопасности здания отделения ректификации бензола. Помимо незначительных, не влияющих на несущую способность повреждений и дефектов, было выявлено наличие сквозной коррозии наружного металлического листа сэндвич-панелей покрытия, а также повреждение лакокрасочного покрытия, поверхностная коррозия отдельных участков наружной и внутренней поверхности стеновых сэндвич-панелей (рис. 8).



Рис. 8. Характерные повреждения кровельных и стеновых сэндвич-панелей

Данные повреждения коснулись только вновь выполненных ограждающих конструкций из металлических трехслойных сэндвич-панелей, при том, что целостность существующих железобетонных и кирпичных конструкций осталась ненарушенной. На появление и скорое развитие данных дефектов оказала влияние агрессивность воздушной среды как снаружи, так и внутри здания. Таким образом, ограждающие конструкции, заложенные в проект восстановления, оказались неподходящими для данных условий производственного процесса.

Так же необходимо отметить, что проектом восстановления не были учтены мероприятия по защите строительных конструкций от возможных повреждений извне и не были предусмотрены защитные конструкции в зоне расположения взрывопожароопасного технологического оборудования. Вследствие этого можно сделать вывод, что здание не готово к возможным повторным аварийным ситуациям в будущем.

Библиографический список

1. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния (введен в действие Приказом Росстандарта от 27.12.2012 N 1984-ст). - Стандартиформ, 2014. – 89 с.
2. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений (принят Постановлением Госстроя РФ от 21.08.2003 N 153). - М.: Госстрой РФ, ГУП ЦПП, 2003. – 64 с.
3. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» 21.07.97 г. №116-ФЗ (ред. от 13.07.2015).