

СОХРАНЕНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КАРКАСА ПРИ ВЗРЫВЕ

*А.В. Васильченко, к.т.н., доцент, НУГЗУ,
В.С. Ольховский, курсант НУГЗУ*

При аварийном взрыве конструкции могут деформироваться, не теряя существенно несущей способности, но это приводит к изменению жесткости и огнестойкости всей системы [1, 2, 3].

Конструкции следует рассчитывать таким образом, чтобы при аварийном взрыве они не только сохранили несущую способность, но и выдержали воздействие пожара, который может возникнуть после взрыва.

Поэтому возникает проблема выбора критериев для расчета количества взрывающегося вещества, не приводящего к быстрой потере огнестойкости конструкций или требований к конструкциям, повышающих их механическую и пожарную стойкость в условиях технологического процесса с опасностью аварийного взрыва.

В связи с широким распространением промышленных зданий с металлическим каркасом на потенциально опасных объектах или объектах повышенной опасности актуальной задачей является выработка методики оценки безопасного количества взрывчатого вещества или легковоспламеняющегося вещества, не приводящего при аварийном взрыве и последующем пожаре к критическому снижению огнестойкости деформированных конструкций металлического каркаса.

При анализе стойкости каркаса здания в нормальных условиях и при пожаре используются известные методики, заключающиеся в следующей последовательности действий [4]:

1. Определение для конструкций каркаса при нормальных условиях механических и геометрических параметров, обеспечивающих несущую способность (предельных нагрузок, критических эксцентриситетов и прогибов, соответствующих предельным нагрузкам, жесткости, частоты собственных колебаний).

2. Определение критических температур конструкций каркаса и расчет пределов их огнестойкости.

3. Оценка механической стойкости и огнестойкости конструкций каркаса на основе сопоставления расчетных значений с нормативными.

Для того чтобы оценить количество конденсированного взрывчатого вещества или газовой смеси, не приводящие при взрыве и последующем пожаре к потере несущей способности и критическому снижению огнестойкости деформированной конструкции предлагается следующая методика в виде последовательности действий [4].

1. Определение критических температур конструкций каркаса, исходя из требований огнестойкости.

2. Определение коэффициентов снижения несущей способности при повышении температуры, соответствующих критическим температурам конструкций.

3. Определение коэффициентов продольного изгиба для вертикальных элементов и прогибов для изгибаемых элементов.

4. Определение параметров ударной волны (избыточное давление, скоростной напор), создающих рассчитанные деформации.

5. Определение условий возникновения параметров ударной волны (количество конденсированного взрывчатого вещества или газовой смеси), безопасных для геометрии каркаса здания.

Предложенная методика реализуется при известных значениях геометрических и механических характеристик металлических конструкций, таких как их размеры, формы сечений, нагрузки, предельные сопротивления и модули упругости материалов, и др.

Предположив, что при взрыве металлическая колонна деформируется и представляет собой сжато-изогнутый стержень с эксцентриситетом $e_{ост}$, можно оценить коэффициенты понижения напряжения при внецентренном продольном изгибе $\varphi_{в}$. Для изгибаемых элементов можно найти относительный прогиб.

Если в качестве критериальной оценки принять, что эти значения при взрыве должны соответствовать нижней границе зоны сильных разрушений, то по таблице повреждений строительных объектов можно оценить величину избыточного давления на фронте ударной волны $\Delta P_{ф}$ в местах расположения ближайших к эпицентру взрыва элементов каркаса (для промышленных зданий со стальным каркасом $\Delta P_{ф} = 20 \dots 30$ кПа).

По величине избыточного давления на фронте ударной волны можно оценить массу конденсированного взрывчатого вещества или газозвушной смеси.

На основании предложенного метода для обеспечения требуемой огнестойкости можно, учитывая особенности технологического процесса, рассчитать параметры вертикальных и стропильных конструкций металлического каркаса промышленного здания, относящегося к потенциально опасным объектам или объектам повышенной опасности.

С другой стороны, можно сформулировать требования к технологическому процессу, в котором обращаются взрывчатые вещества и легковоспламеняющиеся вещества, если технологический процесс планируется размещать в существующем здании с металлическим каркасом. В этом случае также при необходимости можно обосновать требуемое усиление конструкций каркаса.

Таким образом, предложена методика оценки безопасного количества взрывчатого вещества или легковоспламеняющегося вещества, не приводящего при аварийном взрыве и последующем пожаре к критическому снижению огнестойкости деформированных конструкций металлического каркаса.

Особенностью метода является оценка стойкости ближайших к эпицентру взрыва конструкций металлического каркаса по параметрам ударной волны, соответствующей нижней границе зоны сильных разрушений, и принятия для них значений коэффициента понижения напряжения при внецентренном продольном изгибе (для вертикальных конструкций) и относительных прогибов (для изгибаемых конструкций) близких к предельным. Это позволяет:

во-первых, оценить безопасное количество взрывчатого вещества или легковоспламеняющегося вещества в технологическом процессе;

во-вторых, проверить соответствие параметров конструкций металлического каркаса промышленного здания требованиям сохранения огнестойкости при аварийном взрыве;

в-третьих, обосновать требуемое усиление конструкций каркаса, если количество взрывчатого вещества или легковоспламеняющегося вещества в технологическом процессе превышает расчетное.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голоднов О.І., Антошина Т.В., Отрош Ю.А. Про необхідність розрахунку будівель зі сталевим каркасом на температурні впливи // Збірник наукових праць Українського інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського. 2017. № 20. С. 65–84.
2. Otrosh Y., Kovalov A., Semkiv O., Rudeshko I., Diven V. Methodology remaining lifetime determination of the building structures // MATEC Web of Conferences, 2018, 230, 02023.
3. Vasilchenko A., Otrosh Y., Adamenko N., Doronin E., Kovalov A. Feature of fire resistance calculation of steel structures with intumescent coating // MATEC Web of Conferences, 2018, 230, 02036.
4. Васильченко А.В., Рубан А.В., Луценко Т.А., Анацкая А.В. Оценка безопасного количества взрывчатого вещества, обеспечивающего сохранение огнестойкости металлического каркаса при взрыве // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. Харьков: НУЦЗУ. 2020. Вып. 48. С. 22-29.