

Псюк В. В.
к.т.н., доцент,
Антошина Т. В.
к.т.н., инженер,
Гречишкина Е. В.
к.т.н., доцент,
Псюк М. Ю.

старший преподаватель

Донбасский государственный технический институт, г.Алчевск, ЛНР

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ СОРТОПРОКАТНОГО ЦЕХА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПК «ЛИРА»

Промышленные здания проектируют с учетом специфики предусматриваемых технологических нагрузок и воздействий, района строительства, с учётом собственного веса несущих и ограждающих конструкций. В процессе строительства и эксплуатации происходят отклонения от предусмотренных в проекте конструктивных решений, нагрузок и воздействий, условий эксплуатации. Всё перечисленное, а также длительная эксплуатация без выполнения ремонтно-восстановительных работ приводит к изменению характера работы и снижению несущей способности эксплуатируемых конструкций.

Особенностью эксплуатации промышленных зданий предприятий металлургического комплекса является крайне неудовлетворительное их обслуживание со стороны эксплуатантов, которое заключается в отсутствии проведения регулярных обследований, выполнения усиления аварийных конструкций, восстановления эксплуатационных характеристик конструкций, имеющих различную степень износа.

Всё это, а также изменения действующих нормативных документов по нагрузкам и воздействиям [1] требует при обследовании конструкций предприятий чётной металлургии проводить проверочный статический расчёт каркасов зданий с учётом изменившихся условий эксплуатации.

Целью данной работы является определение действующих усилий в конструкциях покрытия с учетом изменений в конструктивной схеме, а также норм по нагрузкам и воздействиям, проверка проектных сечений конструкций покрытия производственного здания сортопрокатного цеха Филиала №12 ЗАО «ВНЕШТОРГСЕРВИС» на несущую способность.

Краткая конструктивная характеристика здания. Дата ввода в эксплуатацию сортопрокатного цеха — 1965 г. В январе 2019 года произошло обрушение металлических конструкций стропильной системы и плит покрытия в осях 213–217 пролёта «О'–Н'». Здание сортопрокатного цеха на момент обследования (август–сентябрь 2019 г.) находилось в эксплуатации, за исключением температурного блока, где произошло обрушение и крайнего температурного блока.

В состав здания сортопрокатного цеха входят три продольных пролета, крайние пролеты «О'–Н'» и «М'–К'» (по 36 м каждый) и средний пролет «Н'–М'» — 24 м.

Участок прокатного цеха в осях 193–233 представляет собой трёхпролетное одноэтажное здание со смешанным каркасом размерами 96 м в рядах «О'–К'» и 240 м в осях «193–233». Данный участок разбит на температурные блоки размерами 60×96 м, 84×96 м, 96×96 м. Высота до низа стропильных конструкций составляет 16,4 м.

Фундаменты — отдельно стоящие, монолитные железобетонные.

Колонны ступенчатые, двухветвевые железобетонные с шагом 12 м. По каждому ряду колонн выполнены металлические вертикальные связи.

Несущие металлоконструкции покрытия запроектированы в виде системы стропильных и подстропильных ферм с параллельными поясами и связей по ним по типовой серии ПК-01-32 вып. II. Фермы выполнены из спаренных уголков с треугольной решеткой.

Покрытие выполнено из железобетонных плит. Кровля — рулонный ковер с организованным внутренним водостоком.

Здание оборудовано мостовыми кранами и подвесными кран-балками. Подкрановые балки — разрезные, двутаврового сечения. Крановый рельс КР-120. Крепление рельса выполнено прижимными планками на болтах.

Стены выполнены из навесных железобетонных панелей, присутствует кирпичная кладка в местах ворот и дверей. По ряду «О» в осях «205–211» проектный выезд из цеха заменен на кладку из шлакоблока до отметки +6,700.

Обслуживающие площадки и лестницы — стальные.

Остекление — ленточное двухъярусное. Двери и ворота автовъездов — распашные, стальные.

Отмостка — асфальтобетонная.

Расчет температурных блоков каркаса здания выполнялся с применением ПК «ЛИРА» [2] методом конечного элемента, основанного на методе перемещений. Расчётная схема температурного блока каркаса здания в осях 203–217 приведена на рисунке 1.

Условия закрепления: жесткое защемление для колонн в уровне условной отметки 0,000; шарнирные узлы применены для крепления горизонтальных связей покрытия. Опирание ферм на колонны принято шарнирным ввиду применения КЭ 4.

Сбор нагрузок осуществлялся в соответствии с действующими нормами ДБН В.1.2-2:2006 [1].

Собственный вес элементов каркаса собирается в ПК ЛИРА автоматически.

Назначение расчетных сочетаний нагрузок были приняты с учётом определенных величин нагрузок и в соответствии с рекомендациями ДБН В.1.2-2:2006 [1].

Проверка проектных сечений элементов конструкций покрытия участка температурного блока в осях 203–217 пролета О–Н выполнялась в ЛИР-СТК, входящей в ПК «ЛИРА».

Для всех элементов задавались марки или классы сталей согласно исходному проекту.

В результате проверки проектных сечений были выявлены элементы конструкций покрытия, у которых превышен предел несущей способности.

Максимальный процент исчерпания несущей способности подстропильной фермы ПФ19г составляет 76 % в средних панелях верхнего пояса.

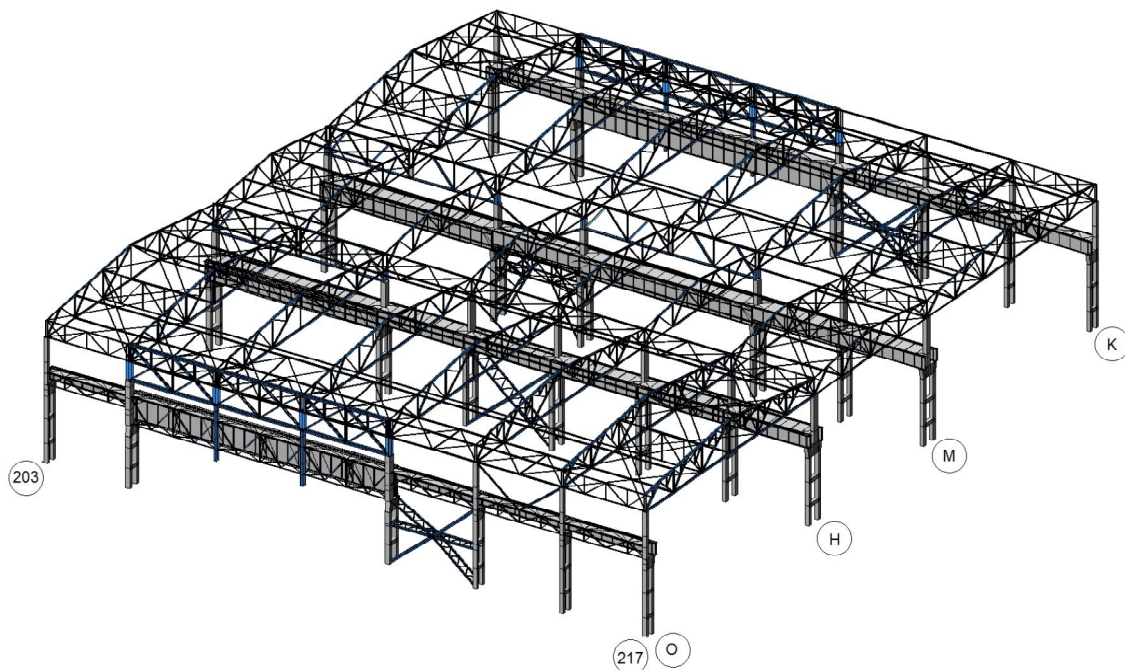


Рисунок 1 — Схема температурного блока каркаса здания в осях 203–217

В результате расчёта модели здания сортопрокатного цеха с учётом фактического технического состояния были сформулированы основные выводы и рекомендации по дальнейшей эксплуатации здания:

1. Во всех стропильных фермах марки Ф12 опорные раскосы работают с превышением предела несущей способности. Необходимо усиление проектного сечения.

2. В торцевой ферме марки Ф16 по оси 233 средние раскосы на промежуточных опорах колонн фахверка работают с превышением предела несущей способности.

3. Опорные стойки ферм марки С1 по среднему ряду колонн оси Н и С2 по крайнему ряду колонн оси О работают с запасом по пределу несущей способности.

4. Подстропильные фермы марок ПФ18, ПФ19г, ПФ19д, ПФ19а работают с запасом по пределу несущей способности.

5. Пояса вертикальных связей покрытия марки «г» не прошли проверку из плоскости связи. Рекомендуется уменьшение расчетной длины пояса из плоскости путем установки дополнительных распорок типа «п» к узлам крестовых горизонтальных связей.

6. Горизонтальные связи по нижним поясам ферм работают с учетом исключения сжатых раскосов за счет соседних растянутых раскосов.

Созданная расчётная схема позволила выполнить оценку напряжённо-деформированного состояния строительных конструкций здания сортопрокатного цеха с учётом фактического технического состояния после длительного периода эксплуатации без надлежащего обслуживания. На основе полученных результатов предложены мероприятия по приведению строительных конструкций здания сортопрокатного цеха в пригодное для нормальной эксплуатации техническое состояние.

Разработанная расчётная модель позволяет осуществлять мониторинг текущего состояния здания сортопрокатного цеха и выполнять прогнозирование его работы с учётом изменения технического состояния.

Список литературы

1. ДБН В.1.2–2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. — Введ. 2007–01–01. — К. : Мінбуд України, 2006. — 60 с.
2. ПК «ЛИРА», версия 9. Программный комплекс для расчета и проектирования конструкций / Городецкий Д. А. и др. — К. : НИИАСС, 2002. — 147 с.