

Из представленных данных видно, что применение армирования привело к сокращению использования древесины на 21 %, одновременно с этим уменьшился собственный вес конструкции и стоимость материалов, а также увеличился внутренний полезный объем здания при равных строительных объемах.

#### Список литературы

1. Щуко В. Ю., Рощина С. И. Клееные армированные деревянные конструкции. Учеб. пособие к курсовому и дипломному проектированию. Владимир, 2008. 68 с.
2. Калугин А. В. Деревянные конструкции. М., 2008. 288 с.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСЧЕТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА, ОБОРУДОВАННОГО МОСТОВЫМИ КРАНАМИ НЕБОЛЬШОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ, НА ВОСПРИЯТИЕ КРАНОВЫХ НАГРУЗОК РАЗЛИЧНОГО ХАРАКТЕРА**

*Т. В. Золина, А. В. Самойлов*  
*Астраханский государственный*  
*архитектурно-строительный университет*

Одноэтажные промышленные здания (ОПЗ) достаточно широко распространены в промышленном строительстве. Проектирование таких объектов является достаточно сложным, так как при этом необходимо обязательно учитывать крановые нагрузки, которые имеют значительный динамический характер, влияющий на напряженно-деформированное состояние каркаса здания. В процессе исследования колебаний промышленных зданий, которые возникают при работе мостовых кранов, выявлены факторы, вызывающие повышенную деформацию железобетонных каркасов в поперечном направлении при движении крана и торможении крановой тележки. Проведенные ранее экспериментальные исследования [1] показали, что пространственный расчет каркаса ОПЗ должен производиться на крановые нагрузки различного характера, чтобы выявить особенности восприятия каркасом данных нагрузок и возникающие при этом колебания.

В качестве объекта исследования взято здание завода железобетонных конструкций в г. Астрахани (рис. 1), имеющее следующие параметры: в поперечном направлении 2 пролета по 48 м; в продольном направлении 3 пролета по 60 м и 1 пролет 36 м; общая длина здания 84 м с шагом колонн 12 м; общая высота здания 14 м; длина колонн от обреза фундамента до верха подкрановой консоли - 9 м; длина от верха подкрановой консоли до низа стропильной конструкции – в соответствии с габаритом мостового крана (согласно стандарту на мостовые краны); высота подкрановой балки с рельсом – 1,56 м. Здание имеет деформационный шов. Расчет выполняется для первого блока здания, в котором установлены 2 мостовых крана грузоподъемностью 12,5 т; размер блока 24x48 м (по осям 1 – 3, А - В).

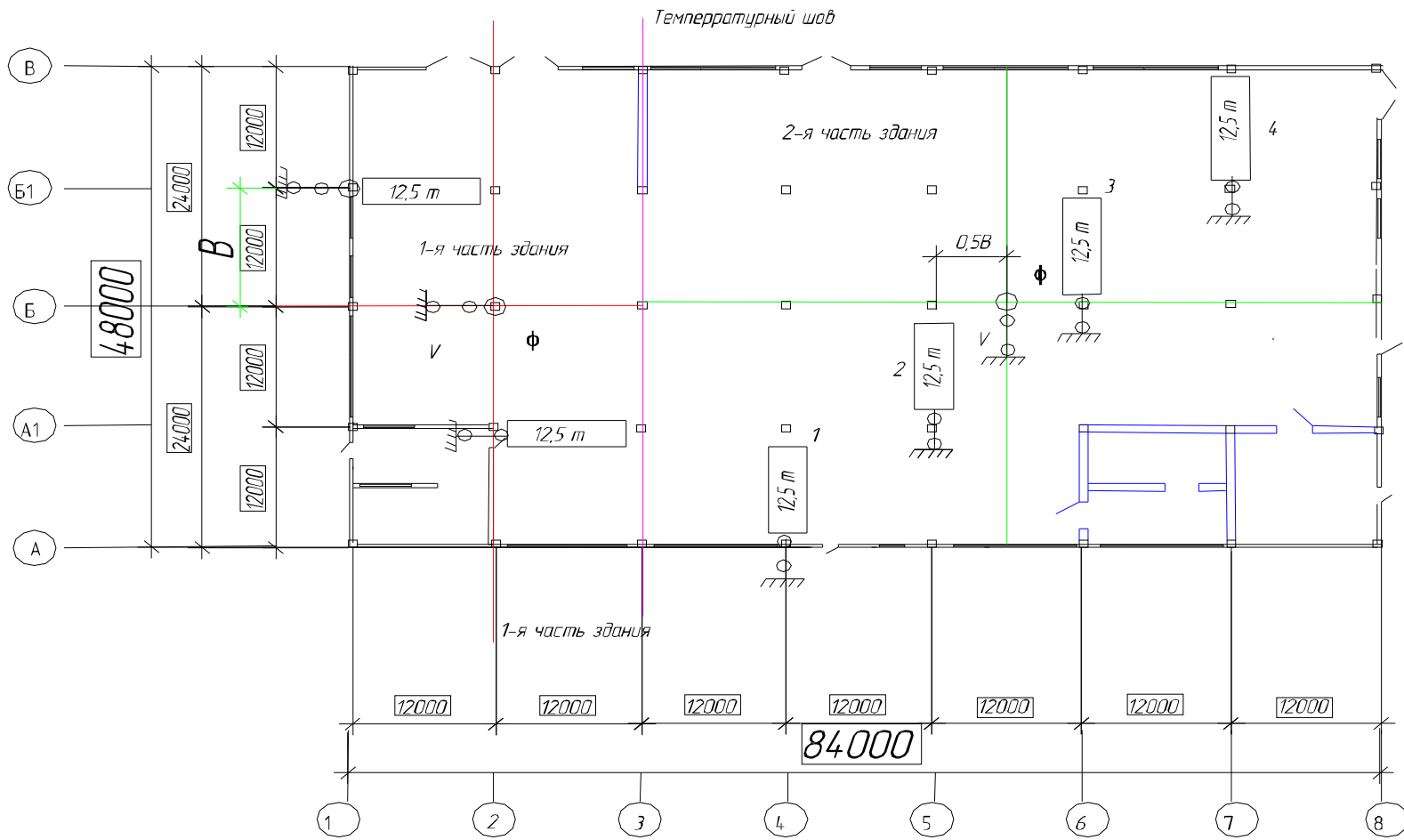


Рис. 1. План завода железобетонных конструкций

Конструкции здания имеют следующие жесткостные характеристики: крайние колонны:  $EJ_{вк} = 330000 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$ ;  $EJ_{нк} = 1290600 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$ , средние колонны:  $EJ_{всп} = 745680 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$ ,  $EJ_{нсп} = 1290600 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$ . Модуль упругости бетона класса В25 :  $E = 30 \cdot 10^6 \text{ кПа}$ .

В расчете использовалась пространственная расчетная схема (рис. 2) [1], позволяющая учесть следующие существенные факторы при расчете каркасов ОПЗ:

- влияние мостового крана на работу каркаса;
- тип диска покрытия;
- влияние продольных вертикальных связей на крутильную жесткость здания.

Расчетная схема имеет оптимальное число степеней свободы, учитывающих существенные смещения расчетных узлов при расчете каркасов на горизонтальные крановые нагрузки.

Покрытие представляется в виде балки-стенки бесконечной жесткости, опирающейся на поперечные рамы каркаса.

При расчете данного здания на горизонтальные крановые нагрузки в качестве расчетной схемы принимается трехмерная система, в которой расчетные точки расположены в узлах пересечения колонн и тормозных конструкций, в центре масс покрытия, мостовой кран при этом рассматривается в качестве шарнирной вставки, соединяющей соответствующие узлы перекрестного набора в уровне тормозных конструкций. В расчетной схеме расчетная точка в уровне подкрановой балки имеет одну степень свободы – горизонтальное смещение в плоскости поперечной рамы, расчетная точка, расположенная на покрытии – горизонтальное смещение в этой же плоскости и угол поворота в плоскости покрытия.

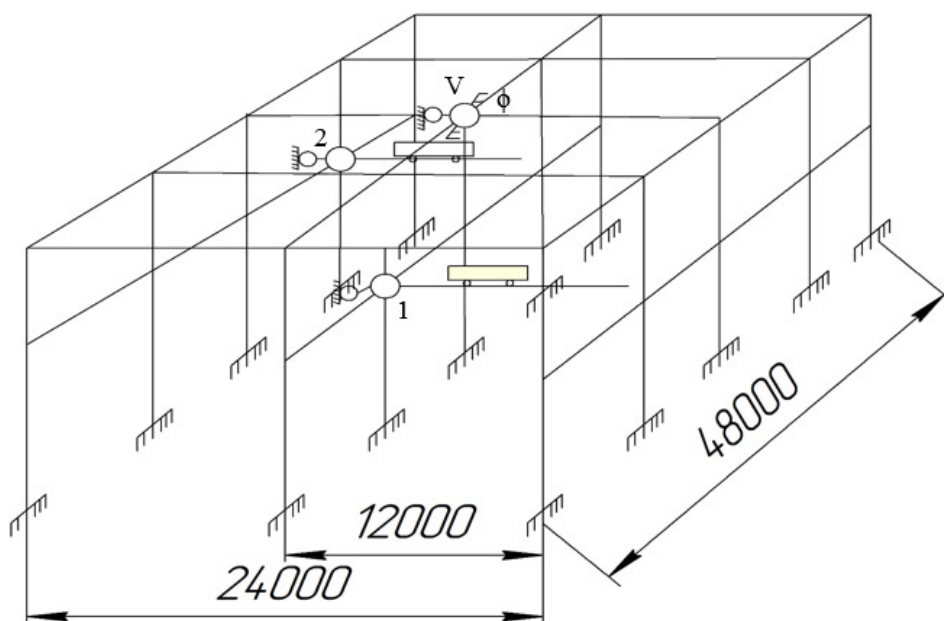


Рис. 2. Расчетная схема блока железобетонного завода

Величины масс, расположенных в узлах пересечения колонн и тормозных балок, определяются весом конструкций и временной нагрузкой, расположенными между двумя горизонтальными плоскостями, проходящим по середине высот подкрановой и надкрановой частей колонн (рис. 3).

Величины масс, расположенных в узлах пересечения поперечных рам и осевой линии покрытия, определяются весом конструкций и временной нагрузкой, расположенными выше горизонтальной плоскости, приходящей посередине высоты надкрановой части колонны.

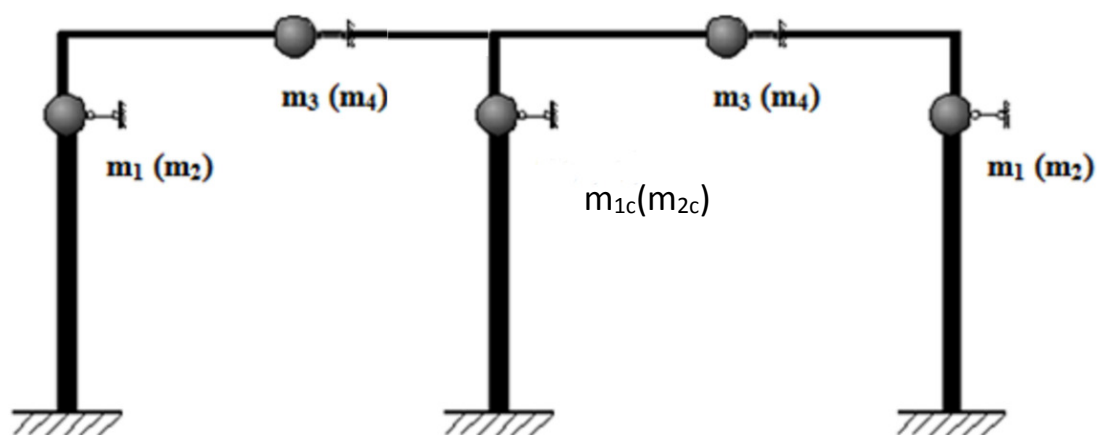


Рис. 3 Схема расположения масс в поперечной раме

Горизонтальные крановые нагрузки рассматриваются в двух вариантах:

1. Крановая нагрузка, возникающая при торможении тележки изменяется по графику, представленному на рис. 4. Данная нагрузка возрастает в течение 0,02 сек, затем ее значение сохраняется постоянным в течение 1,97 сек, а затем она снижается до нуля, то есть нагрузка носит ударный характер, который приводит к колебаниям каркаса.

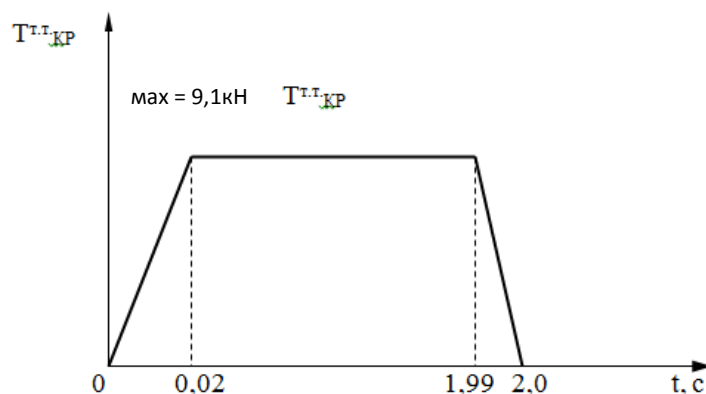


Рис. 4. График изменения тормозной нагрузки во времени

2. Крановая нагрузка, возникающая при перекольном движении мостового крана, как поперечная реакция рельсового пути [1], рассматривается изменяющейся по графику, представленному на рис. 5.

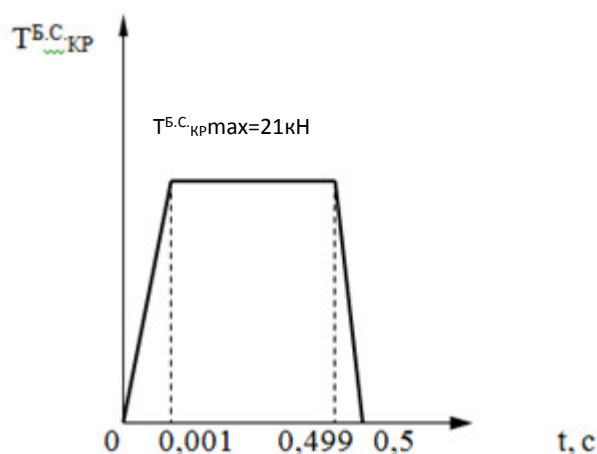


Рис. 5. График изменения боковой силы во времени

Из графиков изменения крановых нагрузок (см. рис. 4 и 5) следует, что нагрузки имеют выраженный динамический характер, потому что прикладываются практически мгновенно и действуют очень короткий промежуток времени. Эти нагрузки вызывают колебания каркаса здания, амплитуду которых можно найти из интеграла Дюамеля.

В соответствии с нормами при расчете поперечной рамы необходимо учитывать нагрузку, возникающую от торможения крановой тележки  $T_{т.т.}$ , а при расчете прочности и устойчивости подкрановых балок и их креплений к колоннам в зданиях с кранами некоторых режимов работы - учитывать боковые силы  $T_{б.с.}$ , возникающие как реакции кранового пути. Смещения расчетных точек, возникающие от действия сил  $T_{т.т.}$  и  $T_{б.с.}$ , были определены на основе программного комплекса DINCIB-new [3]. В результате расчета получена: поперечная нагрузка от торможения крановой тележки, равная  $T_{т.т.} = 9,1 \text{ кН}$ , а боковая сила, возникающая при движении мостового крана с перекосом, равна  $T_{б.с.} = 21 \text{ кН}$ .

Из результатов расчета следует, что боковые силы больше тормозной нагрузки в 2,3 раза, что приводит к увеличению смещений колонн на уровне подкрановой балки.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что при конструировании каркасов ОПЗ обязательным является учет боковых сил, которые возникают при движении мостовых кранов с перекосом, наравне с нагрузками, возникающими от торможения крановой тележки.

При этом необходимо отметить, что пространственный расчет железобетонных каркасов на динамические крановые нагрузки позволяет с большей точностью оценить напряженно-деформированное состояние несущих конструкций и запроектировать их сечения в соответствии с действительными условиями работы, то есть более надежно. Подобный подход к проектированию обеспечит безопасную эксплуатацию промышленных зданий на долгие годы.

### Список литературы

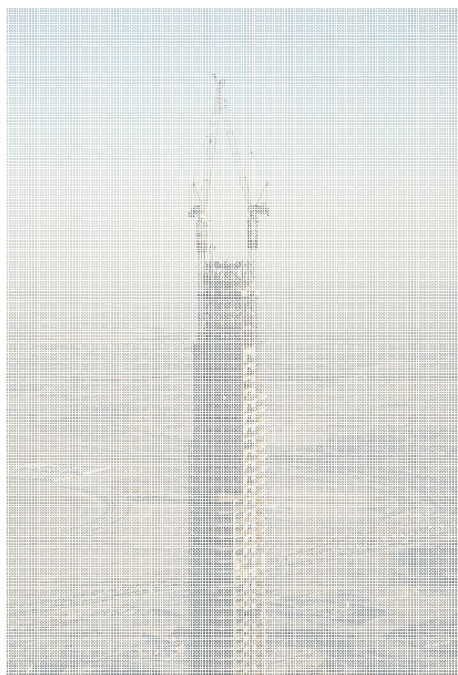
1. Золина Т. В. Перекосное движение крана как одна из причин накопления дефектов и повреждений несущих конструкций каркаса промышленного здания // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2015. № 2 (38). С. 18–25.
2. Золина Т. В. Реализация комплексного подхода к исследованию при выборе расчетной схемы промышленного здания // Строительство и реконструкция : научно-техн. журнал. 2014. № 3 (53). С. 8–14.
3. Золина Т. В., Садчиков П. Н. Программно-расчетный комплекс «DINCIB-new» : свид. о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2014613866 (дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 9 апреля 2014 г.).

## ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА НЕСУЩИХ КАРКАСОВ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

*Г. А. Аннамamedова*

*Волгоградский государственный технический университет*

В данной работе рассмотрены основные подходы к проектированию высотных зданий с металлическим каркасом.



*Рис. 1. Небоскреб Бурдж-Халифа в Дубае*

Применяемые в высотном строительстве несущие каркасы можно подразделить на несколько видов по статической схеме их работы и по материалу каркаса. Статическая схема представляет собой рамные, рамно-связевые и связевые каркасы. По материалу каркасы в основном делятся на стальные и железобетонные [5].

В каркасах рамной системы все вертикальные и горизонтальные нагрузки воспринимаются рамными элементами. Такие системы обладают следующими достоинствами: равномерной деформацией отдельных рам в системе каркаса, возможностью перераспределения усилий на другие элементы при перенапряжении или выходе из строя отдельных элементов каркаса и возможностью более свободной планировки здания. К недостаткам можно отнести трудность обеспечения

необходимой жесткости каркаса в пределах заданной экономической целесообразности.

Более рациональными для большинства объемно-планировочных решений являются каркасы со связевой схемой, применение которых обеспечивает более высокую жесткость конструкции при одновременном снижении расхода материала. К недостаткам этой схемы можно отнести возникновение перекосов стеновых панелей и искривления перекрытий, зна-