

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ЖЕСТКОСТИ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЦЕХА ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

Зеньков Е.В.

*Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск,
Россия*

Ключевые слова: блок корпуса, информационное моделирование, жесткостные характеристики, реконструкция, расчетный анализ, деформированное состояние.

Аннотация. В статье рассматривается применение инженерных технологий при анализе жесткостных характеристик несущих элементов цеха обогатительной фабрики до и после его реконструкции. Проекты блоков формировались в системе Autodesk Revit с последующим их импортированием в расчетную систему ЛИРА САПР. При анализе учитывались нормативные нагрузки, а после реконструкции дополнительные нагрузки от конструктивных изменений и установленного технологического оборудования. Расчетный анализ выявил существенные изменения в деформированном состоянии здания блока, которые могут привести к снижению жесткости отдельных элементов и появлению новых значимых нагрузочных факторов, что требует дополнительного исследования.

APPLICATION OF INFORMATION MODELING FOR ANALYSIS OF RIGIDITY OF LOAD-BEARING ELEMENTS OF A PROCESSING PLANT SHOP

Zenkov E. V.

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russia

Keywords: body block, information modeling, rigidity characteristics, reconstruction, computational analysis, deformed state.

Abstract. The article discusses the application of engineering technologies in the analysis of the rigidity characteristics of the load-bearing elements of the enrichment plant shop before and after its reconstruction. The block designs were generated in the Autodesk Revit system with their subsequent import into the LIRA-SAPR calculation system. The analysis took into account the standard loads, and after the reconstruction, additional loads from design changes and installed process equipment. The calculation analysis revealed significant changes in the deformed state of the block building, which can lead to a decrease in the rigidity of individual elements and the emergence of new significant load factors, which requires additional research.

Развитие промышленного сектора требует постоянного обновления производственных мощностей и модернизации существующих объектов. Одним из ключевых аспектов такого процесса является риск изменения динамики нагрузки на несущие конструкции в результате реконструкции, что особенно актуально для промышленных зданий, проектируемых на длительный срок эксплуатации [1, 2].

В работе рассматривается блок корпуса мелкого дробления, прямоугольный в плане с размерами 12×36 м и высотой 27,35 м, однопролетный, одноэтажный (рис. 1, а). Конструктивная схема – рамно-

связевая с шагом колонн 6 м. Железобетонные конструкции выполнены из бетона класса В25, стальные конструкции – из стали С345. Здание оборудовано подвесным краном грузоподъемностью 3,2 т. После реконструкции блока (рис. 1, б) в связи с техническим перевооружением установлена монолитная железобетонная плита толщиной 200 мм на отметке +20.100, с использованием несъемной опалубки в виде профилированного настила. На указанную плиту установлено технологическое оборудование. Поставлена цель – проведение анализа жесткостных характеристик несущих конструкций блока корпуса при изменении нагрузки на каркас в связи с техническим перевооружением.

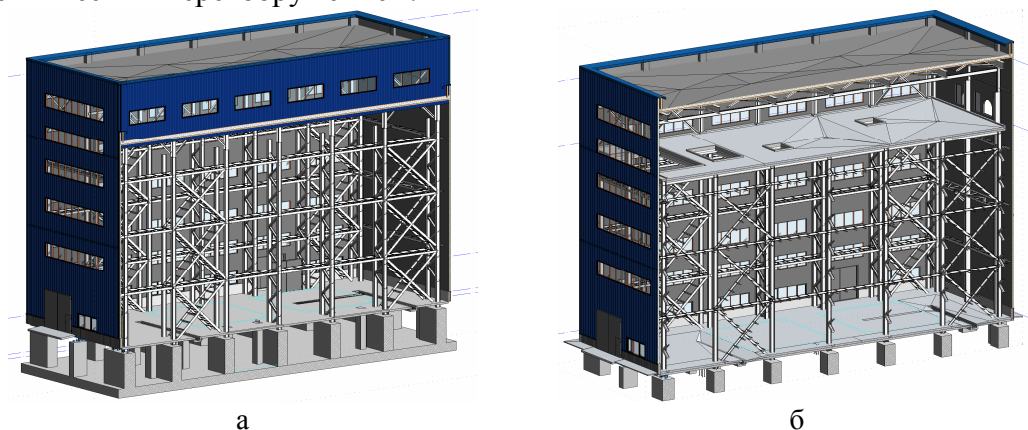


Рис. 1. Информационная модель блока корпуса мелкого дробления:
а – вид блока до реконструкции, б – вид блока после реконструкции

Оценка перемещений несущих конструкций промышленного здания осуществлялась в расчетной системе ЛИРА САПР, используя ранее разработанную её информационную модель в системе Revit. Основные виды эксплуатационных нагрузок включали следующие (в соответствии с СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия): собственный вес конструкций, снеговая нагрузка, нагрузки от ограждающих конструкций, полезная нагрузка на кровлю, ветровая нагрузка, крановые нагрузки, динамические нагрузки от турбулентных колебаний скорости ветра и сеймики.

После внесения изменений при реконструкции блока (рис. 1, б) были учтены дополнительные нагрузки – нагрузка от железобетонного перекрытия и нагрузки от действия технологического оборудования (конвейерной линии).

Численный анализ показал, что наиболее нагруженными оказались балки перекрытия, воспринимающие комплекс нагрузок, включающих вес железобетонной плиты и технологического оборудования. Для оценки их работоспособности применялась методика, включающая анализ вертикальных перемещений (прогибов) и сравнение их с нормативными значениями по СП 20.13330.2016. Результаты расчетов показали, что максимальный прогиб составил 32,9 м (рис. 2). Сравнение с требованиями подтвердило соответствие конструкций нормативным требованиям: для балок длиной 12 м предельный прогиб составляет 48 мм (12000/250).

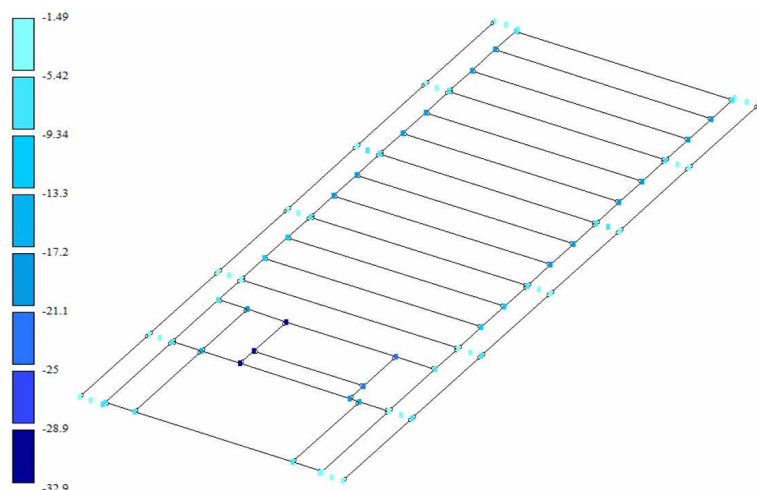


Рис. 2. Распределение расчетных прогибов, мм

В таблице 1 предоставлены результаты по максимальным и минимальным перемещениям всей конструктивной схемы здания блока «до» реконструкции и «после» реконструкции.

Табл. 1. Результаты перемещений конструктивной схемы блока, мм

Загружение	Перемещения, мм					
	X		Y		Z	
	«До»	«После»	«До»	«После»	«До»	«После»
MAXIMUM	29,6	53,2	67,4	122	0,66	1,54
MINIMUM	-5,73	-48,4	-67,6	-122	-51,7	-60,4

Проведенный анализ данных о перемещениях конструктивной схемы объекта позволяет сделать следующие основные выводы. По всем направлениям зафиксирован значительный рост перемещений. Горизонтальные перемещения по осям X и Y увеличились на 80-81%, достигнув максимальных значений 53,2 мм и 122 мм соответственно. Вертикальные перемещения по оси Z возросли более чем в 2 раза.

Выполненный анализ выявил существенные изменения в работе конструктивной схемы здания блока, которые могут привести к снижению жесткости отдельных элементов и появлению новых значимых нагрузочных факторов. Установлено, что данные деформации требуют тщательной оценки их влияния на эксплуатационные характеристики объекта. Для обеспечения надежности и безопасности здания необходимо выполнить детальную проверку конструкций и при необходимости разработать меры по усилению или адаптации к изменившимся условиям

Список литературы

1. Воронина Г.О., Павлычева А.А., Топчий Д.В. Разработка проектов усиления несущих конструкций зданий и сооружений при строительстве, реконструкции и

перепрофилировании объектов // Технология и организация строительного производства. – 2018. – № 4. – С. 15-20.

2. Таран В.В., Мельник М.В. Выбор организационно-технологического решения усиления сборных железобетонных стропильных балок // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2024. – №6(170). – С. 30-39.
3. Долгушева В.В., Ибрагимов А.М. Экспериментальное и численное сравнение напряженно-деформированного состояния арки и комбинированной арочной конструкции // Вестник МГСУ. – 2025. – №1. – С. 37-49.

References

1. Voronina G.O., Pavlycheva A.A., Topchiy D.V. Development of projects for strengthening load-bearing structures of buildings and structures during construction, reconstruction and repurposing of facilities // Technology and organization of construction production. 2018, no. 4, pp. 15-20.
2. Taran V.V., Melnik M.V. Selection of organizational and technological solution for strengthening precast reinforced concrete rafter beams // Bulletin of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture. 2024, no. 6(170), pp. 30-39.
3. Dolgusheva V.V., Ibragimov A.M. Experimental and numerical comparison of the stress-strain state of an arch and a combined arch structure // Bulletin of MGSU. 2025, no. 1, pp. 37-49.

Зеньков Евгений Вячеславович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления качеством и инженерной графики	Zenkov Evgeniy Vyacheslavovich – candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the Department of quality management and engineering graphics
jovanny1@yandex.ru	

Received 16.09.2025