

УДК 624.012+65.011.8

**Л. А. Гнилякова^{а, б}, В. И. Журавлева^{а, б}, К. Е. Кожевников^а, В. В. Габова^а,
К. Н. Сухина^а, А. А. Чураков^а**

^а *Волгоградский государственный технический университет*

^б *ООО «ПроТех Инжиниринг»*

ВЛИЯНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ НА НЕСУЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ПЕРЕВООРУЖЕНИИ ЗДАНИЙ

Актуальность работы обусловлена возникшей в условиях действующего производства практической задачей установки нового оборудования на сборное ребристое перекрытие. Приведен сравнительный анализ результатов моделирования двух различных способов (таврового и пластинчато-стержневого) для напряженно-деформированного состояния сборного перекрытия в ПК «ЛИРА-САПР». Расчеты выполнены для части промышленного здания, с подземным уровнем. Целью данного исследования является выявление наиболее оптимального способа моделирования сборной ребристой плиты перекрытия с учетом предварительного напряжения в ПК «ЛИРА-САПР». Новизна заключается в поэтапной методике расчетов и определении оптимального метода моделирования в сравнении с инженерным ручным расчетом. Практическая значимость состоит в предложенном алгоритме поэтапного моделирования и проверки расчетных моделей ребристых предварительно напряженных плит перекрытий в ПК «ЛИРА-САПР».

К л ю ч е в ы е с л о в а: модернизация, изменение нагрузок, ребристые плиты, оборудование, предварительное напряжение.

Техническое перевооружение промышленных объектов представляет собой важный аспект современного производства, который напрямую влияет на эффективность и безопасность функционирования предприятий. В условиях стремительного технологического прогресса и регулярного обновления оборудования модернизация становится неотъемлемой частью жизненного цикла промышленных предприятий и непосредственно влияет на состояние и работу несущих конструкций зданий и сооружений. В научной литературе техническое перевооружение рассматривается как один из ключевых инструментов повышения технико-экономического уровня действующих предприятий [1].

Актуальность рассматриваемой темы обусловлена тем, что многие промышленные предприятия сталкиваются с необходимостью обновления оборудования для повышения производительности и конкурентоспособности. Однако не всегда модернизация проходит безболезненно для существующих конструкций [2]. Техническое перевооружение охватывает широкий спектр мероприятий: внедрение новых технологий, замену и модернизацию оборудования, автоматизацию производственных процессов, повышение энергоэффективности. Эти меры позволяют улучшить производственные показатели и снизить эксплуатационные затраты, но одновременно приводят к изменению условий работы сооружения, что требует оценки влияния на долговечность и безопасность несущих элементов.

С точки зрения терминологии понятие «техническое перевооружение» нередко пересекается с такими терминами, как «модернизация» и «реконструкция», что создает размытость в понимании содержания работ и затрудняет планирование этапа обновления на уровне предприятия. Под техническим

переворужением, как правило, подразумевается модернизация оборудования и технологических систем с целью повышения технико-экономического уровня отдельных производств, цехов и участков на основе внедрения передовой техники и технологий. При этом, хотя такие мероприятия формально не относятся к чисто строительной деятельности, их реализация почти всегда требует выполнения работ по реконструкции объекта, что напрямую связано с изменением нагрузок и режимов эксплуатации несущих конструкций.

Модернизация оборудования и изменение технологических процессов сопровождаются комплексом рисков, которые затрагивают как производственные показатели, так и надежность строительных конструкций. Внешние риски связаны с изменениями в законодательстве, экономической нестабильностью и технологической зависимостью от поставщиков, тогда как внутренние обусловлены недостаточной квалификацией персонала, нарушениями производственной логистики и неполной оценкой фактического состояния несущих систем. Особое значение приобретают вопросы перераспределения нагрузок и возможного превышения расчетных параметров для конструкций, особенно в случае объектов со сроком эксплуатации более 50 лет, для которых новые условия работы могут оказаться критическими. В этой связи на стадии проектирования перевооружения необходимо привлекать специалистов по расчету и оценке технического состояния конструкций и выполнять поверочные расчеты на прочность и устойчивость [3—6].

Ключевым условием безопасного технического перевооружения является качественное предварительное планирование. На первом этапе следует провести всестороннюю оценку текущего состояния предприятия, включая детальный анализ несущих конструкций и их способности воспринять дополнительные или измененные нагрузки от нового оборудования. На следующем этапе формируется система целевых показателей перевооружения — рост производительности, улучшение качества продукции, оптимизация процессов, — с учетом сроков реализации и необходимых ресурсов. Важную роль играет выбор подхода к внедрению новых технологий: от предметного принципа, ориентированного на специфику конкретного производства, до интеграции информационных и технологических систем в концепции «умного» производства, что повышает управляемость объектом и способствует более безопасной эксплуатации конструкций [7—13].

Техническое перевооружение как правило всегда требует замены оборудования, что часто приводит к возрастанию нагрузки на несущие конструкции. Это требует проведения тщательного перерасчета этих конструкций, при этом учитывая не только нагрузки от замененного оборудования, но и последствия прошлой эксплуатационной нагрузки. Ситуацию осложняет факт неопределенности исходных данных по фактическому армированию, наличию дефектов и повреждений (трещины, коррозия арматуры, карбонизация бетона) [14—23].

Объектом исследования в данной статье является сборная ребристая плита перекрытия по серии 1.465-7, находящаяся над подземной частью промышленного здания. Конструктивная часть подземной части представляет собой систему из сетки колонн 12×6 м, связанных железобетонными ригелями по серии 1.420-6. В поперечном направлении располагаются железобетонные ребристые предварительно напряженные плиты перекрытия, поверх

которых устроена монолитная железобетонная плита толщиной 400 мм, выполняющая роль подливки. Толщина плиты обусловлена режимом работы оборудования и спецификой его работы.

В связи с заменой оборудования на более современное нагружение несущих конструкций заметно увеличилось, что требует выполнения перерасчета несущей плиты перекрытия и оценки возможности дальнейшей эксплуатации.

Трудности в моделировании расчетной схемы ребристой плиты связаны с необходимостью адекватного учета потерь предварительного напряжения (от упругой деформации бетона, ползучести, усадки, релаксации арматуры), этапности натяжения и бетонирования, а также выбора эквивалентной схемы задания предварительного напряжения с учетом ограничений, реализованных в программном модуле алгоритмов.

В данной работе мы рассматриваем два метода моделирования сборной ребристой плиты перекрытия (рис. 1) и сравнение с эталонным (ручным) расчетом.

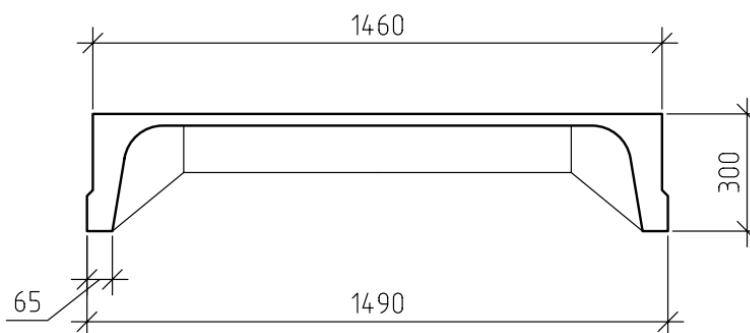


Рис. 1. Поперечное сечение ребристой плиты

Сбор нагрузок на 1 м^2 покрытия представлен в табл. 1.

Таблица 1

Сбор нагрузок на 1 м^2

| Вид нагрузки | Нормативные, т/м^2 | γ_f | Расчетные, т/м^2 |
|--|-----------------------------|------------|---------------------------|
| <i>Постоянные</i> | | | |
| От массы монолитной плиты ($\delta = 0,4 \text{ м}$; $\rho = 25 \text{ кН/м}^3$) | 1 | 1,1 | 1,1 |
| Собственный вес плиты | 0,167 | 1,1 | 0,184 |
| <i>Временные</i> | | | |
| Полезная, в том числе от веса оборудования | 2 | 1,2 | 2,4 |
| <i>Итого</i> | 3,167 | — | 3,684 |

Также учтено влияние грунтов на несущие конструкции путем приложения нагрузок от собственного веса грунта и веса пожарной машины на монолитные колонны.

Интенсивность горизонтального активного давления грунта от собственного веса P_γ на глубине y , согласно СП 22.13330.2016, определяются по формуле

$$P_\gamma = \left[\gamma_l \cdot \gamma_f \cdot \lambda \cdot h - c_l (K_1 + K_2) \right] \frac{y_{\text{перем}}}{h} = \\ = \left[20,9 \cdot 1,2 \cdot 0,333 \cdot 2,48 - 0(1,15 + 0) \right] \frac{2,48}{2,48} = 20,712 \text{ кН/м}^2.$$

Условная эквивалентная равномерно распределенная нагрузка от пожарной машины $q = 29,35 \text{ кПа}$:

$$P_q = q \cdot \gamma_f \cdot \lambda = 29,35 \text{ кПа} \cdot 1,2 \cdot 0,333 = 11,728 \text{ кН/м}^2.$$

Первый метод моделирования ребристого перекрытия

В качестве первого метода рассмотрим моделирование перекрытия путем замены всей плиты одним стержнем, которому присваивается жесткость сечения «тавр».

Расчетная схема включает железобетонные колонны сечением $0,4 \times 0,4 \text{ м}$, моделируемые стержневыми элементами. В поперечном направлении колонны связаны ригелями пролетом 12 м , которые также представлены стержневыми элементами с соответствующими геометрическими характеристиками сечения. В продольном направлении на каждый ригель опирается восемь сборных ребристых плит заводского изготовления. Размеры приведенного таврового сечения представлены на рис. 2. Пространственная визуализация расчетной схемы в ПК «ЛИРА-САПР» приведена на рис. 3.

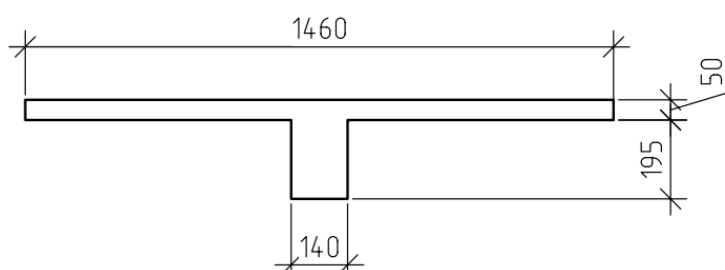


Рис. 2. Приведенное сечение

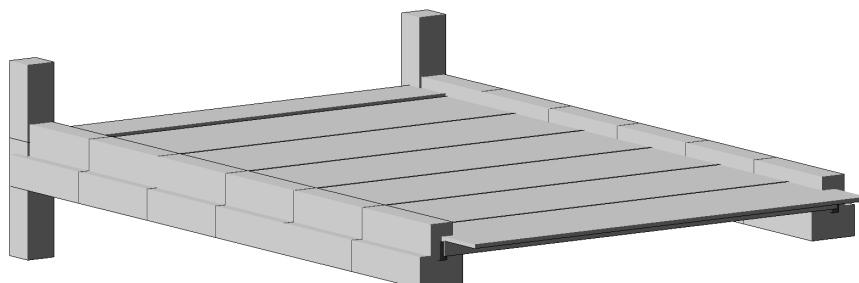


Рис. 3. Пространственная модель по первому методу

Нагружение модели осуществлено путем приложения равномерно распределенной нагрузки непосредственно к стержневым элементам, моделирующим плиты перекрытия. Значения нагрузок были приняты в соответствии с нормативными требованиями и включали в себя собственный вес конструкций, постоянные и временные эксплуатационные воздействия согласно табл. 1.

Также в расчетной схеме было учтено предварительное напряжение, моделируемое путем приложения к стержневым элементам, опущенных до нужного конструктивного положения жесткими вставками, температурной нагрузки [24, 25]:

$$t = -\frac{\varepsilon_0}{\alpha} = -\frac{0,00205}{0,000014} = -145 \text{ град}^{-1},$$

где

$$\varepsilon_0 = \frac{\sigma_0}{E_p} = \frac{\gamma_{sp}(\sigma_{sp} - \sigma_{los})}{E_p} = \frac{0,9(695 - 240)}{200\,000} = 0,00205,$$

где E_p — модуль упругости напрягаемой арматуры; σ_p — контролируемое натяжение напрягаемой арматуры; α — коэффициент линейного расширения арматурной стали.

После формирования расчетной модели и задания граничных условий был выполнен статический расчет конструкции методом конечных элементов, результаты представлены на рис. 4 и в табл. 2.

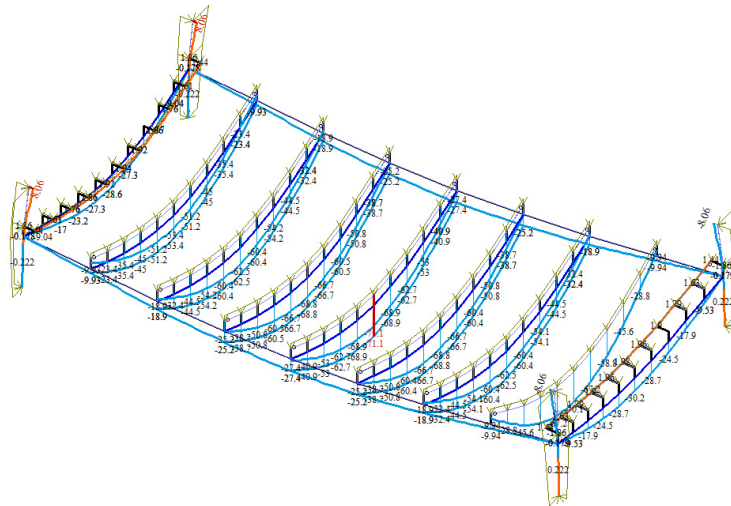


Рис. 4. Результаты расчета по первому методу

Второй метод моделирования ребристого перекрытия

Во втором методе ребра жесткости и полка перекрытия моделируются в виде двух простых геометрических фигур — прямоугольников. Такой подход позволяет упростить расчетную модель, поскольку ПК «ЛИРА-САПР» не предусматривает расчета криволинейных конечных элементов. Ребристая

плита в расчетной схеме представляется совокупностью стержневых элементов, моделирующих ребра, и конечных элементов, моделирующих полку плиты. Положение ребер относительно полки обеспечивается путем задания жестких вставок, с помощью которых стержневые элементы опускаются до требуемой отметки (рис. 5).

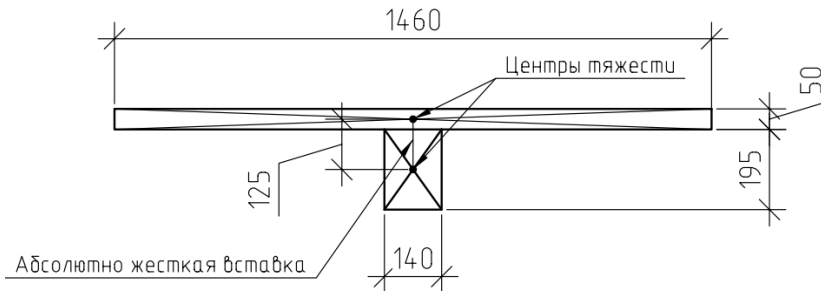


Рис. 5. Схема для создания расчетной модели плиты по второму методу

Для этого после создания стержней во вкладке «жесткие вставки стержней» опускаем ребра плиты по оси Z (рис. 6). Далее переходим во вкладку «ребра жесткости пластин» для автоматического создания ребер жесткости пластин (рис. 7).

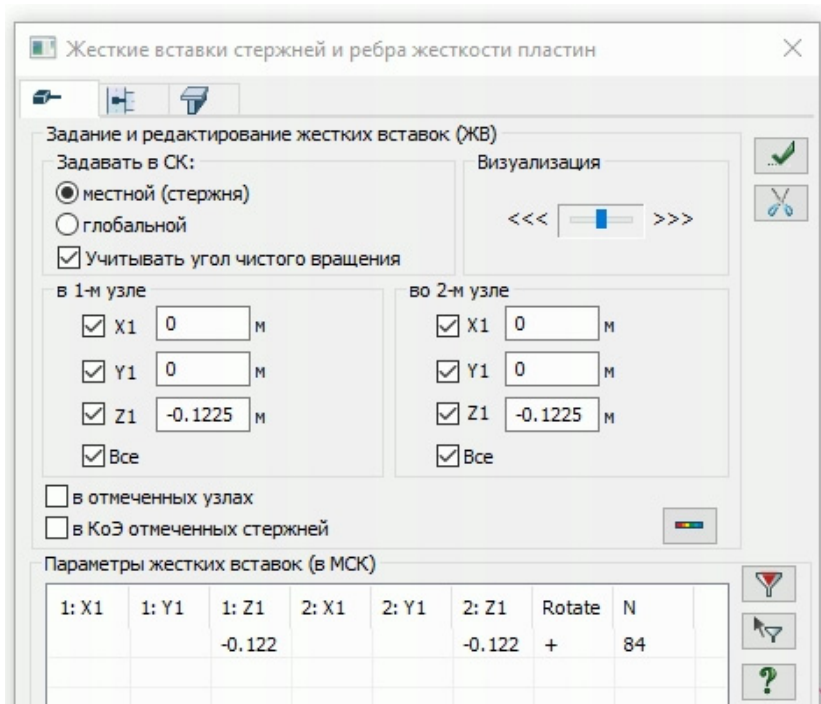


Рис. 6. Создание ребер жесткости пластин в ПК «ЛИРА-САПР»

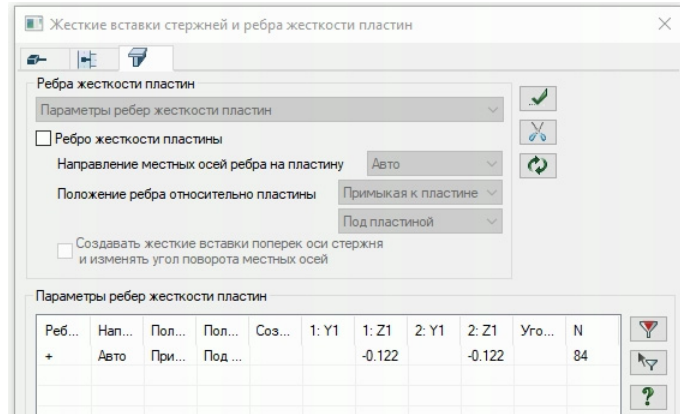


Рис. 7. Автоматическое создание ребер жесткости пластин в ПК «ЛИРА-САПР»

На рис. 8 представлен интерфейс для настройки параметров жесткой вставки для автоматического создания ребер жесткости пластин.

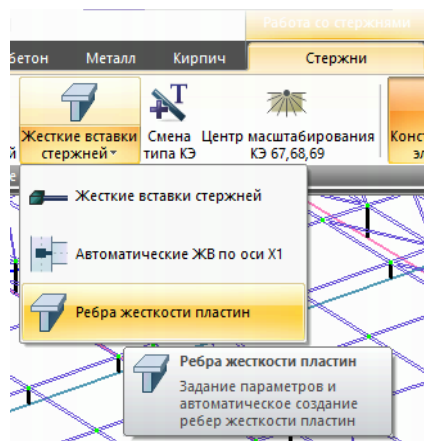


Рис. 8. Настройка жестких вставок в ПК «ЛИРА-САПР»

В результате получим следующую модель (рис. 9). Расчеты представлены на рис. 10.

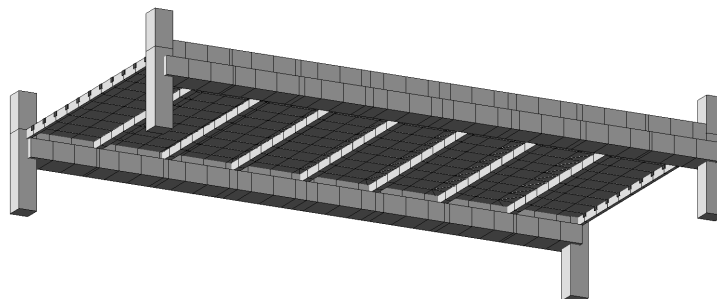


Рис. 9. Пространственная модель по второму методу

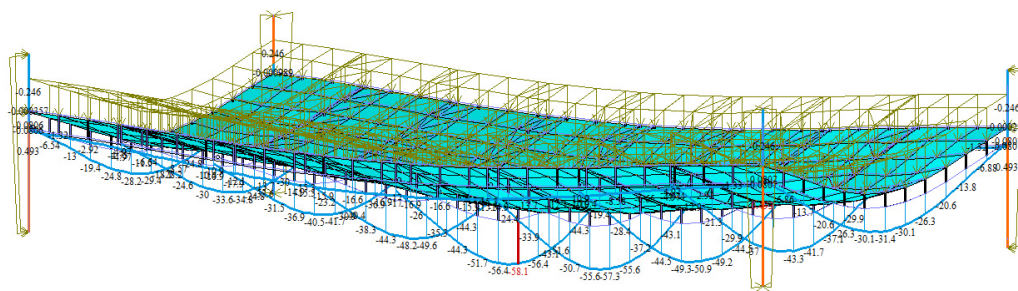


Рис. 10. Результаты расчета по второму методу

Эталонный (ручной) расчет ребристого перекрытия

Сравнение результатов численного моделирования в ПК «ЛИРА-САПР» с ручным расчетом дает возможность оценить корректность принятых конечно-элементных моделей, граничных условий и схем загрузки, а также выявить степень расхождения, обусловленную учетами пространственной работы конструкции и перераспределения усилий.

Расчет ведется в соответствии с методиками [26—28].

Предельно допустимый прогиб элемента f_{ult} устанавливается в зависимости от вида и назначения конструкции. Принимается по д.2.1 табл. Д.1, при введенной в СП 20.13330.2016.

$$\frac{l}{200} = \frac{600}{200} = 3 \text{ см.}$$

Расчет железобетонных элементов по прогибам производят из условия

$$f \leq f_{ult}.$$

Прогиб ребристой плиты определяется по формуле [26]

$$f = s \left(\frac{1}{r} \right) l^2,$$

где s — коэффициент, зависящий от расчетной схемы элемента и вида нагрузки; $\frac{1}{r}$ — кривизна элемента при изгибе.

Суммарная продольная сила равна усилию предварительного обжатия с учетом всех потерь и при коэффициенте $\gamma_{sp} = 1$ составляет

$$N_{tot} = P_2 = \text{кН.}$$

Кривизна оси при изгибе:

$$\left(\frac{1}{r} \right)_3 = \frac{M}{h_0 z} \left[\frac{\psi_s}{E_s A_s} + \frac{\psi_b}{(\varphi_f + \xi) b h_0 E_b \nu} \right] - \frac{N_{tot}}{h_0} \frac{\psi_s}{E_s A_s}.$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_3 = \frac{135 \cdot 10^5}{27 \cdot 24,6} \left[\frac{0,891}{2 \cdot 10^5 \cdot 5,7} + \frac{0,9}{(0,7 + 0,3) 22 \cdot 27 \cdot 3,25 \cdot 10^4 \cdot 0,2} \right] -$$

$$- \frac{290}{27} \frac{0,891}{2 \cdot 10^5 \cdot 5,7} = 1,267 \cdot 10^{-4} \left(\frac{1}{\text{см}}\right).$$

Кривизна от выгиба элемента вследствие усадки и ползучести бетона от усилия предварительного обжатия:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_4 = \frac{\sigma_b}{E_s h_0} = \frac{136}{2 \cdot 10^5 \cdot 27} = 2,562 \cdot 10^{-5} \left(\frac{1}{\text{см}}\right).$$

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_3 - \left(\frac{1}{r}\right)_4 = 1,267 \cdot 10^{-4} - 0,256 \cdot 10^{-4} = 1,011 \cdot 10^{-4} \left(\frac{1}{\text{см}}\right).$$

Прогиб ребристой плиты:

$$f = \frac{5}{48} 1,011 \cdot 10^{-4} \cdot 600^2 = 3,79 \text{ см} = 37,9 \text{ мм}.$$

$$f = 37,9 > f_{\text{ult}} = 30 \text{ мм}.$$

Таким образом, условие не выполняется, необходимо в дальнейшем усиление конструкций.

Изгибающий момент в середине пролета будет следующим:

$$M = \frac{B \cdot q \cdot l^2}{8} = \frac{1,46 \cdot 36,84 \cdot 6^2}{8} = 242 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Сравнительные результаты расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительная таблица результатов расчета

| Метод | Максимальное перемещение плиты по оси Z, мм | Максимальное значение изгибающего момента ребра M_y , кН · м |
|---------------|---|--|
| 1-й | 41,7 | 233,3 |
| 2-й | 41,1 | 254,0 |
| Ручной расчет | 37,9 | 242,0 |

В первом методе максимальный прогиб составил 41,7 мм, что примерно на 10 % превышает результат ручного расчета (37,9 мм). Во втором методе получено 41,1 мм, что на 8...9 % больше ручного значения, т. е. оба численных варианта демонстрируют умеренно повышенную гибкость по сравнению с расчетом по нормативной методике.

Максимальный изгибающий момент в ребре по первому методу составил 233,3 кН · м, что на 3...4 % ниже результата ручного расчета (242 кН · м). Во втором методе момент равен 254 кН · м, что примерно на 5 % больше ручного

значения, причем аналитический результат оказывается между двумя численными оценками, что соответствует данным других исследований по сравнению традиционных и КЭ-моделей ребристых плит.

Таким образом, расхождение между результатами численного и ручного расчета в части прогибов и изгибающих моментов может быть обусловлено в первую очередь ограниченной проработанностью используемых в вычислительной модели подходов к заданию предварительного напряжения и связанных с ним изменений жесткостных характеристик сечения. В существующей постановке задача предварительно напряженной работы ребристой плиты описывается приближенно, что приводит к систематическому завышению деформаций при близких или лишь умеренно отличающихся значениях изгибающих моментов [29]. Результаты указывают на необходимость дальнейшего совершенствования методик моделирования предварительно напряженных железобетонных элементов в конечно-элементных расчетах.

Вывод

Реализация обоих подходов к моделированию характеризуется существенным сокращением трудоемкости по сравнению с традиционным ручным расчетом. Временные затраты на моделирование и получение результатов оказались значительно меньше, чем при использовании эталонной аналитической методики, что позволяет существенно облегчить труд инженера-проектировщика и высвободить время для решения задач, требующих профессионального анализа и принятия инженерных решений. Достигнутая точность расчета является приемлемой для инженерных приложений, а наблюдаемое превышение деформаций может рассматриваться как дополнительный запас по несущей способности конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мамонтов В. Д. К вопросу о необходимости технического перевооружения промышленных предприятий // Социально-экономические явления и процессы. 2011. № 12. С. 163—167.
2. Журавлева В. И., Гнилякова Л. А. Техническое перевооружение промышленных объектов: влияние модернизации оборудования на несущие конструкции // Конкурс научно-исследовательских работ студентов ВолгГТУ, г. Волгоград, 21—25 апр. 2025 : сб. тез. докл. / Отв. ред. С. В. Кузьмин. Волгоград : ВолГТУ, 2025. С. 341.
3. Джазовская И. Н., Хохлова И. Г. Терминологические и методологические проблемы разработки стратегии технического перевооружения // Изв. высш. учеб. заведений. Поволж. регион. Обществ. науки. 2010. № 3. С. 142—152.
4. Шаломов Н. С. Экономические проблемы модернизации оборудования на предприятиях // Инновационная наука. 2022. № 6-1. С. 87—89.
5. Риски при модернизации производственных процессов / Г. Агаева и др. // Символ науки. 2024. № 12-1-2. С. 61—63.
6. Глянько М. А. Обеспечение безопасности при эксплуатации оборудования на объектах энергетики // APRIORI. Сер. : Естеств. и техн. науки. 2015. № 5. С. 6.
7. Хохлова И. Г. Методический подход к управлению техническим перевооружением предприятия // Российское предпринимательство. 2012. № 21. С. 59—66.
8. Разработка проекта технологического перевооружения производства на промышленном предприятии / С. Д. Цымбалов и др. // Моск. экон. журн. 2020. № 5. С. 673—681.
9. Пискунов А. И. Техническое перевооружение как основа инновационного развития промышленных предприятий России // Вопросы инновационной экономики. 2019. Т. 9. № 1. С. 137—150.
10. Defence strategy and new disruptive technologies nexus: implications for the military organisations / Y. Yanakiev et al. // Journal of Defence and Security Technologies. 2020. Vol. 3. No. 10.

11. *Rozsak M., Kiljan A.* The practical application of the machinery management // *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*. 2015. Vol. 68. Iss. 2. Pp. 80—92.
12. *Булнина О. И.* Приоритеты технического перевооружения промышленных предприятий в условиях глобализации // *Изв. Санкт-Петербург. гос. экон. ун-та*. 2011. № 5.
13. *Гарифуллин Р. Ф., Николаенко Ю. В.* Алгоритм технического перевооружения на основе методов планирования инноваций // *Вестн. экономики, права и социологии*. 2012. № 2. С. 22—27.
14. *Кузьмина Т. К., Мельничук В. О.* Исследование организационно-технологических решений при проведении строительно-монтажных работ в рамках проектов по техническому перевооружению электростанций г. Москва // *Инженер. вестн. Дона*. 2021. № 7. С. 404—410.
15. *Karp A.* Military procurement and regional security in Southeast Asia // *Contemporary Southeast Asia*. 1990. Pp. 334—362.
16. *Николаев Ю. Н., Гуцина Ю. В., Кирдяшев С. Н., Гамарко А. О.* Интегральная оценка уровня организационно-технологической надежности календарной модели строительного процесса // *Инновации и инвестиции*. 2024. № 11. С. 573—577.
17. *Бурлаченко О. В., Николаев Ю. Н., Гуцина Ю. В.* The automation of construction production calendar planning on a variant basis using a combinatorial approach // *AIP Conference Proceedings*. Vol. 2936. Proceedings of the international conference on engineering research and application 2022 (ICERA 2022), 6—8 March 2022, Cairo, Egypt. AIP Publishing, 2023. Art. 030004. 8 p. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0178762>.
18. *Банцеровва О. Л., Логинов И. Ю.* Особенности реконструкции и технического перевооружения комплексов зданий научно-исследовательских институтов // *Вестн. МГСУ*. 2011. № 2-2. С. 19—25.
19. Реконструкция и техническое перевооружение / М. Б. Пермяков и др. // *Науч. журн*. 2016. № 3(4). С. 15—17.
20. *Николаев С. В.* Решение жилищной проблемы в РФ на базе реконструкции и технического перевооружения индустриальной базы домостроения // *Жилищное строительство*. 2010. № 2. С. 2—5.
21. *Haworth-Roberts A.* Crime prevention in schools: specification, installation, and maintenance of intruder alarm systems. *Building Bulletin*. 69. HMSO Publications Centre, PO Box 276, London, SW8 5DT England, 1989.
22. *Мамонтов В. Д.* К вопросу о необходимости технического перевооружения промышленных предприятий // *Социально-экономические явления и процессы*. 2011. № 12. С. 163—167.
23. Sierra Leone. *Building the road to recovery : monographs* / M. Malan et al. Institute for Security Studies, 2003. P. 170.
24. *Портаев Д. В.* Расчет и конструирование монолитных преднапряженных конструкций гражданских зданий. М. : АСВ, 2011. 248 с.
25. *Верюжский Ю. В., Колчунов В. И., Барабаш М. С., Гензерский Ю. В.* Компьютерные технологии проектирования железобетонных конструкций. Киев, 2006.
26. *Вахненко П. Ф., Хилобок В. Г., Андрейко Н. Т., Яровой М. Л.* Расчет и конструирование частей жилых и общественных зданий : справ. проектировщика. Киев : Будівельник, 1987. 424 с.
27. *Мандриков А. П.* Примеры расчета железобетонных конструкций : учеб. пособие для спец. «Пром. и гражд. стр-во». 2-е изд., перераб. и доп. М. : Стройиздат, 1989. 506 с.
28. *Дзюба В. А.* Проектирование сборных железобетонных конструкций каркасного здания : учеб. пособие. Комсомольск-на-Амуре : КнАГТУ, 2013. 103 с.
29. *Кожевников К. Е., Габова В. В., Кичкилевский Н. С., Чураков А. А.* Анализ напряженно-деформированного состояния монолитного кессонного перекрытия общественного здания // *Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архитектура*. 2025. Вып. 1(98). С. 38—49. DOI: [10.35211/18154360_2025_1_38](https://doi.org/10.35211/18154360_2025_1_38).

© *Гнилякова Л. А., Журавлева В. И., Кожевников К. Е., Габова В. В., Сухина К. Н., Чураков А. А., 2026*

Поступила в редакцию
05.12.2025

Ссылка для цитирования:

Влияние модернизации оборудования на несущие конструкции при техническом перевооружении зданий / Л. А. Гнилякова, В. И. Журавлева, К. Е. Кожевников, В. В. Габова, К. Н. Сухина, А. А. Чураков // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2026. Вып. 1(102). С. 34—46. DOI: 10.35211/18154360_2026_1_34.

Об авторах:

Гнилякова Лилия Александровна — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ); инженер, ООО «ПроТех Инжиниринг». Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; gnilyakova-lilija@rambler.ru

Журавлева Виктория Игоревна — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ); инженер, ООО «ПроТех Инжиниринг». Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; viktoria@mail.ru

Кожевников Кирилл Евгеньевич — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; kiri_ko_03@mail.ru

Габова Виктория Викторовна — канд. техн. наук, доц., доц. каф. строительных конструкций, оснований и надежности сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; gabovavv@yandex.ru

Сухина Ксения Николаевна — канд. техн. наук, доц. каф. строительных конструкций, оснований и надежности сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

Чураков Алексей Александрович — канд. техн. наук, доц. каф. строительных конструкций, оснований и надежности сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; alexei.churakov@yandex.ru

**Lilia A. Gnilyakova^{a, b}, Viktoria I. Zhuravleva^{a, b}, Kirill E. Kozhevnikov^a,
Viktoria V. Gabova^a, Kseniya N. Sukhina^a, Alexey A. Churakov^a**

^a *Volgograd State Technical University*

^b *PROTECH ENGINEERING, LLC*

IMPACT OF EQUIPMENT UPGRADING ON SUPPORTING STRUCTURES DURING TECHNICAL RE-ARMING OF BUILDINGS

The relevance of the work is due to the practical task of installing new equipment on a prefabricated ribbed floor in an existing production facility. A comparative analysis of the results of modeling two different methods (t-shaped and plate-and-rod) for the stress-strain state of a prefabricated floor in the LIRA-SAPR software package is presented. The calculations were performed for a part of an industrial building with an underground level. The purpose of this study is to identify the most optimal method for modeling a prefabricated ribbed floor slab, taking into account the pre-stressing, using the LIRA-SAPR software package. The novelty of this study lies in the step-by-step calculation methodology and the determination of the optimal modeling method in comparison with manual engineering calculations. The practical significance of this study lies in the proposed algorithm for step-by-step modeling and verification of the computational models of ribbed pre-stressed floor slabs in LIRA-SAPR.

Key words: modernization, changing loads, ribbed plates, equipment, pre-stressing.

For citation:

Gnilyakova L. A., Zhuravleva V. I., Kozhevnikov K. E., Gabova V. V., Sukhina K. N., Churakov A. A. [Impact of equipment upgrading on supporting structures during technical re-arming of buildings]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2026, iss. 1, pp. 34—46. DOI: 10.35211/18154360_2026_1_34.

About authors:

Lilia A. Gnilyakova — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU); engineer, PROTECH ENGINEERING, LLC. 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; gnilyakova-lilija@rambler.ru

Viktoriya I. Zhuravleva — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU); engineer, PROTECH ENGINEERING, LLC. 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; vikttttoria@mail.ru

Kirill E. Kozhevnikov — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; kiri_ko_03@mail.ru

Victoria V. Gabova — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; gabovavv@yandex.ru

Kseniya N. Sukhina — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

Alexey A. Churakov — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; alexei.churakov@yandex.ru