

3 Суханов, Г. И. Оценка эксплуатационной работы станции в условиях оптимизации тяговых плеч локомотивов / Г. И. Суханов, А. В. Супруновский, Н. В. Давыдова // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. – 2019. – Т. 1. – С. 93–103.

4 Программа для определения технико-эксплуатационных показателей работы стыковой железнодорожной станции на основе использования статистических данных и вариантных прогнозных сценариев колебаний поступающих вагонопотоков : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022661676 Российская Федерация / Е. В. Маловецкая, А. В. Супруновский, А. К. Мозалевская ; заявитель ФГБОУ ВО «ИрГУПС»: № 2022660561 ; заявл. 07.06.2022, опубл. 24.06.2022– EDN SJVAYJ.

5 Маловецкая, Е. В. Возможности повышения эффективности перевозочного процесса на основе построения комплексных прогнозных моделей загрузки инфраструктуры / Е. В. Маловецкая, А. К. Мозалевская // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2023. – Т. 17, № 7. – С. 38–46. – DOI : 10.36724/2072-8735-2023-17-7-38-46. – EDN IAEWSG.

6 Маловецкая, Е. В. Оценка влияния неравномерностей на перевозочный процесс / Е. В. Маловецкая, А. К. Мозалевская // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 160-летию Бел. ж. д. В 2 ч. Ч. 2. – Гомель, 24–25 ноября 2022 г. / под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2022. – С. 207–209. – EDN BRTMRC.

УДК 539.31

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ НОВОЙ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОПОР ДЛЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

С. А. БОРШЕВЕЦКИЙ

Московский авиационный институт (НИУ), Российская Федерация,
ПАО «Яковлев», г. Москва, Российская Федерация

Н. А. ЛОКТЕВА

Московский авиационный институт (НИУ), Российская Федерация,
НИИ механики МГУ им. М. В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация,

В работах [1–4] рассмотрены случаи определения расположения шарнирных дополнительных опор в прямоугольных пластинах при произвольных нагрузках. Среди достоинств отмечена возможность применения новой методики и для криволинейных оболочек. В качестве начала исследований взята цилиндрическая оболочка.

На основании данных исследований рассматривается шарнирно опертая по кромкам тонкая цилиндрическая оболочка известного радиуса, высоты и постоянной толщины. В произвольное место оболочки действует сосредоточенная статическая нагрузка. Оболочка выполнена из упругого изотропного материала. Требуется определить расположение дополнительных опор таким образом, чтобы максимальный нормальный прогиб не превышал половину толщины [5]. Для использования ранее упомянутой методики задача решается в цилиндрической системе координат. В таком случае цилиндр может быть развернут в прямоугольную пластину (рисунок 1).

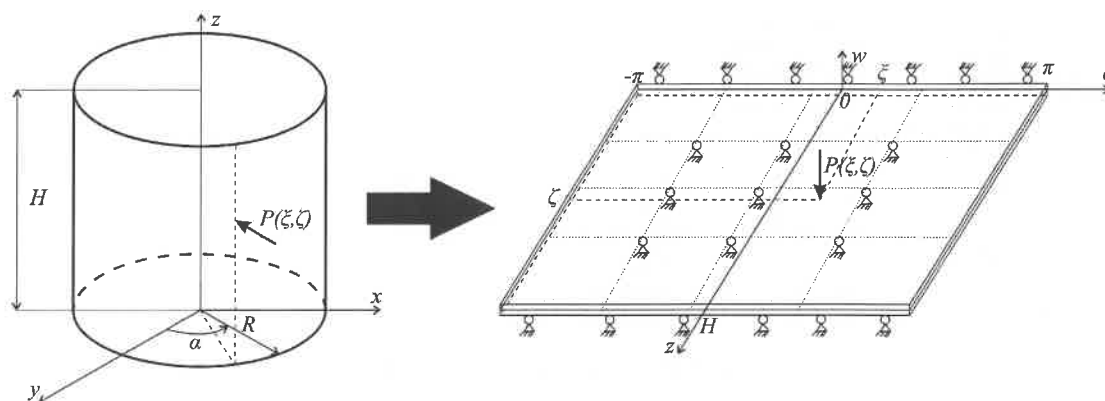


Рисунок 1 – Развертка цилиндра в пластину

Прямое использование ранее описанной методики показало расхождение аналитических и численных результатов. Для определения области применения была решена однотипная задача для трех вариантов моделей: оболочка Кирхгофа – Лява, Тимошенко, а также численное решение в про-

граммном комплексе Ansys Workbench при помощи оболочечного элемента Shell181 [6]. В качестве параметра варьировалось соотношение диаметра цилиндра к его высоте, причем высота принималась за константу.

В результате анализа были выявлены две области соотношения с допустимыми погрешностями не более 15 % (рисунок 2).

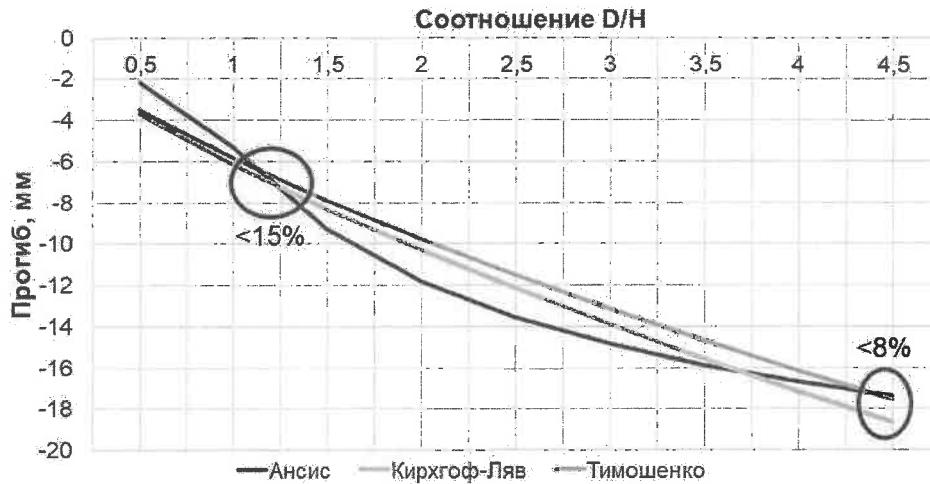


Рисунок 2 – Анализ сходимости для разных методик

Дальнейшее уточнение областей дало четкие соотношения: 1,1 и 4,5. Последующее решение задачи для найденных значений показало большую погрешность для сегмента из четырех опор для соотношения 4,5.

Вывод. Геометрическим соотношением диаметра цилиндрической оболочки к высоте, при котором новая методика определения расположения дополнительных опор показывает приемлемые результаты, является 1,1.

Список литературы

- 1 Боршевецкий, С. А. Определение нормальных перемещений шарнирно опертой пластины с дополнительными опорами под воздействием сосредоточенной силы / С. А. Боршевецкий, Н. А. Локтева // *Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред : материалы XXVII Междунар. симп. им. А. Г. Горшкова. Т. 2.* – М. : ООО «ТРП», 2021. – С. 19–20.
- 2 Боршевецкий, С. А. Определение расположения дополнительных опор шарнирно опертой пластины при гармоническом воздействии / С. А. Боршевецкий // *Труды МАИ.* – 2023. – № 128. – DOI : 10.34759/trd-2023-128-03.
- 3 Боршевецкий, С. А. Определение положения дополнительных опор для прямоугольной шарнирно опертой пластины при нестационарном воздействии на нее / С. А. Боршевецкий, Н. А. Локтева // *XXV Нуполевские чтения (школа молодых ученых) : материалы Междунар. молодежной науч. конф. Т. 2.* – Казань : Изд-во ИП Сагиева А. Р., 2021. – С. 395–400.
- 4 Боршевецкий, С. А. Определение расположения дополнительных опор в пластине Тимошенко при гармоническом воздействии / С. А. Боршевецкий, Н. А. Локтева // *Механика композиционных материалов и конструкций, сложных и гетерогенных сред : сб. тр. 12-й Всерос. науч. конф. с международным участием.* – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2022. – С. 438–447.
- 5 Лукашевич, А. А. Теория расчета пластин и оболочек : учеб. пособие / А. А. Лукашевич. – СПб. : СПбГАСУ. – 2017. – 127 с.
- 6 Басов, К. А. ANSYS: справочник пользователя / К. А. Басов. – М. : ДМК Пресс, 2005. – 640 с.

УДК 539.3

УРАВНЕНИЯ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ПЯТИСЛОЙНОГО УПРУГОГО СТЕРЖНЯ

Д. А. БУДНИКОВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В связи широким применением многослойных элементов конструкций в строительстве и транспорте машиностроении разработка математических моделей их деформирования является актуальной задачей. Методы расчета и постановки краевых задач для трехслойных элементов конструкций, учитывающие внешнее воздействие различных физико-механических полей, исследованы в