

Словакия – одинаковое напряжение;

Швеция – через паром.

Польша также имеет железнодорожную связь со смежными странами с различной шириной колеи:

Белоруссия – смена напряжения 3 кВт /25 кВт;

Литва – смена напряжения 3 кВт /25 кВт (электрофицированные линии только через Белоруссию);

Россия (Калининградская область);

Украина – смена напряжения 3 кВт /25 кВт.

На сегодняшний день протяжённость железных дорог в стране – 26644 км, в том числе 24287 км с колеёй 1435 мм и 2357 км с колеёй 1520, 1000, 785, 750 и 600 мм. Из общей протяжённости дорог электрифицировано 11627 км. Преимущественно электрификация проведена на постоянном токе 3 кВ. Основные узлы железной дороги Польши: Варшава, Олыштын, Катовице, Вроцлав, Гданьск, Краков, Люблин. Между Польшей и Швецией действует железнодорожная паромная переправа.

УДК 624.006

КОМПОЗИТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ

Д. В. ЛЕОНЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Композитные конструкции, включая сэндвич-элементы, становятся неотъемлемой частью современного строительства и реконструкции инженерных сооружений. Они обеспечивают необходимую прочность и устойчивость, что критически важно при повышенных нагрузках и воздействиях. Сэндвич-элементы, благодаря своей многослойной структуре, значительно увеличивают долговечность сооружений, делая их более надёжными и функциональными.

Исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) трехслойных балок [1, 2], пластин [3] и оболочек открывает новые возможности для понимания их поведения при действии внешних сил. Такие исследования способствуют разработке точных и эффективных строительных решений, повышая производительность и продлевая срок службы сооружений. Анализ НДС является фундаментальным для создания методов контроля и

управления, которые минимизируют риски повреждений и обеспечивают стабильность в эксплуатации.

Изучение параметров колебаний трехслойных конструкций [4–8] имеет особое значение для военных сооружений, где безопасность и надежность являются приоритетами. Учет вибрационных характеристик позволяет разрабатывать конструкции, способные выдерживать значительные механические нагрузки. Оптимизация с учетом колебаний предотвращает повреждение и гарантирует стабильность сооружений на долгие годы.

Применение трехслойных конструкций в военном строительстве обеспечивает оперативность и эффективность строительных процессов. Быстрое и качественное создание прочных и устойчивых объектов в условиях повышенной боевой готовности становится возможным благодаря этим инновационным композитным конструкциям. Трехслойные элементы в военной инженерии играют важную роль в обеспечении безопасности и защиты, поддерживая оперативную готовность и мобильность в различных условиях.

Список литературы

1 **Старовойтов, Э. И.** Деформирование трехслойного стержня в температурном поле / Э. И. Старовойтов, Д. В. Леоненко // *Механика машин, механизмов и материалов*. – 2013. – № 1 (22). – С. 31–35.

2 **Zenkour, A. M.** Bending Analysis of Functionally Graded Sandwich Plates under the Effect of Mechanical and Thermal Loads / A. M. Zenkour, N. A. Alghamdi // *Mechanics of Advanced Materials and Structures*. – 2010. – Vol. 17, no. 6. – P. 419–432.

3 **Старовойтов, Э. И.** Деформирование локальными нагрузками композитной пластины на упругом основании / Э. И. Старовойтов, Д. В. Леоненко, М. Сулейман // *Механика композитных материалов*. – 2007. – Т. 43, № 1. – С. 109–120.

4 **Леоненко, Д. В.** Собственные колебания трехслойного стержня на упругом основании / Д. В. Леоненко, Э. И. Старовойтов // *Прикладная механика*. – 2016. – № 4. – С. 37–46.

5 The effect of functionally graded materials into the sandwich beam dynamic performance / S. Rabboh [et all.] // *Materials Sciences and Applications*. – 2013. – Vol. 4, no. 11. – P. 751–760.

6 The oblique impact response of composite sandwich plates / I. Ivanez [et all.] // *Composite Structures*. – 2015. – 133. – P. 1127–1136.

7 **Zadeh, H. V.** Analytical bending analysis of a circular sandwich plate under distributed load / H. V. Zadeh, M. Tahani // *International Journal of Recent Advances in Mechanical Engineering*. – 2017. – Vol. 6, no. 1. P. 321–329.

8 **Леоненко, Д. В.** Исследование спектра частот трехслойной цилиндрической оболочки с упругим наполнителем / Д. В. Леоненко, Э. И. Старовойтов // *Механика композиционных материалов и конструкций*. – 2015. – № 2. – С. 162–169.