

Преимущества использования каучука в железнодорожном транспорте.

1 Высокая прочность и износостойкость, а следовательно, и увеличение срока службы: каучук обладает высокой прочностью и износостойкостью, что позволяет ему выдерживать нагрузки и вибрации, возникающие при движении поезда.

2 Устойчивость к воздействию окружающей среды: каучук не подвержен коррозии и не боится влаги, что делает его идеальным материалом для использования в железнодорожном транспорте.

3 Хорошие изоляционные свойства: каучук является хорошим изолятором, что делает его идеальным материалом для использования в электрооборудовании.

4 Амортизирующие свойства: каучук обладает амортизирующими свойствами, что позволяет снизить вибрацию и шум, создаваемые поездом.

5 Повышение безопасности: улучшение сцепления с рельсами и устойчивости вагонов.

6 Снижение затрат: увеличение срока службы деталей, снижение стоимости ремонта и технического обслуживания.

В заключение хочется отметить, что каучук является важным материалом в железнодорожном транспорте, обеспечивая надежность, безопасность, комфорт и долговечность этой системы. Он используется в различных компонентах и системах, таких как прокладки, колеса, буферы, подвески, изоляторы, шланги и другие. Постоянно развивающиеся технологии и новые виды каучука обеспечивают еще более эффективное использование этого материала в железнодорожном транспорте.

Список литературы

1 Композитные шпалы. Последние разработки [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://compositeworld.ru/articles/app/id5f109a3ea2d6046ed2ebe0b8>. – Дата доступа : 10.09.2024.

2 Железнодорожная шпала из переработанной резины (варианты) и способ ее производства из переработанной резины [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://patents.google.com/patent/RU2245410C2/ru>. – Дата доступа : 10.09.2024.

3 Композитные шпалы для РЖД вызывают вопросы специалистов. Использование пластика для железной дороги ограничивают климат и нагрузки [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://vgudok.com/lenta/kompozitnye-shpalalya-rzhd-vyzyvayut-voprosy-specialistov-ispolzovanie-plastika-dlya>. – Дата доступа : 10.09.2024.

УДК 629.12

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ ПЕРФОРИРОВАННЫХ ПЛАСТИН ПРИ ДЕЙСТВИИ УДАРНЫХ НАГРУЗОК

М. В. ГОРОХОВА

*Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород,
Российская Федерация*

При действии на судовую конструкцию ударных давлений со стороны жидкости в некоторых случаях перед основными элементами, такими как пластины, перекрытия, стали устанавливать дополнительные перфорированные пластины (пластины с вырезами). Цель установки перфорированных пластин – снизить ударные давления со стороны жидкости, передаваемые на основные связи. Примером такой конструкции пластины с вырезами является подшивка моста катамарана. В связи с этим представляется интересной и важной задача о жесткости таких защитных конструкций.

Для определения динамической жесткости перфорированной пластины используется задача приведения, как и при статическом нагружении. Содержание этой задачи заключается в нахождении параметров сплошной пластины, обладающей той же жесткостью, что и решетка. Определение параметров изгиба для перфорированных пластин методом приведения для статической задачи подробно рассматривалось в работе [1]. При этом постулируется утверждение, что прогибы сплошной и перфорированной пластин подобны, то есть справедливо (при прочих одинаковых условиях) выражение

$$w = \varphi w^*.$$

При ударной нагрузке на пластину будем считать, что ее прогиб обратно пропорционален ее жесткости, как и при статическом изгибе.

Пусть D – жесткость сплошной пластины толщиной s ;

D^* – жесткость перфорированной пластины толщиной s^* .

$$\text{Тогда } D = \frac{Es^3}{12(1-\mu^2)} \quad D^* = \frac{Es^{(*3)}}{12(1-\mu^2)},$$

здесь E – модуль упругости первого рода материала пластины; μ – коэффициент Пуассона.

Для данных зависимостей выполнен анализ при динамическом нагружении сплошной и перфорированной пластин. В качестве объекта исследования рассматривалась балка-полоска, шарнирно-опертая по концам и нагруженная равномерно распределенной симметричной нагрузкой интенсивностью p . Причем

$$p = p_0 \sin \frac{\pi t}{\tau},$$

t – время; τ – время действия нагрузки (время удара).

Используем выражения для максимального прогиба пластин, как функции времени, полученные в работе [2]. Рассматривалось действие ударной нагрузки, определялся прогиб пластин для случаев, когда 1) $t \leq \tau$; 2) $t \geq \tau$. Здесь для простоты анализа рассмотрим случай, когда $t = \tau$.

Выражение для максимального прогиба будет иметь следующий вид:

$$w_{\max} = \frac{4p_0 \cos \frac{\pi l}{L}}{\pi \rho s \left(\frac{\pi^4}{L^4} \cdot \frac{EI}{(1-\mu^2)\rho s} - \frac{\pi^2}{\tau^2} \right)} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{\pi^4}{L^4} \cdot \frac{EI}{(1-\mu^2)\rho s} \cdot \tau}} \cdot \sin \left(\sqrt{\frac{\pi^4}{L^4} \cdot \frac{EI}{(1-\mu^2)\rho s} \cdot t} \right),$$

где ρ – плотность материала; L – длина пластины; $I = \frac{s^3}{12}$ – момент инерции поперечного сечения пластины.

Найдем отношения прогибов двух пластин разной толщины s и s^* , остальные параметры пластин будут одинаковыми:

$$\frac{w_{\max}}{w_{\max}^*} = \frac{(s^*)^2}{s^2} \cdot \frac{k(s^*)^2 - \pi^2}{s^2 - \pi^2} \cdot \frac{\sin(\sqrt{k} \cdot s)}{\sin(\sqrt{k} \cdot s^*)},$$

$$\text{где } k = \frac{\pi^4}{L^4} \cdot \frac{E}{12\rho(1-\mu^2)} \cdot \tau^2.$$

Исследуем отношение $\frac{w_{\max}}{w_{\max}^*}$ при $\tau \rightarrow 0$ (ударное воздействие);

$$\lim_{\tau \rightarrow 0} \frac{(s^*)^2}{s^2} \cdot \frac{k(s^*)^2 - \pi^2}{s^2 - \pi^2} \cdot \frac{\sin(\sqrt{k} \cdot s)}{\sin(\sqrt{k} \cdot s^*)} = \frac{s^*}{s}.$$

$$\text{Таким образом, } \frac{w_{\max}}{w_{\max}^*} = \frac{s^*}{s} = \sqrt[3]{\frac{D^*}{D}}.$$

Коэффициент жесткости пластины при динамическом нагружении φ_1 будет определяться выражением

$$\varphi_1 = \sqrt[3]{\frac{D^*}{D}} = \sqrt[3]{\varphi},$$

$\varphi = \frac{D^*}{D}$ – коэффициент жесткости, равен отношению жесткости пластины, ослабленной вырезами, к обычной цилиндрической жесткости сплошной пластины.

В работе [3] приведены графики зависимости коэффициента жесткости φ от степени перфорации пластины λ при статической нагрузке. Графики построены для пластин с квадратной и тре-

угольной решетками перфорации. То есть по величине λ определяется коэффициент φ , а затем рассчитывается коэффициент φ_1 .

Из имеющихся решений [2] можно аналитически определить динамический прогиб для целой пластины w , а затем и для перфорированной:

$$w^* = \frac{1}{\varphi_1} w.$$

Таким образом, мы видим, что перфорация при динамическом нагружении оказывает значительно меньшее влияние на прогиб по сравнению со статической задачей. Данные исследования относятся к жестким пластинам без распора. Если пластина гибкая с распором, то в результатах могут быть существенные коррективы.

Список литературы

- 1 **Вайнберг, Д. В.** Справочник по прочности, устойчивости и колебаниям пластин / Д. В. Вайнберг. – Киев : Будивельник, 1973. – 448 с.
- 2 **Ершов, Н. Ф.** Прочность судовых конструкций при локальных динамических нагружениях / Н. Ф. Ершов, А. Н. Попов. – Л. : Судостроение, 1989. – 195 с.
- 3 **Горохова, М. В.** Динамическая жесткость пластин с вырезами / М. В. Горохова // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2004. – № 10. – С. 11–14.

УДК 369.2

СИМБИОТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА РЛС И ТЕХНОЛОГИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Е. А. ДЕХТЯРЕНКО, Я. А. ДЕМИДЕНКОВА

Белорусская государственная академия авиации, г. Минск

Современный мир переживает четвертую индустриальную революцию, флагманом которой являются искусственный интеллект (ИИ). Основным инструментом реализации ИИ, без сомнения, являясь нейронные сети, с помощью которых можно решать сложные технические задачи. Нейронные сети успешно применяются в различных промышленных областях, в сфере медицины и экономики, а также инженерии. Не стала исключением и радиолокация.

Радиолокация – это самостоятельная научная и инженерная дисциплина, где накоплен огромный опыт и решены фундаментальные задачи как в оборонно-промышленном комплексе, так и в сфере гражданского и медицинского применения. Однако современные вызовы и технологическое развитие ставят перед областью новые задачи, где нейронные сети и цифровые двойники могут выступить в качестве эффективного инструмента для их решения.

Одна из таких задач – это обнаружение и распознавание групповых целей на фоне активных и пассивных помех. Классические алгоритмы обработки превосходно работают, когда одиночная цель (или групповая при достаточном удалении друг от друга) движется прямолинейно, а помеховый фон описывается нормальным распределением.

Однако в реальных условиях это далеко не так, цели постоянно меняют расстояния между собой, а также совершают разнообразные маневры.

Это осложняется тем, что помеховая обстановка нестационарная со множеством противодействующих факторов. Другая проблема – нехватка данных, так как натурный эксперимент зачастую экономически дорог и трудозатратен.

Для решения вышеизложенной задачи необходимо совместное использование концепции цифрового двойника РЛС и технологии нейронных сетей.

В докладе приводятся результаты моделирования первого шага в реализации совместного использования цифрового двойника РЛС и нейронных сетей.

Излагаются принципы построения нейронных сетей, позволяющих распознавать групповые цели.

В качестве целей применяются геометрические объекты разнообразной формы (цилиндр, сфера и конус), имитирующие ЭПР цели и движущиеся по разнообразным траекториям. Уделяется вни-