

сти экономии топливно-энергетических ресурсов, сокращением расходов на ремонт и обслуживание железнодорожного пути, и как следствие снижением стоимости перевозок железнодорожным транспортом.

В результате проведенных исследований были определены необходимые технико-эксплуатационные характеристики транспортного средства, разработаны основные узлы и механизмы: силового агрегата для привода рельсового транспортного средства, конструкция привода и тормозного устройства, силовой рамы, колесных пар, системы управления. В процессе проектирования была выработана концепция модельного ряда подобных транспортных средств в зависимости от эксплуатационных требований. Методами компьютерного анализа было спрогнозировано поведение транспортного средства в процессе эксплуатации. Данный способ исследования дает возможность отказаться от серии натурных экспериментов на начальных стадиях исследования.

Эффективность применения предлагаемого транспортного средства заключается в экономии топливно-энергетических ресурсов при доставке небольшого количества человек или малоразмерных грузов на небольшие расстояния, простоте и низкой себестоимости изготовления на любом линейном предприятии железной дороги и невысокой трудоемкости при техническом обслуживании и ремонте транспортного средства.

©ПГУ

## **АНТЕННА ВОЛНОВОЙ КАНАЛ В СИСТЕМАХ GSM СВЯЗИ**

**А. О. СТАНОВОЙ**

**НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – В. Ф. ЯНУШКЕВИЧ, КАНДИДАТ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ДОЦЕНТ**

В статье представлены результаты проектирования GSM антенны. Сформулированы требования к антеннам данного типа. Проведено конструирование антенны подбором всех ее размеров экспериментальным путем, придерживаясь правил теоретического анализа. Представлены результаты расчетов диаграммы направленности, коэффициента стоячей волны и коэффициента отражения антенны.

Ключевые слова: антенна волновой канал, диаграмма направленности.

Антенна волновой канал – широко распространенная антенна, имеющая достаточно узкую диаграмму направленности в горизонтальной и вертикальной плоскостях [1–3]. Антенна состоит из набора элементов: одного вибратора, к которому подводится и снимается сигнал (активный вибратор) и несколько пассивных вибраторов, один из которых является рефлектором, а остальные работают в режиме директоров. Задача рефлектора ослабить излучение в заднем, не рабочем, направлении, задача директора усилить сигнал в нужном направлении. Все вибраторы параллельны и лежат в одной плоскости, эта плоскость и определяет поляризацию антенны. Часто такую антенну называют антенной «Уда – Яги».

В связи с развитием радиоэлектронных устройств и систем связи появилась необходимость в GSM антеннах. Universal Mobile Telecommunications System (далее UMTS) – Универсальная Мобильная Телекоммуникационная Система – технология сотовой связи, разработана Европейским Институтом Стандартов Телекоммуникаций (ETSI) для внедрения 3G в Европе. С целью отличия от конкурирующих решений UMTS также часто называют 3GSM с целью подчеркнуть принадлежность технологии к сетям 3G и его преимущество в разработках с сетями стандарта GSM.

Требования к проектируемой GSM антенне:

- коэффициент стоячей волны по напряжению:  $K_{СВН} < 2$ ;
- минимальная частота:  $f_{min} = 1920$  МГц;
- максимальная частота:  $f_{max} = 2170$  МГц;
- усиление:  $K_u = 17$  Дб.

В результате проектирования были рассчитаны диаграмма направленности, коэффициент стоячей волны и коэффициент отражения для частот от 1,92 ГГц до 2,17 ГГц, выбран материал медь. Антенна имеет направленное излучение в направлении  $0^\circ$ , в направлении  $-180^\circ$  наблюдается обратное малое излучение. Антенна обладает хорошими согласующими свойствами на отрезке частот от 1,99 ГГц до 2,17 ГГц. Величина коэффициента отражения от входа уменьшается от 0 дБ на частоте 1,92 ГГц до -10,4 дБ на частоте 2,17 ГГц, на частоте 2,045 ГГц коэффициент отражения равен -6 дБ [4].

Исходя из представленных выше данных, можно сделать вывод, что разработанное устройство имеет большее усиление и имеет более узкую полосу пропускания, а также коэффициент стоячей волны наименьший в сравнении с рассмотренными аналогами.

### Библиографические ссылки

1. Янушкевич В. Ф. Антенны и устройства СВЧ : учеб.-метод. комплекс / Полоцкий гос. ун-т. Новополоцк : ПГУ, 2009.
2. Антенны и устройства СВЧ / под ред. Д. И. Воскресенского. М. : Радиотехника, 2016.
3. Максимов В. М. Устройства СВЧ: основы теории и элементы тракта : учеб. пособие для вузов. М. : Сайнс-Пресс, 2002.
4. Stanovoy A., Yanushkevich V. GSM antenna design // 11 Junior researchers conference European and national dimension in research. TECHNOLOGY. Novopolotsk : PSU, 2019. P. 236–238.

©ВГТУ

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КОЖЕВЕННО-ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ОБУВИ

К. И. ТАРУТЬКО

НАУЧНЫЕ РУКОВОДИТЕЛИ – А. Н. БУРКИН, ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОР,  
И. М. ГРОШЕВ, КАНДИДАТ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ДОЦЕНТ

В результате выполненной работы были проведены аналитические исследования и разработаны композиционные материалы на основе отходов обувных картонов и древесного волокна, проведены исследования их физико-механических свойств и анализ структуры. Обоснованы полученные результаты и сделаны соответствующие рекомендации.

Ключевые слова: отходы производства, композиционные материалы, свойства, структура.

Объект исследования – материалы, полученные из отходов обувных картонов и отходов древесного волокна.

Цель исследования – анализ свойств композиционных материалов из отходов обувных картонов марок СЦМ, 3-1, КПЖ и отходов древесного волокна и обоснование возможности их применения для деталей обуви.

На основании теоретического анализа технологического процесса изготовления древесноволокнистых плит была проведена адаптация данного технологического процесса для производства материалов с применением отходов обувных картонов и древесного волокна, были отработаны режимы получения материалов, которые варьировали в следующем диапазоне: температура 120–180°C, давление 7,6–10 МПа и время прессования 14–30 с.

В ходе исследования возможности изготовления плит на основе отходов обувных картонов составлен план эксперимента изготовления плит с подбором разных массовых долей исходных материалов и добавления фенольной смолы в качестве связующего вещества. В результате были получены образцы материалов.

Были изучены некоторые физико-механические свойства и структура полученных композиционных материалов. Выявлено, что на физико-механические свойства негативно влияет добавление в плиту отходов картона марки КПЖ. Связано это с наличием пустот в структуре композиционных материалов. Но при этом позитивно влияет добавление отходов картонов марок СЦМ и 3-1, для улучшения прочностных характеристик таких плит при производстве можно увеличивать температуру и/или время прессования.

При помощи программы Excel был рассчитан корреляционный коэффициент между входными параметрами и измеренными физико-механическими свойствами. Анализ данных позволил сделать вывод о том, что увеличение массовой доли древесного волокна положительно сказывается на пределе прочности при изгибе и прочности при разрыве. Увеличение массовой доли картона марки 3-1 вызывает уменьшение показателей водопоглощения и разбухания по толщине. Существует обратная зависимость между плотностью и водопоглощением: с увеличением плотности водопоглощение снижается. Корреляция между другими параметрами не выявлена.

Анализ структуры материалов показал, что для большинства из них характерна тесная связь компонентов композиции и химическая теория адгезия. Сопоставляя данные, полученные в ходе изучения структуры композиционных материалов, с результатами физико-механических испытаний, можно заключить, что количество зазоров и пустот между элементами структуры прямо пропорционально влияет на водопоглощение и разбухание по толщине образца и обратно пропорционально прочности при разрыве. Добавление обувных картонов марки КПЖ негативно влияет на однородность структуры. Древесное волокно дополнительно спутывает элементы структуры, что позитивно сказывается на прочностных свойствах.