

При этом надо заметить, что утеплять здание надо не изнутри, а снаружи. Если сделать это со стороны помещения, то между стеной и внутренней теплоизоляцией будет скапливаться конденсат, что не только ухудшит теплоизоляцию помещения, но и приведет к повреждению отделки и размножению плесени. Для внешней теплоизоляции подходит такой материал, как экструдированный пенополистирол; хорошо себя зарекомендовало устройство вентилируемого фасада и т.д.

Для теплоизоляции крыш, как правило, используют каменную или минеральную вату, которые реализуются в виде плит. При этом нельзя забывать о пароизоляции (желательно, чтобы ее сторона, обращенная внутрь, была покрыта алюминиевой фольгой, что предотвратит потери тепла от излучения).

Что совершенно невозможно утеплить, так это окна. Какими бы ни были стеклопакеты (двухкамерными, трехкамерными), теплопотери окон все равно будут большими.

Как сократить теплопотери через окна? Во-первых, стоит сократить площадь остекления в цехах. Как показали обследования, часто одна стена цеха – это сплошное остекление. При этом на рабочих местах все равно используется местное освещение. А стеклопакеты установлены в металлическом каркасе, удерживающем вес стекла, что является явным мостиком холода.

В зависимости от типа остекления зданий коэффициент теплопередачи может иметь следующие значения, Вт/(м<sup>2</sup>·К): однослойное остекление – 4,5; двухслойное остекление: с деревянными спаренными оконными переплетами – 2,9, с металлическими спаренными переплетами – 3,25, с деревянными раздельными переплетами – 2,67, с металлическими раздельными переплетами – 3,02.

Установить, через какие ограждающие конструкции строения уходит больше тепла, поможет специальная экспертиза, которая называется тепловизионной диагностикой. Проведенное обследование выявит конкретные места утечек тепла через стены и окна; качество, дефекты и повреждения теплоизоляции чердачного и подвального перекрытий и труб; мостики холода; состояние радиаторов.

Утепление здания – это целый комплекс мероприятий, направленных на удержание тепла внутри помещения и недопускание попадания холода извне.

Если здание еще только в проекте, то необходимо заранее подумать о том, как уменьшить периметр внешних холодных стен (чем больше квадратура наружных стен, тем значительнее потери тепла). Здание, украшенное многочисленными выступающими элементами, теряет много тепла. Не надо допускать образования мостиков холода.

Расход тепла на отопление значительно уменьшается, если работы по герметизации помещения проведены качественно. Любое современное отопительное оборудование можно регулировать, контролируя поступление теплых масс воздуха в помещение. Мощность нагревательных приборов возрастает по мере уменьшения поступлений холодного воздуха.

Пользователю здания нужно изучить конструкции, определить утечки тепла и методы их устранения, выбрать наиболее экономичные варианты. В итоге это принесет наибольшую материальную выгоду.

Чтобы перекрыть каналы по утечке тепла из здания необходимо:

1 Уменьшить скорость теплопередачи от объекта к объекту. Для этого отгораживаем здание со всех сторон от внешнего холода теплоизоляционными материалами.

2 Сводим на нет конвекционные потери. Утепляем потолочное перекрытие, меняем старые рамы современными стеклопакетами – сводим на нет конвекционные потери.

3 Устраняем сквозняки – устанавливаем современные окна и двойные двери. Обеспечиваем штукатуркой воздухопроницаемость стен низкого уровня, если это необходимо.

4 На окнах применить стекла с напылением. Потому что именно через окна уходит больше всего лучевой энергии.

УДК 625.143.46

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ В ПУТЕВЫЕ ПРОКЛАДКИ**

*В. И. ИНЮТИН, С. С. КОЖЕДУБ, А. Ф. ХАРЬКОВ, А. А. КИРЬЯНОВА*  
*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Использование вторичного сырья позволяет решить задачу обеспечения железнодорожного пути путевыми прокладками. Применяемые в рельсовых скреплениях путевые прокладки способ-

ствуют снижению динамического взаимодействия пути и подвижного состава, защищают путь от ударных нагрузок и вибрации, увеличивают сопротивление угону. В существующих условиях эксплуатации, осевых нагрузок и скоростей движения такие прокладки достаточно устойчиво обеспечивают оптимальные характеристики вертикальной упругости пути, а также снижают механический износ деревянных шпал и брусьев стрелочных переводов под металлическими подкладками, способствуют продлению срока их службы.

Технология переработки вторичного сырья образующегося на предприятиях обувной промышленности, в композиционный материал включает следующие операции: сбор исходного сырья; измельчение исходных компонентов до требуемой фракции; смешивание компонентов в определенной пропорции в смесителе; дозирование полученной пресс-массы в пресс-формы; горячее прессование при определенной температуре и давлении; охлаждение отпрессованных деталей в пресс-форме под давлением; обработку изготовленных прокладок от облоя; повторное использование облоя в технологическом цикле, начиная с операции дозировки композиции перед прессованием.

Недостатком применяемой технологии является то, что после смешивания измельченных отходов кожи хромовой, юфти, резиновой крошки и вторичного полиэтилена высокого давления получается пресс-масса, имеющая малый удельный вес, что затрудняет ее загрузку в пресс-формы. Поэтому ее необходимо предварительно гранулировать на специально разработанной установке.

Устройство для уплотнения и гранулирования пресс-массы содержит корпус, над которым установлен бункер для загрузки материала. Под бункером установлены вращающиеся навстречу друг другу валки. Поверхность валков выполнена в виде зубьев, расположенных кольцевыми рядами, и зубья одного ряда смещены на половину шага относительно зубьев смежного ряда. Зубья, расположенные в смежных рядах по оси валка со смещением относительно друг друга, выполняют роль поршня, а во впадинах между зубьями расположен слой упругого материала (резины), имеющего волнообразную форму. Упругий материал во впадине зуба укреплен жестко, с помощью клея. Выталкивание гранул из впадины зуба осуществляется за счет упругих свойств резины, которые у гребня и впадины упругого материала разные.

Устройство работает следующим образом. Пресс-масса подается в бункер, захватывается вращающимися навстречу друг другу валками. Одновременно захват одинакового количества массы при каждом обороте валков из бункера обеспечивается наличием зубьев. Зубья расположены кольцевыми рядами, и зубья одного ряда смещены на половину шага относительно зубьев смежного ряда. Установленные таким образом по оси валка создают над каждым формовочным отверстием прессующую камеру. Роль поршня при этом выполняют зубья, а между зубьями во впадинах жестко укреплен слой резины, имеющей волнообразную форму. Пресс-масса, попадая в формовочное отверстие, сжимается зубьями. В формовочном отверстии сжимается также и резина, при этом гребни резины деформируются гораздо больше, чем впадины. Это происходит за счет разной толщины резины у гребня и впадины. После снятия давления при каждом повороте валков в формовочном отверстии волнообразная резина своими гребнями выталкивает гранулы из впадин между зубьями.

Сжатие резины происходит вследствие непрерывного хаотического теплового движения молекулярных звеньев. Молекулы каучука (резины) находятся не в растянутом, а в свернутом состоянии. При приложении к резине сжимающей силы молекулы каучука (резины) начинают скручиваться вдоль направления сжимающей силы. После прекращения растяжения наблюдается восстановление первоначальных размеров образца, он расширяется вследствие теплового движения молекул, которые снова стремятся принять первоначальное хаотическое свернутое состояние.

Таким образом, благодаря волнообразной форме резины во впадинах зубьев и механическим процессам, протекающим в резине, достигается эффект выталкивания гранул пресс-массы.

На основании разработанной технологии получен композиционный материал. Методом центрального композиционного ротатбельного планирования экспериментов исследовали влияние добавок измельченных отходов кожи хромовой ( $X_1, C_1$ ), юфти ( $X_2, C_2$ ) и резиновой крошки ( $X_3, C_3$ ) на ударную вязкость ( $a$ , кДж/м<sup>2</sup>) и интенсивность изнашивания ( $I$ ) композиционного материала на основе отходов вторичного полиэтилена. Композит, соответствующий основному уровню варьирования, содержал  $C_1 = 10 \pm 5$  мас. ч. кожи хромовой,  $C_2 = 60 \pm 25$  мас. ч. юфти,  $C_3 = 50 \pm 25$  мас. ч. резиновой крошки на 100 мас. ч. вторичного полиэтилена. Ударную вязкость образцов исследовали по ГОСТ 4647. Изнашивание образцов осуществляли при нагрузке 1,0 МПа и скорости относительного скольжения 0,5 м/с при трении без смазочного материала.

После реализации плана эксперимента и обработки данных на ПЭВМ были получены уравнения, отражающие влияние концентрации компонентов на ударную вязкость (1) и интенсивности изнашивания (2) композита:

$$a \cdot 10 = 232,4 + 1,164X_1 - 49,03X_2 - 6,919X_3 + 0,666X_1X_2 - 1,372X_1X_3 - 3,646X_2X_3 - 4,371X_1^2 + 10,43X_2^2 - 2,376X_3^2; \quad (1)$$

$$I \cdot 10^9 = 1,620 + 0,073X_1 + 0,134X_2 + 0,275X_3 - 0,013X_1X_2 + 0,016X_1X_3 + 0,06X_2X_3 - 0,242 - 3X_1^2 + 0,037X_2^2 - 0,011X_3^2 + 0,071X_3^2. \quad (2)$$

Экспериментальные значения критерия Фишера и доверительные интервалы коэффициентов уравнений регрессии составляют:

– для уравнения (1) –

$$F_3 = 5,176; \Delta b_i = 3,149; \Delta b_{ii} = 3,068; \Delta b_{ij} = 4,117;$$

– для уравнения (2) –

$$F_3 = 2,154; \Delta b_i = 0,02034; \Delta b_{ii} = 0,01982; \Delta b_{ij} = 0,02659.$$

Из сравнения экспериментальных и табличных значений критериев Фишера видно, что уравнение (1) является близким к адекватному, а уравнение (2) адекватно математическим моделям ударной вязкости и износостойкости композиционного материала на основе вторичного полиэтилена.

С учётом значимости коэффициентов и после перехода к натуральным переменным уравнения (1)–(2) принимают вид

$$a \cdot 10 = 374,9 + 3,959C_1 - 3,726C_2 + 0,563C_3 + 0,533 \cdot 10^{-2}C_1C_2 - 0,011C_1C_3 - 0,583C_2C_3 - 0,017C_1^2 + 0,017C_2^2 - 0,38 \cdot 10^{-2}C_3^2; \quad (3)$$

$$I \cdot 10^9 = 1,390 + 0,014C_1 - 0,557 \cdot 10^{-2}C_2 - 0,747 \cdot 10^{-2}C_3 - 0,11 \cdot 10^{-3}C_1C_2 + 0,13 \cdot 10^{-1}C_1C_3 + 0,967 \cdot 10^{-4}C_2C_3 - 0,969 \cdot 10^{-5}C_1^2 + 0,6 \cdot 10^{-4}C_2^2 + 0,113 \cdot 10^{-3}C_3^2. \quad (2)$$

В процессе эксплуатации путевые прокладки подвергаются в основном износу, однако изготовление композита по оптимальному составу (4) при минимизации интенсивности изнашивания I приводит к снижению ударной прочности материала. Поэтому необходимо решить компромиссную задачу повышения ударной прочности при незначительном снижении интенсивности изнашивания материала. Решив совместно два уравнения (3) и (4), получим новый состав композиционного материала.

По разработанной технологии переработки отходов обувной промышленности выпущены комплекты прокладок для защиты деревянных стрелочных брусьев от механического износа, которые уложены на 2300 стрелочных переводов типа Р65 марки 1/11 во всех дистанциях пути Белорусской железной дороги.

УДК 621.311:628.1/2

## ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ОТ ЗАМЕНЫ ТРУБЧАТЫХ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕЙ ОБОГРЕВА СКВАЖИН В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖКХ НА САМОРЕГУЛИРУЮЩИЕСЯ ГРЕЮЩИЕСЯ КАБЕЛИ

А. А. КАПАНСКИЙ

*Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого, Республика Беларусь*

Участки водопроводной сети, находящиеся в скважинах, нуждаются в подогреве. В противном случае при низкой нагрузке насосных агрегатов станций первого подъема воды возникает риск промерзания водоводов в период сильных холодов и прекращения водоснабжения. Для обогрева трубопроводов, находящихся в скважинах, на водоканалах, как правило, используются нерегулируемые трубчатые электронагреватели (ТЭН). В работе рассмотрен способ оценки потенциала энергосбережения от замены ТЭНов на саморегулирующийся греющийся кабель.