

В ноябре 2019 года открыто автомобильное движение по мосту через р. Сож на 426,8-м км автомобильной дороги М-8/Е95 граница РФ (Езерище) – Витебск – Гомель – граница с Украиной (Новая Гута). Длина нового моста – 562 м. Данное сооружение возведено для замены существующего моста, коробчатое железобетонное пролетное строение которого по результатам обследования признано непригодным для ремонта. В будущем это аварийное пролетное строение будет заменено, также необходимо доустройство существующих и возведение дополнительных опор, устройство сопутствующих элементов моста.

Пролетное строение нового моста цельнометаллическое балочное неразрезное с ортотропной плитой проезжей части. Неразрезное пролетное строение обладает значительным преимуществом – минимальное количество деформационных швов. Конструкция пролетного строения состоит из двух главных балок, объединенных в уровне верхних поясов ортотропной плитой, поперечными связями, а также продольными связями в уровне нижних поясов. Пролетное строение установлено на опорные части с шаровым сегментом в соответствии с перемещениями и нагрузками на каждой опоре. На одной из опор предусмотрена неподвижная опорная часть. Пролетное строение возводилось методом продольной надвигки. Использование аванбека (временная консольная конструкция) при продольной надвигке позволило отказаться от возведения временных дополнительных опор и тем самым снизить стоимость и продолжительность строительства.

Металлическое пролетное строение будет воспринимать не только транспортную нагрузку, оно также подвержено негативному влиянию окружающей среды: температурные деформации, коррозия и пр. Для компенсации перемещений, вызванных изменениями температуры окружающей среды, устраиваются деформационные швы. Защита металлических конструкций от коррозии обеспечивается за счет комплексного покрытия, состоящего из грунтовочного и покрывного слоев. Для покрывного слоя использовалась полиуретановая краска, устойчивая к ультрафиолетовому излучению. При этом грунтование основных металлических конструкций производилось на заводе-изготовителе, а покраска – непосредственно на объекте.

УДК 625.142.21

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ НА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БРУСЬЯХ**

*В. В. ЛИТОХИНА*

*Белорусская железная дорога, г. Кричев*

*В. М. ШАПОВАЛОВ*

*Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого  
НАН Беларуси, г. Гомель*

*В. И. ИНЮТИН, С. С. КОЖЕДУБ, М. А. КРАСНОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Безопасное движение поездов во многом зависит от прочности и надежности подстрелочного основания. На главных и станционных путях Белорусской железной дороги уложено значительное количество стрелочных переводов железобетонными брусьями. Стрелочные переводы с комплектами резиновых прокладок закупаются на предприятиях России, так как в нашей стране они не производятся. Поэтому актуальным становится использование вторичного сырья для изготовления комплектов прокладок на железобетонные брусья.

Целью данной статьи является разработка технологии переработки отходов кожевенно-обувных производств и вторичного полиэтилена в композиционный материал, предназначенный для изготовления деталей железнодорожного пути, в частности, комплектов прокладок на брусья стрелочных переводов.

Предварительно проведенные исследования показали, что существенным недостатком при смешивании данных отходов с расплавом полимера является его распределение в композиционной системе, что во многом определяется процессом смачивания частиц кожи полимером. Формирование

наполненных полимерных систем предусматривает взаимодействие их компонентов, возникающее в результате смачивания расплавом термопласта поверхности наполнителя (субстрата). Используя представления, развиваемые для жидкостей, была отмечена их аналогия с поведением капли расплава термопластичного полимера. Среди факторов, влияющих на смачивание термопластом твердой поверхности, следует выделить условия контактирования капли расплава и поверхности, пространственную ориентацию системы, наличие рецептурных и технологических особенностей формирования, исследования которых для системы расплав термопласта – твердая поверхность ограничены. В то же время представления о смачивании расплавом термопласта твердой поверхности в предположении установившегося равновесия в исследуемой системе полезны, прежде всего, для понимания основных тенденций, связанных с распределением связующего в наполненной системе. Однако процесс смачивания развивается во времени и характеризуется определенными кинетическими закономерностями, которые для каждой новой исследуемой системы приносят свои специфические особенности. Это проявляется и для таких сложных по структуре веществ, как отходы обувного производства в виде хромовой кожи, юфти и микропористой резины.

Установлены рецептурно-технологические параметры переработки компонентов в композиционный материал. Определено количественное содержание компонентов в композиции, которое находится для вторичного полиэтилена в интервале 58–60 мас. %, а для наполнителя – 40–42 мас. %. Показано существенное влияние температурных режимов переработки на прочностные свойства композиций. Так, при температуре переработки 110–130 °С ударная вязкость композиционного материала не превышает 2–28 кДж/м<sup>2</sup>, что обусловлено высокой вязкостью расплава полиэтилена, не способствующего его проникновению в поры частиц кожи и его распределению в композиционной системе. При температуре свыше 145 °С начинается термодеструкция кожевенных отходов, что также приводит к резкому снижению ударной вязкости материала. Наибольшая ударная вязкость материала  $a = 30 \dots 34$  кДж/м<sup>2</sup> достигается при температуре его переработки 135–145 °С, когда полиэтилен, обладая достаточной вязкостью, более интенсивно проникает в поры наполнителя, а в самой коже не происходит термодеструктивных процессов. Одной из причин, обеспечивающих протекание такого эффекта, является смачиваемость наполнителя расплавом полимера. Предварительно проведенные исследования краевого угла смачивания кожи хромовой  $\phi_k$  показывают, что при температуре 110–130 °С его показатель находится в пределах  $\phi_k = 90^\circ$ . При увеличении температуры до 150–160 °С наблюдается снижение краевого угла смачивания до  $\phi_k = 40^\circ$ , что указывает на понижение вязкостных значений полиэтилена при увеличении температуры переработки и усиления впитывания кожей расплава полимера.

Эффективность формирования материала также во многом зависит от времени горячего прессования – и давления прессования. Установлено, что оптимальное время горячего прессования исследуемых композиционных материалов находится в пределах 8–10 мин, а давление прессования – в интервале 10–12 МПа.

Исследовано влияние фракции измельченной кожи на прочность получаемых композитов. Показано, что наилучшие прочностные свойства материала получены при использовании фракции 0,2–2,5 мм. Так, для фракции 0,2–2,5 мм прочность при растяжении составила 15,4 МПа, в то время как для фракций 2,5–5,0 мм и 3,5–6,5 мм – 10,2 МПа и 5,6 МПа соответственно.

К недостаткам исследуемой технологии переработки следует отнести малую насыпную плотность получаемого композиционного материала, что затрудняет его загрузку в пресс-формы. Для устранения этого недостатка предложено композицию предварительно уплотнять путем ее гранулирования.

С этой целью разработано специальное устройство. 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, 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 резины, имеющей волнообразную форму. Установленные таким образом по оси валка зубья создают над каждым формовочным отверстием прессующую камеру.

Резина во впадине зуба укреплена 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. 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, при этом молекулы каучука находятся не в растянутом, а в свернутом состоянии. При приложении к резине сжимающей силы молекулы каучука 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 пресс-массы.

В результате проведенных исследований установлены рецептурно-технологические параметры переработки смеси измельченных отходов кожевенно-обувных производств и фракционированного вторичного полиэтилена в композиционный материал с улучшенными прочностными свойствами для изготовления деталей железнодорожного пути, в частности, комплектов прокладок на брусья стрелочных переводов.

УДК 625.142.21

## **ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕЛЬСОВЫХ СКРЕПЛЕНИЙ**

*В. В. ЛИТОХИНА*

*Белорусская железная дорога, г. Кричев*

*В. М. ШАПОВАЛОВ*

*Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси, г. Гомель*

*В. И. ИНЮТИН, С. С. КОЖЕДУБ, М. А. КРАСНОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Во многих странах ведется усиленный поиск оптимальной конструкции безболтовых промежуточных рельсовых креплений с пружинными клеммами, позволяющими упруго воспринимать динамические воздействия колес подвижного состава на путь без существенного снижения силы нажатия клеммы на подошву рельсов.

Одним из примеров в использовании таких креплений является безболтовое анкерное крепление СБ-3, которое успешно применяется на железных дорогах Польши и Республики Беларусь. В то же время изоляторы, применяемые в безболтовом рельсовом креплении СБ-3, изготавливаются из полиамидных материалов, которые не всегда отвечают требованиям климатических и эксплуатационных условий. В первую очередь, по причине отрицательного воздействия воды на свойства полиамидной матрицы. Сорбирование полиамидами воды из окружающей среды приводит к снижению жесткости материала, а при температурах ниже 0 °С – к значительному увеличению его хрупкости. Кроме того, в процессе эксплуатации происходит деформация изолятора из полиамидного материала. Это обуславливает постепенное ослабление нажатия упругой пружины на изолятор, что приводит к снижению погонного сопротивления сдвигу рельсовых нитей.

Учитывая это обстоятельство, а также необходимость улучшения надежности и долговечности изоляторов, обратились к композитам на основе ФФС, используя подход, основанный на целенаправленном модифицировании связующего. При этом перспективным направлением создания подобных новых композиционных материалов является использование для их изготовления вторич-