

## ПОЛИМЕРНЫЕ ШПАЛЫ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ МИРА

А. А. ДЖУМАГАЛИЕВА, Д. И. ГАЛЛЯМОВ

Самарский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Шпалы являются неотъемлемой частью путевого хозяйства железнодорожной отрасли. Шпалы обеспечивают стабильность расположения рельсовых нитей, воспринимают нагрузку от подвижного состава и равномерно передают ее на балластный слой.

В настоящее время наибольшее распространение получили железобетонные шпалы. Тем не менее в некоторых случаях всё еще используются деревянные, например, на станционных путях и на участках с низкой интенсивностью движения и малыми осевыми нагрузками.

Применение вышеперечисленных шпал на путях существенно затрудняет его содержание в связи трудоемкостью (потребность в регулярной подтяжке креплений, замещение гнилых шпал и т. д.). В то же время растут осевые нагрузки и скорости, соответственно, увеличивается интенсивность выработки производственных ресурсов шпал.

Для ликвидации подобных неисправностей за рубежом отдается предпочтение применению нового типа шпал – полимерных (композитных) (рисунок 1).

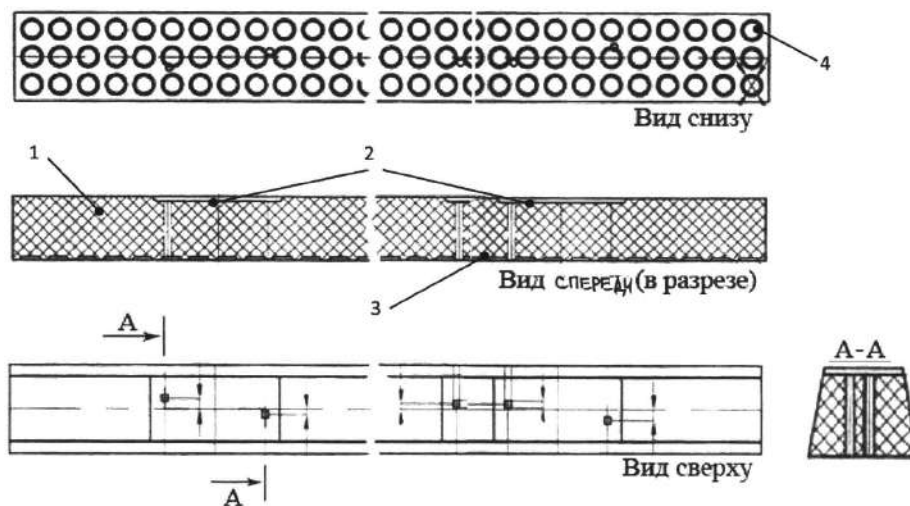


Рисунок 1 – Схема полимерной шпалы

Композитная шпала состоит из вторичных синтетических материалов и стекловолокна. Длительность службы данного вида шпал достигает 50 лет, а с точки зрения экологии применение полимерных шпал оказывается наиболее природосберегающим решением относительно использования деревянных благодаря высокому уровню переработки пластиковых отходов.

Композитные шпалы обладают множеством достоинств и перед железобетонными. Их можно укладывать посредством того же оборудования, что и деревянные, тогда как при укладке железобетонных шпал необходимы другие устройства, а балластная подушка должна быть абсолютно бетонной. Вместе с этим полимерные шпалы выдерживают температурный диапазон от +60 до –60 °С.

Заводы-изготовители композитных шпал разных государств применяют уникальные технические приемы выпуска шпал из синтетических материалов, но все они основываются на обработке смеси ПНД-ВП. Способ изготовления заключается в технологии литья под большим давлением, где раствор перемещается в изоляционные отсеки с дистрибутивными клапанами, которые попеременно подают поток в два гнезда.

В современном мире применяемые полимерные шпалы подразделяют на три вида относительно числа, протяженности и направленности волокон в них.

Модель № 1 – шпалы, упрочненные короткими волокнами / совершенно не упрочненные. Они обладают прочностными свойствами за счет полимера и рубленого стекловолокна. Это актуально

для шпал, используемых в трудных условиях эксплуатации. Положительные характеристики 1-й модели шпал: легкость при резке, вероятность повторного применения отходов в производстве, приемлемая стоимость. К недостаткам можно отнести невысокие показатели прочности и жесткости, ограниченную свободу выбора конструктивных решений, восприимчивость к температурным амплитудам, повышенную воспламеняемость.

Модель № 2 – шпалы, армированные в продольном направлении сплошным стекловолокном. Такие шпалы актуальны для путей на балластном основании, на которых напряжения на шпалах определяются изгибающей нагрузкой. Преимущества 2-го типа: легкость обработки, продолжительная прочность. С другой стороны, данный материал не подходит для внедрения на мостах, поскольку шпалы там подвержены действию сочетаний больших по величине изгибающих и сдвигающих усилий.

Модель № 3 – шпалы, армированные волокнами, расположенными в продольном и поперечном направлениях. Это полимерные шпалы с сэндвич-конструкцией, в которых волокна ориентированы в обоих векторах, что предоставляет возможность сопротивляться изгибным напряжениям и сдвиговым усилиям. Кроме этого, преимуществами таких шпал являются неограниченная свобода выбора конструктивных решений, огнестойчивость. Вязкие свойства крайне необходимы, когда шпалы размещаются на мостах. Однако процесс производства композитных шпал этого типа существенно кропотливый и замедленный, что приводит к увеличению стоимости производства.

Таким образом, к немаловажным проблемам при эксплуатации полимерных шпал 1-го типа относятся их низкие характеристики прочности и жесткости. Хотя данные недостатки компенсируют шпалы 2-го и 3-го типов, их высокая стоимость относительно железнодорожных шпал из железобетона и древесины все же существенно осложняет процесс их повсеместного использования на железных дорогах мира. Вместе с тем недостаточное количество информации в области точного определения их производственных свойств и отсутствие конкретных шагов по укладке также замедляют процедуру внедрения композитных шпал.

В 2011 году научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта Японии (Railway Technical Research Institute, RTRI) изучал шпалы из армированного волокном пеноуретана, которые были уложены и использованы на путях с постоянным движением поездов в течение 30 лет. Результаты проведенного опыта свелись к тому, что шпалы оказались пригодными к эксплуатации еще в течение следующих 20 лет.

В 2021 году в Австралии на базе Университета Южного Квинсленда также было проведено исследование, направленное на изучение влияния увеличения содержания резиновой крошки, рубленого стекловолокна и полипропиленовых волокон. Результаты показали, что введенные в эпоксидную полимерную сердцевину композитных железнодорожных шпал полимерные смеси улучшают механические характеристики благодаря сравнительно низкому модулю упругости, а также снижают стоимость материала.

В зарубежных странах на период 2022 года полимерные шпалы уложены более чем на 1300 км путей (приблизительно 2 миллиона шпал), причем основное их применение – в тоннелях, на стрелочных переводах и открытых стальных балочных конструкциях. Сейчас также исследуется вероятность внедрения композитных шпал для длиннопролетного железнодорожного моста в одном из крупнейших городов Китая.

#### Список литературы

1 Исследование физико-механических и микроструктурных свойств эпоксидной полимерной матрицы с резиновой для композитных железнодорожных шпал [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821014604>. – Дата доступа : 10.09.2022.

2 Пластмассовые шпалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.railway.supply/plastmassovye-shpaly/>. – Дата доступа : 11.09.2022.

3 Polymer sleepers [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://scholar.google.com/scholar?hl=ru&as\\_sdt=0%2C5&q=polymer+sleepers&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=ru&as_sdt=0%2C5&q=polymer+sleepers&btnG=). – Дата доступа : 11.09.2022.

4 Экологичные шпалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://sevputspb.ru/ekologichnyie-shpaly/>. – Дата доступа : 11.09.2022.

5 Ершова, Д. С. Перспективы применения полимерных шпал в железнодорожном строительстве / Д. С. Ершова, А. А. Лычковский // Молодой ученый [Электронный ресурс]. – 2019. – № 13 (251). – С. 73–75. – Режим доступа : <https://moluch.ru/archive/251/57687/>. – Дата доступа : 15.09.2022.