

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **201892072** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2019.04.30

(22) Дата подачи заявки
2016.04.22

(51) Int. Cl. **C04B 26/04** (2006.01)
C04B 14/06 (2006.01)
E01B 3/36 (2006.01)
E01B 3/44 (2006.01)
B29C 43/00 (2006.01)

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШПАЛЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ВЕРХНЕМ СТРОЕНИИ ПУТИ

(86) **PCT/EP2016/059064**

(87) **WO 2017/182096 2017.10.26**

(71) Заявитель:
ФОССЛО-ВЕРКЕ ГМБХ (DE)

(72) Изобретатель:
**Бёстерлинг Винфрид, Беднарчик
Адриан, Шрёдер Николас (DE)**

(74) Представитель:
**Веселицкая И.А., Веселицкий М.Б.,
Кузенкова Н.В., Каксис Р.А., Белоусов
Ю.В., Куликов А.В., Кузнецова Е.В.,
Соколов Р.А., Кузнецова Т.В. (RU)**

(57) В заявке описан способ, который позволяет технически надежным и малозатратным путем изготавливать шпалы для верхнего строения пути, обладающие оптимизированными эксплуатационными свойствами. Для этого предлагаемый в изобретении способ предусматривает выполнение следующих стадий: а) приготавливают смесь, состоящую из гранулята термоформуемого полимера, на долю которого приходится от 10 до 60 мас.%, и из песка с насыпной плотностью от 1,4 до 2,0 г/см³, на долю которого приходится остальное, б) смесь нагревают до температуры в пределах от 150 до 180°С, в) смесь заполняют пресс-форму, конфигурация оформляющей полости которой воспроизводит конфигурацию шпалы, г) смесь подвергают прессованию в форме при измеренном в смеси давлении прессования от 1 до 5 МПа и при продолжительности прессования до 60 мин, д) шпалу извлекают из формы.

A1

201892072

201892072

A1

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШПАЛЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ВЕРХНЕМ СТРОЕНИИ ПУТИ

Настоящее изобретение относится к способу изготовления шпалы, предназначенной для применения в верхнем строении пути и сформованной из песчанополимерной смеси.

При ссылке в тексте настоящего описания на стандарты или сопоставимые с ними предписания всегда имеется в виду их редакция, действовавшая на дату подачи заявки на настоящее изобретение, если специально не указано что-либо иное.

Рельсовая колея, по которой происходит движение рельсовых транспортных средств, является частью верхнего строения пути и состоит из рельсов, по которым катятся колеса рельсового транспортного средства, шпал, которые служат опорой для рельсов и удерживают их в правильном положении, и рельсовых креплений, которыми рельсы закреплены на шпалах. Шпалы при этом обычно опираются на щебеночный балластный слой ("верхнее строение пути на щебеночном балласте") или на жесткое основание ("безбалластный рельсовый путь" или "путь на жестком основании"), которое образовано, например, бетонными плитами или подобным им материалом.

При эксплуатации рельсового пути шпалы подвергаются высоким нагрузкам. Они не только должны воспринимать вес рельсов и рельсового транспортного средства, но и должны при проезде рельсового транспортного средства воспринимать также высокие динамические нагрузки. Одновременно с этим они должны выдерживать суровые и значительно меняющиеся условия окружающей среды, которые характеризуются, например, большими колебаниями температуры или влажности.

Традиционные шпалы изготавливаются из древесины, стали или (железо-)бетона. Деревянные шпалы имеют сравнительно высокую стоимость, однако проявляют при эксплуатации некоторую упругость. Связанное с этим преимущество состоит в возможности без повышенных затрат создавать рельсовые крепления с ними, которые обладают в направлении силы тяжести некоторой податливостью, благоприятно сказывающейся на сроке службы рельса. Таким положительным качествам деревянных шпал противостоит необходимость их защиты от гниения путем принятия дорогостоящих и отчасти

негативно воздействующих на окружающую среду мер. Кроме того, из-за опасности гниения деревянные шпалы требуют их осмотра и обслуживания через сравнительно короткие интервалы времени.

Железобетонные же шпалы обладают более высокой износоустойчивостью и позволяют изготавливать их с меньшими затратами. Однако такие шпалы имеют большую массу и не обладают упругостью. Отсутствием упругости обусловлена необходимость принятия дополнительных мер, направленных на придание требуемой податливости в соответствующем месте рельсового скрепления. Железобетонные шпалы также проявляют при экстремальных переменах погоды склонность к быстро прогрессирующему старению.

В качестве альтернативы традиционным деревянным или железобетонным шпалам были предложены шпалы из песчанополимерной смеси (DE 202011050077 U1). Песок и компоненты полимера должны быть при этом соединены между собой таким образом, чтобы, с одной стороны, достигалась достаточная жесткость, а с другой стороны, достигалась также сравнимая со свойствами деревянной шпалы упругость. Способ, которым возможно изготовление подобных шпал, известен при этом из EP 1299321 B1. При осуществлении этого способа песок нагревают до температуры в пределах от 300 до 800°C и затем смешивают с гранулятом соответствующего полимера. Смесью заполняют форму, конфигурация оформляющей полости которой воспроизводит конфигурацию шпалы, и смесь охлаждают при давлении в пределах от 1 до 40 кПа до температуры в пределах от 60 до 100°C. Крупность зерен песка должна лежать в пределах от 0,5 до 0,9 мм.

Исходя из рассмотренного выше уровня техники, в основу настоящего изобретения была положена задача предложить способ, который позволял бы технически надежным и малозатратным путем изготавливать шпалы с оптимизированными эксплуатационными свойствами.

Указанная задача решается согласно изобретению с помощью способа, заявленного в п. 1 формулы изобретения.

Различные предпочтительные варианты осуществления изобретения представлены в зависимых пунктах формулы изобретения и подробно поясняются в последующем описании наряду с общей идеей, лежащей в основе изобретения.

Предлагаемый в изобретении способ изготовления шпалы для применения в верхнем строении пути заключается, таким образом, в выполнении следующих стадий:

5 а) приготавливают смесь, состоящую из гранулята термоформуемого полимера, на долю которого приходится от 10 до 60 мас.%, и из песка с насыпной плотностью от 1,4 до 2,0 г/см³, на долю которого приходится остальное,

б) смесь нагревают до температуры в пределах от 150 до 180°C,

10 в) смесью заполняют пресс-форму, конфигурация оформляющей полости которой воспроизводит конфигурацию шпалы,

г) смесь подвергают прессованию в форме при измеренном в смеси давлении прессования от 1 до 5 МПа и при продолжительности прессования до 60 мин,

д) шпалу извлекают из формы.

15 Изобретение основано на том факте, что для беспроблемного, технически надежного изготовления шпал необходимо выбирать точно ограниченный температурный интервал и так же точно определенные пределы давления прессования, под которым заполняющая соответствующую форму песчанополимерная смесь выдерживается до тех пор, пока не будет достигнуто
20 необходимое для сохранения шпалой приданной ее формы связывание между собой песка и полимера.

Температурный интервал, в котором лежит температура песчанополимерной смеси при ее прессовании в соответствующей форме, составляет согласно изобретению от 150 до 200°C. Доводить температуру
25 песчанополимерной смеси до такого уровня можно, сначала смешивая между собой песок и соответствующий полимерный гранулят и нагревая затем полученную смесь до температуры прессования. По результатам практических экспериментов было установлено, что прессование при температурах по
30 меньшей мере 160°C позволяет надежно изготавливать шпалы, которые по правильности их формы, качеству их поверхности и их механическим свойствам отвечают также наивысшим требованиям. С точки зрения оптимизации энергозатрат может оказаться целесообразным ограничивать температуру прессования максимальной величиной в 180°C.

Вместо совместного нагревания полимера и песка может оказаться целесообразным предварительно нагревать только песок и лишь затем смешивать его с еще не нагретым полимерным гранулятом. Вследствие контакта с горячим песком остающийся до этого времени более холодным полимер

5 быстро нагревается до необходимой согласно изобретению температуры прессования. Подобный подход не только обладает преимуществами с точки зрения эффективного использования тепловой энергии, но и положительно влияет также на процесс связывания между собой песка и полимера. Для оптимального использования таких преимуществ песок с учетом

10 предусмотренного в изготавливаемой шпале массового соотношения между ним и полимером, а также с учетом поведения полимера при его нагревании следует нагревать до температуры, которая настолько выше температуры прессования, чтобы после смешения между собой горячего песка и холодного полимера температура их смеси оказывалась в предусмотренном согласно изобретению

15 температурном интервале. Для этого по результатам практических экспериментов оптимальным зарекомендовал себя подход, при котором песок нагревают до температуры в пределах от 180 до 250°C, прежде всего до температуры по меньшей мере 190°C или максимум 230°C, и затем смешивают с полимером.

20 Перерабатываемая предлагаемым в изобретении способом песчанополимерная смесь должна иметь в пресс-форме заданную согласно изобретению температуру прессования. Для обеспечения этого в тех вариантах осуществления предлагаемого в изобретении способа, в которых песчанополимерную смесь нагревают до ее загрузки в пресс-форму и в горячем

25 состоянии загружают в нее, может оказаться необходимым нагревать песчанополимерную смесь с учетом снижения ее температуры, которое может произойти в результате контакта смеси с формой, до такой температуры, чтобы температура смеси после ее загрузки в форму все еще лежала в температурном интервале, заданном для температуры прессования. Во избежание чрезмерного

30 снижения температуры песчанополимерной смеси может оказаться целесообразным нагревать пресс-форму для ее заполнения формуемой смесью до температуры, которая составляет в среднем по меньшей мере 100°C, прежде всего по меньшей мере 110°C, при этом с целью обеспечить достаточное термостатирование загруженной в пресс-форму песчанополимерной смеси на

практике в качестве достаточного, а также с учетом оптимального использования энергии в качестве наиболее приемлемого зарекомендовал себя нагрев пресс-формы до температур максимум 180°C, прежде всего максимум 140°C. Выражение "в среднем" в данном контексте применительно к температуре пресс-формы означает, что среднее значение температуры, измеренное для всех частей пресс-формы, соответствует установленным согласно изобретению значениям. Тем самым возможны локальные отклонения от этих установленных значений, т.е. возможно наличие более высоких или более низких температур. Решающее же значение имеет достижение среднего значения, при этом локально встречающиеся отклонения от него в оптимальном случае должны составлять не более 10%, прежде всего не более 5%.

По завершении процесса прессования шпалу можно извлечь из формы. При этом вполне очевидно, что шпалу с целью облегчить ее извлечение из формы при необходимости охлаждают в ней до определенной температуры. Так, в частности, в качестве целесообразной зарекомендовала себя температура извлечения шпалы из формы в пределах от 40 до 100°C, прежде всего от 50 до 70°C.

Важное значение для достижения предусмотренного изобретением результата имеет также использование смешиваемого с полимерным гранулятом песка с насыпной плотностью от 1,4 до 2,0 г/см³, при этом в качестве особо пригодного зарекомендовал себя песок с насыпной плотностью по меньшей мере 1,6 г/см³. При использовании песка с насыпной плотностью, выбранной в установленных согласно изобретению пределах, обеспечивается гомогенное его перемешивание с полимерным гранулятом и вследствие этого прочное связывание зерен песка с окружающей их в готовой шпале полимерной матрицей, которая образуется из зерен полимерного гранулята, расплавляющихся и уплотняющихся в ходе нагревания и процесса прессования. В качестве особенно предпочтительной при этом зарекомендовала себя насыпная плотность вплоть до 1,9 г/см³, прежде всего по меньшей мере 1,7 г/см³.

По результатам практических экспериментов было установлено, что для применения в предусмотренных изобретением целях наиболее пригоден песок, состоящий из зерен (частиц) со средней крупностью от 0,6 до 6 мм, прежде всего

до 5 мм. Так, в частности, при подобной крупности зерен песка достигается особо прочная их заделка в полимерную матрицу у окончательно изготовленной шпалы. Благодаря этому не только оптимизируется стабильность шпалы, но и достигаются также оптимальные ее демпфирующие свойства и ее упругость для ее применения в рельсовой колее для движения рельсовых транспортных средств. В качестве особенно предпочтительного зарекомендовал себя при этом песок, зерна которого имеют средний диаметр по меньшей мере 0,8 мм, прежде всего 1,0 мм или более 1,0 мм, причем в экспериментах особо пригодным оказался песок со средним диаметром его зерен максимум 1,6 мм.

В качестве песка для применения в предусмотренных изобретением целях можно использовать все виды песка, у которого насыпная плотность в качестве минимального требования соответствует установленным согласно изобретению значениям.

Однако в качестве особенно предпочтительного при этом зарекомендовал себя дробленый песок. Речь при этом, как правило, идет о полученном искусственным путем песке типа того, который, например, образуется при переработке изготовленных на основе песка продуктов, таких как предлагаемые в изобретении шпалы, в целях рекуперации и повторного использования их компонентов. Дробленый песок отличается тем, что его зерна имеют на своей поверхности выступы с острыми краями, которыми они сцепляются с соседними с ними зернами и таким путем способствуют приданию изготовленной предлагаемым в изобретении способом шпале особо высоких прочности и надежности против полного излома.

Зерна применяемого согласно изобретению песка в предпочтительном варианте имеют твердость по Моосу (см., например, Detlef Gysau, "Füllstoffe", 3-е изд., изд-во Vincentz Network, Hannover, 2014, ISBN: 9783866308398) в пределах от 5 до 8, при этом в качестве наиболее пригодного зарекомендовал себя песок, зерна которого имеют твердость по Моосу по меньшей мере 6, прежде всего по меньшей мере 7.

Содержание полимерного гранулята в смеси, приготавливаемой при осуществлении предлагаемого в изобретении способа на его стадии а), составляет от 10 до 60 мас.%, при этом в качестве особенно предпочтительного зарекомендовало себя содержание полимерного гранулята в пределах от 20 до 40 мас.%.

В качестве полимера для изготовления шпалы предлагаемым в изобретении способом можно использовать в принципе все те полимеры, которые допускают возможность своего смешивания с песком, который имеет заданные согласно изобретению параметры, и которые способны при подводе тепла и приложении 5 давления уплотняться таким образом, что обеспечивается достаточное связывание между полимером и внедренными в него зернами песка. Для подобного применения пригодны прежде всего полимеры, которые обычно обозначают как "термопластичные".

Для применения в предусмотренных изобретением целях особо пригодны 10 полимерные грануляты в виде гранулированного полипропилена (ПП) или гранулированного полиэтилена (ПЭ), прежде всего гранулированного полиэтилена высокой плотности (ПЭВП). Подобные грануляты можно использовать лишь индивидуально в виде одного полимерного гранулята либо в виде смеси разных полимерных гранулятов. В том случае, если предусмотрено 15 использование такой смеси полимеров, в качестве оптимального зарекомендовало себя применение полимерного гранулята, который состоит из гранулированного ПП, на долю которого приходится от 40 до 60 мас.%, и гранулированного ПЭ, соответственно ПЭВП, на долю которого приходится остальное.

Равным образом в качестве оптимального с точки зрения эффективного 20 заполнения пресс-формы при прессовании загруженной в нее согласно изобретению песчанополимерной смеси зарекомендовало себя применение полимера или полимеров, из которого/которых состоит полимерный гранулят, с показателем текучести расплава (индексом расплава) ПТР/190/2,16, который по 25 данным его определения в соответствии со стандартом DIN EN ISO 1133 при температуре испытания 190°C и при массе груза 2,16 кг (см. также A.V. Mathur, I.S. Bhardway, "Testing and Evaluation of Plastics", изд-во Allied Publishers PVT. Limited, 2003, ISBN 81-7764-436-X) составляет менее 10, прежде всего менее 9. При этом при применении гранулированного ПП его показатель текучести 30 расплава ПТР/190/2,16 может составлять менее 10, а при применении гранулированного ПЭ, прежде всего гранулированного ПЭВП, его показатель текучести расплава может составлять менее 8, прежде всего менее 5.

Повышению гомогенности перемешивания полимерного материала с песком в перерабатываемой согласно изобретению песчанополимерной смеси

можно дополнительно способствовать, согласовав размер гранул гранулята с размером зерен песка. В этом отношении оказалось целесообразным использовать полимерный гранулят в порошко- или пудрообразном виде.

5 Изготовленные предлагаемым в изобретении способом шпалы обладают высокой надежностью против полного излома.

10 Результаты испытаний, проводившихся в соответствии со стандартом DIN EN 13146-10 на изготовленных предлагаемым в изобретении способом шпалах, обычно свидетельствовали о наличии у них высокого, отвечающего самым строгим требованиям сопротивления выдергиванию, и поэтому всегда гарантированно обеспечивается соблюдение требований, которые на практике предъявляются к шпалам по этому параметру.

15 Помимо этого изготовленные предлагаемым в изобретении способом шпалы зарекомендовали себя как особо пригодные для применения самонарезающих винтов (путевых шурупов), которые для крепления соответствующего, опирающегося на шпалу рельса ввинчиваются в выполненное в шпале цилиндрическое отверстие, прежде всего в виде сверленного отверстия, и при этом врезаются в окружающий его материал. При этом было установлено, что изготовленные предлагаемым в изобретении способом шпалы способны без
20 выкрашивания их материала воспринимать высокие моменты затяжки величиной по меньшей мере 60 кН. Благодаря этому в сочетании с изготовленными предлагаемым в изобретении способом шпалами возможно использование простых по своей конструкции и недорогих систем рельсового скрепления, в которых для прикрепления соответствующего закрепляемого рельса к шпале требуется лишь минимальное количество винтов.

25 Ниже изобретение более подробно поясняется на примере его осуществления.

Для изготовления шпалы обычной параллелепипеидально продолговатой формы для верхнего строения пути на щебеночном балласте подготавливали дробленый кварцевый песок. Насыпная плотность этого песка составляла
30 примерно $1,9 \text{ г/см}^3$ при твердости по Моосу 7 и при средней крупности зерен 1,0-1,6 мм.

Помимо песка подготавливали также полимерный гранулят, который представлял собой смесь из зерен гранулированного ПП и зерен

гранулированного ПЭВП. Гранулированный ПП и гранулированный ПЭВП содержались при этом в смеси в соотношении 1:1. Определенный при 190°C и при массе груза 2,16 кг показатель текучести расплава гранулированного ПП составлял 8, тогда как у гранулированного ПЭВП он составлял 3. Полимерный гранулят присутствовал также в виде гранулята.

Перед смешением с полимерным гранулятом песок нагревали до 220°C с помощью погруженного в него нагревательного патрона, обогреваемого нагретым маслом. Температура же полимерного гранулята соответствовала комнатной температуре.

Затем горячий песок смешивали с полимерным гранулятом. Песок и полимерный гранулят дозировали при этом таким образом, что в полученной песчанополимерной смеси содержание полимерного гранулята составляло 30 мас.% (по 15 мас.% гранулированного ПП и гранулированного ПЭВП), а остальное приходилось на песок. В процессе смешения полимерный гранулят нагревался, а горячий песок, соответственно, охлаждался, в результате чего полученная песчанополимерная смесь имела температуру прессования 170°C. При этой температуре полимерный гранулят уже полностью находился в расплавленном состоянии.

Термостатированной таким путем песчанополимерной смесью заполняли матрицу пресс-формы, температуру которой поддерживали на уровне по меньшей мере 120°C.

Затем песчанополимерную смесь выдерживали в форме в течение, например, 30 мин под давлением 3,6 МПа. Таким путем обеспечивалось равномерное заполнение формы, соответственно ее матрицы песчанополимерной смесью, благодаря чему в пресс-изделии безупречно воспроизводились все заданные матрицей элементы конфигурации шпалы и происходило интенсивное связывание песка с окружающим его зерна полимером.

По истечении времени прессования форму раскрывали и охлаждали полученную шпалу до температуры 60°C, при которой шпалу в заключение извлекали из формы.

Изготовленная таким путем шпала имела настолько высокую надежность против появления излома, что она была способна на протяжении длительного времени надежно воспринимать нагрузки, возникающие при практическом применении.

При этом было установлено, что сопротивление выдергиванию, т.е. усилие, которое необходимо приложить для выдергивания или вытаскивания соответствующего крепежного элемента рельсового скрепления из шпалы, явно выше минимального значения, предписанного на практике для этого параметра.

5 Аналогичным образом в экспериментах с традиционными путевыми шурупами достигались моменты затяжки, которые явно превышали 60 кН, например составляли 70 кН и более.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ изготовления шпалы для применения в верхнем строении пути, заключающийся в выполнении следующих стадий:

5 а) приготавливают смесь, состоящую из гранулята термоформуемого полимера, на долю которого приходится от 10 до 60 мас.%, и из песка с насыпной плотностью от 1,4 до 2,0 г/см³, на долю которого приходится остальное,

б) смесь нагревают до температуры в пределах от 150 до 180°С,

10 в) смесью заполняют пресс-форму, конфигурация оформляющей полости которой воспроизводит конфигурацию шпалы,

г) смесь подвергают прессованию в форме при измеренном в смеси давлении прессования от 1 до 5 МПа и при продолжительности прессования до 60 мин,

15 д) шпалу извлекают из формы.

2. Способ по п. 1, **отличающийся тем**, что на стадии а) приготавливают смесь с содержанием гранулята полимера от 20 до 40 мас.%.

20 3. Способ по одному из предыдущих пунктов, **отличающийся тем**, что на стадии а) используют песок с насыпной плотностью по меньшей мере 1,6 г/см³.

4. Способ по одному из предыдущих пунктов, **отличающийся тем**, что продолжительность прессования составляет по меньшей мере 5 мин.

25 5. Способ по одному из предыдущих пунктов, **отличающийся тем**, что температура, до которой нагревают смесь на стадии б), составляет по меньшей мере 160°С.

30 6. Способ по одному из предыдущих пунктов, **отличающийся тем**, что полимерный гранулят представляет собой гранулированный полипропилен (ПП) или гранулированный полиэтилен (ПЭ).

7. Способ по п. 6, **отличающийся тем**, что полимерный гранулят представляет собой смесь из гранулированного ПП и гранулированного ПЭ.

5 8. Способ по п. 7, **отличающийся тем**, что в полимерном грануляте от 40 до 60 мас.% приходится на долю гранулированного ПП, а остальное приходится на долю гранулированного ПЭ.

10 9. Способ по одному из предыдущих пунктов, **отличающийся тем**, что показатель текучести расплава ПТР/190/2,16 полимера или каждого из полимеров, из которого/которых состоит полимерный гранулят, составляет менее 10.

15 10. Способ по одному из предыдущих пунктов, **отличающийся тем**, что песок до его смешения с полимерным гранулятом нагревают до температуры в пределах от 150 до 230°C.

20 11. Способ по одному из предыдущих пунктов, **отличающийся тем**, что температура пресс-формы при ее заполнении смесью полимерного гранулята с песком составляет в среднем от 100 до 140°C.

12. Способ по одному из предыдущих пунктов, **отличающийся тем**, что песок состоит из зерен со средней крупностью от 0,6 до 6 мм.

25 13. Способ по п. 12, **отличающийся тем**, что зерна песка имеют крупность от 0,8 до 1,6 мм.

14. Способ по одному из предыдущих пунктов, **отличающийся тем**, что песок имеет твердость по Моосу от 5 до 8.

30 15. Способ по одному из предыдущих пунктов, **отличающийся тем**, что песок представляет собой дробленый песок.