

за, испытаний в режиме медленного изгиба и изучения усталостных явлений.

Приоритет отдается повышению производственных характеристик системы. Внедрены кристаллизаторы новой конструкции, удовлетворяющие требованиям промышленных стандартов в отношении процедуры предварительного прогрева и времени на разборку, а также новый обмазочный материал, более удобный в использовании. От железных дорог первого класса получены положительные отзывы на изменения в конструкции универсальной подложки и жакета литейной формы, которые в комплекте с единственным на рынке облегченным тиглем с регулируемым натягом имеют хорошие перспективы для расширения применения в рельсосварочном производстве.

Достигнуты также заметные успехи в совершенствовании электросварочного робота RB20 за счет изменений в программном обеспечении, значительно улучшающих дружелюбность интерфейса к пользователю, и в конструкции фиксирующих приспособлений, упрощающих установку и снятие оборудования при сварке рельсов непосредственно на пути. Первые образцы машины проданы в 2004 г.,

железные дороги BNSF, UP и CN по результатам демонстраций также проявили интерес к ее приобретению. Машина RB20 обеспечивает сварщикам большую безопасность и благоприятные условия труда с точки зрения задымленности и усталости, т. е. традиционных факторов, связанных с выполнением сварочных работ. К числу других ее достоинств относятся качество используемого сварочного материала и высокая производительность, достигаемая за счет автоматизации процесса сварки непосредственно в пути.

Отделением разработан также легкий портативный ультразвуковой дефектоскоп, предназначенный специально для контроля сварных рельсовых стыков. Дефектоскоп исследует стык по всему профилю, отображает его на светодиодном дисплее и издает звуковой сигнал для привлечения внимания оператора в случае обнаружения дефекта. В настоящее время приборы поставляются в комплекте с 45- и 70-градусными шупами-искателями. Они используются в качестве дополнительного средства обеспечения должного качества сварки.

*T. Judge. Railway Track & Structures, 2004, № 8, p. 35 – 38.*

## Линейный метод ведения путевых работ

*При строительстве различных объектов нередко отсутствует возможность использования автомобилей для перевозки грузов. Применение железнодорожного транспорта для транспортировки грунта в значительной мере снижает потребность в технологических путях подъезда, снижает нагрузку на окружающую среду, позволяет экономить затраты на строительство и расширяет возможности применения железнодорожного транспорта. Выбор способа перевозки грунта базируется на сравнительной оценке автомобильного и железнодорожного вариантов.*

### Поиск новых технологических решений

Применение современного линейного способа строительства, как правило, обусловлено экологическими причинами. Кроме того, большое значение имеют стесненные условия проведения путевых работ, например в условиях города с высокой плот-

ностью застройки, при реконструкции станций и прокладке параллельных путей без перерыва в движении поездов.

При интенсивном городском строительстве увеличивающаяся плотность застройки осложняет решение транспортных проблем. Затраты на строительство пути при этом растут по причине высоких цен на землю, а также из-за того, что нередко возникает необходимость в сносе существующих зданий или сооружений.

Автомобильные перевозки грунта и материалов затрудняют дорожное движение на улицах, которое, в свою очередь, препятствует оперативным перевозкам строительных материалов и грунта.

При реконструкции железнодорожных станций часто отсутствует возможность использования соседних путей для подвоза материалов. То же самое имеет место и при укладке параллельного пути на перегонах.

Приведенные примеры говорят о необходимости поиска альтернативных решений, одним из которых является линейный метод. В этом случае отпадают

все негативные моменты, связанные с подвозкой материалов и вывозом грунта. Весь комплекс строительных мероприятий реализуется в рамках строящегося пути. Зона строительства оказывается при этом очень узкой, что обеспечивает заказчику выгоды уже на стадиях подготовки строительной трассы.

Актуальность новых технических и технологических решений с применением железнодорожного транспорта при путевом строительстве постоянно растет.

### **Использование железнодорожного транспорта для вывоза грунта**

Реализация метода послойной отсыпки земляного полотна невозможна без использования автотранспорта, если нет аналогичной технологии вывоза грунта. Вывоз грунта из выемок или при подготовке основания насыпи без использования автомобильного транспорта в наибольшей степени отвечает экологическим требованиям и должен всеми методами стимулироваться и совершенствоваться.

В настоящее время железнодорожный транспорт еще не применяется для вывоза грунта из выемок, однако это возможно при наличии модернизированного строительного поезда со специальным монтажным путем. Для этого должны быть выполнены следующие условия:

- известны тип грунта и глубина, на которую он должен быть вынут;
- определены средства механизации для выемки грунта, которые должны быть преимущественно фронтального типа;
- строительный поезд должен иметь грузовые вагоны и транспортер для подачи в них грунта от места выемки.

В состав такого поезда входят:

- находящаяся в голове состава машина на гусеничном ходу для выемки грунта, оборудованная приемным транспортером для подачи грунта на главный транспортер;
- железнодорожный состав, в который входят:
  - платформа с путеукладчиком;
  - грузовые платформы с запасом путевых звеньев, оборудованные роликовым конвейером для их подачи;
  - секция грузовых вагонов для приема грунта, подаваемого проходящим вдоль всего состава ленточным транспортером.

В исходном положении головная машина снимает грунт и подает его на транспортер. Когда грунт снят на отрезке достаточной протяженности, укладывают путевое звено, и весь поезд передвигается на следующую позицию. Далее процесс повторяется, и путеукладчик опускает на грунт следующее звено. Тем же способом снимается очередной слой грунта.

Когда выемка подготовлена, укладывают основной или промежуточный путь. В том случае, когда требуется укрепление земляного полотна, звенья монтажного пути могут быть использованы для последовательной укладки слоев геотекстиля.

### **Применение железнодорожных вагонов для послойной отсыпки земляного полотна**

В мировой практике строительства пути еще нет технического решения для отсыпки земляного полотна, на которое сразу монтируется путь. Считается, что там, где сразу монтируется путь, невозможно послойное уплотнение насыпи. Это утверждение обычно является главным доводом в пользу применения автомобильного транспорта для транспортировки грунта. Эта проблема кажется неразрешимой. С одной стороны, невозможно уплотнить слои земляного полотна, на которое уложен путь, с другой — железнодорожный подвижной состав невозможно использовать без уложенного пути.

Тем не менее в общем комплексе путевых работ с установленным ограниченным профилем уплотнение земляного полотна возможно, если использовать монтажные путевые звенья. В этом случае их можно укладывать для пропуска вагонов, а затем убирать с целью уплотнения отсыпанного грунта. Поезд при этом совершает челночные перемещения. Всего разработано четыре варианта проведения работ этим методом.

#### *Первый вариант*

В этом варианте используется траверса, оснащенная ленточным транспортером. Длина транспортера соответствует длине монтажного путевого звена. Траверса устанавливается в рабочее положение с укладкой последнего монтажного звена.

По технологии, предлагаемой этим методом, монтажный поезд состоит из путеукладчика и вагонов-платформ с роликовым конвейером. В исходном положении отделочная дорожная машина для отсыпки грунта и комплект монтажных путевых звеньев находятся на платформах поезда, а передняя часть поезда с путеукладчиком стоит на последнем уложенном звене.

Работа начинается с того, что путеукладчик подкатывает машину для отсыпки по конвейеру с последнего вагона на первый, а затем ставит ее на грунт по оси строящегося пути. Далее машина своим ходом перемещается вперед, после чего укладывают на грунт комплект путевых звеньев. На последнем звене монтируют траверсу с ленточным транспортером, который стыкуется с транспортером поезда.

Последний, в свою очередь, состыкован с транспортером секции вагонов-бункеров, в которых находится грунт для отсыпки. По этой системе транспортеров производится заполнение грунта бункера дорожной машины.

После того как отделочная машина проведет отсыпку и уплотнение грунта, поезд отходит назад на расстояние, равное длине путевого звена. На освободившееся последнее путевое звено вновь укладывают траверсу с транспортером и снова заполняют грунт бункер укладочной машины. Далее процесс с отсыпкой и уплотнением грунта, снятием очередного звена и последующей загрузкой бункера отделочной машины повторяется.

В ходе этой работы особое внимание уделяется заключительной фазе перехода от отсыпаемого участка к уже готовому. Проблема состоит в том, чтобы не повредить последний участок уже уложенной насыпи, поэтому отделочная машина не должна на него заходить. Для решения этой задачи отделочную машину с помощью путеукладчика поднимают над поверхностью грунта и в таком положении завершают отсыпку последнего участка с использованием перемещения путеукладчика или всего поезда. После этого отделочную машину по роликовому конвейеру возвращают на последнюю платформу в исходное положение.

### *Второй вариант*

Этот вариант предусматривает совместное использование путеукладчика с телескопическим ленточным транспортером для перемещения отсыпаемого грунта. Для повышения устойчивости и грузоподъемности системы телескопический транспортер крепится к грузовой тележке, перемещающейся по стреле путеукладчика. Длина дополнительного транспортера должна соответствовать длине монтажного путевого звена.

После снятия отделочной машины с платформы, установки ее на грунт и соединения транспортеров поезда и вагонов-бункеров рабочее расстояние между путеукладчиком и отделочной машиной перекрывается телескопическим ленточным транспортером. Это дает возможность заполнять бункер отделочной машины грунтом из вагонов грузовой секции.

Отделочная машина производит отсыпку и уплотнение грунта, двигаясь в направлении путеукладчика, и останавливается на определенном расстоянии от него, равном длине телескопического транспортера. Перед тем как этот транспортер будет выдвинут для следующей заправки бункера, путеукладчик демонтирует очередное звено монтажного пути.

### *Третий вариант*

Технология этого варианта не предусматривает, как в предыдущих случаях, использования дополнительных транспортеров. Она основана на применении существующих двух основных транспортеров с соблюдением следующих условий:

- основные транспортеры должны выполняться подвижными, чтобы перекрывать расстояние между поездом и бункером отделочной дорожной машины;
- транспортер секции для перевозки грунта должен быть длиннее вагона-бункера на величину, равную длине звена монтажного пути.

После загрузки бункера отделочной машины поезд отходит на расстояние, равное длине путевого звена. При этом секция для перевозки грунта должна иметь еще одну платформу, на которую будет опираться дополнительная часть ленточного транспортера. Следующее звено монтажного пути демонтируют после того, как отделочная машина разровняет и уплотнит грунт на всем отрезке в направлении поезда.

### *Четвертый вариант*

Для реальных условий эксплуатации требуется универсальное использование ленточных транспортеров при заполнении бункера отделочной дорожной машины. Под реальными условиями следует понимать разную суточную потребность в грунте для отсыпки и, соответственно, непостоянное число вагонов с грунтом. При этом для разных участков необходимо различное число вагонов-платформ с монтажными путевыми звеньями. Отсюда следует, что и суммарная длина ленточных транспортеров также будет изменяться.

Данный вариант предусматривает применение транспортера изменяемой длины. Для его перевозки в поезд должна быть включена дополнительная платформа. Когда передний (тяговый) вал раздвигаемого транспортера достигает бункера отделочной дорожной машины, образуется единый тракт подачи грунта при любом числе вагонов для перевозки грунта и платформ для монтажных путевых звеньев.

Для беспрепятственного раздвигания транспортера все вагоны рабочего поезда снабжаются специальными направляющими.

Если отделочная дорожная машина не может самостоятельно вернуться на исходную позицию, ее с помощью крана путеукладчика и роликового конвейера устанавливают на последнюю платформу поезда. Эта операция может быть выполнена, когда отделочная машина подойдет вплотную к путеукладчику. Однако к этому времени все монтажные путевые звенья уже погружены на платформы поезда, и

образовавшиеся штабели не позволяют переместить отделочную машину на последнюю платформу.

Возможное решение заключается в использовании специального мостика, устанавливаемого на обочине насыпи. Отделочную машину оставляют на нем и в начале рабочей смены устанавливают на последнюю платформу, которая должна быть оборудована подъемным устройством.

### **Условия использования дорожных отделочных машин**

Использование монтажных путевых звеньев и транспортировка грунта в железнодорожных вагонах

создают предпосылки для расширения области применения дорожных отделочных машин и условия для перехода от укладки балласта на земляном полотне к послойной отсыпке самого полотна в полный профиль.

Дорожные отделочные машины известных типов базируются на автомобильной ходовой части и имеют характеристики, определяемые техническими данными базовых автомобилей. Естественно, эти машины должны модернизироваться в расчете на использование в комплексе с грузовыми секциями вагонов для перевозки щебня.

*F. Kunzewitsch. Eisenbahningenieur, 2004, № 3, S. 24 – 26.*

## **Исследование металлургических основ износа рельсов**

*Износ колес и рельсов в процессе эксплуатации неизбежен, но прогнозируем. В течение последних 5 лет железные дороги Северной Америки закупили ежегодно почти по 500 тыс. т рельсов для замены дефектных и изношенных, затрачивая на это около 1,25 млрд. дол. США, так что даже небольшое улучшение их характеристик дает существенные экономические выгоды.*

Лучшее понимание фундаментальных зависимостей между микроструктурой рельсовой стали и характером контакта в системе колесо — рельс может обеспечить значительный прогресс в эксплуатационных характеристиках рельсов и, следовательно, в отношении безопасности движения поездов.

В прошлом усилия, предпринимаемые Американской ассоциацией железных дорог (AAR), основывались на теориях, которые хотя и представлялись разумными, однако не были полностью обоснованными. Например, в 1980-х годах была разработана и предложена для внедрения бейнитная рельсовая сталь марки J6, практически не содержащая углерода, поскольку включения углерода рассматривались как зародыши износа. Кроме того, полагали, что увеличение твердости непосредственно определяет повышение износостойкости, а бейнитная сталь J6 является самой твердой из испытывавшихся до настоящего времени. Однако результаты, полу-

ченные на полигоне ускоренных эксплуатационных испытаний (FAST) Центра транспортных технологий (ТТС) Федеральной железнодорожной администрации (FRA), показали, что износ рельсов из бейнитной стали в лучшем случае эквивалентен износу обычных рельсов из перлитной стали с упрочненной головкой, а в худшем — примерно на 50 % больше.

Но даже с учетом этого разработка бейнитной стали значительно пополнила представления о рельсовой стали и внесла вклад в фундаментальные знания, которые позволят повысить эффективность усилий в области совершенствования рельсов.

Наиболее важной в этой области стала программа, начатая в 2002 г. в университете штата Иллинойс (UIUC) под руководством ТТС (ее завершение планировали на середину 2005 г.). Программа призвана охарактеризовать роль различных микроструктур рельсовой стали в износе и контактной усталости при качении с целью более эффективной разработки рельсовой стали высокого качества на основе скорее фундаментальных знаний, чем чистой теории. Для лучшей оценки рельсовой стали с точки зрения износа и контактной усталости при качении разработана также методика лабораторных испытаний, которая направлена на сокращение потребности в полномасштабных полевых испытаниях, естественно, не исключив ее вовсе.

Хорошо известно и принято в отрасли, что рельсы подвержены износу и в них могут возникать уста-