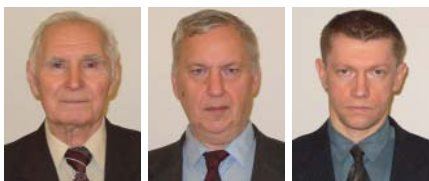


Обеспечение стабильности железнодорожного пути путевыми машинами после глубокой очистки балластного слоя

М. В. ПОПОВИЧ, канд. техн. наук, профессор, кафедра «Подъемно-транспортные, путевые и строительные машины» ПГУПС
Б. Г. ВОЛКОВОЙНОВ, канд. техн. наук, доцент, кафедра «Подъемно-транспортные, путевые и строительные машины» ПГУПС
А. В. АТАМАНЮК, ассистент, кафедра «Подъемно-транспортные, путевые и строительные машины» ПГУПС



В статье рассматриваются машины и комплексы, применяемые на железных дорогах для выправки пути, уплотнения, стабилизации балластного слоя и отделки балластной призмы,

дается их сравнительный анализ, включая конструкции и технологии, и приводятся предложения по направлениям совершенствования конструкций, систем управления и технологий.

Стратегическая программа развития ОАО «РЖД» предусматривает работу железнодорожного транспорта в условиях увеличения протяженности линий с грузонапряженностью более 100 млн т брутто км/км год, создания грузовых маршрутов с обращением грузовых поездов массой 6–12 тыс. т, введения в обращение грузовых вагонов с осевыми нагрузками до 27–30 т/ось, создания направлений со смешанным движением и обращением пассажирских поездов со скоростями до 160 км/ч. Проводится коренная реконструкция линии Москва — Санкт-Петербург под скоростное движение поездов (свыше 200 км/ч) [3]. В указанных условиях широко применяются традиционные конструкции бесстыкового пути на щебеночном балластном слое, поэтому качество выполнения работ по техническому обслуживанию балластной призмы и выправке пути имеет исключительное значение.

Техническое обслуживание балластной призмы в течение ее жизни предусматривает выполнение комплексных работ по очистке щебеночного балластного слоя, выправке пути с одновременным уплотнением по всему объему слоя, планировке поверхности балластной призмы. Как показывает опыт, для увеличения межремонтных сроков и сокращения затрат на эксплуатацию должна производиться очистка щебе-

ночного балласта от засорителей во всем объеме призмы (глубокая очистка). В путевом комплексе для этих целей используются щебнеочистительные машины и комплексы, отечественного производства или производимые по лицензиям совместно с иностранными фирмами (машины серий СЧ, ЩОМ и др.). После очистки остается неуплотненный слой балласта высотой до 30–50 см.

Балластная призма, как элемент верхнего строения пути, передает нагрузки от подвижного состава на основную площадку земляного полотна или на другое искусственное сооружение (мост, путепровод), обеспечивая стабильное положение РШР, амортизацию динамических нагрузок, дренажное (пропуск) воды, выпадающей на путь в виде осадков. Ее стабильное состояние характеризуется устойчивым сохранением поперечного профиля и механическими свойствами составляющих балластных материалов. Новый ГОСТ 7392-2002 рекомендует применять для отсыпки балластной призмы линий любой грузонапряженности один гранулометрический состав щебня 25 Σ 60 мм с содержанием частиц более крупных и более мелких фракций не более 5%. В процессе эксплуатации жд. пути происходит засорение балласта. Поры между частицами щебня заполняются засорителями. Одновремен-

ное увлажнение и загрязнение балласта приводит к образованию своеобразной смазки между щебенками. В результате балластный слой теряет свою несущую способность.

Одним из основных направлений ресурсосберегающих технологий, применяемых при ремонте железнодорожного пути, в настоящее время является глубокая очистка щебеночного балластного слоя. Опыт применения щебнеочистительных машин СЧ-601, СЧУ-800, ЩОМ-6Б, RM-80 и др., которые могут полностью вырезать загрязненный балласт до земляного полотна, выявил недостатки при уплотнении и стабилизации вновь отсыпанного щебня. Новые нормативы по приемке отремонтированного пути определяют толщину балластного слоя до 40 см на прямых участках и максимально 50 см в кривых у торцов шпал со стороны обочины [1]. На сети российских железных дорог для выправки пути и уплотнения балласта после глубокой очистки используются машины ВПР-02 и ВПО-3000, которые по имеющимся технологическим процессам позволяют уплотнять щебень только на 10–15 см ниже подошвы шпал.

Между верхними и нижними слоями балластной призмы образуется средний слабоуплотненный слой, толщина которого составляет 30–40 см. При геометрических параметрах уплотнительных рабочих органов существующих машин этот слой не может быть качественно уплотнен, так как зоны влияния уплотнительных рабочих органов машин находятся выше. Технологическая проблема находит свое решение в отечественной и зарубежной практике выполнения путевых работ по-разному.

В большинстве европейских стран используются машины и технологии



Рис. 1. Технология формирования, уплотнения и стабилизации балластной призмы после глубокой очистки щебня фирмы Plasser & Theurer

ремонта пути австрийской фирмы Plasser & Theurer. Основной щебнеочистительной машиной является RM-80, также применяются высокопроизводительные машины RM-95-700, RM-800, RM-900, RM-2002 и др. В первую очередь такие дорогостоящие машины используются на высокоскоростных магистралях. На французских железных дорогах (SNCF) очищенный щебень перед укладкой в путь дополнительно промывается.

Технологии формирования, уплотнения и стабилизации балластной призмы фирмы Plasser & Theurer преимущественно используется при укладке нового пути, обновлении пути и после глубокой очистки щебня [6]. Балластная призма формируется, уплотняется и стабилизируется послойно для достижения гомогенного состояния (рис. 1).

Первый проход механизированный поезд MDZ, включающий в себя выправочно-подбивочно-рихтовочную машину, планировщик балласта и динамический стабилизатор пути, делает после отсыпки нижнего слоя щебня толщиной около 10 см. Динамический стабилизатор пути DGS при этом производит максимально возможную осадку пути с целью достижения гомогенного состояния балластной призмы.

После этого отсыпается следующий слой около 10 см и повторяется процесс с использованием механизированного поезда MDZ. Количество слоев щебня и проходов машин определяется в зависимости от требуемой толщины балластной призмы и класса пути.

После последнего прохода MDZ путь устанавливается в проектное положение, а динамический стабилизатор пути окончательно, используя контрольно-измерительную систему, производит

регулируемую осадку пути. В результате рельсошпальная решетка находится в гомогенно уплотненной балластной призме. Путь открывается для движения поездов с установленными скоростями немедленно после ремонта.

Такая технология оправдывает себя при закрытии перегона для ремонта пути в течение нескольких суток или даже недель при густой сети железных дорог с дублированием направлений. На сети ОАО «РЖД» закрытие одного из главных направлений на длительное время может привести к существенному нарушению экономической жизни страны, поэтому развиваются другие технологии уплотнения балластной призмы после глубокой очистки.

Тульский завод ЗАО «Тулажелдормаш» предлагает использовать выправочно-подбивочно-отделочную машину ВПО-3-3000С при всех видах ремонта пути, включая формирование, уплотнение и стабилизацию балластной призмы после глубокой очистки щебня. Машина ВПО-3-3000С имеет ряд технологических преимуществ перед ранее выпускавшимися машинами ВПО-3000 и ВПО-3-3000: прежде всего, это возможность заглубления основных виброплит на 50 см ниже подошвы шпал, оснащение рабочего оборудования блоком динамической стабилизации пути, а также повышение точности выправки пути до значения ± 2 мм за счет автоматизации процессов.

Технология работ с использованием одной машины ВПО-3-3000С вместо трех (ВПО-3000 или ВПО-3-3000, ВПР-02 и ДСП) представлена на рис. 2.

Первый проход осуществляется с погружением виброплит на глубину 40–45 см ниже подошвы шпал. Происходит уплотнение нижнего слоя балла-

стной призмы. Затем виброплиты переналаживаются на глубину 15–20 см ниже подошвы шпал, и машина ВПО-3-3000С повторно проходит участок пути, уплотняя верхний слой балластной призмы, прилегающий к подошвам шпал и испытывающий наибольшие напряжения от поездной нагрузки. Далее виброплиты переводятся в транспортное положение, а в работу включается стабилизирующий блок. Третий проход участка осуществляется задним ходом. Путь стабилизируется и открывается для эксплуатации.

Опыт использования машины ВПО-3-3000С показывает, что ее эксплуатационные затраты в 1,3–1,4 раза ниже, чем при работе тремя машинами по общепринятой технологии [7].

Конструкторами ПТКБ ЦП, ЦКБ «Путьмаш» в совместной работе с сотрудниками кафедры «Подъемно-транспортные, путевые и строительные машины» ПГУПС ведутся работы по модернизации машины ВПО-3000 с целью использования для уплотнения балластного слоя после глубокой очистки. Разработана модернизированная конструкция основных виброплит с измененной геометрией уплотнительных клиньев [2]. Модернизации подверглось также другое оборудование машины. Свердловским ПРМЗ (г. Екатеринбург) к настоящему времени выпущено пять машин, получивших после модернизации обозначение ВПО-3000М (рис. 3).

Машина ВПО-3000М, оснащенная модернизированными виброплитами, обеспечивает требуемую степень уплотнения балластной призмы за один проход. Это дает основание считать перспективной технологию выправки и подбивки со стороны торцов шпал при непрерывном движении машины и рассматривать направления ее совершенствования.

Для повышения качества уплотнения, в первую очередь для обеспечения равноупругости балластной призмы, машины класса ВПО необходимо оснастить системами, позволяющими контролировать получаемые рабочие

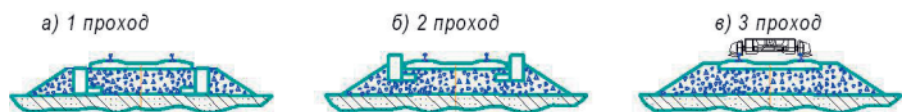


Рис. 2. Технология ЗАО «Тулажелдормаш» с использованием машины ВПО-3-3000С: а — первый проход с погружением виброплит на глубину 40–45 см ниже подошвы шпал; б — второй проход с погружением виброплит на глубину 15–20 см ниже подошвы шпал; в — третий проход с работой блока стабилизации пути



Рис. 3. Машина ВПО-3000М



Рис. 4. Машина МДС

свойства балластной призмы и управлять процессом с целью получения желаемого результата. Иными словами, необходимо управлять получаемой степенью уплотнения, создавая «автомат плотности». Современные компьютеризированные системы управления принципиально позволяют решить эту сложную технологическую задачу.

Перспективная машина класса ВПО должна быть самоходной. Это позволит отказаться от аренды тепловоза, не приспособленного специально для тяги на «ползучей» скорости, а также придать большую маневренность машине.

Выправочно-подбивочная машина при всех вариантах технологии работ используется в комплексе с другими машинами. Технологическая структура комплекса должна предусматривать рациональную последовательность выполнения операций (включая определенное их дублирование для повышения надежности), позволяющую с минимальными затратами достичь работоспособности пути.

Машины для динамической стабилизации пути ДСП, как правило, завершают комплекс работ по уплотнению балластной призмы, обеспечивая в автома-

тическом режиме формирование стабилизированного основания пути и определяя качество выполнения работ в целом. ЦКБ «Путьмаш» при активном взаимодействии с кафедрой «Подъемно-транспортные, путевые и строительные машины» ПГУПС разработало проект отечественного динамического стабилизатора пути (авторы: М. В. Попович, А. А. Константинов, Б. Г. Волковойнов, В. И. Стеблецов и Е. К. Новиков), который в различных модификациях (ДСП-С, МДС) выпускается Свердловским ПРМЗ [4, 5].

Силовое воздействие на балластный слой машина передает через рельсошпальную решетку. Имитация действия поездной нагрузки на балласт позволяет сократить время стабилизации пути и пропускать поезда после ремонта железнодорожного полотна с установленными скоростями.

В настоящее время наибольшее распространение получили следующие машины для динамической стабилизации пути: динамические стабилизаторы пути ДСП-С и МДС (рис. 4) отечественного производства; DGS австрийской фирмы Plasser & Theurer и VKL-402 чешской фирмы MTH-Praha. Основные технические характеристики этих машин представлены в табл. 1.

Отличительной особенностью ДСП-С от зарубежных аналогов является направление вибраций, создаваемых рабочими органами стабилизаторов. Блоки динамической стабилизации DGS-62N и VKL-402 генерируют только горизонтальные вибрационные воздействия на путь, а три блока отечественного стабилизатора возбуждают колебания как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Необходимость дополнительных работ по уплотнению балластного слоя объясняется тем, что выправочно-подбивочные машины производят его горизонтальное виброобжатие. Частицы балласта принимают устойчивое положение, устанавливаясь вертикально вверх большими сторонами. Под воздействием поездной нагрузки, действующей вертикально, происходит переориентация этих частиц в горизонтальном направлении, приводящая к перестройке сложившейся текстуры балласта, а также к неравномерным осадкам путевой решетки.

Отечественный стабилизатор ДСП-С в сравнении с австрийским DGS-62N обеспечивает относительную осадку пути в 1,6–1,7 раза больше.

Испытания показали, что эффективность стабилизации пути при усиле-

Таблица 1. Основные технические характеристики динамических стабилизаторов

Параметр	ДСП-С4, Свердловский ПРМЗ	МДС, Свердловский ПРМЗ	DGS-62N фирмы Plasser & Theurer	VKL-402 чешской MTH-Praha
Рабочая скорость, км/час	До 2,0	До 2,0	До 3,0**	До 2,5
Статическое прижатие виброблоков, кН	0–320	До 320	0–355	0–180
Возмущающее усилие одного виброблока, кН:				
– вертикальное	90	90		
– горизонтальное	65	65	75***	120
Частота колебаний, Гц, в направлении:				
– вертикальном	44	40–45		
– горизонтальном	22	20–22,5	0–45	0–50
Количество виброблоков, шт.	3	3	2	1
Возможность работы в обоих направлениях	Нет	Имеется	Имеется	Нет
Осадка, создаваемая машиной за один рабочий проход, по отношению к осадке, полученной после пропуска поездной нагрузки в 1 млн т груза брутто, %	25–45	25–45*	25–30% рыхлого слоя при текущем содержании и 50% от предшествующей подъемки	До 20 мм на рыхлом слое при оптимальной частоте 35 Гц
Мощность, кВт:				
– привода вибраторов	70	–	–	24
– силовой установки	220	265	348	167
Масса машины, т	56	62	60	38,2

* Относительная осадка пути; ** При первых проходах стабилизатора на новых участках пути при неплотной структуре балластного слоя рекомендуются скорости движения 0,5–1,0 км/час, при текущем содержании — 1–2 км/час; *** При частоте 45 Гц.

ном капитальном и среднем ремонте с глубокой очисткой балласта выше, чем при выполнении работ по планово-предупредительному ремонту. Возможно оснащение стабилизирующими рабочими органами путевых машин, входящих в технологическую цепочку.

Для решения задачи повышения эффективности использования путевых машинных комплексов, производящих выправку пути и уплотнение балластной призмы после ее глубокой очистки, требуется:

- сформировать рациональные технологические комплексы путевых машин, выполняющие рабочие операции в требуемой последовательности: сначала целесообразно формировать уплотненное состояние нижних и средних слоев балластной призмы машинами ЩОМ, ВПО и ДСП, сопровождая эти работы грубой выправкой, а затем производить чистовую выправку с одновременной подбивкой балласта в верхних слоях призмы машинами класса ВПР при их работе в комплексе с ДСП;
- выбрать и реализовать рациональные режимы работы путевых машин с

гибкой адаптацией к условиям проведения работ, чтобы обеспечить требуемое качество очистки щебня, уплотнение балластного слоя и постановку пути в проектное положение;

- организовать мониторинг состояния балластного слоя в процессе выполнения технологических операций по формированию балластной призмы и в течение времени эксплуатации с использованием современных технических средств (систем контроля качества уплотнения балласта на машинах, портативных приборов для измерения степени уплотнения балласта, георадаров и др.);
- создать эффективные автоматизированные и компьютеризированные системы управления рабочими процессами уплотнения балластной призмы, особенно на машинах типа ВПО и ДСП непрерывного действия;
- совершенствование конструкций машин и технологий уплотнения и стабилизации балластного слоя должно производиться в тесной взаимосвязи с совершенствованием организационной структуры эксплуатации машинных комплексов во всех отношениях и на всех уровнях управления путевого комплекса ОАО «РЖД».

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. В. Гапенко. Стабилизация пути после глубокой очистки балласта // Путь и путевое хозяйство. — 1997. — № 10. — С. 13–16.
2. А. В. Атаманюк. Уплотнение балласта модернизированной ВПО-3000 // Путь и путевое хозяйство. — 2008. — № 3. — с. 20–21.
3. Концепция ведения путевого хозяйства ОАО «РЖД» / С. А. Самохин, А. Ю. Абдурашитов, В. О. Певзнер. — М.: ВНИИЖТ, 2006. — 106 с.
4. Путевые машины. Учебник для вузов ж.-д. транспорта / С. А. Соломонов, М. В. Попович, В. М. Бугаенко и др.; под ред. С. А. Соломонова. — М.: Желдориздат, 2000. — 756 с.
5. Путевые машины для выправки железнодорожного пути, уплотнения и стабилизации балластного слоя. Технологические системы. Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / А. В. Атаманюк, В. Б. Бредюк, В. М. Бугаенко и др.; под ред. М. В. Поповича, В. М. Бугаенко. — М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. — 285 с.
6. E. Klotzinger, RTR — Railway Technical Review 2–3/2002.
7. Ю. З. Тарасов. Газета Евразия Вести. — 2003. — XII. — С. 10–11.

Асинхронный привод электровозов: эффективность перевозок, технологичность производства

А. С. КУРБАСОВ, профессор Московского государственного университета путей сообщения

Мировой финансовый кризис задел отрасли, крупные и мелкие предприятия, заставил задуматься о повышении эффективности производства, бизнеса в режиме сокращения расходов. Российские железные дороги — важнейшая отрасль жизнеобеспечения страны, подобно электроснабжению, спрос на перевозки должен быть удовлетворен полностью, и правительство не допустит их значимого спада. Однако выбор и обоснование стратегии развития, с ориентацией на инновационные проекты, реализуемые в режиме экономии расходов, в полной мере должны быть учтены и РЖД. Ниже — соображения о путях решения этой задачи.

Российские железные дороги справляются с перевозками, которые на 80–85% осуществляются электровозами. Однако электровозный парк нуждается в об-

новлении. Примерно у 75% серийных электровозов исчерпан плановый ресурс работы. Локомотивным службам дорог и ремонтным заводам трудно поддерживать парк в работоспособном

состоянии: увеличиваются простои на плановые и неплановые ремонты, нарастает доля отказов локомотивов в общем балансе отказов РЖД [1].

Основные серии грузовых электровозов — ВЛ80 и ВЛ10 — разработаны примерно 40 лет назад. В то время по тяговым параметрам и эксплуатационной надежности они были достаточно совершенны, учитывая сложные условия эксплуатации российского полигона. Коллекторные тяговые двигатели разработки Новочеркасского электровозостроительного завода (НЭВЗ) среди машин постоянного тока промышленного назначения выделялись высокими показателями и надежностью.