

Повышение эффективности повагонных отправок

Перевозки сборных грузов в Германии являются по-прежнему одной из важных составных частей железнодорожного грузового сообщения, но их скорость и гибкость во многих случаях не удовлетворяют грузоотправителей. Применение грузовых вагонов с автономным тяговым приводом, для управления которыми используется специально обученный персонал, повышает привлекательность грузовых перевозок этого вида. Факт использования персонала позволяет предъявлять к технике управления пониженные требования по сравнению с автоматическими и самоорганизующимися системами. Автономный привод используется на начальных и заключительных этапах поездки для повышения гибкости и ускорения рабочих процессов. На перегоне самоходные вагоны в составе поезда эксплуатируются как обычные прицепные единицы.

Недостатки современной системы перевозок повагонных отправок

Перевозки повагонных отправок (EWV) составляют по-прежнему основную долю услуг, предлагаемых железнодорожным транспортом. С целью повышения их эффективности грузовые компании в последнее время уделяют большое внимание мероприятиям, включающим:

- оптимизацию пакетных графиков для транспортных потоков между большими сортировочными станциями;
- уменьшение числа крупных сортировочных станций;
- закрытие региональных транспортных узлов или упрощение инфраструктуры с соответствующим изменением маневровых процессов (например, отказ от роспуска вагонов с сортировочной горки) как реакцию на сокращение объема перевозок по сети;
- реконструкцию и модернизацию инфраструктуры на оставшихся крупных сортировочных станци-

ях с повышением уровня автоматизации горочного процесса.

В начале 2009 г. спад перевозок повагонных отправок заметно замедлился. Это было связано с высокими объемами перевозок на примыкающих второстепенных линиях, многие из которых интегрированы в инфраструктуру крупных промышленных предприятий и систему распределения логистических центров. Принесли свои плоды также и дополнительные мероприятия по сохранению и увеличению объема перевозок на основной сети. Здесь следует особо отметить кооперирование региональных компаний с целью обслуживания основной сети и примыкающих второстепенных линий.

Ко времени наступления кризиса основные резервы оптимизации перевозок повагонных отправок при традиционном способе эксплуатации обычного подвижного состава были уже использованы. Речь идет о внедрении дистанционного управления по радио (FFS), эксплуатации стрелочных перево-

дов с электроприводом в режиме местного обслуживания и создании систем слежения за местонахождением вагонов. Высокозатратные работы по накоплению и распределению вагонов на сортировочных путях остались тем не менее недостатком системы EWB, выражающимся в низкой скорости перевозок и высоких эксплуатационных расходах. Это стало основным фактором, ограничивающим перемещение грузопотоков с других видов транспорта на железные дороги.

Основные причины рассмотренной ситуации следующие:

- высокие затраты на маневровые операции для подачи вагонов на погрузку по требованию заказчика и связанную с этим сортировку на подъездных путях;
- связь с пунктом погрузки через региональную инфраструктуру пути с низким техническим уровнем, что приводит к увеличению затрат времени на маневровые работы;
- увеличивающаяся удаленность региональных пунктов пропуска поездов пакетами и точек примыкания второстепенных линий от ближайшей сортировочной станции;
- связанное с указанными причинами уменьшение частоты обслуживания примыкающих линий (подъездных путей) или пунктов погрузки.

Дальнейшее повышение эффективности, необходимое для перемещения в будущем грузопотоков с других видов транспорта на железнодорожный, зависит главным образом от того, насколько увеличатся частота и гибкость обслуживания примыкающих линий и подъездных путей. Транспортные расходы должны при этом оставаться на уровне, обеспечивающем возможность конкуренции с грузовым автомобильным транспортом. Для этого нужны новые концепции, оптимально использующие имеющиеся ресурсы инфраструктуры, персонала и подвижного состава.

Возможное решение

Проблема повышения гибкости процессов на первых и последних этапах перевозки при одновременном сокращении времени на маневровые операции решается с помощью использования в маневровой работе грузовых вагонов с автономным тяговым приводом.

Предыдущие научно-исследовательские работы были ориентированы на концепцию полной автоматизации передвижения вагонов, оборудованных дизельным тяговым приводом. Реализация этой концепции потребовала бы значительно более высоких затрат, необходимых для обеспечения безопасности движения в автоматическом режиме. В действительности же применение вагонов с автономным приводом требуется лишь в небольших зонах, а именно в местах погрузки и выгрузки. Кроме того, использование дизельного топлива требует организации системы заправки самодвижущихся вагонов и неизбежно связано с локальными выбросами вредных веществ, содержащихся в выхлопных газах. Следует также учитывать, что с увеличением затрат энергии на тягу все актуальнее становится вопрос оптимизации ее использования.

Современные разработки в области технологии энергосбережения на подвижном составе и информация о так называемых слабых местах маневрового процесса на начальной и конечной стадиях перевозки стали базой для рассмотрения ситуации с повагонными отправлениями применительно к изменившимся условиям, а также для последующего использования новых идей в сочетании с концепцией FlexCargoRail.

Концепция FlexCargoRail

Концепция FlexCargoRail (FCR) позволяет повысить гибкость маневровых процессов и эффектив-

ность использования персонала и подвижного состава за счет применения грузовых вагонов с автономным тяговым приводом. Цель внедрения этой концепции заключается в том, чтобы минимизировать затраты на передвижения грузового вагона на подъездных путях, в том числе и на территории промышленных предприятий. При этом маневровый процесс должен быть максимально упрощен.

Основой системы является так называемый эффективный грузовой вагон (NLT), оборудованный электроприводом и соответствующей системой управления. Тяговый двигатель получает питание от аккумуляторной батареи, которая заряжается от генератора во время движения на перегоне. Управляет вагоном NLT работник маневровой бригады с пути при помощи дистанционного радиоуправления FFS или с площадки вагона, используя кнопочный пульт управления.

Использование электрической тяги вместо дизельной и управление по радио с помощью обслуживающего персонала являются основными факторами, отличающими концепцию FlexCargoRail от предыдущих проектов. Упрощение системы дает больше шансов для ее внедрения.

По подъездным путям и на внутривоздушной железнодорожной сети без локомотива могут передвигаться как отдельные вагоны, положенные в основу системы FCR, так и их группы с максимальной скоростью 25 км/ч. При этом автономный привод вагона NLT имеет параметры, позволяющие прицеплять к самоходному груженому вагону, не имеющему привода. Таким образом, NLT может использоваться также в качестве маневрового средства для перемещения обычных вагонов. Еще одним преимуществом концепции FCR является возможность параллельного обслуживания пунктов погрузки вместо существующего сегодня последовательного вариан-

та. Кроме того, индивидуальная маневренность вагона NLT позволит производить его загрузку с торца. В данном случае речь идет о прямом перемещении грузов с автомобильного транспорта в вагон у современных погрузочных рамп.

После того как вагон системы FCR покидает подъездные пути в составе поезда, его тяговый привод отключается. Далее вагон движется как обычная прицепная единица, но его аккумуляторная батарея находится в режиме зарядки. Вагон NLT, прибывший на подъездные пути пункта назначения с заряженными аккумуляторами, готов к выполнению маневровых операций.

В качестве долгосрочной перспективы также рассматривается возможность использования индивидуального привода NLT для тяги на перегоне. В качестве первого шага вагоны NLT в составе традиционных поездов могли бы обеспечивать дополнительную тяговую мощность для преодоления крутых подъемов или для более быстрого разгона при трогании.

Более того, в случае дальнейшего развития рынка вагонов NLT и применения поездов, полностью составленных из вагонов с тяговым приводом, возможно использование их для распределенной тяги при движении на перегоне. В этом случае нужна головная секция (KF) с кабиной машиниста, которая имеет систему управления тягой и торможением, а также оборудована устройствами обеспечения безопасности движения поезда. Секция KF может получать энергию из контактной сети и снабжать ею тяговые приводы всех вагонов через шину поездного электроснабжения. При этом секции KF не требуется энергия для обеспечения тяговой мощности всего поезда. Она потребляет мощность только для питания собственного тягового привода.

Автоматизированная маневровая работа также возможна с использованием вагонов NLT в пре-

делах закрытых участков пути, однако в рамках рассматриваемого проекта исследовалась лишь возможность проведения маневровых работ с использованием персонала на месте.

Технические требования, предъявляемые к концепции FCR в сочетании с системой FFS

К системе дистанционного управления по радио FFS предъявляются следующие требования:

- оператор на подъездном пути должен иметь возможность управлять всеми вагонами NLT, находящимися в этой зоне;

- с помощью передатчика оператор может одновременно управлять несколькими NLT, входящими в состав одного поезда. При этом необходимо исключить возможность одновременного движения двух NLT, не сцепленных друг с другом, и предусмотреть автоматическую защиту от ухода любого из вагонов NLT. Все вагоны NLT, управляемые с помощью FFS и не получившие команды на отправление, должны находиться в заблокированном состоянии. При этом возможность перемещения таких вагонов с помощью других маневровых средств (например, маневрового локомотива) не должна исключаться.

Для выполнения данных требований была разработана специализированная концепция FFS. Согласно ей адресация вагонов NLT, которые в определенный момент времени должны реагировать на команды управления FFS, выполняется двухступенчатым методом: вход или выход из системы (1-я ступень) и активация или деактивация (2-я ступень).

После того как вагон NLT в составе обычного поезда прибывает на подъездной путь или примыкающую линию, его необходимо сначала зарегистрировать в системе. Это делает оператор непосредственно на NLT, создавая через определен-

ный интерфейс (например, инфракрасный порт) канал передачи данных между FFS и вагоном. В систему можно одновременно ввести несколько NLT, из которых оператор может выбрать те, которые он хотел бы активировать. Для этого используется соответствующая индикация на передатчике.

Все активированные вагоны реагируют на команды управления. При этом система должна гарантировать, что все одновременно активированные NLT относятся к одному и тому же поезду. В противном случае это может привести к авариям, если, например, по ошибке активированный NLT начинает движение за пределами видимости оператора. Точно так же должна быть гарантирована правильность подачи команды на выбранные вагон или группу. Правильность подтверждается оптическим сигналом с NLT, который подается оператору в качестве подтверждения (квитирования) приема. В группе из нескольких NLT в составе поезда этот сигнал должен подаваться только с одного из вагонов. Чтобы оптимизировать сортировку вагонов, оператор может активировать и деактивировать в любой последовательности все вагоны NLT, введенные в систему. После завершения маневровых работ и ухода с подъездных путей все вагоны выводятся из системы с помощью FFS. Для обновления настройки их затем снова через FFS вводят в систему.

Чтобы исключить возможность ошибочной активации нескольких, не связанных между собой вагонов NLT, предусмотрено обязательное наличие вагонной и поезда информации шин. При этом интерфейсы между отдельными NLT должны быть беспроводными, что позволяет сэкономить средства, которые потребовались бы для кабельной разводки.

Существенной проблемой при устройстве информационных шин является необходимость шунти-

рования (исключения из системы управления) обычных вагонов, входящих в состав поезда. При решении проблемы с использованием системы управления по радио с соответствующим радиусом действия необходимо исключить такие ситуации, когда система идентифицирует вагоны NLT, находящиеся на некотором удалении от состава или на соседнем пути, как входящие в состав поезда.

Альтернативой могла бы стать радиосистема с небольшим радиусом действия, установленная в зоне буферов, или оптически направленный интерфейс в виде инфракрасного порта. Этими методами можно было бы исключить ошибочную передачу данных, которые идут к NLT, находящимся на других путях, но тогда нельзя будет шунтировать обычные вагоны, входящие в состав поезда. Включение в состав таких вагонов стало бы невозможным, что явилось бы существенным эксплуатационным ограничением.

Поездная шина нужна не только для обеспечения безопасности, но и для облегчения эксплуатации NLT. В связи с этим в каждом составе поезда с NLT следует иметь один главный вагон, который принимает команды FFS и передает их далее по шине в другие вагоны. Вагон, однажды определенный оператором как главный, должен всегда назначаться таковым через меню блока дистанционного управления.

Все вагоны, связанные информационной шиной с главным вагоном, будут автоматически управляться им без дополнительного определения их подчиненного статуса в системе.

Область применения FCR

Подвижной состав системы FCR должен применяться прежде всего на первых и последних этапах перевозок повагонных отправок, т. е. в пределах подъездных путей и на внутризаводских железных дорогах.

Подъездные пути представляют собой рельсовую систему, которая находится в собственности предприятия, используется для приема и отправки грузов, а также служит для связи с основной железнодорожной сетью. Подъездные пути проектируют и строят в соответствии с местными условиями и эксплуатационно-логистическими требованиями. Простейшая схема подъездного пути, представленная на рис. 1, включает в себя стрелку примыкания для перехода с общей сети дорог на частную инфраструктуру, а также пути для погрузки и отстоя.

Эти основные элементы могут быть дополнены охранными стрелками, вытяжными путями, обходными путями для локомотивов и в зависимости от количества пунктов погрузки — дополнительными путями для погрузки и отстоя. Более крупные внутризаводские железнодорожные сети имеют, как правило, один заводской главный путь, от которого ответвляются несколько путей погрузки и отстоя. Кроме того, подъездные пути имеют так называемые передаточные пункты, а крупные внутризаводские сети — стыковую станцию, на которой производится обмен вагонами между общей сетью железных дорог и примыкающими частными подъездными путями.

Для изучения сценариев эксплуатации вагонов NLT и определения требований, предъявляемых к системе привода, было исследовано большое число подъездных путей различных видов, их инфраструктура и выполняемые на них работы. Исследованные подъездные пути различаются по следующим критериям:

- отраслевому направлению эксплуатирующего предприятия (горно-металлургическое, нефтеперерабатывающее, химическое, автомобилестроительное, порт, компания смешанных перевозок и пр.);
- типу подъездного пути (главное или второстепенное примыка-

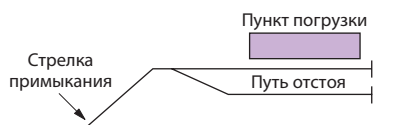


Рис. 1. Простейшая схема подъездных путей

ние, подъездной путь к станции или к перегонному участку),

- объему отправок;
- протяженности маневровых передвижений в пределах подъездных путей;
- числу пунктов погрузки;
- числу и типам используемых маневровых средств (локомотивов, специального оборудования для маневров);
- системе обслуживания стрелочных переводов (ручное, электрическое местное, централизованное).

В проекте для исследования были выбраны подъездные пути предприятий химической промышленности. Рассмотрены различные сценарии использования подвижного состава NLT в сфере логистики химического рынка в сочетании с большим парком специализированного подвижного состава для перевозки продукции этих предприятий.

Сценарии эксплуатации в сфере логистики химического рынка

В качестве базы исследования выбран так называемый химический парк, представляющий собой территорию в несколько квадратных километров, на которой размещены несколько предприятий химической промышленности или компаний, непосредственно связанных с этой отраслью. На территории предприятий имеются автомобильные и железнодорожные сети, причем большая часть пересечений выполнена в одном уровне.

Доставка сырья и отправка готовой продукции в основном выполняются железнодорожным транспортом. Операторы пунктов погрузки, относящихся к внутри-

заводскому железнодорожному предприятию (EVU), управляют накоплением, распределением и сортировкой вагонов. Поезда, прибывающие на завод, расформировываются и распределяются персоналом EVU, который также формирует и готовит к выходу на основную сеть отправляемые поезда.

Вагоны-цистерны в основном используются для перевозки определенных химических продуктов и курсируют между одними и теми же пунктами погрузки/выгрузки двух предприятий.

Исследуемый в рамках проекта химический парк имеет около 40 пунктов погрузки, обслуживаемых одной внутризаводской железной дорогой. В течение одного дня на предприятия прибывает примерно 100–150 вагонов, с которыми ежедневно выполняется около 500 маневровых передвижений при помощи трех маневровых локомотивов и одной подвижной единицы на комбинированном ходу. Эти передвижения осуществляются главным образом между стыковой передаточной станцией, с одной стороны, и пунктами погрузки или вагонными весами, с другой. Маневры со скоростью до 25 км/ч выполняет машинист, соответствующим образом аттестованный и имеющий право работать с системой FFS.

Маневровые передвижения в пункте погрузки необходимы также для обмена вагонов на установке для заполнения вагонов-цистерн. Для этого используются локомотивы EVU или машина на комбинированном ходу. Некоторые погрузочные пункты оборудованы собственными устройствами канатной тяги для продвижения вагонов, иногда применяется также вспомогательное маневровое оборудование, позволяющее персоналу погрузочного пункта перемещать вагоны в пределах закрытого маневрового участка со скоростью пешехода. Для этого работники должны пройти обучение и инструктаж по маневровой ра-

боте. Кроме того, руководитель EVU должен проинструктировать персонал относительно перемещения вагонов с помощью вспомогательного маневрового оборудования.

Были определены и исследованы два разных варианта использования системы FCR. В первом варианте можно полностью отказаться от локомотива при обслуживании погрузочных пунктов. Машинист EVU подает на пункт погрузки вагоны NLT с помощью дистанционного управления тяговым приводом, осуществляет необходимые передвижения при погрузке и готовит вагоны к отправке. Таким образом, весь участок между стыковой станцией и пунктом погрузки переводится на новую технологию.

Во втором варианте предусматривается комбинированное использование маневрового локомотива и вагонов NLT. Предприятие EVU подает эти вагоны с помощью маневрового локомотива на пункт погрузки. Все последующие маневровые перемещения на месте погрузки выполняются квалифицированным оператором погрузочного пункта с помощью тягового привода NLT. В результате этого сокращается общее время, затрачиваемое на подачу и загрузку вагонов.

В обоих вариантах оператор погрузочного пункта может гибко и в любое время перемещать вагоны с небольшой скоростью в зоне погрузочного пункта, не нуждаясь в услугах EVU. Кроме того, оператор может подготовить вагоны с помощью EVU таким образом, чтобы они были должным образом рассортированы и поданы в нужную точку. В связи с этим можно сэкономить время на процессах подачи вагонов, доставки грузов и сортировки, потому что сокращаются передвижения маневровых локомотивов. За счет сэкономленного рабочего времени можно выполнять большее количество маневровых перемещений. В случае, когда высвободившееся рабочее время локомотива невоз-

можно использовать для маневровой работы, появляется резерв времени между заданиями на маневровые передвижения, обуславливающий более высокую степень надежности в обслуживании погрузочных пунктов.

При известных обстоятельствах можно отказаться от отдельных путей для оборота и маневров локомотивов, а использовать их иначе, например, в качестве дополнительных путей отстоя.

Моделирование экономии за счет использования системы FlexCargoRail

Анализ процесса перехода от локомотивных маневров в пункте погрузки к использованию вагонов системы FCR был выполнен с помощью расчетов на модели. Основными критериями сравнения стали время, затрачиваемое персоналом и локомотивом, а также общая продолжительность определенного сценария обслуживания, например, подготовки вагона к отправке или его доставки к пункту погрузки.

Полученные результаты использования FCR в зависимости от эксплуатационной ситуации оказались очень разными, поэтому они не позволили сделать какой-либо обобщающий вывод. При выполнении расчетов исходили из того, что рассматриваемая инфраструктура (рис. 2) находится в пределах примыкания развитых подъездных путей, по которым вагоны могут передвигаться со скоростью до 25 км/ч. При этом они должны постоянно находиться в поле зрения оператора.

Начало отсчета времени подачи вагонов — это момент въезда на стрелку А, а конец — момент выезда. Подача грузовых вагонов от стыковой передаточной железнодорожной станции предприятия и к ней осуществляется в данном случае как по обычной схеме, так и с использованием вагонов NLT и маневрового локомотива. Вагоном NLT управляет один оператор, который начинает свою работу в пункте погрузки и там же ее заканчивает. Это может быть специально обученный оператор пункта погрузки или работник EVU.

В ходе исследования рассматривались варианты с подачей вагонов на пункт погрузки маневровым локомотивом в режиме подталкивания и в режиме тяги с локомотивом в голове отцепа. В последнем случае для вывода локомотива требуется маршрут обхода. При управлении на базе системы FCR оборот локомотива в обоих вариантах подачи не нужен, поэтому во втором случае имеет место относительно большая экономия рабочего времени обслуживающего персонала (рис. 3, результаты для FCR со скоростью 25 км/ч).

В обоих вариантах подачи при использовании NLT передача этих вагонов к локомотиву и обратно осуществляется в зоне стрелки А, поэтому время работы локомотива не зависит от расстояния между стрелками. В первом случае оно составляет 6,5 мин, во втором — 5,5–7,5 мин в зависимости от максимальной скорости вагона NLT. Если учесть, что время работы локомотива в нормальном режиме составляет 33–37 мин в зависимости

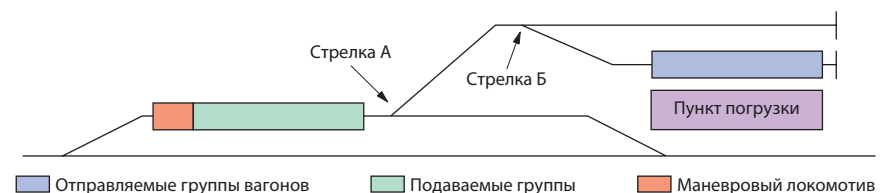


Рис. 2. Развитая инфраструктура подъездных путей, схема которой использована при моделировании

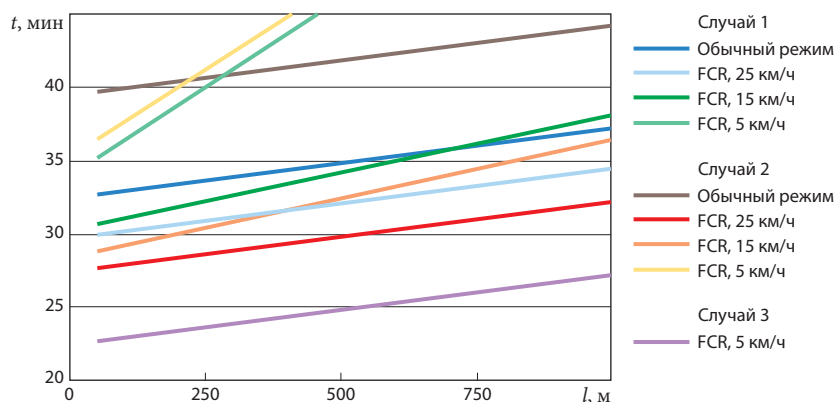


Рис. 3. Зависимость загрузки персонала от расстояния между стрелками А и Б (см. рис. 2) для разных значений максимальной скорости вагонов NLT: t — время работы персонала; l — расстояние между стрелками А и Б

от расстояния между стрелками А и Б в диапазоне 50–1000 м, то можно констатировать экономию рабочего времени как минимум в размере 80% (в нормальном режиме работы время, затрачиваемое локомотивом, соответствует времени работы персонала). Так как работа оператора системы FCR определяется временем управления перемещениями, то в его время работы включается резерв, равный 5 мин. При оптимизации процессов управления EVU этот резерв времени можно сократить.

В третьем случае также используется режим подталкивания вагонов. Локомотив подает их непосредственно в пункт погрузки, в том числе и по сценарию с FCR. При этом техника FCR используется лишь для того, чтобы переместить доставленные вагоны с погрузочного пути на расположенный рядом путь, откуда их забирает локомотив. Общее время работы машиниста локомотива и оператора пункта погрузки в данном случае минимально. Однако в зависимости от расстояния между стрелками А и Б время работы локомотива примерно на 12–17 мин больше, чем в двух названных ранее случаях.

Из кривых, приведенных на рис. 3, видно, как снижение максимальной скорости вагона NLT отражается на времени работы персонала в случаях 1 и 2. Со снижением скорости до 15 км/ч на рассматриваемых

расстояниях между стыками можно мириться прежде всего потому, что экономия времени работы локомотива очень мала или ее вообще нет. При очень значительном снижении скорости (например, до 5 км/ч) время работы персонала с увеличением преодолеваемого расстояния возрастает настолько, что довольно рано достигается тот предел, который, несмотря на экономию времени работы локомотива, не дает никаких преимуществ по сравнению с обычным режимом работы. Для 3-го случая представлен только вариант FCR с максимальной скоростью 5 км/ч, поскольку более высокая скорость для данного случая не требуется.

Большая разница в потенциалах эффективности системы FCR для случаев 1 и 2 говорит о том, что обобщающие выводы, касающиеся времени работы персонала при использовании системы FCR, сделать очень сложно. В связи с этим следует рассматривать специфические случаи по-отдельности.

В представленных и в дальнейшем не рассматривавшихся здесь сценариях моделирования экономия времени работы персонала (с учетом применения технологии FCR, полностью исчерпывающей себя при максимальной маневровой скорости 25 км/ч) варьируется в пределах от 0 до 30%. Никакого увеличения экономии времени здесь больше не отмечено.

То же самое действительно и для общей продолжительности сценария обслуживания, в котором параллельно проходящие процессы (со своим собственным персоналом) лишь просто включаются в затраты времени. Что касается большой экономии времени работы локомотивов, то результаты здесь очевидны. Тем не менее для любого спланированного случая следует проверять целесообразность использования времени, выигранного на эксплуатации локомотивов (например, в качестве резервного или для повышения гибкости), а также возможность уменьшения числа локомотивов на крупных внутризаводских железных дорогах. Это же относится и к численности персонала, обслуживающего локомотивы.

Другие потенциалы совершенствования маневровых процессов

Наряду с эксплуатационными сценариями для системы FCR были также исследованы потенциалы технических и производственных инноваций в развитии EWB в перспективе. На основе функционального анализа и моделирования маневровых процессов в пунктах пропуска поездов пакетами, а также на основе сценариев возможного развития были составлены требования, предъявляемые к перспективным концепциям поездов. Исходя из этого выявили потенциал инноваций для дальнейшего развития эксплуатационных концепций и их технической базы.

Главной составной частью исследований стало определение возможностей для установления гибкой системы обслуживания подъездных путей и согласования сортировочных процессов в качестве основы для сокращения времени перевозок и снижения потребности в ресурсах на первом и конечном этапах перевозки. Что касается распределения необходимых ма-

невровых процессов на узловых железнодорожных станциях в системе перевозок повагонных отправок, то здесь было составлено три сценария, которые можно было бы произвольно комбинировать в усовершенствованной системе перевозок.

Сценарий А — концентрация маневровых процессов в высокопроизводительных системах, включая сортировочную горку.

В соответствии с ним поезда уходят с сортировочной станции, предварительно пройдя переработку на таком уровне, что в подчиненных пунктах пропуска поездов пакетами (узловых станциях, попутных сортировочных станциях) маневровые работы по распределению вагонов становятся минимальными. Таким образом была бы достигнута экономия времени и ресурсов при маневрах на попутных сортировочных станциях или подъездных путях. Известный с 1950-х годов метод сортировки с помощью горки используется сейчас очень редко. Новые методы сортировки дают преимущества в организации так называемого обслуживания по типу «почтового ящика» (адресного обслуживания) на базе FCR, потому что в этом случае не нужно с большими затратами времени исключать из состава некоторые вагоны перед подачей на путь пункта погрузки, поскольку перемещаются только те NLT, которые будут отсюда забраны.

Сценарий В — приоритетность вагонных групп.

Выборочные вагонные группы целенаправленно получают приоритет обработки. Причем имеется в виду не переформирование на сортировочной горке, а перестановка непосредственно к отправляемому поезду. Таким образом, вагонные группы международных отправок можно доставлять быстрее.

Сценарий С — линейные поезда с промежуточной остановкой между сортировочными станциями.

Вагонные группы прицепляются на попутных сортировочных

или узловых станциях к транзитным поездам. Несколькими поездами, проходящими в течение дня две или несколько сортировочных станций, вагоны из одного региона могут быть быстрее отправлены дальше. В качестве альтернативного решения можно сэкономить время на подаче отдельных вагонов на подъездные пути, а также на их обработке за счет включения вагонных групп в маршрутные отправительские или логистические поезда.

С помощью названных сценариев можно добиться следующего:

- сократить время перецепки вагонов в пунктах пропуска поездов пакетами для критических по времени вагонных групп;
- снизить удельный расход энергии в расчете на один вагон за счет составления маршрута для обслуживания на первых и последних этапах маршрута или на выборочных отрезках пробега в перевозках дальнего сообщения;
- оптимизировать связь подъездных путей с сортировочными станциями основной сети.

Указанные мероприятия могли бы дополнить существующую систему обработки составов на узловых станциях. Но для этого нужны новые концепции освоения дополнительных задач, возникающих при формировании поездов. Еще одним условием для всех трех сценариев является составление унифицированной программной среды для системы электронной обработки данных (EDV) в целях планирования и оперативного управления потоками вагонов и оптимизации сортировочных процессов на узловых станциях. Тем самым можно обеспечить соблюдение сроков подготовки и доставки грузов заказчикам и спланировать ресурсы, необходимые для предоставления услуг на основной сети дорог.

При сохранении имеющейся инфраструктуры основными сдерживающими факторами могут стать, например, ограниченная длина сор-

тировочного пути, не позволяющая разместить на промежуточных станциях поезд во всю длину, а также недостаточная длина сортировочных путей на узловых станциях. Необходимый резерв времени для выполнения дополнительных операций по формированию поездов можно было бы создать за счет сокращения времени маневровых процессов. Для этого были мобилизованы все возможные технические и технологические новшества, связанные с производственными процессами. Так, для сценариев В и С предлагается использовать неизменяемые группы вагонов NLT с целью быстрого обмена групп в хвосте поезда.

В таблице приведены основные технические новшества, служащие для повышения эксплуатационного потенциала. Из нее видно, что основная часть выявленного инновационного потенциала может опираться на компоненты, являющиеся составной частью концепции системы FCR (в таблице выделены полужирным).

В то же время исследования, касающиеся ускорения процессов при сортировке, показывают следующее:

- повышения эффективности процессов сортировки при перевозке повагонных отправок за счет внедрения новых технических решений в конструкции вагонов можно достичь только при очень высокой степени оснащенности этого подвижного состава;
- ускорение процессов за счет использования новейших устройств на подвижном составе не приводит автоматически к сокращению времени оборота вагонов.

Для тех случаев, когда применение вагона NLT не представляется эффективным, рассматривается лишь использование новейших технических решений на маневровом локомотиве. Отсюда вытекают два возможных сценария использования технических инноваций с целью выполнения задач по формированию поездов на узловых станциях

Эксплуатационные потенциалы инновации и техническая поддержка процессов сортировки

Условия, технические мероприятия	Повышение гибкости обслуживания в пункте погрузки	Ускорение сортировки вагонов без использования горки	Многokrатная сортировка с помощью горки	Поддержка концепций прямых и разъединяемых на ответвлениях поездов
<i>Эксплуатационные потенциалы инновации</i>				
Эксплуатационные требования	Обслуживание пунктов погрузки в режиме «с колес». Реализация местного процесса сортировки	Использование имеющейся инфраструктуры. Сокращение длительности промежуточных остановок	Дополнительные этапы сортировки по возможности с использованием имеющейся инфраструктуры	Гибкая реализация связи со станциями сбора (спутниками). Сокращение времени нахождения в пути. Увеличение длины и массы поезда
Достигаемый эффект	Отказ от местных сортировочных устройств. Ускорение процесса. Развязка между техническими и маневровыми передвижениями	Ускорение процесса		Снижение энергопотребления. Экономически эффективное использование подвижного состава и персонала
<i>Технические мероприятия</i>				
Применение вагона NLT с автономным тяговым приводом	×	×	–	×
Гибридный привод и аккумулятор энергии (также и на локомотивах)	×	×	–	×
Дистанционное управление по радио группами вагонов в режиме кратной тяги	×	×	–	×
Применение поездной информационной шины	–	×	×	×
Автоматическая сцепка	×	×	×	×
Автоматизированная проба тормозов	–	×	×	×
Система планирования, распределения пробега и сортировки вагонов	×	×	×	×

сети, предназначенной для перевозок повагонных отправок, и обслуживания погрузочных пунктов на подъездном пути:

- применение магистральных и маневровых локомотивов с новой концепцией гибридного привода, при необходимости с дистанционным радиоуправлением составом, работающим по системе многих единиц;
- обеспечение маневровых процессов в закрытых зонах без сортировочной горки с помощью автоматического маневрового локомотива с автосцепкой. На подъездном пути можно дополнительно использовать подвижной состав на комбинированном ходу.

Итоги и перспективы

Эксплуатационные исследования маневровых процессов на подъездных путях показывают, что с помощью технологии FlexCargoRail можно достичь значительного сокращения времени работы локомотива. Для освоения новых сегментов рынка необходимо учитывать растущие требования заказчиков, предъявляемые к надежности и срокам перевозки повагонных отправок. Для этой цели существующую систему узловых станций можно сделать более гибкой и энергетически более эффективной за счет применения но-

вых концепций поездов и связанного с этим внесения изменений в маневровые процессы. Но из этого вытекают более высокие требования, предъявляемые к процессам на сортировочных станциях. В связи с этим в качестве параллельных исследований были разработаны новые сценарии для маневровых и сортировочных процессов. В концепцию системы FlexCargoRail включена маневровая работа самоходного грузового вагона с инновационными компонентами.

B. Dickenbrok et al. ZEVrail, 2009, № 1/2, S. 42–50; www.irt.rwth-aachen.de; www.tu-dresden.de.