

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Зубков, В. В. Методы определения критериев эффективности транспортно-производственного процесса / В. В. Зубков, Н. Ф. Сирина // Вестник РГУПС – № 3. – 2019.

N. A. REPESHKO, I. A. KOLOBOV

PRINCIPLES OF LEAN PRODUCTION ON RAILWAY TRANSPORT

The basis of «lean production» is the process of eliminating all types of losses, namely any activity that needs resources but does not form value. Reducing losses has a direct impact on reducing costs in all major production processes.

A business strategy aimed at eliminating losses, reducing the time between the customer's order and the provision of services, using the principles of respect for the person is lean production in railway transport.

It is based on the involvement of all employees in the process of optimizing production, labor resources and material costs, and is also aimed at the consumer of railway transport services.

Получено 20.10.2020

**ISSN 2664-5025. Проблемы перспективного развития
железнодорожных станций и узлов. Гомель, 2020**

УДК 656.021.8, 656.222.4

Д. Ю. РОМЕНСКИЙ, А. В. КОЛИН, А. М. НАСЫБУЛЛИН
Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва
romensky@miit.ru, alex5959@yandex.ru, nasybullin.airat@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ И ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЗОННЫХ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЧАСТКАХ С ИНТЕНСИВНЫМ ПАССАЖИРСКИМ ДВИЖЕНИЕМ

Рассмотрены предпосылки дальнейшего развития технологии работы пригородных железнодорожных участков с интенсивным движением поездов при развитии пригородно-городских перевозок в режиме работы метрополитена. Проанализированы проблемы, возникающие при интенсификации оборота поездов на зонных пассажирских станциях и предложены новые компоновочные схемы расположения зонных путей для обеспечения более интенсивного оборота электропоездов.

В настоящее время в отечественной науке и практике активно прорабатываются вопросы реализации проектов интенсивных пригородно-городских железнодорожных пассажирских перевозок. Накопленный опыт рабо-

ты железных дорог СССР и России [1, 2] указывает на активное применение технологии обращения поездов в смешанном режиме, то есть следование грузовых, дальних пассажирских и пригородных поездов в общем потоке. Инфраструктура и организация движения поездов были, главным образом, направлены на реализацию 4–8-минутных интервалов между поездами. Причём неравномерность пассажиропотоков по участкам диктовала необходимость обустройства зонных пассажирских станций, пропорционально падению густот пассажиропотоков при следовании от крупных городов. Отечественными учёными предлагались различные рекомендации по определению числа и ёмкости зонных станций [3–6], однако практика реализации проектов организации пригородно-городских перевозок в Москве и Санкт-Петербурге показывает, что на первый план выходит обеспечение комфортных для пассажиров интервалов между поездами по всей пригородной зоне агломераций. Это создаёт потребность в обустройстве высокопроизводительных зонных пассажирских станций на границе обращения пригородно-городских электропоездов. Всё это диктует необходимость проработки вопросов достаточности путевого развития и технологии обработки поездов на станциях оборота.

Существующие зонные станции, рассчитанные на относительно малые объёмы оборота поездов, могут обработать от 2 до 5 поездов в час, что является недостаточным для участков, на которых планируется организация интенсивного (до 12 пар в час) движения поездов. В связи с этим, существует потребность в совершенствовании и оптимизации схем путевого развития рассматриваемых зонных станций [7].

При этом оптимизация путевого схемы и технологии работы пунктов оборота пригородно-городских электропоездов должны основываться на перспективных объёмах работы зонных станций. С целью выявления технико-технологических ограничений пунктов оборота проведен анализ основных типовых схемных решений зонных станций крупных агломераций с интенсивными размерами движения. Основные системные недостатки существующих компоновочных схем пунктов оборота показаны на рисунке 1.

Эти схемы имеют следующие особенности:

- долгое занятие главных путей станций из-за увеличенной продолжительности приёма конечного пригородного поезда на станцию под запрещающий сигнал светофора из-за ограничения скорости при движении по прямо-отправочному пути на запрещающий сигнал светофора;
- увеличенную продолжительность операций по перестановке состава поезда с прямо-отправочного пути на пути оборота маневровым порядком;
- необходимость дополнительного опробования тормозов при переходе с поездного на маневровый режим, ограниченная скорость движения;
- враждебность маршрутов по заезду-выезду поездов на пути оборота составов по причине дополнительного времени занятия стрелочных горловин и главных путей хвостовой частью поезда, невозможность движения других поездов по враждебным маршрутам.

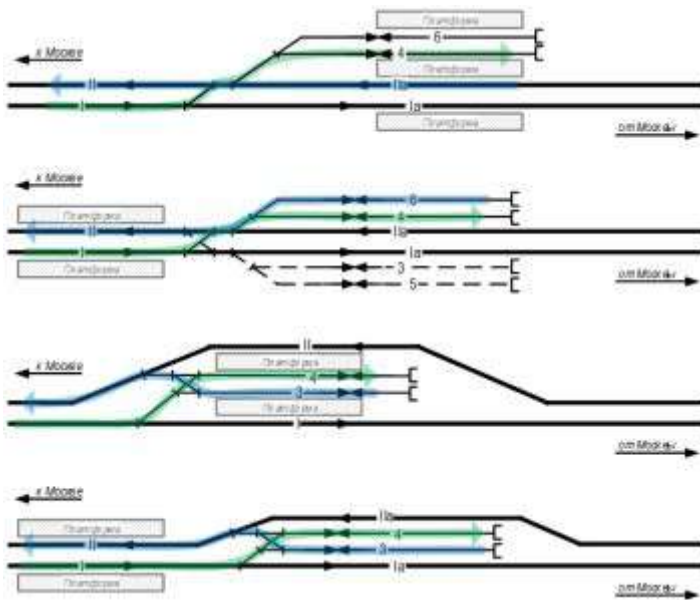


Рисунок 1 – Основные схемы пунктов оборота пригородно-городских электропоездов

Технология работы пунктов оборота составов пригородных поездов зависит от схемы расположения и соединения основных элементов технического оснащения, формирующих последовательность и продолжительность выполняемых операций (от момента прибытия до момента отправления). Пункты оборота можно разделить на три основных типа.

К первому типу (с последовательным расположением устройств) относятся пункты, на которых производится оборот моторвагонного подвижного состава (далее – МВПС) на зонных тупиках станции.

На рисунке 2 представлены примеры простых схем пунктов оборота составов пригородных поездов первого типа.

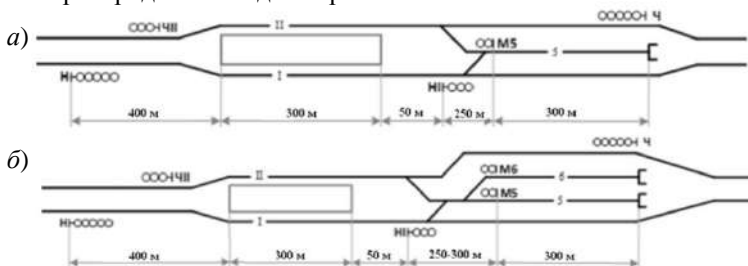


Рисунок 2 – Схемы пунктов с различным числом путей для оборота составов:
а – одним; б - двумя

Особенностями работы данных схем зонных станций является ограничение скорости следования электропоезда к платформе, переход на маневровый режим и ограничение скорости при перестановке состава на зонный тупик.

Ко второму типу (с параллельным расположением устройств) относятся пункты оборота, имеющие специализированные зонные пути, оборудованные пассажирскими платформами для посадки-высадки пассажиров.

На рисунке 3 представлены примеры схем пунктов оборота параллельного типа, используемых для оборота пригородно-городских электропоездов. Особенностью схемы является выполнение всех операций не на главных путях, но перерабатывающая способность пункта оборота ограничивается перерабатывающей способностью путей.

К **третьему** типу (с последовательно-параллельным расположением устройств) относятся пункты оборота, имеющие специализированные зонные пути и пути, оборудованные пассажирскими платформами для посадки-высадки пассажиров. Возможны различные варианты комбинации количества и расположения зонных путей и оборотных тупиков (рисунок 4).

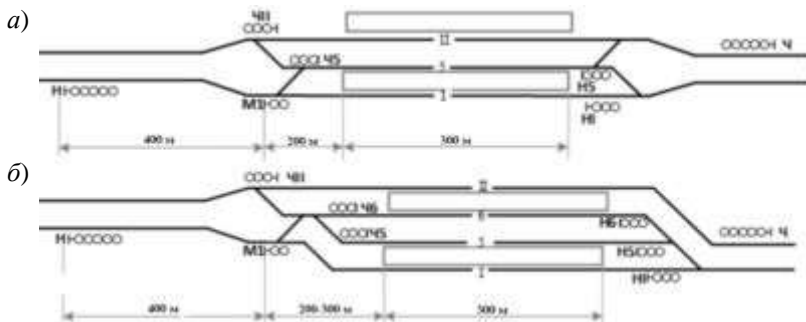


Рисунок 3 – Варианты расположения зонных путей: а – одного; б – двух

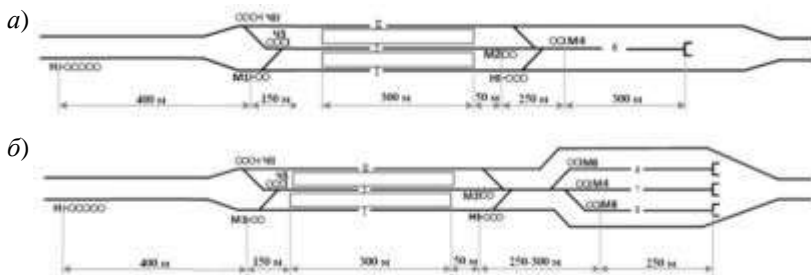


Рисунок 4 – Варианты расположения оборотных тупиков: а – одного; б - трех

В данных схемах может применяться параллельность операций в зависимости от местных условий.

Технологическая схема рассмотренных пунктов оборота обеспечивает следующие межпоездные интервалы:

– между двумя транзитными поездами – 5 мин в соответствии с пропускной способностью, обеспечиваемой средствами интервального регулирования (4-значной автоматической блокировкой);

– между оборачиваемым (конечным), принимаемым на 5-й зонный путь и транзитным поездом, пропускаемым по I главному пути – 5 мин;

– между оборачиваемым (конечным), принимаемым на I главный путь и транзитным поездом, пропускаемым по I главному пути – не менее 6 мин. Данное ограничение связано с продолжительной перестановкой конечного состава (3 мин) с I главного пути на оборотный тупик маневровым порядком, сопровождаемое опробованием автотормозов, низкой скоростью движения по съездам, а также пониженной скоростью подъезда к упору в конце тупикового пути.

Из полученных результатов расчетов можно сделать вывод о необходимости интенсификации процесса оборота электропоездов на зонных станциях, так как не могут быть выдержаны целевые параметры системы пригородно-городских перевозок, предусматривающие перспективное снижение межпоездных интервалов до 2–3 минут при соответствующей модернизации систем интервального регулирования и управления движением поездов. Одним из способов решения данной проблемы может быть внедрение новых технологических и схемных решений по смене направления движения электропоездов на зонных пассажирских станциях.

Ликвидация технологических ограничений межпоездного интервала в пунктах оборота возможна двумя способами: путем повышения скорости приёма поездов, скорости уборки их с главных и приемоотправочных путей и скорости выдачи их на главные и приемоотправочные пути, а также путём применения новых схемно-компоновочных решений зонных станций.

Высокую скорость освобождения главных путей обеспечивает удлинение и секционирование оборотного тупика, при его разделении на 2–3 последовательных пути с дополнительными выходами на главные пути с установкой маршрутных светофоров, укладка стрелочных переводов с пологими марками крестовины (не менее 1/11), а также проследование в тупик поездным порядком без применения опробования тормозов.

На рисунке 5 представлены два вида типовых перспективных схем пунктов оборота.

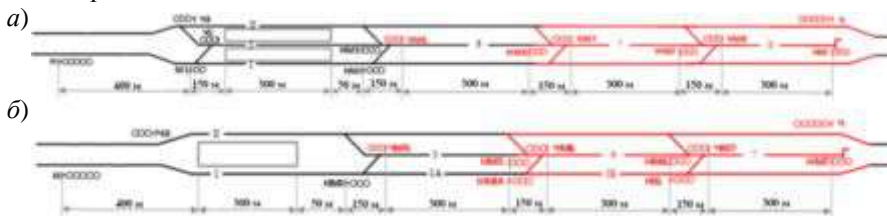


Рисунок 5 – Развитие схем пунктов оборота:
а – с одним зонным путем; б – без зонного пути

Предлагаемые схемы станций и технология их работы предусматривают решение проблем существующих зонных станций, перечисленных выше. Для реализации целевых параметров, поезда на эти станции должны приниматься и отправляться в строго определённом порядке. На примере схемы с зонным перронным путём (см. рисунок 5, а) рассмотрим технологию обработки поездов:

Первый маршрутный вариант:

– прибывающие нечётные конечные пригородно-городские электропоезда, при свободности пути № 5, будут приниматься на него с построением маршрута приема как сквозного с открытым сигналом по пути № 5 в сторону пути № 6. Сквозной маршрут «приема» поезда на путь № 5 не будет ограничиваться запрещающими сигналами. Движение поезда по нему будет осуществляться как и на промежуточных остановках в пути следования с ограничением скорости при следовании по стрелочным переводам на боковой путь. Поэтому стрелочные переводы на маршрутах приёма по возможности должны быть оборудованы крестовинами пологих марок;

– после приема поезда производится искусственная разделка маршрута с пути № 5 на путь № 6. Продолжительность искусственной разделки на аппаратном уровне должна быть уменьшена до 1 минуты (вместо 3–5 минут в настоящее время);

– посадка-высадка пассажиров и операции по обороту состава производятся на пути № 5;

– отправление поезда в чётном направлении осуществляется с пути № 5.

Второй маршрутный вариант:

– при занятости путей № 5 и 8. Прием нечётного пригородного поезда осуществляется на главный путь № 1 с готовностью сквозного маршрута на линию путей № 6 и 7;

– после операций по высадке пассажиров на пути № 1 состав пригородного поезда отправляется поездным порядком (без операций по опробованию тормозов и ограничений по скорости движения) на путь № 7 через путь № 6. Снижение скорости движения будет происходить уже в процессе движения по 6-му пути;

– операции по обороту выполняются на пути № 6;

– отправление поезда с пути № 6 в чётном направлении производится по поездному маршруту отправления. Посадка пассажиров осуществляется на главном пути № 2. Его занятие составом поезда допустимо только в периоды разреженного движения поездов, когда производительность станционных устройств не требует обеспечения высокой интенсивности движения.

Третий маршрутный вариант:

– при занятости пути № 5 и пути № 6. Прибытие нечётного пригородного поезда осуществляется через главный путь № 1 с высадкой пассажиров по сквозному маршруту на линию путей № 7 и 8;

– после операций по высадке пассажиров на пути № 1 состав пригородного поезда отправляется поездным маршрутом (без операций по опробова-

нию тормозов и ограничений по скорости движения) на путь № 8 через путь № 7. Снижение скорости движения будет происходить уже в процессе движения по путям 7 и 8;

- операции по обороту выполняются на пути № 7;

- отправление поезда с пути № 7 в чётном направлении производится по поезвному маршруту отправления. Посадка пассажиров в сторону Москвы осуществляется на главном пути № 2.

Пропускная способность по обороту электропоездов предлагаемых пунктов оборота составила:

- для станции с одним оборотным путём и одним тупиковым – 6 поездов в час;

- для станции с одним оборотным путём и тремя тупиковыми – 4 поезда в час.

Сравнение технологических параметров рассмотренных компоновочных схем зонных станций представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение типовых компоновочных схем зонных станций

Выполняемые операции	1-й тип Последовательное расположение устройств	2-й тип Параллельное расположение устройств	3-й тип Последовательно-параллельное расположение устройств	Секционированный зонный тупик
Пропуск с остановкой, мин	5	5	5	5
Приём конечного и перестановка с главного пути, мин	7	3	3–7	3 (занятие) + 6 маневровые передвижения
Подача под посадку, мин	5	3	3–6	4
Мощность станции с 1 путём (поездов/час)	3	3	6	6
Мощность станции с 2 путями (поездов/час)	6	6	9	6
Интервал между транзитными поездами, мин	5	5	5	5
Интервал между конечным (прибытие) и транзитным поездами, мин	6	5	5–6	5
Интервал между транзитным и конечным (отправление) поездами, мин	6	5	5	5

В результате предлагаемых мероприятий, даже при излишне строгих действующих инструкциях по безопасности движения, время прибытия приема конечного (оборачиваемого) пригородного поезда на зонную станцию сокращается на 33 % и составляет 2 минуты. Кроме того, за счет удлинения и секционирования зонного тупика появляется возможность в непи-

ковые периоды суток производить отстой резервных составов пригородно-городских электропоездов на пути № 8, который в пиковые периоды для оборота конечных поездов использоваться не будет.

Предлагаемое секционирование зонной станции имеет преимущество по отводимой территории, при наличии ограниченной ширины площадки (полосы отвода), в случаях сооружения и реконструкции зонных станций. Однако стоит заметить, в случаях принятия решений по сооружению предлагаемых станций необходимо принять во внимание: последовательное расположение зонных путей и/или зонных тупиков существенно увеличивают длину рассматриваемой станции (до 3–4 км), что может быть эквивалентно или превышать расстояние между остановочными пунктами. В данном случае может быть принято решение по размещению двух остановочных пунктов в разных частях одной станции. Поэтому выбор компоновочных решений станций должен быть взвешен и технико-экономически обоснован.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 *Бещева, Н. И.* Железнодорожные диаметры в больших городах / Н. И. Бещева. – М. : Трансжелдориздат, 1953 (тр. ВНИИЖТ, вып. 75).

2 *Веретенкова, Т. А.* Обоснование и выбор рациональных решений по числу и размещению зонных пунктов оборота составов : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.08 / Т. А. Веретенникова; Самарский институт инженеров транспорта. – М., 2000. – 164 с.

3 Организация пригородных железнодорожных перевозок / С. П. Вакуленко [и др.]. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2015. – 272 с.

4 *Пазойский, Ю. О.* Организация пригородных перевозок на железнодорожном транспорте / Ю. О. Пазойский. – М. : МИИТ, 1999. – 193 с.

5 Железнодорожные станции и узлы : учеб. / В. И. Апатцев [и др.]; под ред. В. И. Апатцева и Ю. И. Ефименко. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014. – 855 с.

6 Железнодорожные станции и узлы : учеб. для вузов ж.-д. транспорта / под ред. В. Г. Шубко и Н. В. Правдина. – М.: УМК МПС России, 2002. – 368 с.

7 Классификация железнодорожных раздельных пунктов : справочное пособие. – М.: МИИТ, 2000 – 14 с.

D. YU. ROMENSKIY, A. V. KOLIN, A. M. NASYBULLIN

TECHNOLOGY OF OPERATION AND TECHNICAL-TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR ZONE PASSENGER STATIONS IN RAILWAY SECTIONS WITH A HEAVY PASSENGER TRAFFIC

The article discusses the prerequisites for the further development of the technology of operation of suburban railway sections with heavy train traffic during the development of suburban-urban traffic in the subway mode. The problems arising from the intensification of train traffic at passenger zone stations are analyzed and new layout schemes for the arrangement of zone tracks to provide more intensive train traffic are proposed.

Получено 19.06.2020