

В. В. МЯМЛИН (ДИИТ)

КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВАГОНОРЕМОНТНЫХ ДЕПО С АСИНХРОННЫМИ ГИБКИМИ ПОТОКАМИ РЕМОНТА ВАГОНОВ

Відмічено недоліки традиційних жорстких поточкових ліній для ремонту вагонів. Показано переваги гнучкого асинхронного вагоноремонтного потоку. Представлено різні компоновочні рішення організаційно-технологічних структур, які дозволяють здійснювати реалізацію таких потоків. Уточнено деякі фахові терміни вагоноремонтного виробництва.

Отмечены недостатки традиционных жёстких поточных линий для ремонта вагонов. Показаны преимущества гибкого асинхронного вагоноремонтного потока. Представлены различные компоновочные решения организационно-технологических структур, позволяющих осуществлять реализацию таких потоков. Уточнены некоторые специальные термины вагоноремонтного производства.

The disadvantages of traditional fixed production lines for repair of wagons are pointed out. The advantages of flexible asynchronous wagon-repair stream are shown. Various configuration decisions of the organization-and-technological structures allowing the realization of these streams are presented. Some special terms of wagon-repair production are refined.

В настоящее время существуют две принципиально различные формы организации вагоноремонтного производства. Это стационарный метод ремонта и поточный метод ремонта. При стационарном методе ремонта весь технологический процесс осуществляется на одном рабочем месте. При поточном методе ремонта общий технологический процесс разбивается на отдельные группы операций, каждая из которых выполняется на специализированной позиции, расположенной по ходу технологического процесса. При этом вагоны постоянно перемещаются между позициями.

При стационарном методе ремонта нельзя достичь высокой производительности труда, т.к. нет возможности оснастить каждую позицию всем необходимым технологическим оборудованием. Поэтому уровень механизации производственных процессов при этом методе ремонта вагонов невысокий. Отсюда и низкая производительность труда при этом методе.

При поточном же методе ремонта производительность труда значительно выше, а также существенно лучше качество ремонта.

В 40–60-х годах прошлого века работами целого ряда учёных были заложены теоретические основы поточного вагоноремонтного производства [1 – 6]. Основной акцент был сделан на «жёстких» поточных линиях, которые предусматривают одновременное перемещение всех вагонов между позициями. Для ритмичной

работы таких поточных линий необходимо было постоянно добиваться того, чтобы окончание ремонтных операций на всех позициях осуществлялось бы одновременно. И поэтому все дальнейшие усилия были в основном направлены на обеспечение синхронизации времени выполнения ремонтных операций на позициях.

В 70–80-х годах эта традиция была продолжена [7 – 11].

Таким образом, все вагонные депо в Советском Союзе строились исходя из соображений использования «жёсткого» потока.

Несмотря на то, что принятые в своё время поточные линии для ремонта вагонов с жёсткой структурой явились, несомненно, более прогрессивным шагом по сравнению со стационарными методами, их возможности весьма ограничены – вероятностная природа ремонтного производства сдерживает дальнейший рост производительности труда при использовании этих линий. Большое количество случайных факторов, влияющих на ритмичную работу поточных линий, сводит на нет все преимущества этого метода организации производственного процесса, принятого в жёстком исполнении.

Ещё раз отметим, что специфика ремонтного производства связана в первую очередь с большой неопределённостью технологического процесса. Как показали исследования, трудоём-

кости деповского ремонта грузовых вагонов даже одного типа (однопредметный поток) сильно отличаются друг от друга. Одно дело, когда вагон поступает в ремонт первый раз после постройки, и совсем другое дело, когда вагон поступает в ремонт последний раз перед списанием. Так, например, для полувагонов наибольшего диапазона достигают трудоёмкости сварочных и кузовных работ, а также работы, связанные с правкой крышек люков. При многопредметном потоке трудоёмкости ремонта вагонов ещё больше отличаются друг от друга.

В настоящее же время, в силу уже отмеченных причин, ни одно депо строго по потоку не работает. В основном используется стационарный метод ремонта и только кое-где ещё сохранились отдельные элементы поточного метода ремонта вагонов. Для дальнейшего совершенствования ремонтного производства эти линии являются бесперспективными.

Если для вагоноремонтных заводов и предлагались разные компоновочные решения организации поточного производства, то для вагонных депо был предусмотрен один вариант – жёсткий. С ориентацией на этот вид поточных линий и строились корпуса всех вагонсборочных участков. Практика показала ошибочность этого решения.

Применение традиционных поточных линий хотя и даёт возможность специализировать ремонтные позиции на выполнении определённых видов операций, но, из-за широкого разброса трудоёмкостей ремонтных работ, не позволяет полностью использовать все преимущества поточного метода ремонта вагонов. Постоянно происходят нарушения регламентированного такта поточной линии. Эти особенности, присущие ремонтному производству, должны быть учтены при разработке новых вагоноремонтных предприятий.

Принятая в своё время ориентация на «жёсткий» поток, связанный с обязательной синхронизацией времени выполнения ремонтных работ на позициях, не оправдала надежды. «Жёсткий» поток для ремонтного производства – это тактическая ошибка. Хотя в стратегическом плане ориентация на поточные формы производства это, безусловно, правильное решение – альтернативы поточному методу производства на сегодняшний день нет. Для успешной же реализации вагоноремонтного поточного производства необходимы несколько иные организационно-технологические компоновочные решения.

Нормы технологического проектирования депо [12] и типовые проектные решения вагонсборочных участков в депо [13] также повторяют день вчерашний и не вносят ничего нового в совершенствование организации ремонта вагонов на потоке.

Должна быть принята такая система поточной организации производства, при которой технологический процесс ремонта каждого отдельного вагона мог бы легко встраиваться в общий технологический процесс ремонтного потока. На сегодняшний день такая организация производства возможна только за счёт использования ремонтных потоков с гибкой системой транспортировки вагонов между позициями.

С конца 90-х годов и до настоящего времени появилось большое количество теоретических работ, в которых уже делается акцент на использовании в вагоноремонтном производстве гибких поточных линий [14 – 20]. В этом списке особо следует выделить фундаментальную работу [20], в которой неоднократно подчёркивается идея о необходимости создания гибких поточных линий при новом строительстве вагонных депо. Указанные работы представляют российское направление в подходе к использованию гибкого ремонта вагонов на потоке.

Среди теоретических работ автора, касающихся гибкого вагоноремонтного производства, можно выделить следующие работы [21 – 28].

Кроме того, гибкие поточные линии уже нашли своё практическое применение и при проектировании новых вагоноремонтных предприятий. Так, например, проектно-изыскательским институтом «Днепрожелдорпроект» (г. Днепропетровск) при непосредственном участии автора гибкие поточные линии для ремонта вагонов впервые были использованы при разработке ТЭО строительства завода по ремонту рефрижераторного подвижного состава на ст. Комрат Молдавской ж.д., а также в основных технологических решениях строительства вагонного депо по ремонту апатитовозов и вагонов для перевозки минеральных удобрений на ст. Апатиты-1 Октябрьской ж.д.

Применение гибких поточных линий ремонта вагонов является одним из наиболее важных путей повышения эффективности вагоноремонтного производства

Таким образом, следующим этапом на пути эволюции ремонтных систем могут выступить асинхронные гибкие потоки ремонта вагонов (АГПРВ), позволяющие осуществить дальней-

ший качественный скачок в области поточного вагоноремонтного производства. Эти потоки лишены недостатков, присущих жёстким и полужёстким поточным линиям. Они обладают хорошей манёвренностью, легко адаптируются к ремонту разных типов вагонов и к разным трудоёмкостям ремонта, имеют высокие технико-экономические показатели. Но такие линии требуют оригинальных организационно-технологических решений и соответствующих архитектурно-строительных планировок производственных зданий.

Рассмотрим ряд вариантов организации перспективных вагоноремонтных предприятий, использующих гибкие поточные методы ремонта.

Вначале обратим внимание на то, что для правильного отражения сути технологических процессов, осуществляемых на поточных линиях, необходима более чёткая терминология для обозначения наименований участков, в которых функционируют поточные линии. В существующей литературе для обозначения производственного участка вагонного депо, в котором осуществляется одновременно разборка, ремонт и сборка вагонов, почему-то принято использовать термин «вагоносборочный» (ВСУ). Следует отметить, что данный термин однобоко отражает суть технологических процессов, осуществляемых на этом участке. Он акцентирует внимание только на одном из видов работ, а именно – сборке. Этот термин заимствован из машиностроения (вагоностроения), где производится изготовление новых изделий путём сборки основного изделия в единое целое из отдельных узлов и деталей. На самом же деле этот участок состоит из целого ряда специализированных позиций, на которых выполняются различные технологические операции, в том числе: диагностические, разборочные, правильные, сварочные, сборочные, испытательные, контрольные. Поэтому, по нашему мнению, к названию данного участка больше подходит термин «ремонтный». Учитывая также и то, что на долю этого участка приходится вся основная нагрузка, он может быть наименован «главным ремонтным участком». Кроме того, вместо термина «поточная линия» будем пользоваться термином «поток». Первый термин относится к жёстким и полужёстким линиям, действительно имеющим «линейную» конфигурацию, а для гибких вагоноремонтных структур, имеющих сложную конфигурацию, он совсем не подходит. Этими терминами мы и бу-

дем в дальнейшем пользоваться в данной работе.

Основной акцент должен быть сделан на создании крупных вагоноремонтных предприятий, которые смогли бы ремонтировать несколько типов вагонов и выполнять разные виды ремонтов и обслуживания. Это будет способствовать и стабильной работе предприятия, т.к. несколько типов ремонтируемых вагонов и несколько видов ремонтов позволят всегда осуществлять необходимый отбор из числа возможных объектов ремонта для более полной загрузки производственных мощностей.

Имеющиеся на сегодняшний день здания вагонных депо, в которых размещены вагоносборочные участки, не отвечают требованиям НТП ни по конфигурации, ни по применяемому транспортному оборудованию, т.е. не позволяют использовать гибкие технологии ремонта в полном объёме.

Поэтому при проектировании и строительстве вагоноремонтных предприятий нового поколения должны быть извлечены уроки прошлого и сделаны соответствующие выводы. Сейчас мы выходим на новую фазу в совершенствовании организации вагоноремонтного производства – создание гибких поточных систем. Современный уровень развития техники позволяет их успешно реализовать.

Кроме того, строительство новых вагоноремонтных предприятий является одним из главных путей обновления основных фондов вагонного хозяйства.

Асинхронный гибкий поток является наиболее эффективной формой организации вагоноремонтного производства и поэтому было бы целесообразно, чтобы он охватывал все стадии производственного процесса от начала и до конца. Однако комплексная его реализация является делом непростым и предполагает длительную предварительную подготовку, как в организационном, так и в техническом и технологическом планах. Поэтому на первых этапах перехода к гибкому производству могут быть успешно реализованы комбинированные варианты организации производства, сочетающие в себе одновременно как гибкие, так и полужёсткие поточные системы.

Исходя из количества объектов, закреплённых за потоком, можно выделить однопредметные и многопредметные потоки. Если на потоке ремонтируется только один тип вагонов, то такой поток будет являться однопредметным. Как правило, «жёсткие» и «полужёсткие» потоки являются однопредметными. Если на потоке

ремонтируются вагоны двух и более типов, то такой поток будет являться многопредметным. К такому потоку относится и гибкий асинхронный поток.

При анализе общего вагоноремонтного производства можно выделить следующие функциональные участки (подразделения): участок подготовки вагонов к ремонту, главный ремонтный участок, участок окраски вагонов. Исходя из того, что наибольший разброс трудоёмкостей выполняемых работ приходится на участок ремонта, он в первую очередь должен быть переведён на гибкий поток.

Вместе с тем, на других участках могут быть вполне использованы «полужёсткие» поточные линии. Это касается участка подготовки вагонов к ремонту и участка окраски. Во-первых, значения трудоёмкостей работ, выполняемых на этих участках, находятся в более узком диапазоне и, во-вторых, эти участки имеют непосредственную связь с внешней средой: первый – на входе, а второй – на выходе. Последнее обстоятельство предоставляет им возможность обладать некоторой относительной маневренностью.

Таким образом, генеральный вагоноремонтный поток (ГВРП) включает в себя следующие участки:

- участок подготовки вагонов к ремонту;
- главный участок ремонта вагонов (главный ремонтный участок);
- участок окраски вагонов.

Введём некоторые условные обозначения. Участки будем обозначать буквами латинского алфавита: *A*, *B*, *C*. Каждый участок включает в себя несколько позиций, на которых выполняются конкретные виды работ. Позиции будем нумеровать римскими цифрами: I, II, III и т.д. Каждая позиция состоит из нескольких ремонтных модулей. Под модулем понимается ремонтное место, предназначенное для размещения одного вагона, которое оснащено необходимым технологическим оборудованием. Все модули одной позиции идентичны между собой. Ремонтные модули на позициях будем обозначать арабскими цифрами 1, 2, 3, ..., *n*. Таким образом, например, обозначение I(II)*B* будет соответствовать первому модулю второй позиции участка *B*.

На участках *A* и *C* целесообразно использовать полужёсткий асинхронный поток, а на участке *B* – гибкий асинхронный поток.

На рис. 1 представлена общая структурная схема генерального вагоноремонтного потока.

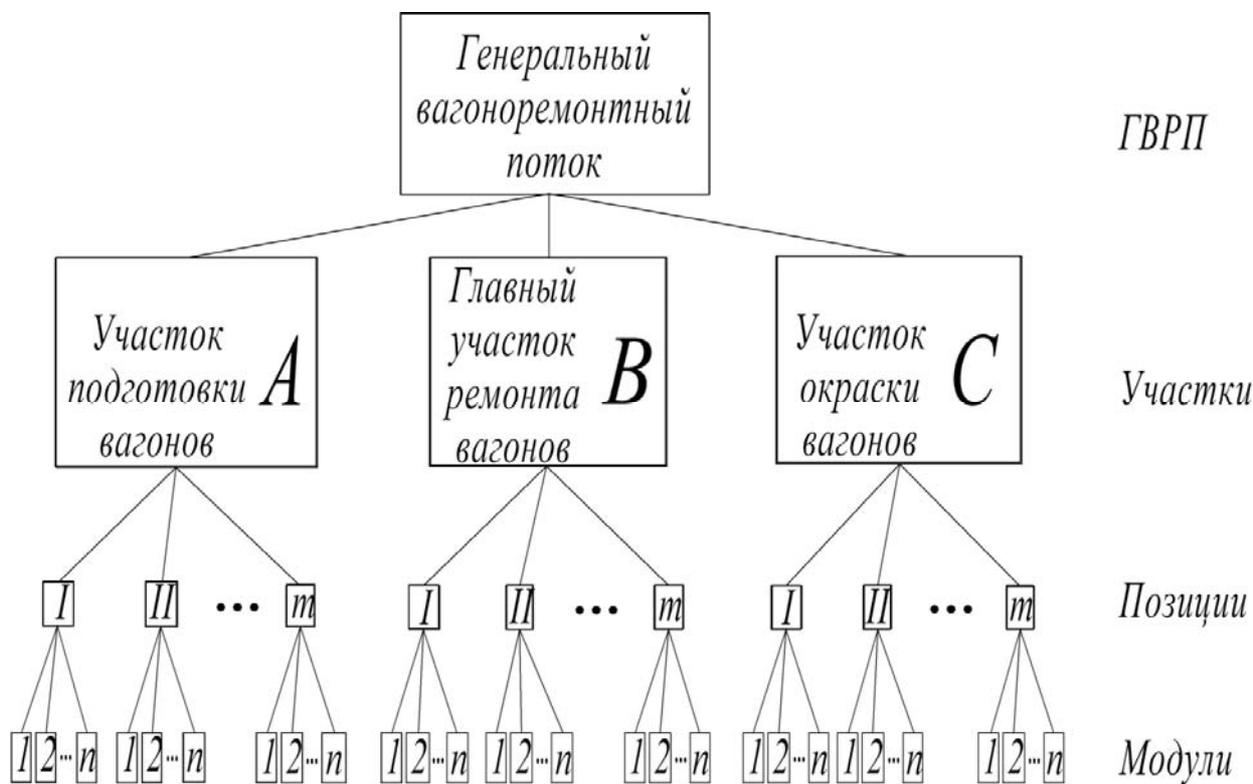


Рис. 1. Структурная схема генерального вагоноремонтного потока

Возможны различные варианты организации генерального вагоноремонтного потока. На

рис. 2 – 4 схематично показаны основные компоновочные решения.

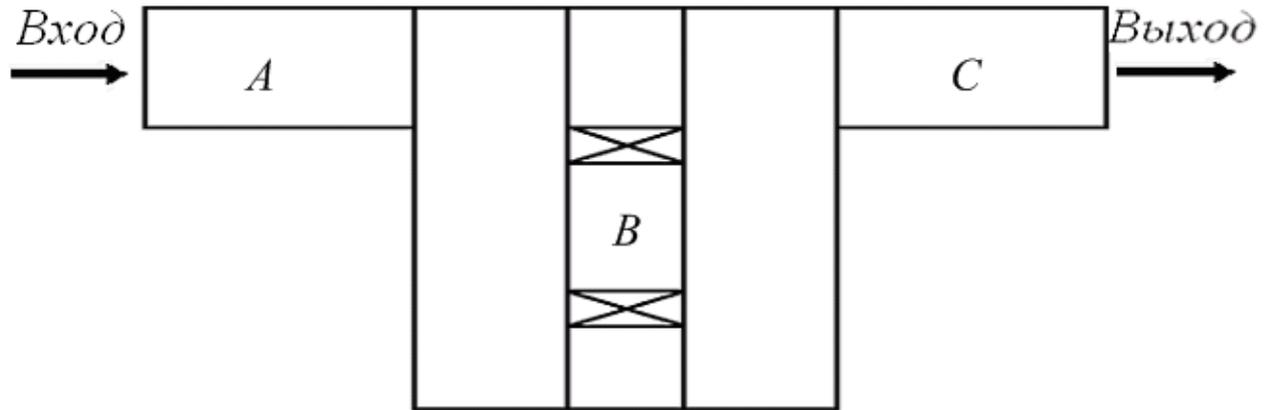


Рис. 2. Прямочный поток

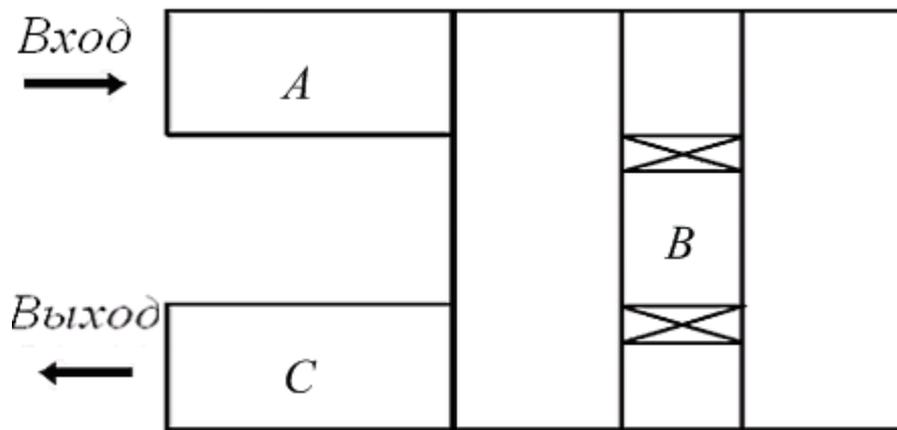


Рис. 3. П-образный поток

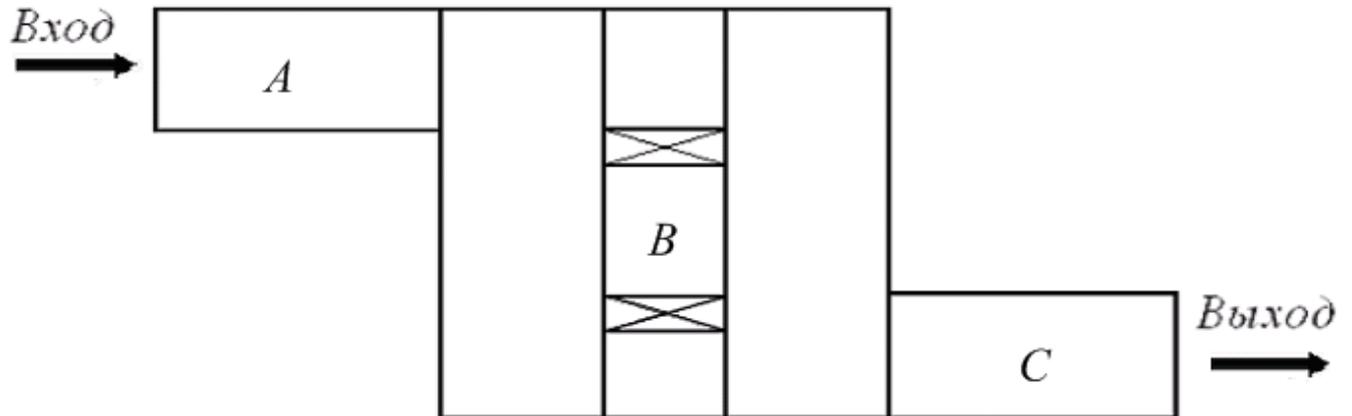


Рис. 4. Z-образный поток

В основу организации ремонтных работ на участке *B* положен асинхронный гибкий поток. Остановимся более подробно на компоновке участка *B*. Этот участок включает в себя ремонтные пролёты и транспортные пролёты. В формуле структуры участка ремонтный пролёт будем обозначать буквой «*P*», а транспортный пролёт – буквой «*T*».

Следует отметить, что ширина транспортного пролёта (коридора), в зависимости от возможностей трансбордерной тележки, может быть 18 или 24 м. В случае, если трансбордерная тележка сама имеет возможность производить загрузку-выгрузку вагона, то может быть использован транспортный пролёт шириной 18 м. В случае, если трансбордерная тележка

осуществляет только поперечные перемещения вагонов, а для продольного перемещения дополнительно нужен транспортный электротягач на автомобильном ходу, то должен быть использован пролёт шириной 24 м. Для ремонтных позиций должен быть использован пролёт шириной 24 м.

Известно, что чем больше количество позиций на потоке, то тем больше и количество перемещений вагонов. Для асинхронного гибкого потока это имеет очень важное значение, т.к. может повлечь за собой большой объём транспортных операций, связанных с перемещением вагонов между позициями. Поэтому число позиций на потоке должно быть, по возможности, минимальным.

Учитывая опыт вагонных депо, применяющих поточные методы ремонта вагонов, можно сделать вывод о том, что на участке *B* использовать более трёх-четырёх специализированных позиций для ремонта одного типа вагона нецелесообразно.

Количество трансбордерных тележек в каждом транспортном пролёте должно быть не менее двух.

На рис. 5 – 8 представлены возможные структурные схемы организации асинхронного гибкого потока на участке *B*. Для наглядности, в качестве примера, выбрана форма участка с односторонней подачей и выдачей вагонов (Π-образный вариант ГВРП).

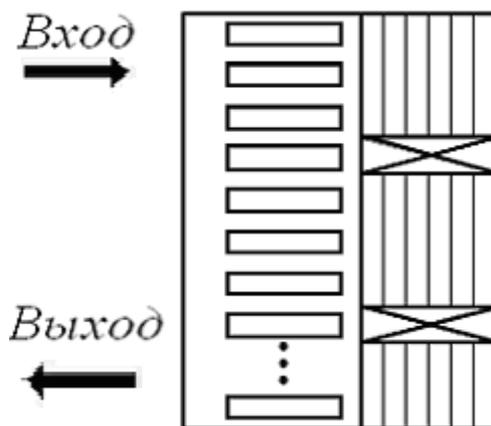


Рис. 5. Вариант расположения ремонтного пролёта с одной стороны от транспортного пролёта. Формула структуры участка – P/T (T/P). Однако при этом варианте нерационально используются возможности трансбордерной тележки

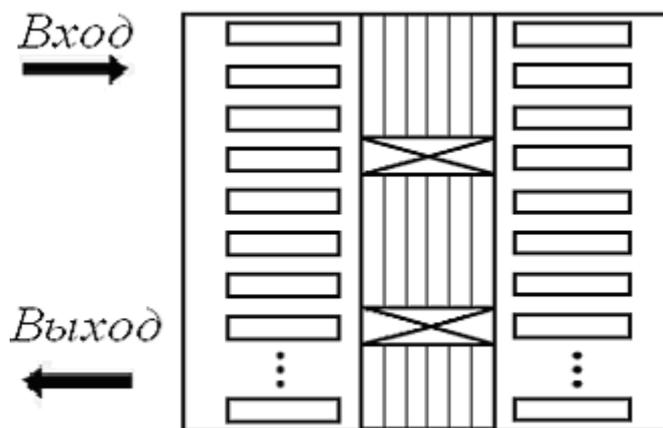


Рис. 6. Вариант расположения ремонтных пролётов по обе стороны от транспортного пролёта. Формула структуры участка приобретает вид – $P/T/P$. В этом случае возможности трансбордерной тележки могут быть использованы более эффективно

Кроме того, необходимо обращать внимание на «узлы» сопряжения участков. При правильно выбранном количестве модулей в этих зонах можно значительно сократить число перемещений трансбордерной тележки. Поэтому количество модулей на I позиции участка *B* должно

совпадать с количеством поточных линий на участке *A*, а количество модулей на последней позиции участка *B* должно совпадать с количеством поточных линий на участке *C*. Таким образом, перемещения вагонов на первые позиции участков *B* и *C* будут осуществляться без

помощи трансбордерной тележки, что позволит избежать лишних транспортных потерь.

В данной работе представлены только некоторые варианты возможных планировочных ре-

шений перспективных вагоноремонтных предприятий.

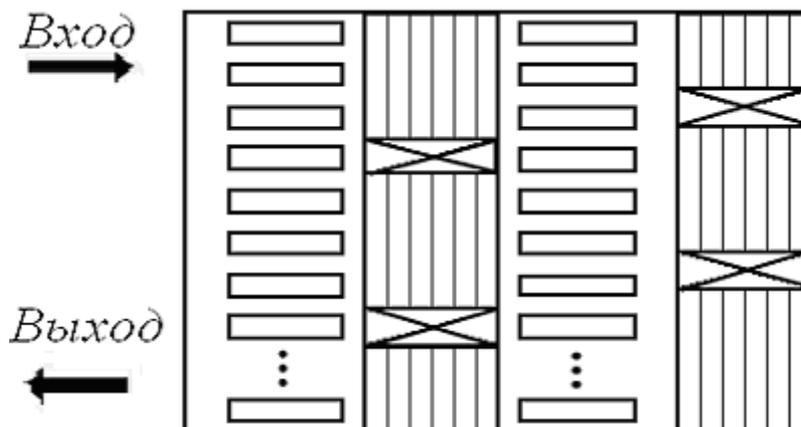


Рис. 7. Вариант поочередного расположения ремонтных и транспортных пролётов. Формула структуры участка – $P/T/P/T$. Этот вариант может иметь место при большой программе ремонта. С целью уменьшения нагрузки основного транспортного пролёта используется дополнительный транспортный пролёт

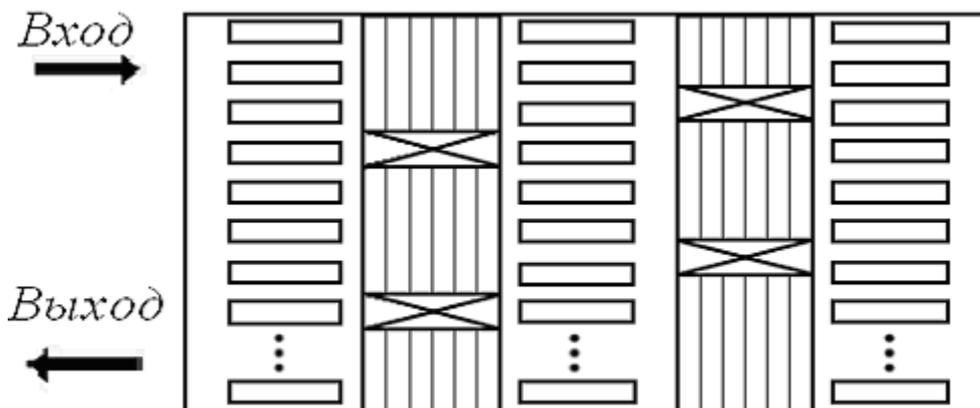


Рис. 8. Вариант симметричного расположения пролётов. Формула структуры участка – $P/T/P/T/P$. В этом варианте каждый транспортный пролёт имеет возможность, кроме своего ремонтного пролёта (крайнего), обслуживать ещё и средний пролёт

В целом же внедрение гибких потоков в вагоноремонтное производство является новым направлением и поэтому требует более глубоких проработок ещё на предпроектных стадиях. Большое внимание здесь должно быть уделено разработке моделей и использованию имитационного моделирования для анализа функционирования будущего производства с целью оптимизации его структуры и основных технико-экономических параметров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Бродовский, А. Л. Организация вагонного хозяйства и содержание вагонов [Текст] / А. Л. Бродовский. – М.: Гострансжелдориздат, 1947. – 384 с.

2. Скиба, И. Ф. Поточный метод ремонта вагонов на заводах [Текст] / И. Ф. Скиба. – М.: Гострансжелдориздат, 1950. – 247 с.

3. Криворучко, Н. З. Организация вагонного хозяйства [Текст] / Н. З. Криворучко. – М.: Гострансжелдориздат, 1954. – 542 с.

4. Лапшин, Ф. А. Вагонное хозяйство [Текст] / Ф. А. Лапшин, С. Г. Комаров. – М.: Гострансжелдориздат, 1955. – 191 с.

5. Скиба, И. Ф. Экономическая эффективность новой техники, организации и технологии ремонта вагонов [Текст] / И. Ф. Скиба. – М.: Транспорт, 1964. – 243 с.

6. Криворучко, Н. З. Вагонное хозяйство [Текст] / Н. З. Криворучко, А. Е. Цикунов, В. И. Гридюшко. – М.: Транспорт, 1969. – 312 с.

7. Криворучко, Н. З. Вагонное хозяйство [Текст] / Н. З. Криворучко, В. И. Гридюшко, В. П. Бугаев. – М.: Транспорт, 1976. – 280 с.

8. Ножевников, А. М. Поточно-конвейерные линии ремонта вагонов [Текст] / А. М. Ножевников. – М.: Транспорт, 1980. – 137 с.
9. Скиба, И. Ф. Комплексно-механизированные поточные линии в вагоноремонтном производстве [Текст] / И. Ф. Скиба, В. А. Ёжиков. – М.: Транспорт, 1982. – 136 с.
10. Бугаев, В. П. Совершенствование организации ремонта вагонов (системный подход) [Текст] / В. П. Бугаев. – М.: Транспорт, 1982. – 152 с.
11. Гридюшко, В. И. Вагонное хозяйство [Текст] / В. И. Гридюшко, В. П. Бугаев, В. И. Криворучко. – М.: Транспорт, 1988. – 295 с.
12. Депо для ремонта полувагонов на программу 6000 и 10000 физ. единиц в год. Вагонсборочный участок [Текст] / Мосгипротранс. – М., 1988. – ТПР 301-3-040.22.88. – Инв. № 1320/1. – 44 с.
13. Нормы технологического проектирования депо для ремонта грузовых и пассажирских вагонов [Текст]. – М.: Транспорт, 1987. – 33 с.
14. Болотин, М. М. Новая технология ремонта вагонов [Текст] / М. М. Болотин, В. Г. Воротников // Ж/д трансп. – 1991. – № 9. – С. 29-33.
15. Автоматизированные системы обработки информации и гибкие технологии на ремонтных предприятиях [Текст] / М. М. Болотин и др. // Автоматизация и современные технологии. – 1992. – № 8. – С. 21-23.
16. Образование параметров и оснащение гибких поточных линий по ремонту вагонов [Текст] / В. Г. Воротников и др. // Автоматизация и современные технологии. – 1993. – № 3. – С. 3-5.
17. Котуранов, В. Н. Пути усиления вагоноремонтной базы [Текст] / В. Н. Котуранов, М. М. Болотин, С. Н. Муравьев // Ж/д трансп. – 1994. – № 11. – С. 54-56.
18. Воротников, В. Г. Основные принципы моделирования процессов функционирования гибких производственных систем вагонных депо [Текст] / В. Г. Воротников, А. А. Денисенко // Безопасность движения поездов: Материалы восьмой науч.-практ. конф. (Москва, 01.11–02.11.2007). – М., 2007. – С. VI-3.
19. Воротников, В. Г. Перспективные направления повышения производственного потенциала вагонных депо [Текст] / В. Г. Воротников // Безопасность движения поездов: Материалы восьмой науч.-практ. конф. (Москва, 01.11–02.11.2007). – М., 2007. – С. VI-3–VI-4.
20. Вагонное хозяйство [Текст] / П. А. Устич и др.; под ред. П. А. Устича. – М.: Маршрут, 2003. – 560 с.
21. Мямлин, В. В. Использование ЭВМ для анализа функционирования различных поточных линий для ремонта вагонов [Текст] / В. В. Мямлин // Ж/д трансп.: Сер. «Вагоны и вагонное хозяйство». Ремонт вагонов. – Вып. 1. – М.: ОИ/ЦНИИ ТЭИ МПС, 1989. – С. 1-11.
22. Мямлин, В. В. Совершенствование поточного метода ремонта вагонов за счёт гибкости транспортной системы между технологическими модулями [Текст] / В. В. Мямлин // Залізн. трансп. України. – 2008. – № 4. – С. 15-17.
23. Мямлин, В. В. Повышение эффективности поточного метода ремонта вагонов путём использования специальных архитектурно-технологических решений, обеспечивающих гибкую связь между позициями [Текст] / В. В. Мямлин // Проблемы и перспективы развития вагоностроения: Материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. (Брянск, 09.10–10.10.2008). – Брянск, 2008. – С. 76-78.
24. Мямлин, В. В. Использование теории кусочно-линейных агрегатов для формализации работы ремонтных модулей поточной вагоноремонтной линии с гибкой транспортной системой [Текст] / В. В. Мямлин // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2008. – Вип. 24. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2008. – С. 44-48.
25. Мямлин, В. В. Схема кусочно-линейного агрегата как математическая модель функционирования технологических модулей асинхронного гибкого потока ремонта вагонов [Текст] / В. В. Мямлин // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2009. – Вип. 25. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2008. – С. 18-22.
26. Мямлин, В. В. Анализ основных параметров асинхронного гибкого потока ремонта вагонов и методы их расчёта [Текст] / В. В. Мямлин // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2009. – Вип. 26. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2009. – С. 28-33.
27. Мямлин, В. В. Особенности взаимодействия между подсистемами асинхронного гибкого потока ремонта вагонов, формализованного в виде агрегативной системы [Текст] / В. В. Мямлин // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2009. – Вип. 27. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2009. – С. 36-41.
28. Myamlin, V. V. Asynchronous flexible stream of wagon repair and modeling of its functioning process as aggregated system [Текст] / V. V. Myamlin // TRANSBALTICA 2009: Proc. of the 6-th int'l sci. conf. (Vilnius, April 22–23, 2009). – Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania. – P. 173-178.

Поступила в редколлегию 12.01.2010.

Принята к печати 20.01.2010.