

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР

Московский ордена Ленина и ордена Трудового Красного
Знамени институт инженеров железнодорожного транспорта
имени Ф.Д. Дзержинского

На правах рукописи

МЯМИН Владислав Витальевич

УДК 629.483/.484:

РАЗРАБОТКА МАШИННЫХ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ ДЛЯ РЕМОНТА ВАГОНОВ

Об.22.07 - Подвижной состав железных дорог
и тяга поездов

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Москва - 1989

НТБ
ДНУЗТ

Работа выполнена в Московском ордена Ленина и ордена
Трудового Красного Знамени институте инженеров железно-
дорожного транспорта имени Ф.Э. Дзержинского

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор И.Ф. Скиба

Официальные оппоненты- доктор технических наук,
профессор Э.Д. Тартаковский;
- кандидат технических наук,
А.В. Кирилук

Ведущее предприятие - Проектно-конструкторское бюро
Главного управления вагонного
хозяйства МПС /ПКБ ЦВ МПС/.

Защита диссертации состоится "5" мая 1989 г
в 14⁰⁰ час. на заседании специализированного совета
Д 114.06.06 при Московском институте инженеров железно-
дорожного транспорта по адресу: 101475, ГСП, Москва,
А-55, ул. Образцова, 15, ауд. 2417.

НТБ
ДНУЗТ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Основные направления развития народного хозяйства СССР, принятые XXVII съездом КПСС, предусматривают дальнейшее наращивание железнодорожных перевозок. Их освоение в условиях повышенной грузонапряженности требует от работников железнодорожного транспорта, наряду со строгой дисциплиной, инициативой и энергией. решения многих сложных научно-технических проблем, в том числе совершенствования ремонта и содержания подвижного состава, и в частности вагонов.

Быстрый рост вагонного парка и его интенсивная эксплуатация требуют усиления вагоноремонтной базы, которая в настоящее время не позволяет производить ремонт всех вагонов. Поэтому предстоит построить и реконструировать целый ряд вагоноремонтных предприятий.

5308a

Большая задача в связи с этим ставится как перед работниками вагонного хозяйства, так и перед проектировщиками вагоноремонтных предприятий. Это вызвано тем, что в современных условиях, характеризующихся высокими темпами научно-технического прогресса при строительстве новых и реконструкции существующих вагоноремонтных предприятий, особую остроту и важность приобретает вопросы совершенствования проектирования производственных процессов и поточных линий, для решения которых требуется широкое применение математических методов и электронно-вычислительной техники. Кроме того, при эксплуатации поточных линий для ремонта вагонов возникает множество вопросов, требующих исследования количественных и качественных закономерностей их функционирова-

Днепропетровский
институт инженеров
желез. дор. транспорта
им. М. И. Калинина
ВИБЛИОТЕКА

ния. Игнорирование этих вопросов в процессе проектирования, приблизительный расчёт поточных линий, недоучёт многих случайных факторов и требований научно-технического прогресса приводят к дополнительным потерям, возникающим в процессе эксплуатации средств производства.

При традиционном проектировании поточных линий предусматривается одновременное перемещение всех вагонов между позициями, что при большой разности трудоёмкости ремонтных работ на вагонах очень сказывается на производительности поточных линий и времени пребывания вагонов в ремонте. Однако возможны и другие разновидности поточного производства при ремонте вагонов, позволяющие заметно снизить влияние случайных факторов и тем самым значительно улучшить показатели функционирования поточных линий.

Целью исследования является повышение эффективности поточного метода ремонта вагонов за счет разработки новых типов поточных линий, учитывающих вероятностный характер вагоноремонтного производства, и способов их проектирования.

Методика исследований. В работе использовались аналитические и экспериментальные методы исследований. Проводился хронометраж времени выполнения ремонтных работ на позициях поточной линии. Для определения законов распределения времени выполнения ремонтных работ использовались методы теории вероятностей и математической статистики. Для определения технико-экономических показателей функционирования различных структурных вариантов поточных линий применялся метод имитационного моделирования на ЭЕМ.

Научная новизна. Современные поточные линии рассмотрены как сложные организационно-технические системы и пред-

ставлены в виде многофазных одноканальных систем массового обслуживания. Расчёт основных показателей функционирования поточных линий выполнен не аналитически, как это делалось раньше, а с помощью имитационного моделирования на ЭВМ. Впервые приведена методика расчёта гибкой поточной линии, представленной в виде многофазной многоканальной системы массового обслуживания.

Практическая ценность диссертационной работы состоит в следующем:

- разработаны имитационные модели функционирования различных структурных вариантов поточных линий, позволяющие ещё на стадии проектирования выбрать и оценить наиболее лучший вариант, не прибегая к натурному эксперименту;

- получены математические модели для прогнозирования основных технико-экономических показателей поточных линий;

- вскрыты резервы дальнейшего совершенствования поточного метода ремонта вагонов;

- доказано преимущество гибких поточных линий и предложен вариант организации перспективных вагоносборочных участков;

- разработанные методы реализованы в виде готовых программ для машинного счёта на ЭВМ и могут использоваться при решении практических задач, связанных с проектированием новых вагоноремонтных предприятий или с исследованием существующих.

Реализация работы. Предложенная в диссертации поточная линия с полужёсткими связями между позициями внедрена в вагонном депо ст. Нижнеднепровск-Узел Приднепровской железной дороги. Гибкие поточные линии приняты для внедрения инсти-

тутом "Днепрожелездорпроект" при проектировании новых вагоноремонтных предприятий. С учётом применения гибкой поточной линии была разработана на стадии ТЭР компоновка участков проектируемого вагоноремонтного корпуса на ст. Апатиты-I Октябрьской железной дороги.

Апробация работы. Результаты исследований были доложены и обсуждены на Всесоюзной конференции молодых специалистов /Днепропетровск, 1983/; на втором отраслевом научно-техническом совещании молодых учёных и специалистов по проблемам использования вычислительной техники на железнодорожном транспорте /ВНИИЖТ, 1987/; на заседании технического совета института "Днепрожелездорпроект" /1988/; на производственном совещании в вагонном депо ст. Нижнеднепровск-Узел Приднепровской железной дороги /1988/; на расширенном заседании технико-экономического совета Главного управления вагонного хозяйства /1988/. Диссертационная работа была заслушана и обсуждена на заседаниях кафедр "Вагоны и вагонное хозяйство" ДИИТ и МИИТ /1988/.

Публикации. Основные положения диссертационной работы изложены в 7 статьях.

Структура и объём работы. Диссертация включает в себя введение, семь глав, выводы, список использованной литературы и приложения. Работа содержит 116 страниц машинописного текста, 15 таблиц, 24 рисунка, список использованной литературы из 132 наименований и 13 приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе даётся анализ стационарного и поточного методов ремонта вагонов. Поточный метод является более про-

грессивным. Он позволяет максимально механизировать производственный процесс и тем самым способствует увеличению выпуска вагонов из ремонта и сокращению продолжительности времени пребывания вагонов в ремонте. Кроме того, улучшается качество ремонта и уменьшается количество отказов в эксплуатации. Поэтому многие существующие вагоноремонтные предприятия стараются использовать его в своей практике. При проектировании новых предприятий поточные методы являются обязательными.

Вопросам организации ремонта вагонов посвящено много теоретических и практических работ. Значительный вклад в решение проблем, связанных с улучшением организации ремонта вагонов, внесли И.Ф.Скиба, В.И.Гриджко, Н.Э.Криворучко, В.П.Бугаев, М.М.Болотин, А.В.Кирилук, Г.В.Райков, А.Е.Дударев, А.М.Ножевников, В.И.Букин, В.А.Ежиков и многие другие.

В вагоноремонтном производстве получил распространение только один тип конвейера, так называемый "жесткий" конвейер с одновременным перемещением всех вагонов между позициями.

Жесткие поточные линии для ремонта вагонов имеют наиболее простую структуру, и поэтому их проектирование связано с наименьшими затратами. Вместе с тем, такие поточные линии имеют и серьезные недостатки: невысокую надежность технологического процесса, минимальную производительность и увеличенный простой вагонов в ремонте:

Исходя из технологической схемы этого конвейера, все существующие методы проектирования и организации поточных линий основываются на строгой синхронизации тактов. Поэтому все предшествующие исследования, проведенные по поточным линиям, направлены только на поиск оптимального числа позиций,

вагонов на одной позиции, распределения работ между позициями и т.д., то есть решений тех вопросов, которые позволили бы обеспечить максимальную синхронность работы позиций.

Рассматриваются различные типы поточных линий в остальных отраслях народного хозяйства. Систематизация и анализ используемых в промышленности поточных линий позволяет всё их разнообразие свести к двум основным классам: синхронные /жёсткие/ и асинхронные /гибкие/. На жёстких поточных линиях все производственные операции зависят между собой, и поэтому при задержке на одной операции происходит прекращение выполнения других операций. Гибкие же поточные линии в результате специальных организационно-технических решений позволяют выполнять операции в условиях относительно свободного режима.

Сравниваются методы организации поточных линий на вагоноремонтных предприятиях с последними достижениями в области организации поточных линий в других отраслях промышленности, и делается вывод о заметном отставании теоретических и практических разработок в области организации поточных линий для ремонта вагонов.

Все попытки синхронизировать продолжительность времени выполнения работ на позициях за счёт постановки групп вагонов с усреднённой трудоёмкостью, специализацией ремонтных путей по трудоёмкости, организации уравнительных стоил и содержания резервных бригад не даёт желаемых результатов.

Опыт многих лет эксплуатации поточных линий свидетельствует о том, что достигнуть полной синхронизации работ на позициях в силу различных случайных и неслучайных причин невозможно и даже порой нецелесообразно. Поэтому следует

искать на перспективу другие пути совершенствования поточного метода ремонта вагонов. В вагоноремонтном производстве, где диапазон колеблемости трудоёмкости ремонтных работ очень велик, большой экономический эффект может дать гибкое поточное производство. Причём гибкость поточных линий для ремонта вагонов в первую очередь должна обеспечиваться гибкостью транспортной системы.

Использование гибких поточных линий для ремонта вагонов требует принципиально новых методов расчёта с привлечением теории вероятностей, математической статистики и электронно-вычислительной техники.

Решению этих вопросов и посвящены приведенные в диссертации исследования и разработки.

Во второй главе поточные линии для ремонта вагонов рассматриваются с точки зрения теории сложных систем. Для того, чтобы можно было отнести поточную линию к сложным системам, она должна обладать совокупностью определённых свойств:

- возможностью деления на элементы;
- наличием связей между элементами;
- наличием определённой организации;
- эмерджентностью, т.е. существованием интегративных качеств;
- гомеостатичностью, т.е. способностью функционировать длительное время.

Даны характеристики этих свойств, подтверждающие принадлежность поточных линий к сложным системам. Например, под элементами поточной линии понимается ремонтные позиции. Между позициями существует связь, которая проявляется в том, что ремонтируемые вагоны должны строго перемещаться с одной

позиции на другую, согласно технологическому процессу. Причём связь между соседними позициями поточной линии по направлению является односторонней, а по характеру влияния на ход технологического процесса - соединительной.

Для решения задач анализа поточных линий может быть использован общий подход к исследованию сложных систем. Вместе с тем, общий подход может быть реализован различными способами в зависимости от конкретной задачи исследования. Возможны два направления: микроподход и макроподход. В данной работе для анализа функционирования поточных линий был использован микроподход.

Делается вывод, что раз поточные линии относятся к сложным системам, то и методы их проектирования должны отвечать тем требованиям, которые предъявляются к исследованию и проектированию сложных систем.

Третья глава посвящена разработке имитационных моделей функционирования поточных линий. Поточные линии ремонта вагонов рассматриваются как многофазные одноканальные системы массового обслуживания и исследуются при помощи имитационного моделирования на ЭВМ. Математическая модель поточной линии представляет собой математические модели отдельных фаз /позиций/ и математическую модель взаимодействия между фазами. В качестве математических моделей фаз были приняты законы распределения времени выполнения ремонтных работ на позициях поточной линии. Для определения законов распределения был проведён хронометраж времени выполнения работ на позициях поточной линии вагонсборочного участка вагонного депо ст. Нижнеднепровск-Узел Приднепровской железной дороги. После обработки статистических данных было установлено, что

продолжительность времени выполнения ремонтных работ на позициях подчиняется нормальному закону распределения. Параметры законов распределения по всем позициям поточной линии представлены в таблице I.

Таблица I

Параметры законов распределения времени выполнения ремонтных работ и количество рабочих на позициях поточной линии

Порядковый номер позиции	Математическое ожидание, мин α	Среднеквадратическое отклонение, мин σ	Количество рабочих, чел. ρ
1	27,10	6,28	2
2	31,46	8,13	3
3	28,23	3,87	3
4	47,57	9,81	4
5	30,58	7,78	3
6	29,25	6,14	3
7	25,32	4,06	2
8	45,25	6,14	3

При помощи ЭВМ исследовались различные структурные варианты организации поточных линий как многофазных систем массового обслуживания.

Традиционный вариант - поточная линия с жёсткими связями между позициями. Под жёсткими связями подразумевается, что очереди между фазами невозможны и переход требований из одной фазы в другую осуществляется только одновременно по окончании самого длительного обслуживания какого-то требования в одной из фаз.

Структурная схема поточной линии с жёсткими связями между позициями представлена на рис. I.

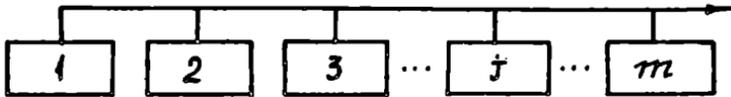


Рис. 1 Структурная схема поточной линии с жёсткими связями между позициями

В качестве исходной информации для моделирования, кроме уже известных параметров /табл. 1/, использовались следующие величины: m - количество ремонтных позиций / $m = 8$ /; $t_{3\Delta D}$ - нормативный простой вагонов на поточной линии, ч / $t_{3\Delta D} = 8$ /; T_M - интервал времени моделирования, ч / $T_M = 500$ /; $F_{\Pi A}$ - номинальный годовой фонд времени работы поточной линии, ч / $F_{\Pi A} = 6225,3$ /; t_{TP} - продолжительность времени перемещения вагонов между позициями, мин / $t_{TP} = 4$ /. Моделирование работы поточной линии осуществлялось по специально разработанной имитационной программе на ЭВМ "Искра-226".

Результаты моделирования представлены в таблице 2.

Если считать, что поточная линия для ремонта вагонов представляет собой сложную стохастическую систему, состоящую из последовательно соединённых однофазных систем массового обслуживания, имеющих различные обслуживающие характеристики, то принятый в настоящее время такт с одновременным перемещением всех вагонов между позициями является далеко не оптимальным проектным решением.

Лучшее использование рабочего времени, сокращение простоев вагонов на поточных линиях и увеличение пропускной способности линий может быть реализовано в системах с поочерёдным перемещением вагонов с одной позиции на другую /поточная линия с полужёсткими связями между позициями/. Имеется

Таблица 2

Результаты моделирования работы поточных линий

Наименование показателя	Связи между позициями	
	Жёсткие	Полужёсткие
Количество вагонов, прошедших через все позиции поточной линии за период времени моделирования	534	560
Количество вагонов, продолжительность времени пребывания которых на поточной линии не превысит установленного времени	518	560
Вероятность того, что продолжительность времени пребывания вагонов на поточной линии не превысит установленного времени	0,97	1,0
Средняя продолжительность такта поточной линии, мин	55,48	52,54
Средняя продолжительность времени пребывания вагонов на поточной линии, ч	7,39	6,24
Среднеквадратическое отклонение времени пребывания вагонов на поточной линии, ч	0,32	0,25
Пропускная способность поточной линии за год	6732	7109
Средняя продолжительность времени пребывания вагонов в цехе, ч	10,41	8,57
Объём вагонов с одной позиции за год	841,50	888,63

в виду система передвижения вагонов, состоящая из цепочки конвейеров, каждый из которых перемещает вагоны только между двумя соседними позициями.

В качестве исходной информации для моделирования работы поточной линии с полужёсткими связями между позициями были взяты те же данные, что и в предыдущей задаче. Результаты

моделирования представлены в таблице 2.

Кроме того, моделировалась работа поточной линии с учётом отказов технологического оборудования. Полученные при этом результаты также свидетельствуют о том, что случайные факторы оказывают сильное влияние на работу традиционных жёстких поточных линий.

Четвёртая глава посвящена вопросам исследования и проектирования гибких поточных линий для ремонта вагонов.

Исходя из того, что трудоёмкость ремонта вагонов зависит от многих случайных факторов и носит в связи с этим вероятностный характер, при жёсткой структуре поточной линии, даже с учётом любых организационно-технических мероприятий, потери рабочего времени неизбежны. Поэтому при проектировании новых цехов для ремонта вагонов на потоке уже давно назрела необходимость отказаться от жёстких поточных линий и перейти к поточным линиям с гибкими связями между позициями. Перестановка вагонов между позициями должна осуществляться таким образом, чтобы вагон с любого стойла j -й позиции мог бы попасть на любое стойло $j+1$ -й позиции /рис. 2/.

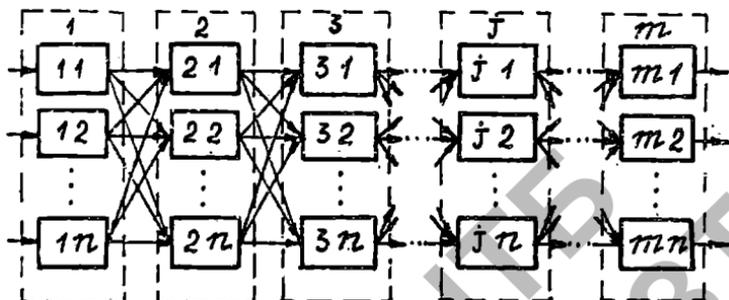


Рис. 2 Структурная схема поточной линии с гибкими связями между ремонтными позициями

Один из возможных вариантов организации вагонсборочно-

го участка с учётом поперечного расположения вагонов и применения трансбордерных тележек представлен на рис. 3.

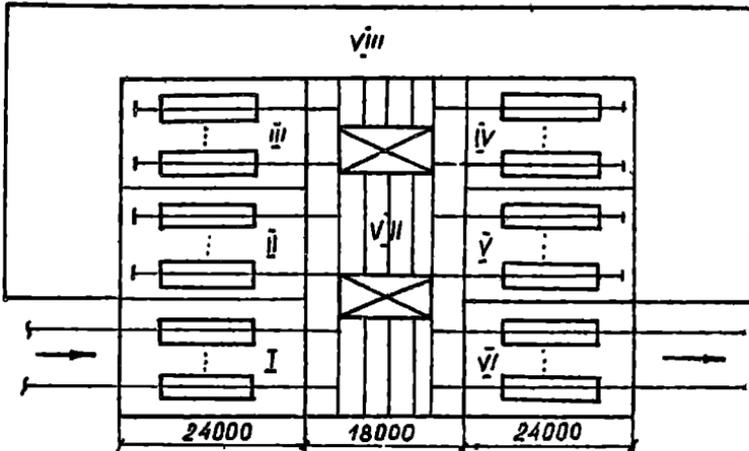


Рис. 3 Вариант компоновки поточной линии для ремонта полувагонов с гибкими связями между ремонтными позициями:

- $I \div \bar{V}$ - ремонтные позиции поточной линии;
- \bar{VI} - транспортный пролёт для перемещения вагонов;
- \bar{VIII} - остальные участки и отделения.

При такой организации производственного процесса возможны "обгоны" между ремонтируемыми вагонами, т.е. менее трудоёмкий вагон может попасть в ремонт позже более трудоёмкого, а выйти из ремонта значительно раньше, так как каждый вагон будет находиться в ремонте ровно столько времени, сколько потребуется для его ремонта. К тому же не нужно содержать большой запас вагонов, требующих ремонта, с целью отбора из него для постановки на поточную линию групп вагонов с усреднённой трудоёмкостью, а также отпадает необходимость в уравнильных стойлах, так как при организации поточной линии с гибкими связями между позициями вагоны могут поступать в ремонт все подряд независимо от их трудоём-

кости.

Исходя из технологии ремонта и применяемого оборудования, количество позиций на гибкой поточной линии было принято равным шести. Параметры законов распределения времени выполнения работ для совмещённых позиций были определены с помощью композиции уже известных законов распределения.

Блок-схема алгоритма моделирования работы поточной линии с гибкими связями между позициями представлена на рис.4. Кроме уже известных параметров для этой модели указывалось также и количество стоек на каждой позиции n_j^* . При $n_j^* = 1$ ($j = 1, 2, \dots, m$) мы имеем дело с полужёсткой поточной линией. На блок-схеме показаны следующие переменные: i - количество вагонов, поступивших на поточную линию; j - номер моделируемой позиции; n , n_j - номер свободного стойла на j -й позиции; t_{j-1}^k - момент времени окончания ремонта вагона на $(j-1)$ -й позиции; t_j^o - момент времени освобождения одного из стойл j -й позиции; t_j^h - момент времени начала ремонта вагона на j -й позиции; T_j - случайное значение продолжительности времени ремонта вагона на j -й позиции $T_j = a_j \eta + b_j$, где η - нормально распределённая случайная величина с параметрами $a = 0$ и $\sigma = 1$; t_{jn}^k - момент времени окончания ремонта вагона на n -м стойле j -й позиции; t_j^k - минимальный момент времени окончания ремонтных работ на j -й позиции; t_{j+1}^o - момент времени освобождения одного из стойл $(j+1)$ -й позиции; η_{2j} - коэф. загрузки j -й позиции $\eta_{2j} = \sum T_j / (n_j^* \cdot t_j^o)$; η_{1j} - коэф. использования j -й позиции $\eta_{1j} = (\sum t_j^o - \sum t_j^h) / (n_j^* \cdot t_j^o)$; \bar{t} - средняя продолжительность такта $\bar{t} = t_j^o / i$.

Средняя продолжительность времени пребывания вагонов на поточной линии определялась по формуле:

$$\bar{t}_{проб} = (\sum_{j=1}^m \bar{t}_{пробj} + m \cdot t_{тр}) / 60,$$

5308a

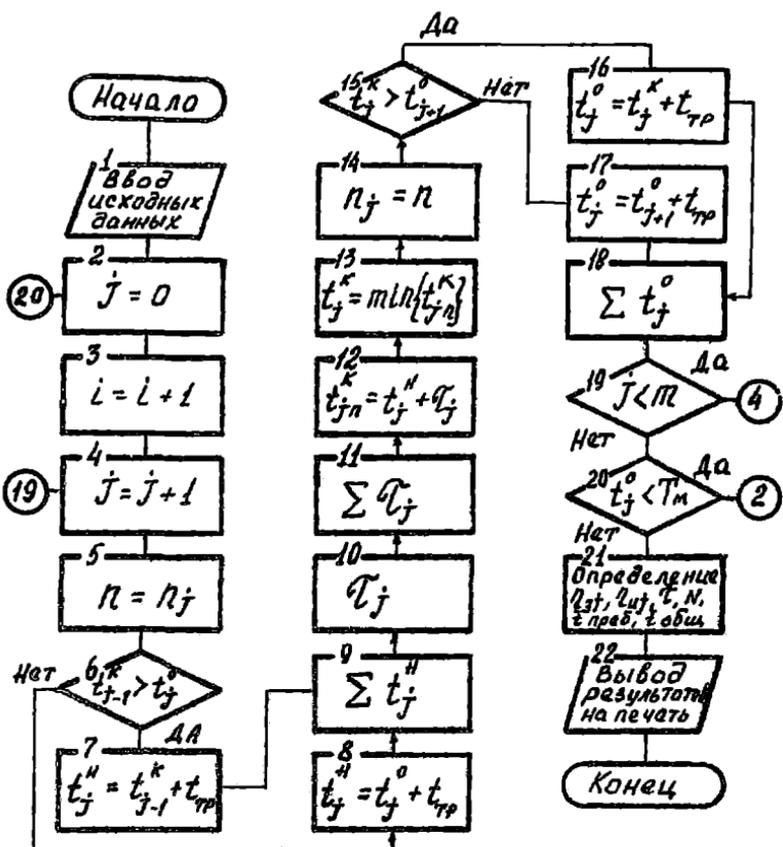


Рис. 4 Блок-схема алгоритма моделирования работы поточной линии с гибкими связями между ремонтными позициями

где $\bar{t}_{предj}$ - средняя продолжительность времени пребывания вагонов на j -й позиции. Средняя продолжительность времени пребывания вагонов вообще в цехе, включая перерывы на обед, междусменки и выходные дни, определялась следующим образом:

$$\bar{t}_{общ} = \bar{t}_{пред} + (8760 - P_{пл}) \cdot \frac{\sum (\eta_{стj} \cdot n_j^k)}{N_1}$$

где 8760 - годовой календарный фонд времени, ч.

Днепропетровский институт инженеров ж/д дор. транспорта им. М. И. Калинина
 БИБЛИОТЕКА

Каждая ремонтная позиция, в зависимости от программы, может включать в себя одно или несколько стойл, предназначенных для выполнения одних и тех же работ. При различных структурных вариантах поточной линии количество позиций на ней в соответствии с принятой технологией ремонта оставалось одно и то же.

Структура поточной линии изменялась путём добавления по одному стойлу к "узкому месту". Под "узким местом" понималась та позиция, у которой при исследуемом структурном варианте коэффициент загрузки был самым высоким. Моделируя на ЭЕМ работу поточной линии с уже изменённой структурой, снова определялась лимитирующая позиция и к ней добавлялось ещё одно стойло.

В качестве критерия оптимальности были взяты приведенные затраты на ремонт одного вагона. По каждому стойлу j -й позиции были определены единовременные затраты на его создание, включая и стоимость здания, и затраты, связанные с его эксплуатацией. Учитывались только те затраты, которые непосредственно влияют на структуру поточной линии.

Результаты моделирования различных структурных вариантов поточных линий с гибкими связями между позициями /табл.3/ свидетельствуют об их явном преимуществе перед жёсткими поточными линиями.

В пятой главе на примере производительности труда показаны методы прогнозирования технико-экономических показателей проектируемых поточных линий. Собрана информация о динамике роста производительности труда на предприятии-аналоге. При помощи регрессионных моделей определено значение производительности труда на нём на перспективу Y_t . Сравнение значений \bar{Y}_t со значением производительности труда по-

Таблица 3

Результаты имитационного моделирования различных структурных вариантов
поточной линии с гибкими связями между ремонтными позициями

Порядковый номер варианта	Количество стойл на 7-й позиции, %						Средняя продолжи- тельность времени пребывания ваго- нов на поточной линии, ч \pm прел	Средняя продол- жительность вре- мени пребывания вагонов в цехе, ч \pm осм	Пропускная способность поточной линии за год, N	Приведенные затраты на ремонт одного вагона, руб 3 пр
	I	2	3	4	5	6				
I	I	I	I	I	I	I	5,68	7,79	4927	56,71
2	I	I	2	I	I	I	4,92	6,47	6725	49,43
3	2	I	2	I	I	I	6,69	8,56	7369	52,45
4	2	I	2	I	I	2	5,37	7,35	8983	48,16
5	2	I	3	I	I	2	5,46	7,48	10347	47,43
6	2	I	3	2	I	2	5,06	6,91	10954	48,10
7	2	2	3	2	I	2	5,93	8,14	12033	48,25
8	2	2	3	2	2	2	4,92	6,71	13446	44,83
9	3	2	3	2	2	2	5,65	7,74	14399	45,71
10	3	2	4	2	2	2	6,26	8,61	14840	48,54
11	3	2	4	2	2	3	4,94	6,74	16141	41,87

лученным при проектировании *Упр*, позволяет выявить степень их соответствия.

Описана методика учёта результатов прогноза при проектировании гибких поточных линий.

Шестая глава посвящена разработке общего алгоритма проектирования поточных линий, применение которого поможет проектировщикам отвлечься от несущественных деталей при проектировании и вести свою работу по заранее намеченному плану. Использование алгоритма позволит создать необходимые условия для улучшения качества проектов вагоноремонтных предприятий и перевода самого процесса проектирования на ЭВМ.

В седьмой главе приводятся технико-экономические расчёты от внедрения предложенных в диссертации разработок. Сравниваются варианты вагоносборочных участков для ремонта четырёхосных полувагонов, имеющих по шестнадцать ремонтных стоек каждый, но различных тип поточных линий. В качестве аналога была принята традиционная жёсткая поточная линия с одновременным перемещением всех вагонов между позициями.

Экономический эффект от внедрения поточной линии с поужёсткими связями между позициями составит 55 тысяч рублей в год.

Экономический эффект от внедрения поточной линии с гибкими связями между позициями составит 210 тысяч рублей в год.

Экономический эффект от внедрения поточной линии с гибкими связями между ремонтными позициями в проектируемом вагонном депо на ст. Целиноград Целинной железной дороги, предназначенном для ремонта 12,0 тысяч четырёхосных полувагонов и платформ, составит 174 тысячи рублей в год. Экономия капитальных вложений на строительство вагоносборочного участка составит при этом 350,0 тысяч рублей.

Экономический эффект от перехода на поточную линию с полужёсткими связями между позициями в вагоносборочном участке вагонного депо ст. Нижнеднепровск-Узел Приднепровской железной дороги составляет 12,5 тысяч рублей в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ работы существующих поточных линий позволяет судить о том, что до настоящего времени на практике ещё не удалось полностью реализовать все положительные стороны поточного метода ремонта вагонов. Длительный период времени происходило чрезмерное увлечение вопросами синхронизации работы поточных линий в ущерб изучению других возможных путей совершенствования поточного метода ремонта вагонов особенно при проектировании и строительстве новых предприятий.

2. Проведенные исследования доказывают, что достичь полной синхронизации работ на позициях поточных линий в силу различных причин невозможно и даже порой нецелесообразно.

3. Поточная линия ремонта вагонов является сложной технической системой и поэтому требует системного подхода к её исследованию. Поточную линию необходимо рассматривать как многофазную систему массового обслуживания, для анализа функционирования которой, из-за сложности законов распределения времени выполнения ремонтных работ на позициях, необходимо использовать имитационное моделирование на ЭМ.

4. Небольшого увеличения выпуска вагонов из ремонта /на 5-8%/ и сокращения продолжительности времени пребывания вагонов на поточной линии /на 15-17%/ можно достигнуть за счёт перехода на поток с полужёсткими связями между позициями.

5. Наиболее эффективными могут стать поточные линии с гибкими связями между ремонтными позициями /многофазные многоканальные СМО/, которые позволят увеличить съём вагонов с одного стойла на 20-35% по сравнению с существующими поточными линиями и значительно сократить продолжительность времени пребывания вагонов в ремонте.

6. Предложенные в работе методики и разработанные на их основе имитационные программы для ЭЕМ "Искра-226" позволяют ещё на стадии проектирования исследовать поточные линии с различной структурой.

7. Предложенная в работе поточная линия с полужёсткими связями между позициями внедрена на вагоносборочном участке вагонного депо ст. Нижнеднепровск-Узел Приднепровской железной дороги.

Разработанные методики были использованы при проектировании на стадии ТЭР гибкой поточной линии для вагоноремонтного комплекса на ст. Апатиты-1 Октябрьской железной дороги.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Мямлин В.В. Прогнозирование значений производительности труда в проектируемых вагоносборочных цехах при помощи регрессионных моделей // Вопросы оптимизации деталей тележек и организации обслуживания вагонов: Сб. науч. тр. / Днепропетр. ин-т инженеров ж.-д. трансп.- Днепропетровск, 1985. - С. 64-69.

2. Мямлин Э.В. Использование метода статистического моделирования при проектировании поточных линий для ремонта вагонов // Там же. - С. 70-76.

3. Дударев А.Е., Мямлин В.В. Имитационное моделирование

работы поточных линий для ремонта вагонов как многофазных систем массового обслуживания / Днепропетр. ин-т инженеров ж.-д. трансп.- Днепропетровск, 1985.- 16 с.- Деп. в ЦНИИТЭИ МПС 30.12.85, № 3406.

4. Дударев А.Е., Мямлин В.В. Применение имитационного моделирования для анализа функционирования поточных вагоноремонтных линий с гибкими связями между производственными участками / Днепропетр. ин-т инженеров ж.-д. трансп.- Днепропетровск, 1986.- 12 с.- Деп. в ЦНИИТЭИ МПС 30.05.86, № 3582.

5. Дударев А.Е., Мямлин В.В. Оптимизация структуры поточной вагоноремонтной линии с гибкими связями между производственными участками на стадии её проектирования путём расшивки узких мест / Днепропетр. ин-т инженеров ж.-д. трансп.- Днепропетровск, 1986.- 7с.- Деп. в ЦНИИТЭИ МПС 30.06.86, № 3583.

6. Мямлин В.В. Разработка структурно-информационной модели проектирования поточных вагоноремонтных линии // Вопросы улучшения кодовых частей и обслуживания вагонов: Сб. науч. тр. / Днепропетр. ин-т инженеров ж.-д. трансп.- Днепропетровск, 1987.- С. 80-83.

7. Мямлин В.В. Использование ЭВМ для моделирования работы поточных линий ремонта вагонов // Второе отраслевое научно-техническое совещание молодых учёных и специалистов по проблемам использования вычислительной техники на железнодорожном транспорте / тезисы докладов/.- М., 1987.- С. 125-127.

МЯМИЛИН Владислав Витальевич

РАЗРАБОТКА МАШИНЫХ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ ДЛЯ РЕМОНТА ВАГОНОВ

Об.22.07 - Подвижной состав железных дорог
и тяга поездов

Сдано в набор 24.02.89

Л - 23732

Подписано в печати 23.02.89

Объем 1,5 п.л.

Формат бумаги 60x90 1/16

Заказ 502

Тираж 100 экз.

Типография МИИТ, 101475 ГСП, Москва, А-55, ул.Образцова, 15.

НТБ
ДНУЗТ