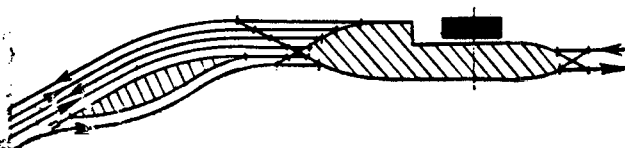
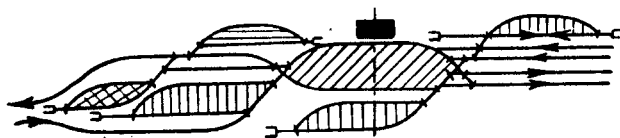
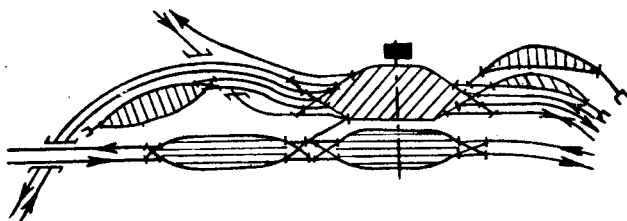
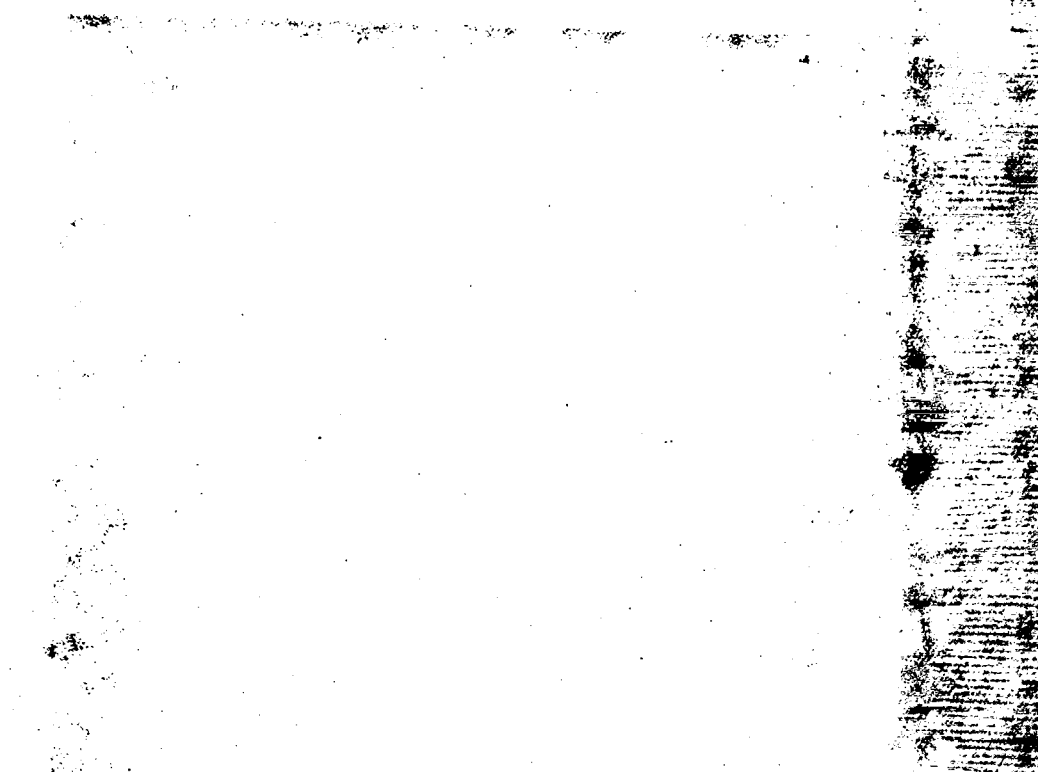


Н.В. ПРАВДИН

ПАССАЖИРСКИЕ СТАНЦИИ







Н. В. ПРАВДИН

ПАССАЖИРСКИЕ СТАНЦИИ

Издание второе,
переработанное и дополненное



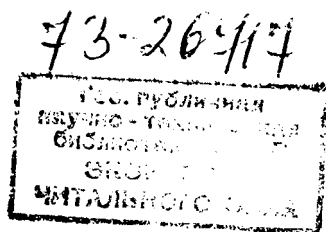
МОСКВА „ТРАНСПОРТ“ 1973

Пассажи́рские станции. Правдин Н. В. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Транспорт», 1973, стр. 1—272.

В книге изложены вопросы развития пассажирских и технических станций, рассмотрены проблемы развития вокзалов, даны рекомендации по использованию объединенных вокзалов.

Освещены вопросы размещения пассажирских станций в городах и дана методика расчета выбора их месторасположения. Приводится классификация привокзальных площадей и методы их расчета с учетом комплексного развития транспорта города и железной дороги. Освещены особенности развития пассажирских и технических станций в зарубежных странах.

Книга предназначена для инженерно-технических работников железных дорог, проектировщиков станций, градостроителей, научных работников и аспирантов, а также может быть использована студентами транспортных вузов. Рис. 132, табл. 18, библи. 25.



14
5525

Железнодорожный транспорт СССР за год перевозит свыше 2500 млн. пассажиров. Около 90% в общем объеме перевозок составляет пассажиропоток пригородного сообщения.

В крупные города (Харьков, Киев, Свердловск, Новосибирск и др.) в час «пик» прибывает 10—30 поездов или 10—40 тыс. пассажиров. Чтобы обеспечить прием и обработку такого количества поездов, необходимы мощное путевое развитие пассажирских и технических станций и рациональные схемы размещения их основных устройств. Для правильного развития и технического оснащения станций нужно обобщить опыт их проектирования.

Эта книга написана по результатам изучения и обобщения опыта развития большинства крупных пассажирских станций сети, а также многолетних научных исследований автора, разработавшего ряд новых методик расчетов и теорию взаимодействия пассажирских станций с городом.

Со времени выхода в свет первого издания книги (Н. В. Правдин и др. «Пассажирские и технические станции», 1965 г.) прошло несколько лет: изменились многие схемы станций, появились новые пассажирские и технические станции, произошли большие изменения в методиках расчетов и методах развития станций и в принципах размещения их на территории городов. Все это потребовало нового, более современного изложения общей проблемы развития и размещения пассажирских станций. В отличие от предыдущей книги, носящей больше описательный характер, предлагаемая работа включает ряд теоретических вопросов и методик расчетов, разработанных в последние годы. В книге проанализированы недостатки развития существующих станций, изложены основные принципы взаимного размещения пассажирских устройств в городах.

Использование проектировщиками и инженерами железнодорожного и городского транспорта новых методик расчетов и теории взаимодействия позволит в определенных случаях повысить эффективность принимаемых решений в условиях непрерывного роста городов и объемов пассажирских перевозок.

Отдельные вопросы в книге носят дискуссионный характер.

Автор с благодарностью примет все замечания и учтет их в своей дальнейшей работе.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ

На сети дорог имеются различные типы станций, обслуживающие пассажиров и выполняющие операции с пассажирскими поездами:

пассажирские станции, выполняющие операции по обслуживанию пассажиров (продажа билетов, посадка и высадка пассажиров, прием, хранение, погрузка, выгрузка и выдача багажа, бытовое обслуживание пассажиров);

пассажирские технические станции, выполняющие операции по подготовке пассажирских составов (ремонт, экипировка, отстой).

Пассажирские станции по характеру работы могут быть специализированные, объединенные для пассажирского и грузового движения и зонные.

К *специализированным* пассажирским станциям относятся станции, предназначенные только для обслуживания пассажирского движения. Специализированной пассажирской станцией можно считать также и такую, которая наряду с обслуживанием пассажирского движения выполняет операции и по грузовому движению в небольшом объеме.

Критерием для создания специализированных станций являются совершенная технология работы станций и расходы на единицу выполняемой работы. При больших размерах пассажирского движения и соответственно большем числе обслуженных пассажиров станция работает эффективнее. Так, при годовых пассажиропотоках свыше 10 млн. человек расходы на одну пару поездов колеблются от 7,1 до 27,7 руб.; при отправлении 2 млн. пассажиров — 55,8 руб.; а при меньшем числе отправленных пассажиров достигают 114,2 руб.

Специализация станций с низкими объемами работы резко увеличивает расходы на одного пассажира. Так, на станциях Одесса, Баку, Калининград, имеющих размеры движения до 40 пар поездов в сутки, расходы на одного пассажира составляют 0,22—0,35 руб., а на пару поездов 56—114 руб. В то время как расходы для станций с размерами движения свыше 40 пар поездов в сутки соответственно не превышают 0,09—0,1 руб. и 27—29 руб.

Расходы на пару поездов зависят также от доли пригородного движения, требующего значительно меньших затрат на обслуживание. На станциях, где доля пригородного движения составляет значительную величину, расходы на обслуживание одной пары поездов резко сокращаются. При специализации же станций только для одного вида движения (дальнего или пригородного) возрастают расходы на содержание штата. Кроме того, в этом случае необходимо каждую станцию обеспечивать городским транспортом, связывающим вокзалы с основными районами города и станции между собой.

Специализированные пассажирские станции классифицируются по типам в зависимости от взаимного расположения главных и перронных путей и вокзалов:

сквозные (рис. 1);

туиковые (рис. 2), имеющие тупиковые перронные пути; сквозные поезда через такие станции пропускают с изменением направления движения; к тупиковым относится и пассажирская станция, изображенная на рис. 3. Здесь также происходит смена направления движения транзитных поездов;

комбинированные, имеющие сквозные и тупиковые приемо-отправочные пути (рис. 4), последние, как правило, используются для пригородного движения.

Каждый тип станции может иметь несколько вариантных схем, определяемых размещением или типом вокзала, с двумя пассажирскими зданиями и с пассажирским зданием или частью его над путями. На тупиковых станциях вокзал может быть расположен сбоку от путей, с торца, П- и Г-образно. На станции комбинированного типа вокзал может быть расположен сбоку от путей или островной. На рис. 5 приведены характерные схемы специализированных пассажирских станций железных дорог СССР.

На объединенных станциях (рис. 6) пассажирские и грузовые устройства размещаются на одной площадке. Для обслуживания пассажирского движения имеется обычно полный комплекс устройств (вокзал, перронные пути платформы, устройства для багажа и почты), схема размещения которых приведена на рис. 7.

Если объем работы по обслуживанию пассажиров на объединенной станции (Куйбышев и др.) достигает восьми больших размеров, то такая станция рассматривается как специализированная. Некоторые объединенные станции после реконструкции и отделения грузового движения стали специализированными.

По характеру обслуживаемых поездов станции делятся на транзитные, смешанные и конечные. Транзитные станции обслуживают в основном транзитные поезда; смешанные — поезда всех категорий и конечные — поезда, заканчивающие или начинающие движение на данной станции.

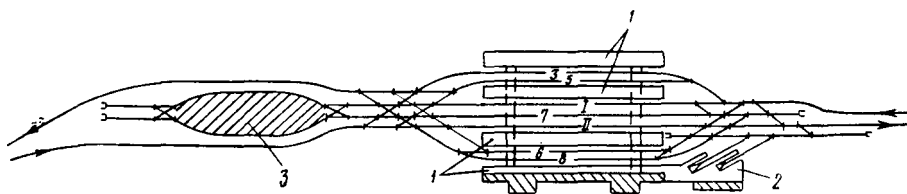


Рис. 1. Схема пассажирской станции сквозного типа:

1 — пассажирские платформы; 2 — устройства для багажа и почты; 3 — техническая станция

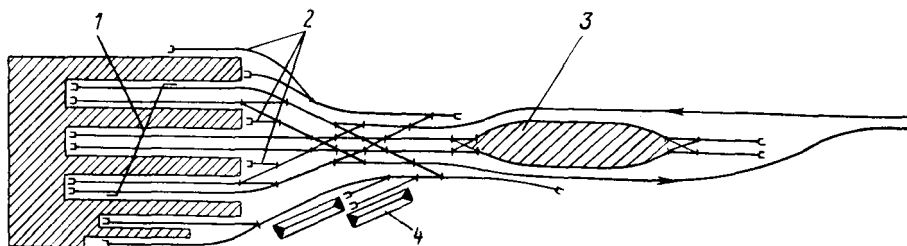


Рис. 2. Схема пассажирской станции тупикового типа:

1 — пути для дальних и пригородных поездов; 2 — пути для стоянки отдельных пассажирских вагонов; 3 — техническая станция; 4 — почтовые и багажные устройства

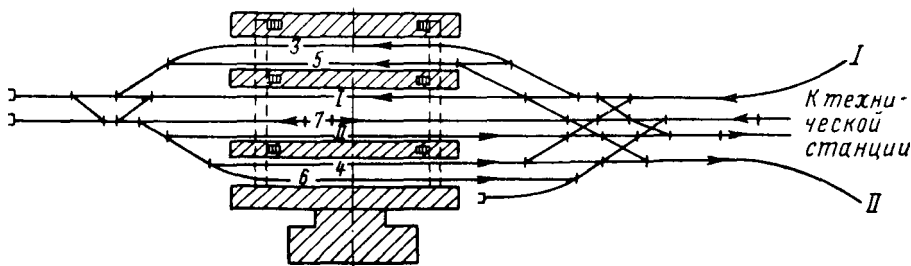


Рис. 3. Схема пассажирской станции тупикового типа со сквозными главными путями

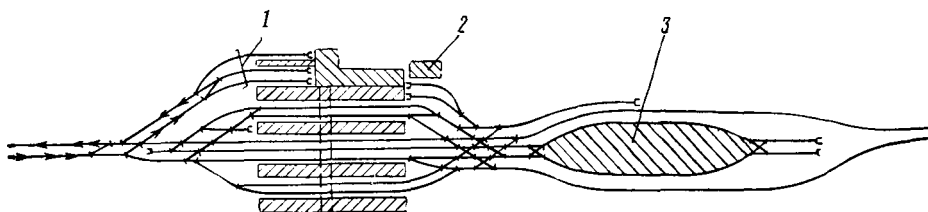


Рис. 4. Схема пассажирской станции комбинированного типа:

1 — группа путей для конечных моторвагонных поездов; 2 — устройства для багажа и почты; 3 — техническая станция

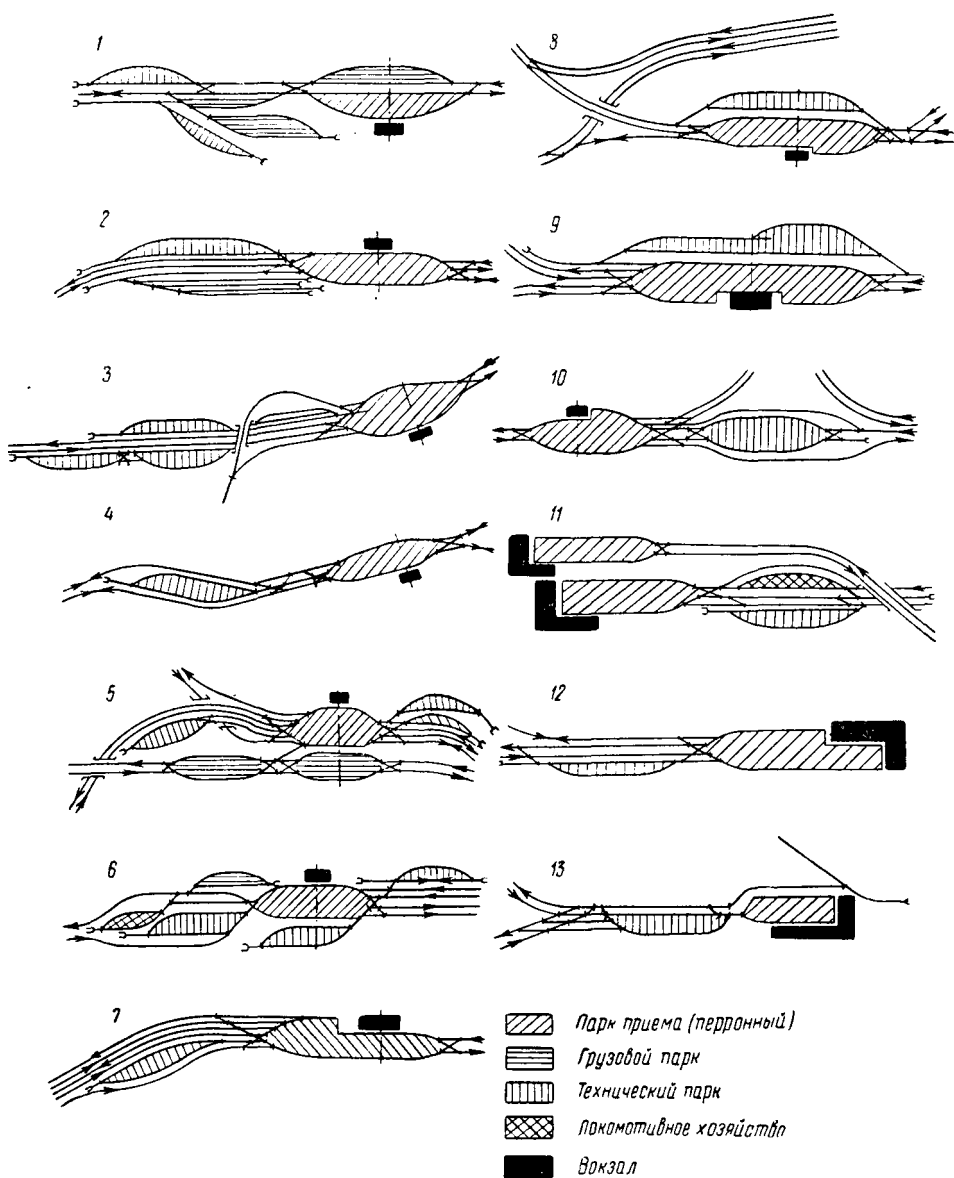


Рис. 5. Характерные схемы специализированных пассажирских станций

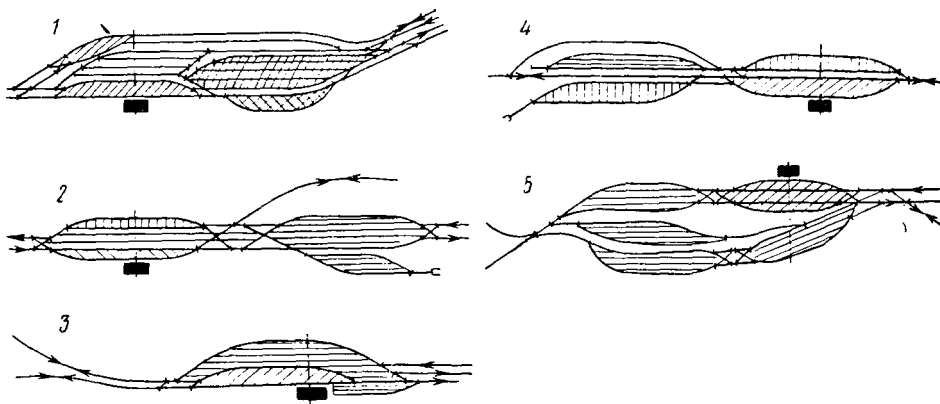


Рис. 6. Характерные схемы объединенных станций. Условные обозначения те же, что и на рис. 5

Пассажирские станции классифицируются также по размерам работы. Основные факторы, определяющие объем работы, следующие:

местонахождение станции на линии (главный ход, узел, вспомогательный ход и т. д.);

тип города, схема расположения жилых районов и размещение промышленности;

размеры промышленности города и численность населения жилых районов.

Поскольку вопрос классификации пассажирских станций по объему работы еще недостаточно исследован и нуждается в уточнениях, ориентировочно рекомендуются пять категорий.

1. Пассажирские станции столичных центров, где число отправленных пассажиров превышает 20 млн. человек в год. Такие станции, как правило, тупиковые с сильно развитой технической базой. Транзитное движение на них намного меньше конечного, хотя в последнее время через станции, например Московского и Ленинградского узлов, проходит значительное количество транзитных поездов, что обеспечивает удобства обслуживания пассажиров и улучшает технико-экономические показатели. Особен-

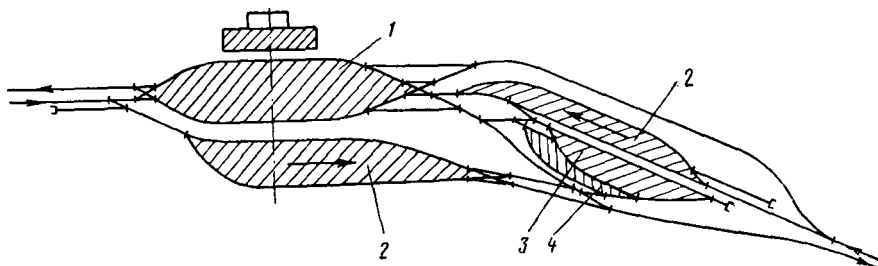


Рис. 7. Схема объединенной пассажирской станции:

1 — комплект устройств для обслуживания пассажиров и пассажирского движения; 2 — парки для грузового движения; 3 — локомотивное и вагонное хозяйство; 4 — технический парк

ностью этих станций является наличие двух специализированных парков перронных путей: для дальних и местных поездов и для пригородных.

2. Пассажи́рские станции крупных промышленных и культурных районов с объемом работы от 10 до 20 млн. пассажиров. Пассажи́рские станции развиты по сквозным или комбинированным схемам со специальными парками перронных путей, объединенными для дальнего и пригородного движения. На отдельных станциях пригородное движение вынесено в отдельный тупиковый пригородный парк. На таких станциях слабо развита база для ремонта и экипировки вагонов. Для станций первой и второй категорий удельный вес пригородного движения составляет от 56 до 94%. Расходы на обслуживание одного пассажира самые минимальные и колеблются от 0,02 до 0,09 руб.

3. Станции концентрации пассажиропотоков, располагаемые в пунктах пересечения нескольких железнодорожных магистралей различных видов транспорта. Такие станции развиты по сквоз-

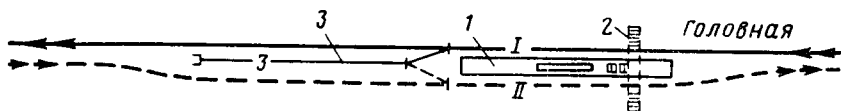


Рис. 8. Схема зонной станции с одним отстойным путем:

I — пассажирская платформа; 2 — пешеходный мост или тоннель; 3 — путь для отстоя составов

ным и тупиковым схемам и объем их работы, выраженный числом отправленных пассажиров в год, составляет от 2 до 10 млн. человек (Волгоград, Саратов, Ярославль, Симферополь, Одесса и др.). Удельный вес пригородного движения на таких станциях колеблется от 28—30% (Саратов) до 65—75% (Ярославль).

4. Станции курортных городов (Сочи, Кисловодск), где количество отправленных пассажиров в год не превышает 1—2 млн. человек. Удельный вес пригородного движения на таких станциях сравнительно мал. Для большинства станций ярко выражена сезонность перевозок.

5. Остальные пассажирские станции, на которых в основном преобладают транзитные пассажиропотоки, число поездов своего формирования и пригородных незначительно.

Зонные станции располагаются обычно на территории промежуточной или даже участковой станции в пределах пригородных участков в пунктах спада пассажиропотоков и предназначаются для оборота, отстоя и экипировки пригородных составов.

Схема простейшей зонной станции для электрифицированного участка с одним путем для отстоя пригородных составов показана на рис. 8. Переход к двухпутной схеме показан пунктиром.

Более развитые схемы зонных станций изображены на рис. 9. Эти схемы могут быть рекомендованы в случаях, когда требуется два зонных пути, несколько путей для отстоя составов и появляется необходимость в моторвагонном депо.

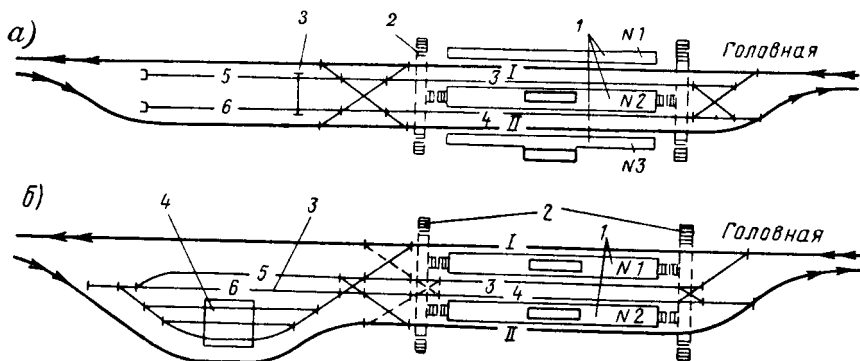


Рис. 9. Схемы зонных станций с двумя зонными прямо-отправочными путями и несколькими отстойными:

1 — пассажирская платформа; 2 — пешеходные мосты или тоннели; 3 — пути для отстоя составов; 4 — моторвагонное депо

Платформы для такой станции могут располагаться в двух вариантах: между зонными прямо-отправочными путями (рис. 9, а) и между главными и зонными путями (рис. 9, б).

2. ПАССАЖИРСКИЕ СТАНЦИИ ТУПИКОВОГО ТИПА

Тупиковые пассажирские станции сформировались в крупных городах, на линиях, где заканчивалось движение пассажирских поездов (Москва, Ленинград, Одесса, Владивосток, Таллин, Ереван, Алма-Ата, Нальчик и др.) или в местах смены направления следования поездов (Баку, Мичуринск, Балашов, Ульяновск и т. д.). Схемы тупиковых пассажирских станций определяются взаимным расположением основных устройств и специализацией.

Для большинства тупиковых станций характерно районирование дальнего и пригородного движения. Пути для пригородных (моторвагонных) поездов выделяются обычно в одном районе станции, для того чтобы отделить дальнейшее движение и снизить число перестановок составов и загрузку горловин.

При больших размерах движения пути для пригородного движения размещаются в крайнем районе станции. Несмотря на наличие пересекающихся маршрутов приема (отправления) дальних с отправлением (приемом) пригородных поездов, общее число пересечений в горловинах сравнительно невелико (Москва-Пассажирская-Ярославская, Ленинград-Витебский, Таллин). На некоторых станциях пригородную группу путей располагают посредине перронного парка, разгружая горловины от пересекающихся маршрутов. Такое решение усложняет планировку вокзальных помещений и ухудшает обслуживание пассажиров.

Если объем работы небольшой, то дальнейшее и пригородное движение можно совмещать на одной паре главных путей (Одесса, Таллин и др.). Число пересечений на станции с одной парой главных путей сокращается, если технический парк размещен между

главными путями и в пределах станции пути специализированы под двустороннее движение (Ленинград-Московский). Однако такое решение вызывает дополнительные пересечения при развязке путей за пределами технической станции (парка) и может быть сокращено лишь устройством специального шлюза. Для многих станций это неосуществимо, так как главные пути располагаются среди путей парка для грузового движения.

На большинстве станций с одной парой главных путей подхода увеличение их числа затруднено или связано с большими строительными работами. Резервом пропускной способности может быть лишь более рациональное размещение отдельных устройств. При реконструкции станцию с одной парой главных путей целесообразно развивать по схеме (рис. 10), которая обеспечивает укладку дополнительных главных путей.

В крупных городах, где станции имеют большие размеры дальнего и пригородного движения, число главных путей на подходе возрастает до трех-четырех.

Для станций с трехпутными подходами наиболее удобно раздельное расположение путей для дальнего и пригородного движения. При раздельном расположении главных путей для пригородного и дальнего движений ликвидируются все враждебные пересечения в горловине, однако на перегоне пути приходится специализировать для прибытия и отправления.

На тупиковых пассажирских станциях с четырехпутным подходом, где дальнее и пригородное движение не разделено и техническая станция расположена между главными путями, выгодно специализировать пути на прибытие-отправление независимо от категорий поездов.

Станции с трехпутными подходами имеются и будут в крупных городах, и поэтому вопрос о специализации путей очень важный, так как от него во многом зависит общая схема развития основных устройств станции. Правильная специализация главных путей на тупиковых станциях улучшает условия их работы, увеличивает пропускную способность, но проблемы развития таких станций в целом не решает.

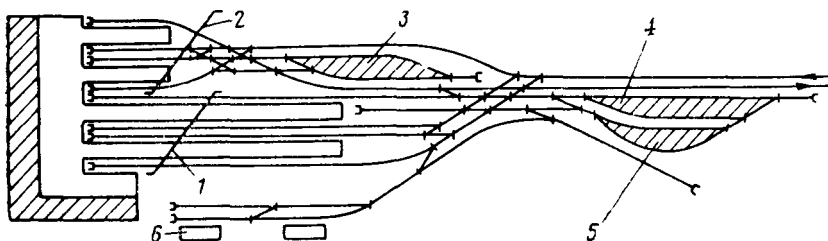


Рис. 10. Схема тупиковой пассажирской станции при совмещении дальнего и пригородного движения на одной паре главных путей:

1 — пути для дальних поездов; 2 — пути для пригородных поездов; 3 — пути для отстоя моторвагонных секций; 4 — техническая станция; 5 — локомотивное хозяйство; 6 — устройство для багажа и почты

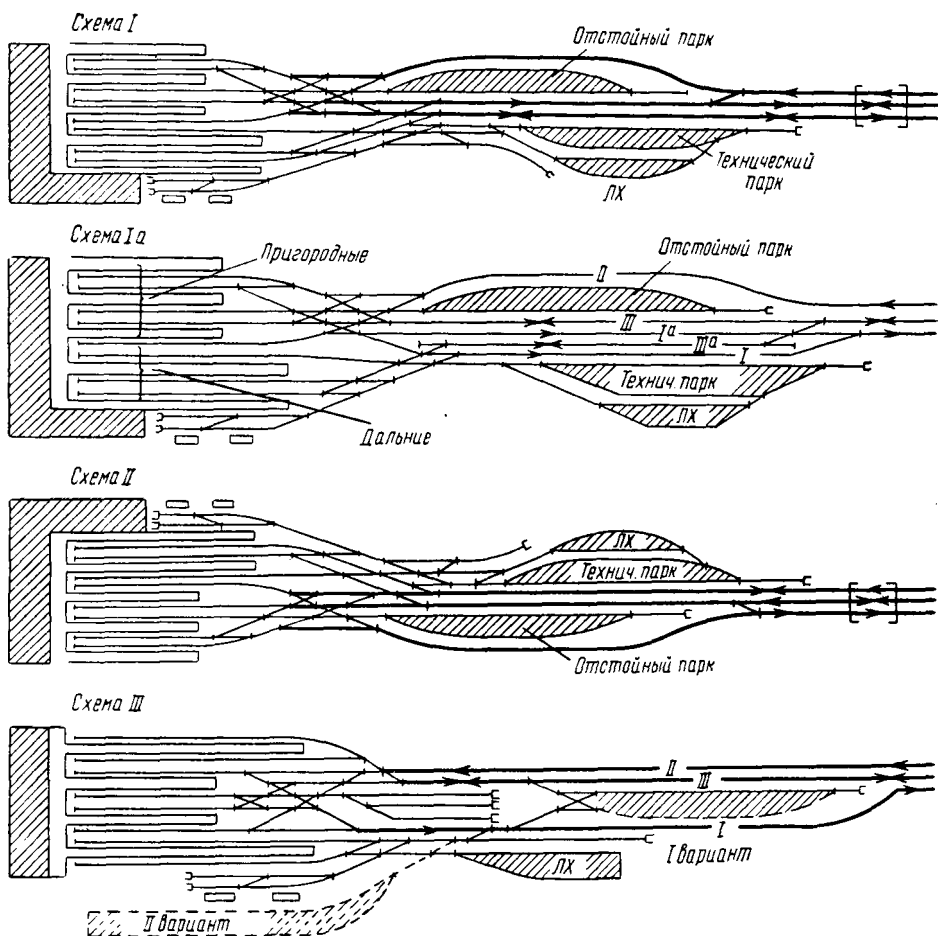


Рис. 11. Схемы тупиковых пассажирских станций с трехпутным подходом

Для станций с трехпутными подходами можно рекомендовать такие основные схемы (рис. 11). При расположении в этих схемах пути двустороннего действия сбоку от главных путей пригородного движения обеспечивается движение поездов разных категорий без пересечений. В тех случаях, когда путь двустороннего движения лежит посредине главных путей пригородного движения, в горловине станции создаются пересечения для прибывающих и отправляющихся дальних поездов. При этом пересечения в схеме II менее благоприятны, чем в схеме I. Так, в схеме II пересекается главный путь прибытия пригородных поездов, а в схеме I путь отправления. И в том, и в другом случае необходимо предусматривать увеличение соответствующих интервалов, что приводит к снижению пропускной способности станции. Укладка в горловине дополнительного шлюзового пути (III^a) для прибывающих дальних поездов и дублирующего главного пути

(Ia) для отправления пригородных поездов (схема Ia) может обеспечить отправление пригородных поездов без увеличенного интервала и устранить влияние пересечений в горловине на пропускную способность станции.

Наиболее целесообразно размещать перронные пути для дальнего и пригородного движения отдельно, а при трех главных путях располагать путь двустороннего действия с внешней стороны основной пары главных путей пригородного движения. В тех случаях, когда по условиям движения поездов на перегоне для повышения маневренности всех путей последние специализируют по-иному (путь двустороннего действия между главными путями пригородного движения), выход на рекомендуемую специализацию в пределах станции может быть осуществлен устройством шлюза или, еще лучше, путепроводной развязки. Для тупиковых станций особенно необходимы четкое разграничение устройств и соответственная специализация перронных путей.

Имеются также станции, где дальнее и пригородное движения выделены на самостоятельные пары главных путей. На рис. 12 показана схема проектируемой станции с четырехпутным подходом. Пути I и II специализированы для пригородного движения, а III и IV для дальнего. Устройства дальнего и пригородного движений разделены, не имеют взаимных пересечений и представляют собой как бы две самостоятельные станции.

Техническая станция для обслуживания поездов проектируется в некотором удалении от пассажирских устройств. Для выхода на нее предусмотрены два специальных пути. Пути отстоя пригородных моторвагонных секций расположены с внешней стороны главных путей, что вызвано местными условиями. Передвижение

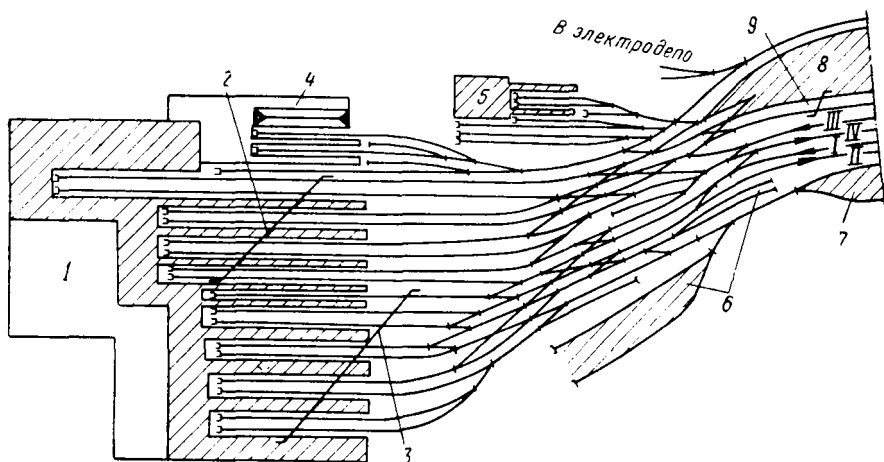


Рис. 12. Схема тупиковой пассажирской станции с двумя парами главных путей:

1 — здание вокзала; 2 — пути для дальних поездов; 3 — пути для пригородных поездов; 4 — устройства для багажа; 5 — отделение перевозки почты; 6 — пути для отстоя моторвагонных секций; 7 — грузовая станция; 8 — парк отстоя готовых составов; 9 — пути на техническую станцию

моторвагонных составов в тупиковый парк отстоя связано с переменной направленности движения на вытяжном пути.

Анализ пассажирских станций тупикового типа показал, что эти станции имеют ряд достоинств и удобств: при четком разграничении районов дальнего и пригородного движения пассажиры пригородных поездов проходят на посадку, минуя здание вокзала. Тупиковые станции обычно расположены в зоне, хорошо связанной городскими видами транспорта со всеми районами города, что очень удобно для прибывающих и отправляющихся пассажиров.

Однако наряду с положительными сторонами у схем тупиковых станций имеются и недостатки:

неудобства по обслуживанию сквозных поездов, для пропуска которых приходится менять их направление следования и выполнять дополнительные маневры, связанные с необходимостью перцепки багажного и почтового вагонов;

большая загрузка горловины станции, через которую производятся все виды операций с поездами различных категорий;

большое число враждебных маршрутов, вызываемое непрерывными встречными передвижениями как организованных поездов, так и маневровых локомотивов;

уменьшение скоростей подхода поездов к станции, вызываемое требованиями безопасности входа поезда на тупиковые перронные пути.

Все это приводит в целом к значительному уменьшению пропускной способности станции, поэтому в настоящее время тупиковые пассажирские станции для обслуживания дальнего, местного и пригородного конечного движения не строятся. Техническими указаниями по проектированию станций и узлов допускается проектировать новые тупиковые станции только в особо трудных условиях, когда применение сквозных станций встречает большие затруднения по топографическим и другим местным условиям и вызывает большой объем работ.

3. ПАССАЖИРСКИЕ СТАНЦИИ СКВОЗНОГО ТИПА

Многие пассажирские станции построены по сквозной схеме. Новые станции, обслуживающие все виды пассажирского движения (конечное, транзитное), проектируются со сквозными перронными путями, обеспечивающими пропуск поездов без смены направления движения поездов.

На пассажирских станциях сквозного типа дальнее и пригородное движение, как правило, не разделены, иногда применяется скользящая специализация, вызываемая нехваткой путей в часы «пик» и недостаточной пропускной способностью горловины. Большинство проходных пассажирских станций имеют одну пару главных путей для дальнего, пригородного и грузового движения. На многих из них один из подходов в пределах узла — однопутный (Днепропетровск, Воронеж). На отдельных станциях (Симферополь) однопутные подходы сохранились из-за трудности прокладки

второго главного пути. Двусторонние однопутные подходы остались на станциях с сезонным увеличением объема работы (Сочи) или при незначительных размерах движения.

В крупных железнодорожных узлах при нескольких двухпутных подходах часто, помимо главных путей, обслуживающих основное направление движения, предусматривается дополнительный двусторонний путь для пропуска пассажирских поездов и внутриузловых передач (Минск). При такой специализации главных путей создаются враждебные маршруты между передвижением передач и всеми категориями поездов главной линии. В ряде случаев число враждебных маршрутов резко возрастает из-за параллельного расположения технической станции (Минск, Тбилиси).

Подобное положение характерно для станций, имеющих примыкание однопутной линии для всех категорий поездов (Ярославль, Ростов, Куйбышев). На отдельных станциях сети боковая линия примыкает к небольшой группе путей (Орел), что усложняет технологию работы станции. Значительно снижается пропускная способность при отсутствии развязок грузового и пассажирского движения на станциях с параллельно расположенными парками (Курск).

В крупных городах с большим пригородным движением многие станции имеют трехпутные подходы, чаще всего односторонние, когда дальнее пассажирское и грузовое движение сосредоточивается на паре главных путей, а для пригородного — выделяется путь двустороннего действия, расположение которого по отношению к главным определяется специализацией путей перронного парка. На отдельных пассажирских станциях имеется по четыре главных пути, которые располагаются со стороны обращения максимального количества поездов.

Расположение главных грузовых путей и правильная специализация перронных путей определяют построение схемы и организацию работы сквозных станций. Пропуск грузовых поездов в обход станций облегчает их работу, разгружает горловины и снимает пересечения враждебных маршрутов. По эксплуатационным условиям главные грузовые пути целесообразно выносить в сторону от перронных. Однако, помимо удорожания стоимости линии в связи с необходимостью сооружения второй трассы, нужны значительные затраты на сооружение путепроводной развязки, снимающей пересечения с пассажирскими поездами. Решение вопроса о выносе главных путей следует принимать с учетом резервов пропускной способности станции. Размещение главных грузовых путей в стороне от пассажирских экономически выгодно для крупных узлов (Харьков, Киев), при размещении пассажирской станции параллельно сортировочной (Курск), обрабатывающей большие вагонопотоки, или на крупных пассажирских станциях с двумя парами путей для дальнего и пригородного движений.

На многих пассажирских станциях принимается внутреннее расположение главных грузовых путей. Схема их укладки должна обеспечивать максимальную маневренность в использовании путей,

минимальное число враждебных пересечений и параллельность выполнения различных технологических операций. Выбор места укладки главных грузовых путей зависит от взаимного размещения пассажирской и технической станции. Если техническая станция располагается между главными путями последовательно перронным, под главные грузовые можно специализировать крайние пути парка, изолируя их от платформ (рис. 13, а). При размещении технической станции сбоку от путей главный грузовой путь, идущий со стороны примыкания технической станции, должен быть крайним в парке, а встречный — ближе к середине перронных путей, что обеспечит сокращение числа пересечений в горловине (рис. 13, б). Нерациональное расположение главных грузовых путей приводит к возникновению большого числа пересечений.

При специализации перронных путей под дальнее и пригородное движение учитываются особенности обслуживания дальних и пригородных пассажиров и удобства сообщения с нужными помещениями вокзала и привокзальной площадью. Так как пригородные пассажиры перемещаются без тяжелого багажа, пути для их обслуживания можно относить дальше от пассажирского здания. Специализированные группы путей выделяются обычно на станциях с большими размерами движения.

Специализация путей для пригородного колебательного движения должна обеспечивать минимальные загрузки горловин и сокращение враждебных маршрутов. При последовательном размещении технической станции между главными путями, для колебательного движения пригородных и пропуска транзитных дальних поездов удобно выделять крайние перронные пути, используя внутренние для конечных поездов. При расположении технической станции сбоку от главных путей, пути для колебательного движения можно специализировать по схемам, изображенным на рис. 14.

На некоторых очень крупных станциях при наличии самостоятельных подходов устройства для пригородного и дальнего движения могут полностью изолироваться друг от друга. При таком решении значительно удорожается стоимость за счет сооружения сложных путепроводных развязок и нерационально используется путевое развитие станции.

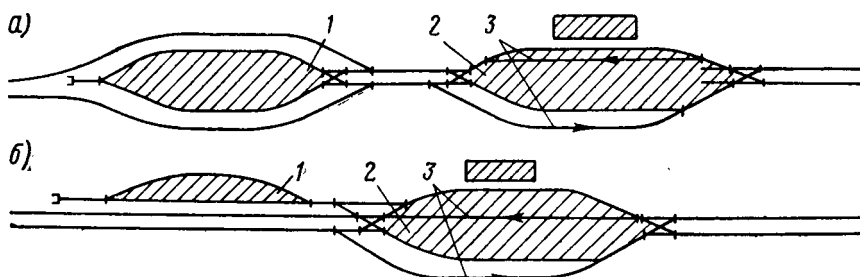


Рис. 13. Схема расположения грузовых путей на пассажирской станции: 1 — техническая станция; 2 — пассажирская станция; 3 — пути для грузового движения

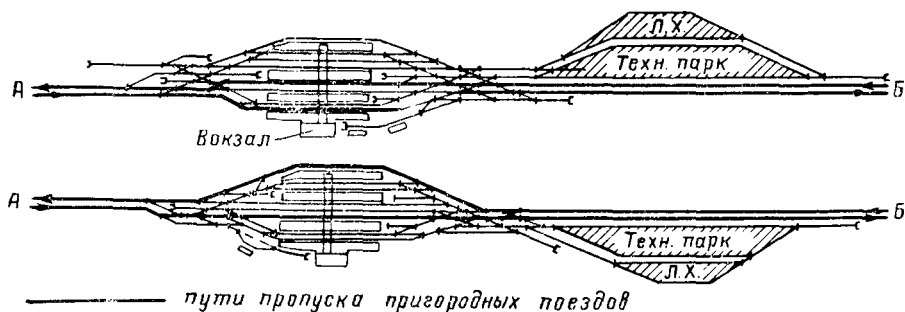
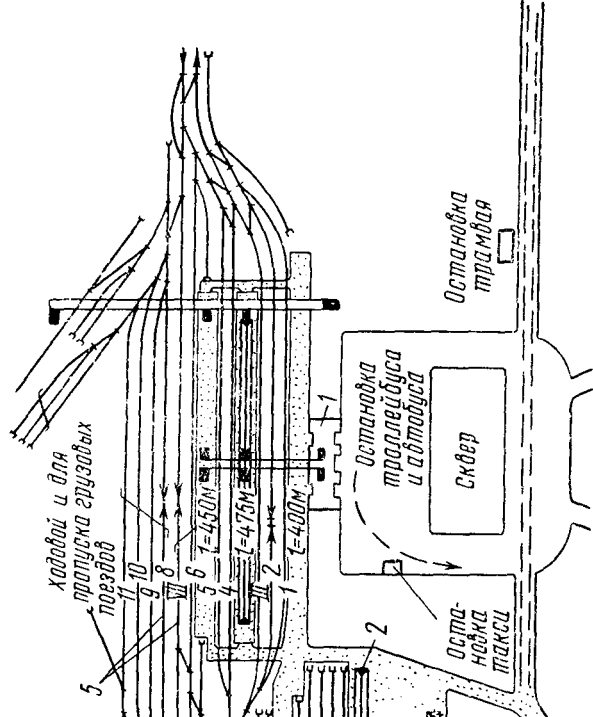


Рис. 14. Расположение путей при колебательном движении электропоездов

Схемы некоторых станций сквозного типа приведены на рис. 15—21. На рис. 15 показана пассажирская станция с боковым расположением вокзала и техническим парком, расположенным по другую сторону от главного пути. Размещение моечной машины на коротком пути резко снижает пропускную способность парка, что вместе с необходимостью большого числа пересечения главного пути вынуждает проводить экипировку в парке отстоя. Подобная картина характерна для станции, изображенной на рис. 16, где технический парк с моечной машиной размещен без учета рациональной технологии, в результате чего новая техника используется неэкономично. На рассматриваемых станциях ощущается, кроме того, большой недостаток перронных путей. Станцию, изображенную на рис. 16, необходимо реконструировать: вынести грузовые устройства на отдельную площадку и перронный парк увеличить за счет путей для грузового движения.

На рис. 17 представлена схема станции, на которой главный путь бокового направления примыкает лишь к небольшой группе перронных путей, не обеспечивая прием поездов на любой путь перронного парка. Пассажирская станция размещена на одной площадке с грузовой. Это усложняет условия работы обеих станций, создает трудности для дальнейшего развития. Увеличение числа путей практически невозможно, так как перронный парк расположен между основными грузовыми парками и привокзальной площадью. Размещение вокзала внутри парка ухудшает обслуживание пассажиров, резко увеличивает пути следования от поездов на площадь и к поездам. Подобная картина характерна также для станции, изображенной на рис. 18, где развитие пассажирских устройств чрезвычайно затруднено.

На рис. 19 приведена схема станции, где дальнейшее движение полностью отделено от пригородного. Посадочные платформы пригородных поездов соединены тоннелем и переходным мостиком с привокзальной площадью и вокзалом. Путь следования пригородных пассажиров достаточно велик. Пути для обслуживания дальнего движения недостаточно, а в дальнейшем станция может развиваться только за счет путевого развития грузовых парков А



- моечная машина; 5 — пути для грузового движения

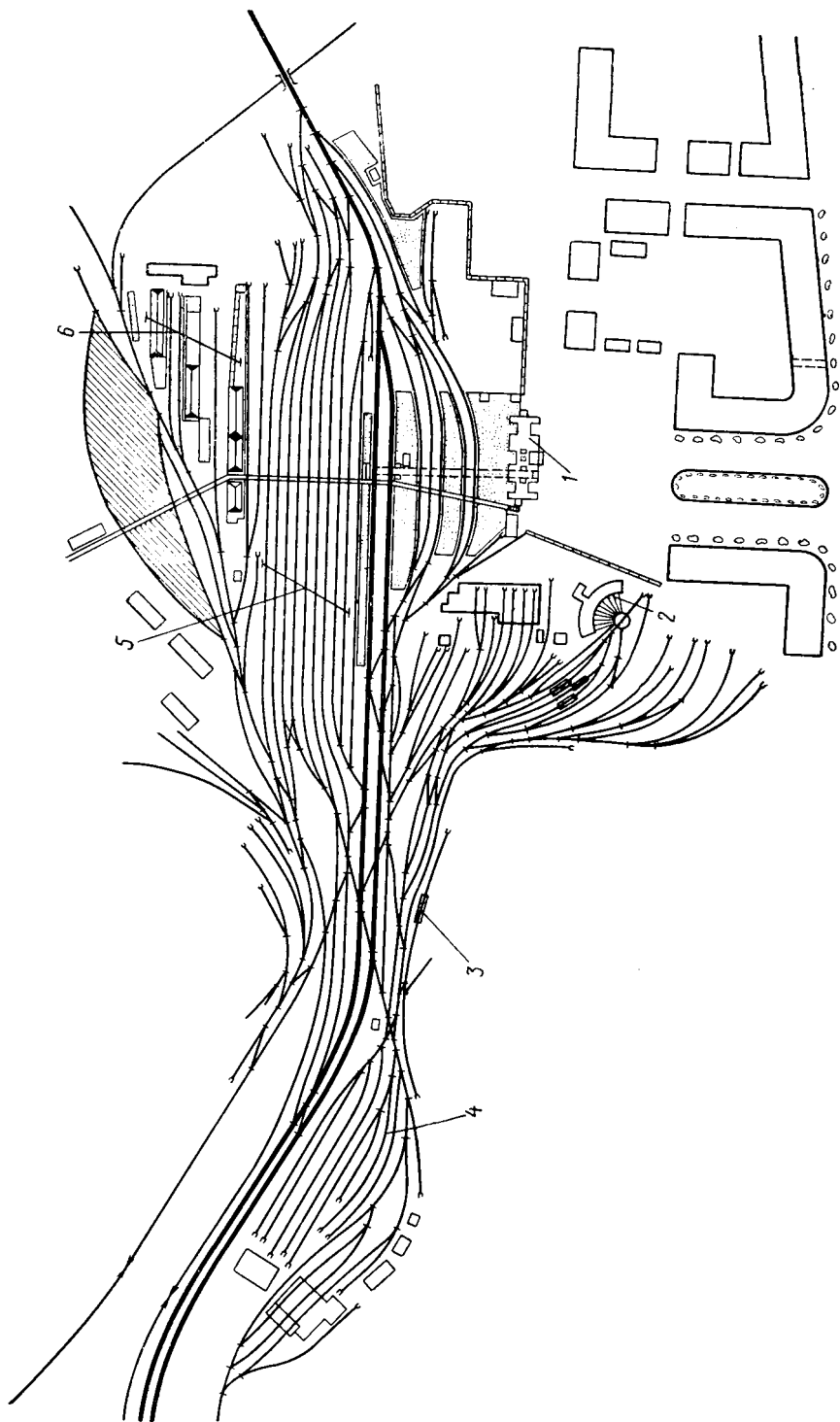


Рис. 16. Схема пассажирской станции с новым техническим парком:
 1 — вокзал; 2 — моечная машина; 3 — депо; 4 — моечная машина; 5 — пути для грузового движения; 6 — грузовой двор

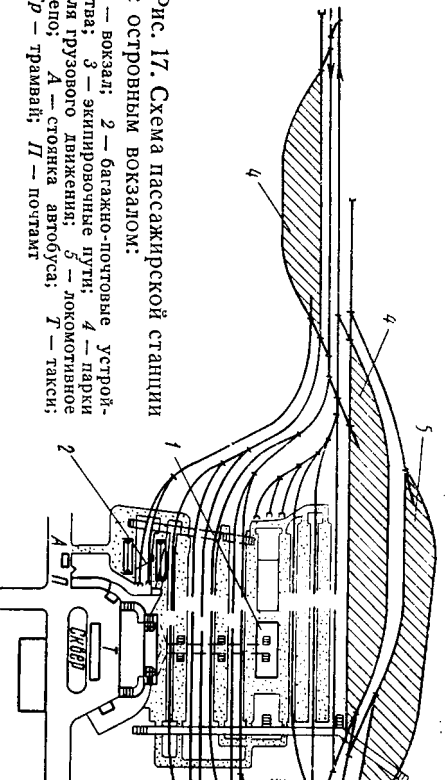
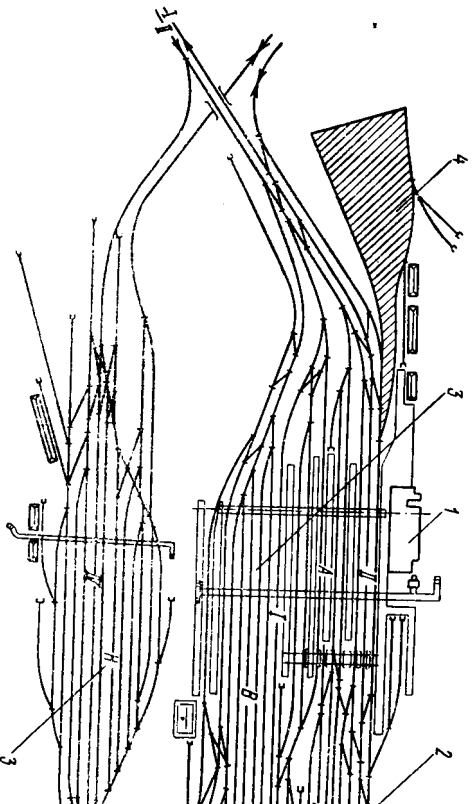


Рис. 17. Схема пассажирской станции с островным вокзалом:

1 — вокзал; 2 — багажно-почтовые устройства; 3 — экипировочные пути; 4 — парки для грузового движения; 5 — локомотивное депо; А — стоянка автобуса; Т — такси; Тр — трамвай; П — почтамт



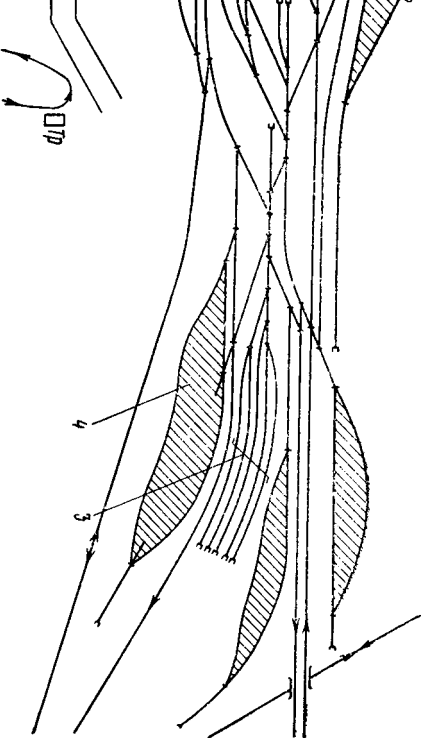
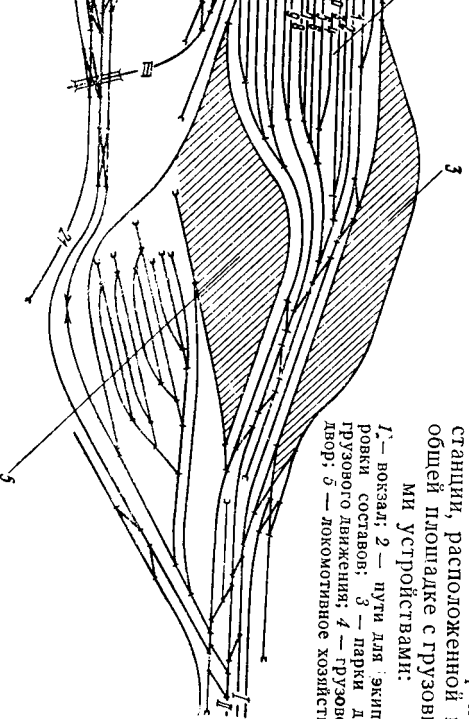


Рис. 18. Схема пассажирской станции, расположенной на общей площадке с грузовыми устройствами:

1' — вокзал; 2 — пути для экипировки составов; 3 — парк для грузового движения; 4 — грузовой двор; 5 — локомотивное хозяйство



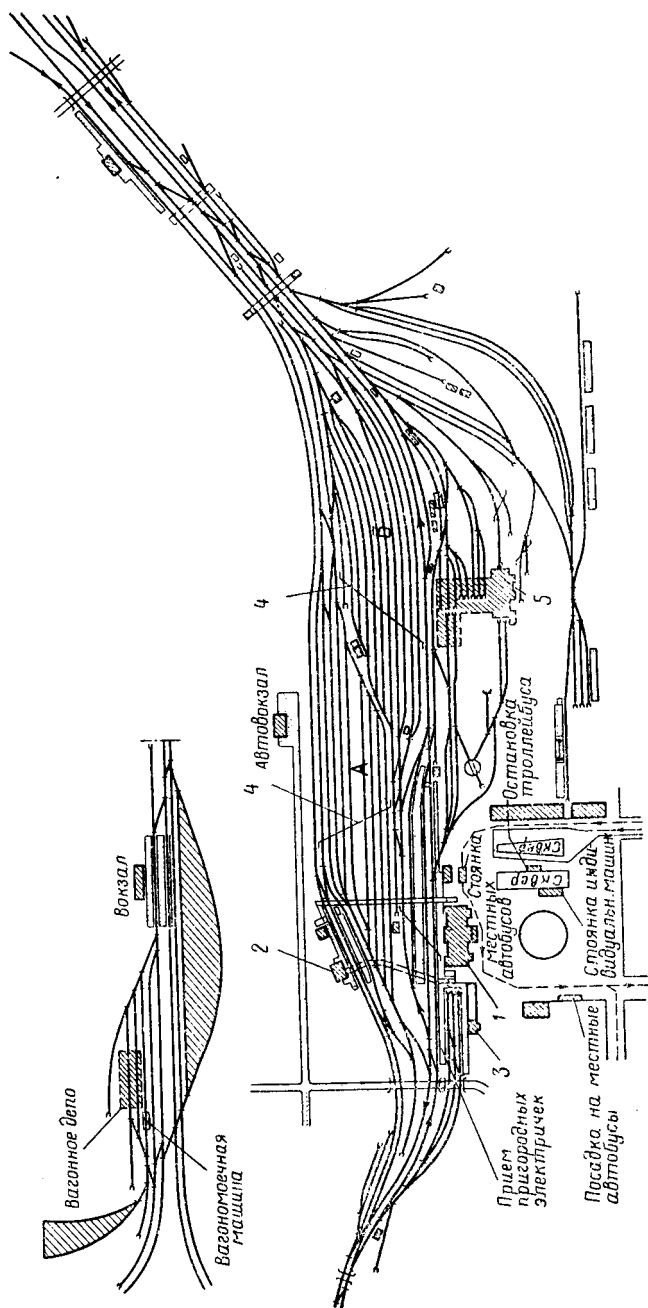


Рис. 19. Схема пассажирской станции с разделением дальнего и пригородного движения:
 1 — вокзал; 2 — устройство для багажа и почты; 4 — парк для грузового движения; 5 — депо

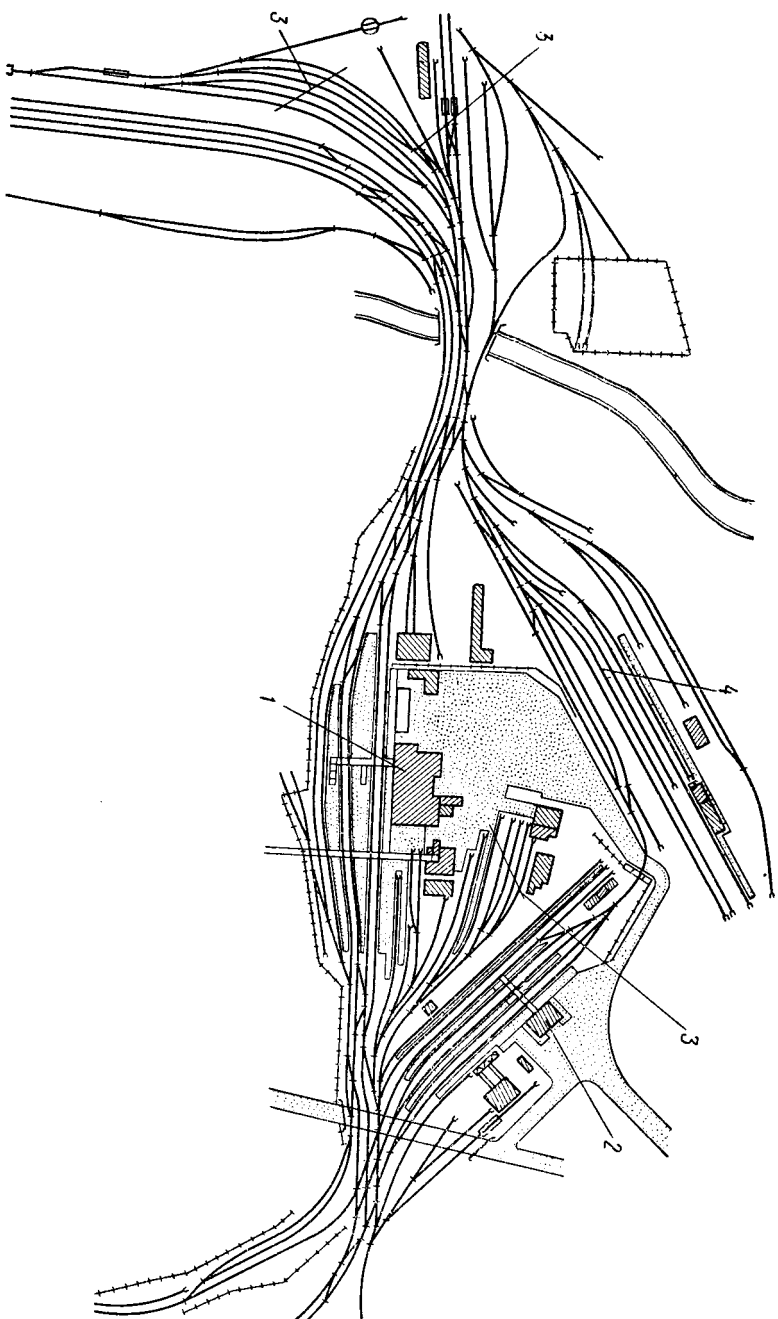


Рис. 20. Схема взаимного размещения станций, специализированных для дальнего и пригородного движения:
 1 — вокзал для дальних пассажиров; 2 — вокзал для пригородных пассажиров; 3 — пути для отстоя и экипировки составов; 4 — грузовой парк

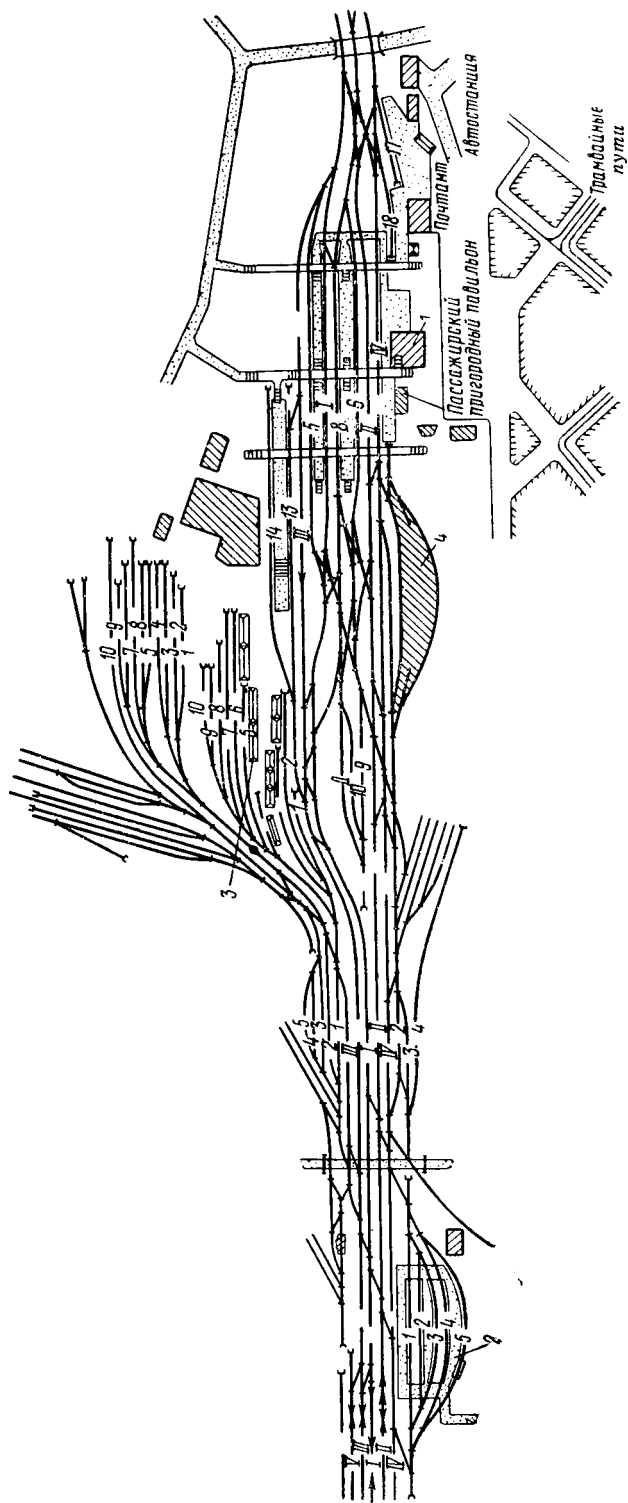


Рис. 21. Схема станции с четырехпутным подходом:
 1 — вокзал; 2 — технический парк с моечной машиной; 3 — грузовые устройства; 4 — депо

и Б. Объединение пассажирских и грузовых устройств для этой станции также очень неудобно, так как пропуск большого количества пригородных электропоездов создает большие затруднения в горловинах станции. Грузовые устройства на такой станции следует выносить на новую площадку, а на их месте сооружать техническую станцию, так как размещение существующего технического парка на соседней станции узла не обеспечивает экипировку и ремонт составов под поезда своего формирования.

Особенностью станции, приведенной на рис. 20, является полная изоляция дальнего и пригородного движения. По существу имеются две самостоятельные станции с общей привозкальной площадью. Такое решение обеспечивает значительные удобства для пассажиров, облегчает обслуживание их городским транспортом. Однако есть технические недостатки решения: грузовой парк в районе площади, соединительная ветвь, секущая городские магистрали, отсутствие развитой технической станции, не обеспечивающей экипировку пассажирских составов.

На рис. 21 приведена схема пассажирской станции, имеющей односторонний четырехпутный подход, с изолированной специализацией путей для каждого вида движения (дальнее, грузовое, пригородное). Особенность станции состоит в том, что она имеет две привозкальные площади и этим обеспечивает некоторое расщепление пассажиропотоков. В настоящее время многие станции переустраиваются с учетом возможности создания второй привозкальной площади (Киев, Саратов, Горький, Рига и др.).

К достоинствам станций сквозного типа относятся:

- минимальное число встречных пересечений маршрутов следования пассажирских поездов между собой и с маневровыми передвижениями, так как пропуск большинства поездов через станцию строго поточен и не создает возвратных передвижений;

- высокая маневренность станции и возможность взаимозаменяемости путей при минимальной загрузке горловин;

- высокая пропускная способность станции;

- возможность организации колебательного движения пригородных поездов.

Некоторым недостатком пассажирских станций сквозного типа является трудность связи пассажирского здания с промежуточными платформами: необходимы пешеходные мосты или тоннели. При движении пассажиров по лестничным сходам пешеходных мостов и тоннелей приходится преодолевать подъемы или спуски, что весьма ощутимо при наличии вещей. При транспортировке багажа встречаются также некоторые затруднения.

4. ПАССАЖИРСКИЕ СТАНЦИИ КОМБИНИРОВАННОГО ТИПА

На станциях комбинированного типа главные пути располагаются так же, как на проходных. Для таких станций значительно увеличиваются загрузка горловин и количество враждебных марш-

рутов со стороны примыкания группы тупиковых путей. Для дальнего и местного движения на станциях комбинированного типа обычно выделяются проходные пути, для пригородных — тупиковые. Только на станциях Рига-Пассажирская и Москва-Пассажирская-Смоленская тупиковые пути обслуживают дальнее и местное движение, а проходные — пригородное. Тупиковая группа путей может располагаться: со стороны вокзала, сбоку от проходных путей (Киев); внутри перронного парка; со стороны, противоположной пассажирскому зданию (Горький). На станциях комбинированного типа обеспечивается раздельность обслуживания пассажирского и пригородного движения, но усложняется развязка пассажиропотоков и потоков транспорта на привокзальной площади.

Развитие пассажирских станций должно осуществляться соответственно перспективным объемам работы, в основном, по проходным схемам. Односторонний рост пригородов потребовал сооружения тупиковых путей (Горький, Тбилиси, Минск, Челябинск и др.) и изменения многих схем проходных станций на комбинированные. Одновременно во многих городах пригороды начали интенсивно расти с двух сторон, вызывая необходимость изменения комбинированных схем для организации маятникового движения пригородных поездов (Киев). В дальнейшем комбинированные пассажирские станции могут рекомендоваться, в основном, для городов, где заканчивается движение дальних поездов и имеется большое транзитное пригородное движение или где развитие пригородных зон ограничено.

Создание комбинированных схем из проходных пассажирских станций должно обосновываться детальными исследованиями условий развития промышленных предприятий и расположения селитебных районов в городе и пригородных зонах. В случае перспективного развития пригородных зон по обе стороны от пассажирской станции комбинированная схема может проектироваться лишь при условии резерва территории для переустройства ее в проходную. Тупиковую группу путей, в этом случае лучше размещать со стороны, противоположной пассажирскому зданию (Горький).

Для станций проходного типа с большими размерами дальнего и пригородного движения могут предусматриваться самостоятельные перронные парки, которые в зависимости от развития города и привокзальной площади следует располагать последовательно или параллельно друг другу. Как этап часть путей в этих парках могут быть тупиковыми. В отдельных случаях при параллельном размещении парков для дальнего и пригородного движения целесообразно развивать вторую привокзальную площадь, перекрывая пути конкурсами или при соответствующем обосновании создавать над ними площадки для остановок городского транспорта.

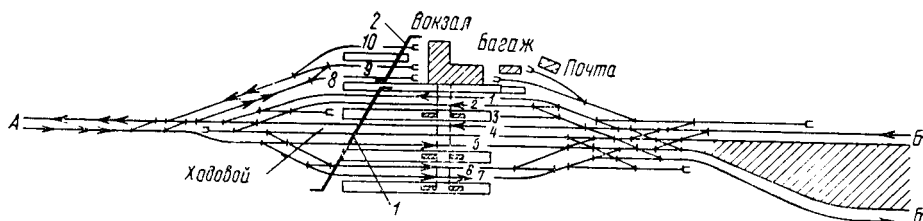


Рис. 22. Схема пассажирской станции комбинированного типа:
1 — пути для дальних поездов; 2 — пути для пригородных поездов

На рис. 22 показана принципиальная схема комбинированной пассажирской станции. Пути 1—7 станции предназначены для обслуживания дальнего движения, 8—10 — для конечных пригородных поездов, прибывающих и отправляющихся в сторону А. Как видно из схемы, в горловине со стороны А происходит пересечение маршрутов следования всех отправляющихся поездов в сторону А с прибывающими пригородными поездами из А на тупиковые пути. Техническая станция и локомотивное хозяйство расположены между главными путями.

На рис. 23 приведена существующая станция такого же типа. Тупиковые пути также предназначены для пригородного движения. В связи с большим ростом перевозок на станции строится техническая станция с полным комплексом устройств.

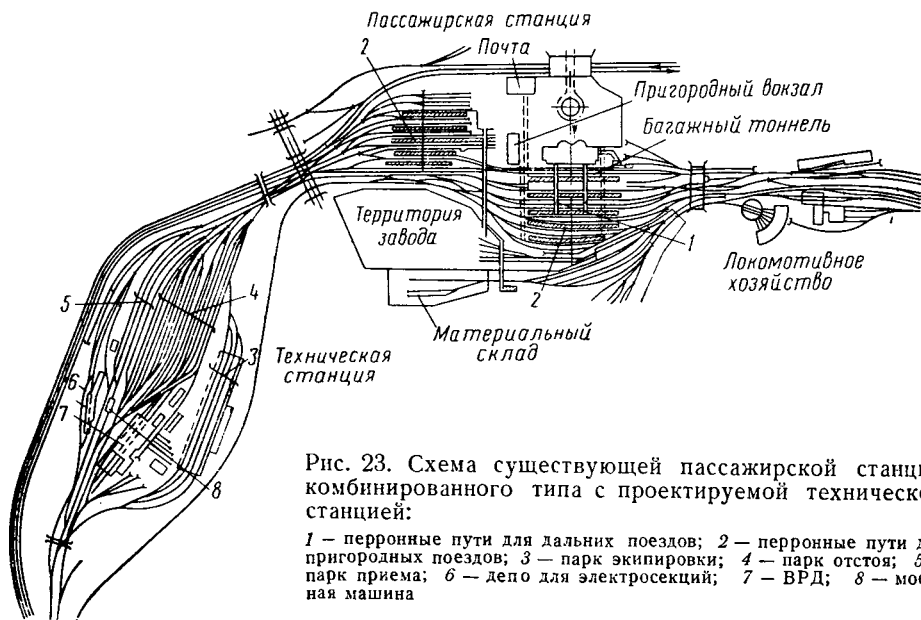


Рис. 23. Схема существующей пассажирской станции комбинированного типа с проектируемой технической станцией:

1 — перронные пути для дальних поездов; 2 — перронные пути для пригородных поездов; 3 — парк экипировки; 4 — парк отстоя; 5 — парк приема; 6 — депо для электросекций; 7 — ВРД; 8 — моечная машина

5. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ

На основе анализа схем пассажирских станций, условий их работы и изучения проектных материалов можно выделить три основные направления реконструкции станций:

- реконструкция и переустройство отдельных элементов пассажирских станций без изменения их принципиальной схемы;

- реконструкция станции с изменением схемы;

- полная реконструкция пассажирских устройств с выносом станции на новую площадку.

Реконструкция отдельных элементов станций необходима при добавлении числа путей, переустройстве горловин, сооружений или реконструкции багажных или пассажирских тоннелей, платформ, переходных мостиков, устройств багажа, почты, технических парков и может быть выполнена за счет перепланировки станционной территории (Калинин, Владимир и т. д.), использования имеющихся вблизи путей отстоя и локомотивных депо (Одесса) или расширения территории станции за счет города. При реконструкции улучшается схема пассажирской станции, сокращается число враждебных пересечений и изменяется схема пропуска грузовых поездов. К основным причинам, вызывающим частичную реконструкцию отдельных устройств, относятся увеличение количества обращающихся поездов и объема работы с багажом и почтой, введение электрической тяги, необходимость установки опор контактной сети, а также увеличение расчетной длины поездов.

При реконструкции пассажирской станции необходимо изменять схему в случаях, когда:

- резко увеличивается одностороннее пригородное движение;

- увеличиваются общие размеры движения поездов, а пропускная способность перронных путей и отдельных элементов станции недостаточна;

- схема станции не соответствует заданному объему работы;

- большие транзитные потоки (для тупиковых схем).

Если пассажирские устройства имеют недостаточное развитие и располагаются совместно с устройствами для грузового движения, то при реконструкции обычно пассажирскую станцию выносят на новую площадку. Это характерно, в основном, для объединенных станций, устройства на которых не соответствуют заданным размерам движения. После такой реконструкции создаются только проходные схемы станций.

Переустройство отдельных элементов станций, частичная и полная реконструкция с выносом станций на новую площадку и создание новых специализированных станций вместо существующих объединенных (Куйбышев, Волгоград, Свердловск, Новосибирск и др.) должно приводить к типизации схем, обеспечивающей возможность автоматизировать процессы.

Выбор решения зависит от размеров города и направления его

развития застройки территории около станции зданиями и сооружениями, наличия свободной площадки для размещения новой станции при хорошей связи с промышленными и селитебными районами, уровней подходов и привокзальных площадей, загрузки площадей и улиц.

На рис. 24—32 приведены примеры переустройства отдельных пассажирских станций сети.

На рис. 24 показана тупиковая пассажирская станция до и после реконструкции. Переустройство станции было вызвано недостаточным числом перронных путей, короткой их длиной, отсутствием промежуточных платформ и устройств для обслуживания пассажирских составов.

Трудность реконструкции состояла в том, что станция находилась в застроенной части города. После реконструкции число путей на станции увеличилось вдвое (за счет путей отстоя и депо). Вместо небольшого технического парка сооружена техническая станция с комплексом необходимых устройств, включая и моечную машину. После реконструкции станция стала полностью справляться с заданным объемом работы.

На рис. 25 представлена сквозная пассажирская станция, которая после реконструкции, сохранив существующую схему, получила добавочное путевое развитие, улучшенную конструкцию горловины и новый технический парк, обеспечивающий экипировку и ремонт составов.

На рис. 26 приведена станция, изменившая схему и получившая новый технический парк. При реконструкции изменено число главных путей на подходах и создана типовая сквозная схема станции. Основные устройства: багаж, почта и т. д. размещены на ней с учетом требований города. Грузовое и пассажирское движение четко разделено.

На рис. 27 и 28 представлены схемы станции *К* до и после реконструкции. До реконструкции (рис. 27) станция представляла собой как бы две самостоятельные станции с большим количеством тупиковых путей, часть из которых обслуживала грузовое движение (склады). Техническая станция была развита слабо.

После реконструкции станции сквозные пути были специализированы для пригородных электропоездов, а тупиковые выделены для дальних и местных (рис. 28). Такие схемы могут применяться в тех случаях, когда пассажирская станция конечная для дальнего движения, а пригородное движение в значительных размерах имеется на обоих подходах к станции и можно организовать колебательное движение пригородных поездов.

В схеме на рис. 29 представлен вариант переустраиваемой пассажирской станции сквозного типа с боковым расположением вокзала. Техническая станция расположена параллельно перронным путям, что очень неудобно, так как создает большое число пересечений при подаче и уборке составов. Каждые два перронных пути станции обслуживают одну пассажирскую платформу.

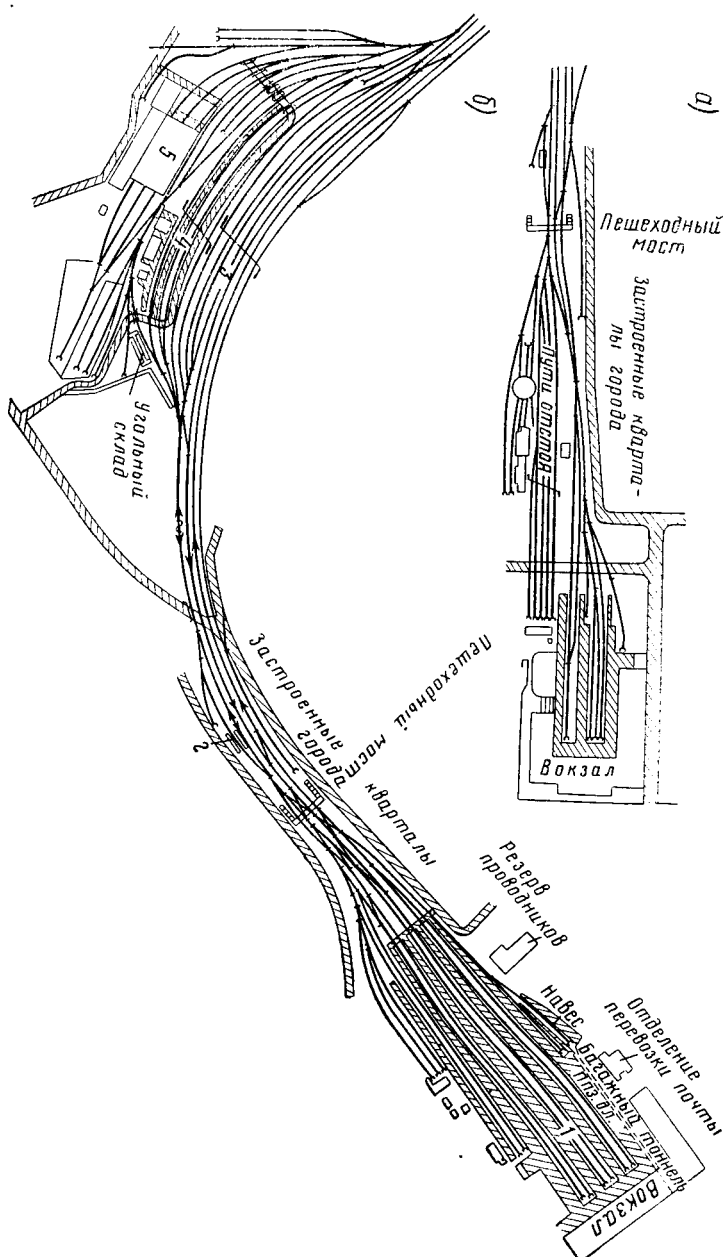


Рис. 24. Схема пассажирской станции:

а — до реконструкции; б — после реконструкции; 1 — пассажирская станция; 2 — вагоноочечная машина; — пути отстоя и отправления составов; 4 — пути приема и экспрессов; 5 — вагонное депо и мастерские

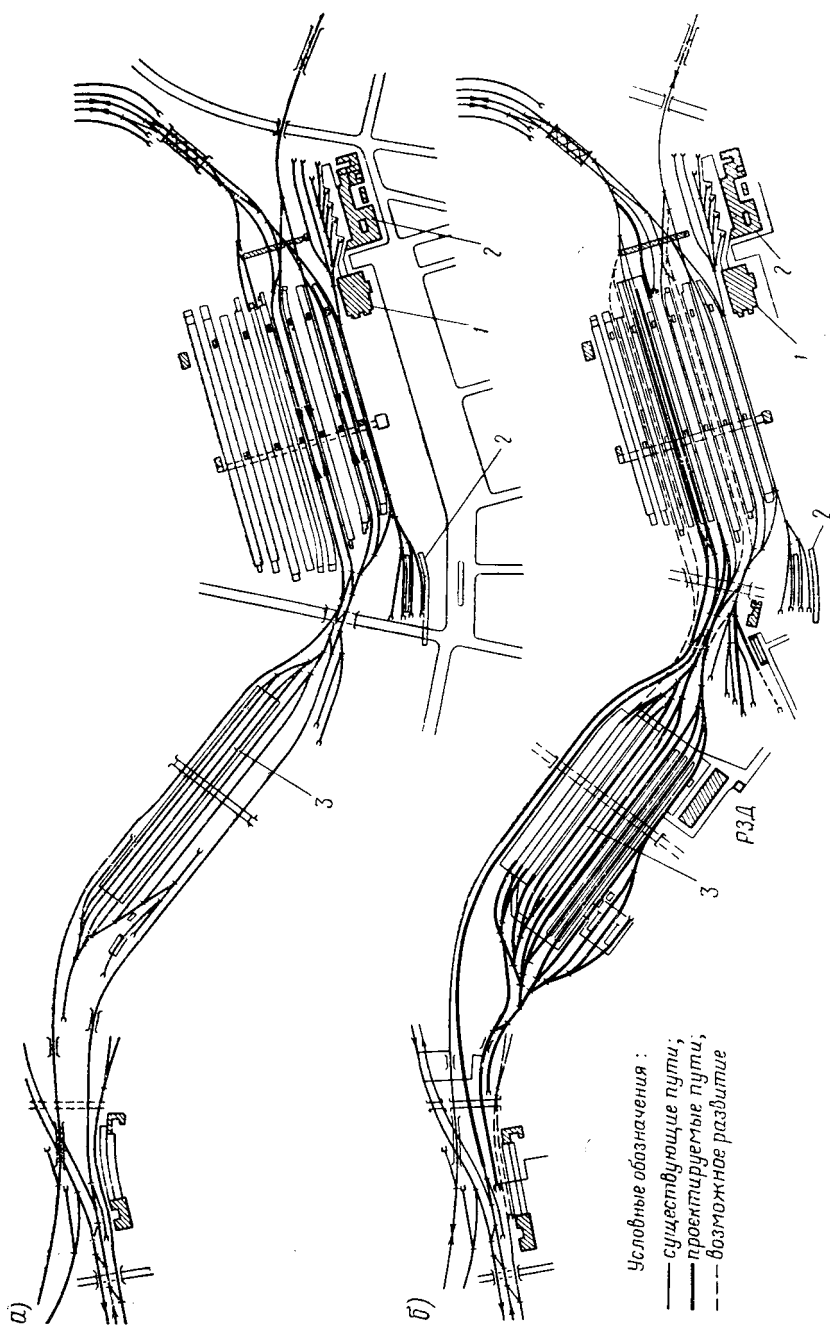
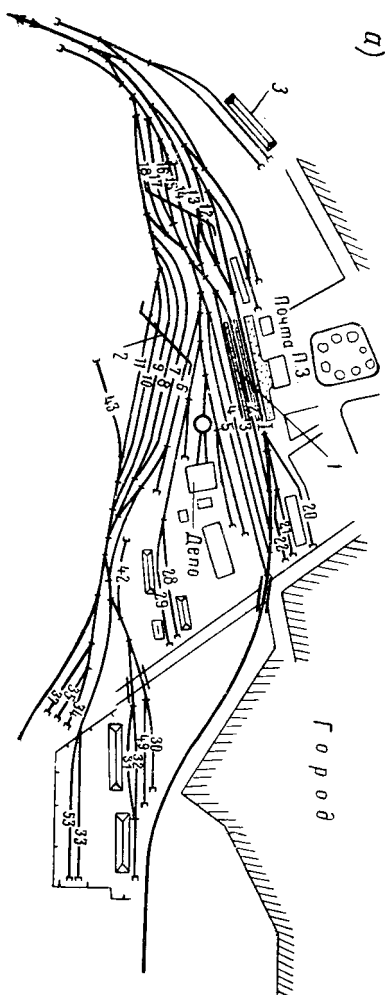
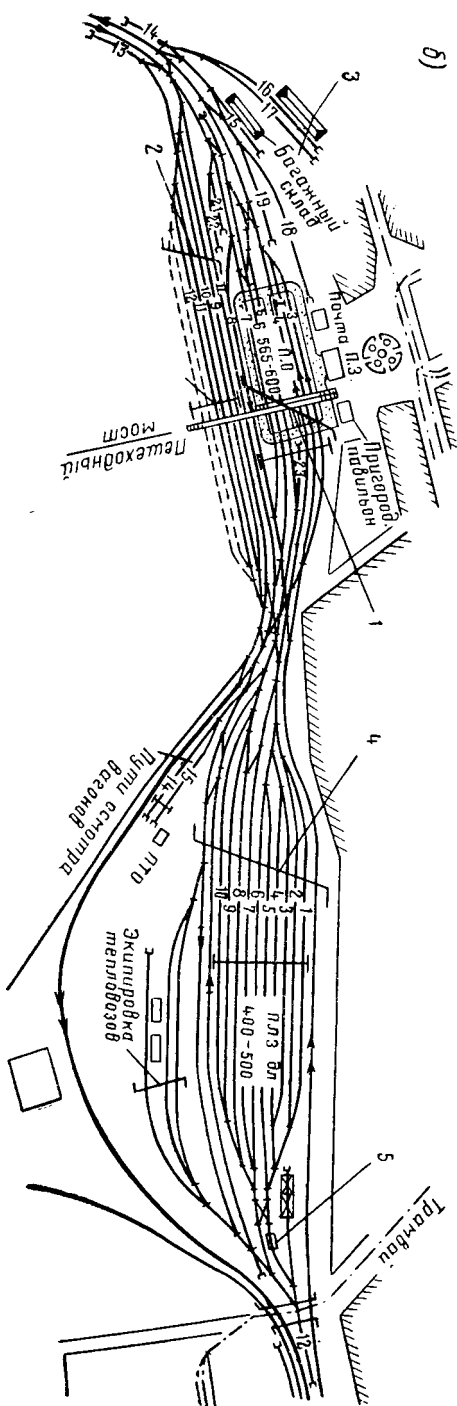


Рис. 25. Схема переустройства станции:
 а — до переустройства; б — после переустройства; 1 — вокзал; 2 — багажно-почтовые устройства; 3 — техническая станция

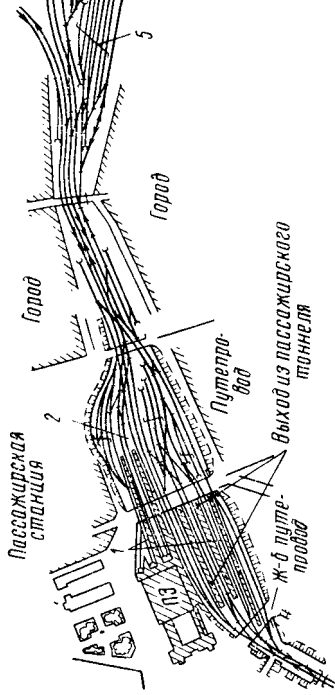
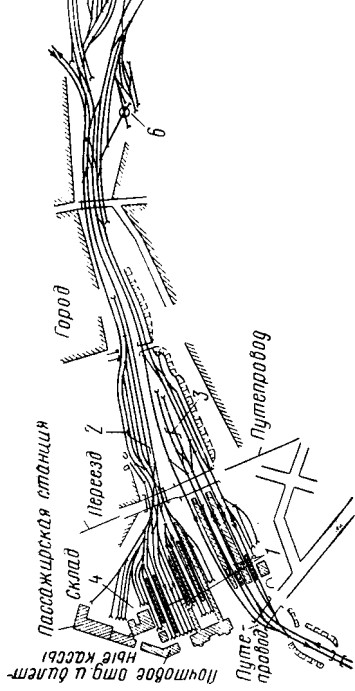


а)



б)

Рис. 26. Схема реконструкции пассажирской станции:
а — существующая схема; 1 — перронные пути; 2 — парк для грузовых поездов; 3 — грузовой двор; 4 — проектная схема станции; 1 — парк перронных путей; 2 — парк для грузовых вагонов; 3 — пути для багажа и почты; 4 — техническая станция; 5 — вагонная машина



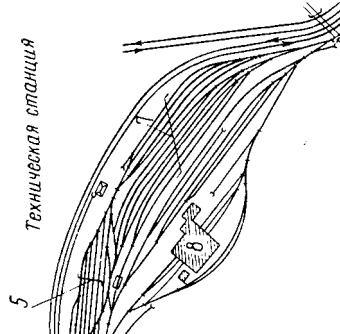


Рис. 27. Схема пассажирской станции *К* до реконструкции:

1 — перронные пути для дальнего и пригородного движения; 2 — пути отстоя вагонов; 3 — пути отстоя электросекций; 4 — устройства и пути для багажа и почты; 5 — пути отстоя электропоездов; 6 — пункт электрировки локомотивов; 7 — парк электрировки ремонта и отстоя; 8 — ВРД

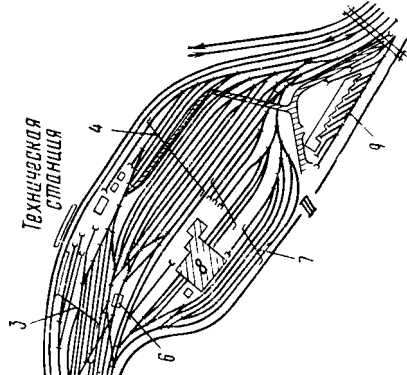


Рис. 28. Схема пассажирской станции *К* после реконструкции:

1 — пути и платформы для дальних и пригородных поездов; 2 — пути для отстоя багажных и почтовых вагонов; 3 — парк отстоя пригородных составов; 4 — парк электрировки, ремонта и отстоя составов; 5 — парк приема; 6 — моечная машина; 7 — парк отстоя электропоездов; 8 — ВРД; 9 — почтово-багажный двор

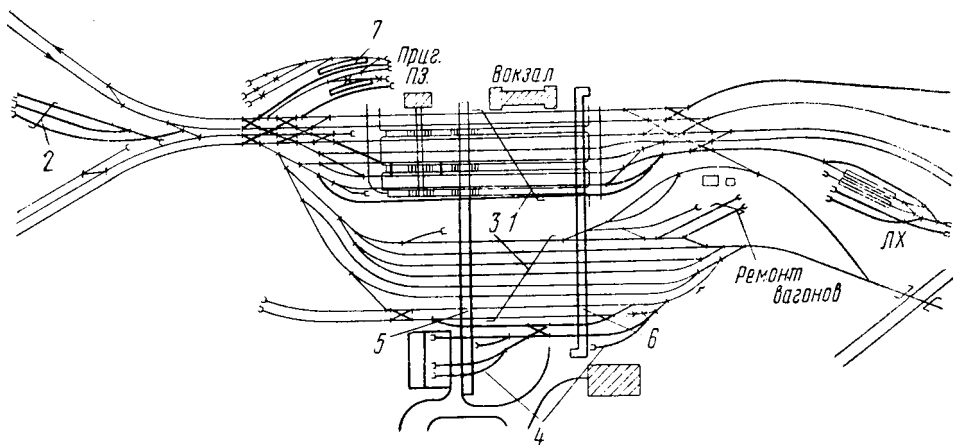


Рис. 29. Проект реконструкции сквозной пассажирской станции:

1 — перронные пути; 2 — парк для отстоя дизель-поездов; 3 — парк отстоя пассажирских составов; 4 — пути для багажных и почтовых вагонов; 5 — пассажирский тоннель; 6 — багажный тоннель; 7 — пути для дизель-поездов и пригородных; тонкая линия — существующие пути и устройства; жирная линия — проектируемые пути и устройства

Небольшие устройства для багажа и почты размещены со стороны пригородного вокзала. В проекте переустройства данной станции предусматривается возможность выноса технической станции на отдельную площадку, размещенную последовательно с пассажирской станцией. Такое решение значительно облегчит условия работы и увеличит пропускную способность станции.

Для удобства пассажиров переходы в одном уровне заменяются специальным тоннелем, связывающим все посадочные платформы. Это обеспечит безопасность пассажиров при пропуске через станцию грузовых и пассажирских поездов. Для улучшения работы с багажом и почтой проектируются отделения багажа и перевозки почты, связанные тоннелем с главным пассажирским зданием. Однако вынос багажных и почтовых устройств в сторону, противоположную пассажирскому зданию, и удаление его от основных городских магистралей ухудшают обслуживание этих устройств, а строительство тоннеля под всеми путями станции удорожает стоимость реконструкции. Для этой станции было бы более целесообразно разместить почтово-багажные устройства в районе одной из горловин станции со стороны привокзальной площади.

После реконструкции станция фактически примет вид комбинированной схемы, так как в районе пригородного вокзала намечено сооружение группы тупиковых путей, обслуживающих пригородное электрифицированное движение и дизель-поезда. На станции имеются тупики, предназначенные для стоянки отдельных вагонов, и вытяжки для маневровой работы с пассажирскими поездами.

На рис. 30 и 31 показана сквозная пассажирская станция до и после реконструкции.

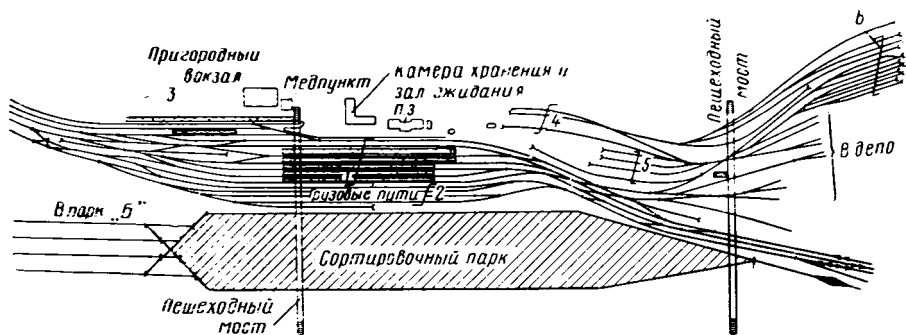


Рис. 30. Схема пассажирской станции А до реконструкции:

1 — перронные пути; 2 — пути для грузовых поездов; 3 — платформа для пригородных пассажиров; 4 — пути для почтовых вагонов; 5 — пути для багажных вагонов; 6 — парк стоянки пассажирских составов

Отсутствие тоннелей на станции затрудняло проход пассажиров к поездам. Ширина посадочных платформ была недостаточна. Устройства для багажа и почты не имели прямой связи с вокзалом и платформами. Параллельно парку перронных путей располагался парк грузовых путей, что мешало работе станции. Кроме того, на данной станции не было технической станции.

При реконструкции станции все указанные недостатки схемы были устранены. Новый вокзал запроектирован с конкорсом, обеспечивающим хорошую связь с платформами, что удобно для пассажиров. Техническая станция построена между главными путями с западной стороны, а бывший технический парк используется для пригородных поездов. Пути для пригородного движения вынесены в отдельную группу и обеспечивают возможность организации колебательного движения поездов. Два пути выделены для конечных пригородных поездов. Для пригородных пассажиров предусмотрены высокие пассажирские платформы, соединенные между собой пешеходным мостом. Для пригородных и местных

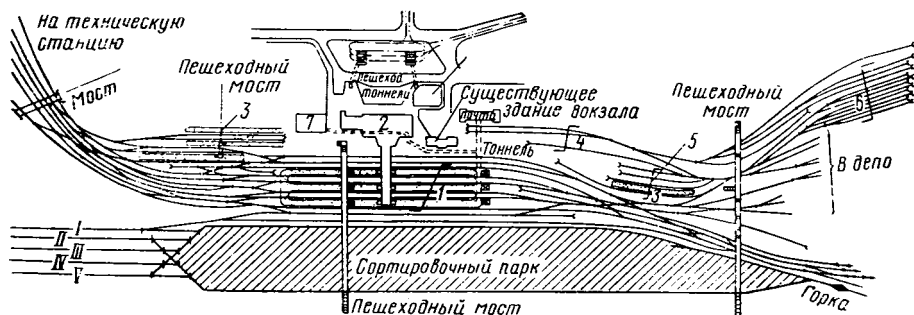


Рис. 31. Схема пассажирской станции А после реконструкции:

1 — перронные пути; 2 — новое здание вокзала; 3 — пути и платформы для пригородного движения; 4 — пути для почтовых вагонов; 5 — пути для багажных вагонов; 6 — пути отстоя пригородных составов; 7 — новый пригородный вокзал

поездов также используются сквозные перронные пути. Тоннель удобно связывает устройства для багажа и почты с платформами и зданиями основного и пригородного вокзалов.

На рис. 32 изображена схема реконструкции узла с созданием специализированной пассажирской станции. До реконструкции пассажирские устройства были объединены с грузовыми и размещались с ними на одной площадке. После реконструкции пассажирские устройства вынесены на отдельную площадку и получили независимое развитие с учетом освоения заданного и перспективного пассажиропотока.

Во многих случаях дальнейшее развитие пассажирской станции вызывается недостаточной пропускной способностью. Строительство вторых, третьих и четвертых путей чрезвычайно сложно, а пассажиропотоки с каждым годом растут, увеличиваются размеры движения пассажирских поездов. Во многих случаях эта проблема решается повышением вместимости каждого поезда, увеличением длины пассажирского поезда. Сейчас вместо 13—14 вагонов в поезде находятся 17—18. На особо напряженных направлениях длину поездов желательно повысить до 20—22 вагонов. Однако недостаточная длина путей на пассажирских и технических станциях также не позволяет решить этот вопрос. Целесообразно удлинять пути на целом направлении. Например Москва — Одесса, Москва — Ростов — Адлер — Тбилиси, Москва — Куйбышев — Ташкент и т. д. Чтобы дать рекомендации для существующих линий необходимы дополнительные исследования этой проблемы.

В крупных узлах большие колебания пассажиропотока в течение суток, поэтому экономически выгодно использовать в разные часы суток электропоезда с различным числом вагонов в составе. Это резко повысит населенность поездов и, следовательно, снизит эксплуатационные расходы. Однако, при этом необходимы специальные дополнительные пути на пассажирских (технических) и зонных станциях для отстоя составов или секций в периоды спада пассажиропотоков. Этот очень важный вопрос требует специального экономического исследования и изучения технических возможностей его разрешения.

Учитывая большие трудности дальнейшего развития станций или сооружения новых станций в городах на новых площадках из-за отсутствия свободных территорий, следует, видимо, смелее рассматривать варианты размещения станций под землей и на эстакадах. Такие станции максимально приближены к центральным районам города, на них легко разделяются дальние, местные и пригородные пассажиропотоки и багажные потоки. Кроме того, такие станции имеют ряд других преимуществ. Опыт станций Нью-Йорк Централ и Пенсильвания (город Нью-Йорк, США) показал целесообразность таких решений.

В крупнейших городах СССР Москве, Ленинграде, Киеве и других, где уже сейчас нет или недостаточно места для развития станций, подобные решения вполне целесообразны.

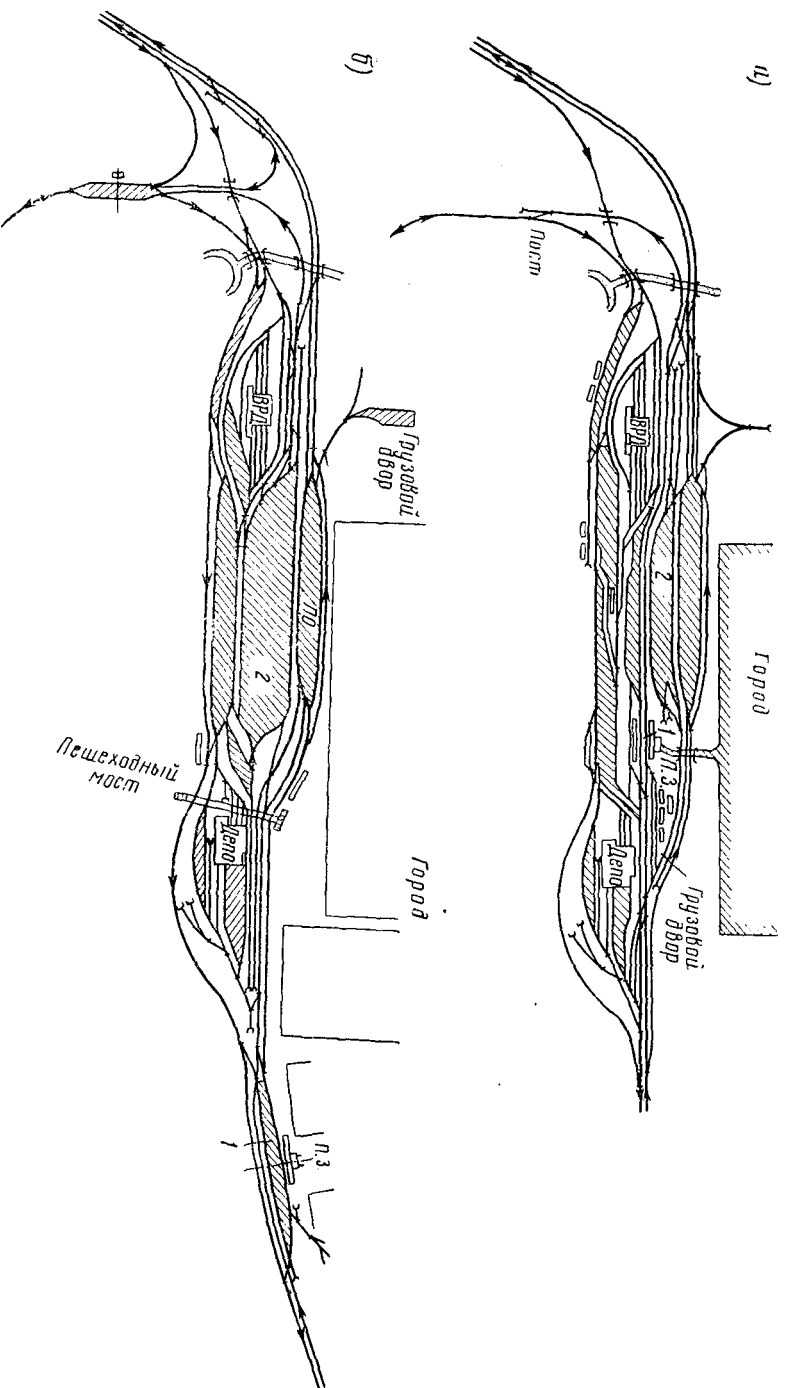


Рис. 32. Схема реконструкции узла с созданием специализированной пассажирской станции:
 а — до реконструкции; 1 — пассажирские устройства в узле; 2 — сортировочная станция в узле; б — после реконструкции; 1 — специализированная пассажирская станция, вынесенная за пределы узла; 2 — реконструированная сортировочная станция

6. ПОГРАНИЧНЫЕ ПАССАЖИРСКИЕ СТАНЦИИ

Характерная особенность устройств для пассажирского движения на пограничных станциях состоит в том, что они обслуживают поезда, следующие за границу и обратно.

На пассажирских пограничных станциях пути для приема и отправления поездов колеи 1524 * и 1435 мм могут проектироваться раздельно и совмещенно (за счет устройства совмещенного третьего рельса) в зависимости от ширины станционной площадки и объема работы. Пути для маневровой работы и отстоя подвижного состава проектируются обычно раздельно.

Вследствие разной ширины колеи железных дорог СССР и зарубежных стран на пограничных станциях вагонные тележки колеи 1524 мм в пассажирских вагонах прямого беспересадочного сообщения заменяют на тележки колеи 1435 мм и наоборот на специальных перестановочных пунктах или путях. На рис. 33 дана общая планировка территории пункта перестановки и взаимное расположение отдельных устройств. Поезда или отдельные вагоны прямого беспересадочного сообщения маневровым порядком подаются непосредственно на пути перестановки 1, 3. Ширина колеи в пределах фронта работ по перестановке равна 1524 мм. Сужение колеи до 1435 мм происходит постепенно на расстоянии 6250 мм. Для предохранения вагонов колеи 1435 мм от схода со стороны внутренних граней рельсов колеи 1524 мм уложены контррельсы, длина которых определяется фронтом работ.

На некоторых станциях пути перестановки имеют совмещенную колею 1524 и 1435 мм. Чтобы удобнее менять тележки, путь перестановки разбивают на стойла-позиции, в пределах которой устанавливается один вагон. Вагон поднимается при помощи четырех электродомкратов (по два с каждой стороны).

Замена тележек колеи 1524 мм на 1435 мм и обратно осуществляется при помощи электролебедок с непрерывным тросом или канатом.

Совмещенный пункт перестановки для пассажирских и грузовых вагонов, особенностью которого является наличие передвижных домкратов, перемещающихся вдоль фронта работ, изображен на рис. 34.

На пограничных станциях устройства для обслуживания пассажирского и грузового движения в зависимости от топографических условий могут размещаться параллельно или последовательно, причем во всех случаях пассажирское движение изолируется от грузового.

Наиболее экономичной является схема с последовательным расположением пункта перестановки, приемо-отправочных путей и путей технического парка.

* Правилами технической эксплуатации железных дорог Союза ССР (изд. 1970 г.) ширина колеи установлена 1520 мм.

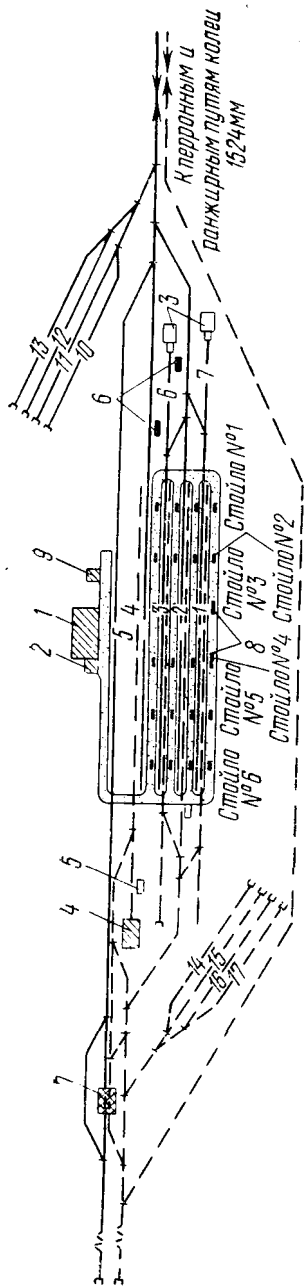


Рис. 33. Схема путевого развития и размещения устройств на пункте перестановки:

пути: 1, 3 — комбинационный путь тележек 1524 мм на 1435 мм и наоборот; 2 — совмещенный путь тележек 1435 и 1524 мм для передвижения подъемного крана; 4 — для текущего ремонта тележек колес 1524 и 1435 мм; 5 — обьездной колес 1524 мм; 6—7 — для подбора и ремонта тележек колес 1524 мм перед подкаткой под состав; 8—9 — то же для колес 1435 мм; 10—13 — для отстоя тележек колес 1524 мм; 14—17 — то же для колес 1435 мм. Сооружения: 1 — здание, где размещаются служебные и производственные помещения; 2 — компрессорная установка с воздухоотводом; 3 — помещение для лебедок с бесконечными канатами; 4 — помещение для промежуточной ревизии роликовых букс и текущего ремонта тележек; 5 — склад с уложенными рельсами для хранения запасов колесных пар колес 1524 и 1435 мм; 6 — стеллажи для хранения инструментов и запасных частей; 7 — электродомкраты; 8 — электростанция с силовыми трансформаторами и станцией управления электродомкратами; 9 — натяжные устройства

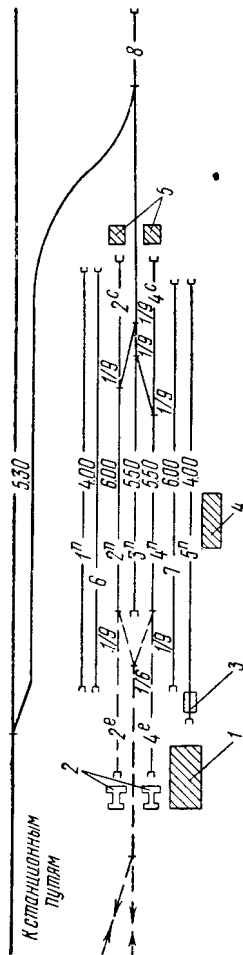


Рис. 34. Схема пункта перестановки для пассажирских и грузовых вагонов:

пути 1^п, 5^п — с контрольными для хранения тележек и грузовых вагонов; 2^п, 4^п — перестановочные, сквозные с контрольными для передвижения подвижного состава колес 1435 и 1524 мм; 2^с, 4^с — то же для колес 1524 мм; 3^п — с контрольными для ремонта и подбора тележек пассажирских вагонов; 6—7 — для передвижения самонтирующегося козлового крана; 8 — выжигной путь для перестановки составов; сооружения: 1 — мастерские; 2 — натяжные устройства; 3 — помещение для годового ремонта тележек; 4 — станция управления домкратами; 5 — здание для тяговых лебедок

7. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ

Все вновь сооружаемые, а также переустраиваемые станции рассчитываются на заданные размеры движения на расчетный срок с учетом перспективы дальнейшего развития отдельных устройств.

Перед составлением проекта переустройства (или реконструкции) существующей пассажирской станции тщательно изучаются условия работы этой станции, перспективы роста города, степень подвижности населения, характер и размеры пассажиропотоков и определяется объем работы станции на расчетный срок.

В особых случаях разрабатываются проектные задания развития станции в двух или более вариантах для одних и тех же условий. Во всех вариантах предусматривают очередность строительства по всему комплексу в соответствии с ростом размеров движения, причем в случае реконструкции существующей станции стремятся максимально использовать имеющиеся устройства и предусматривать переход от одного этапа к другому без нарушения нормальных условий работы станции.

При проектировании пассажирских станций их пути размещают на площадке или на уклонах не круче 1,5‰. В трудных условиях эта величина может быть увеличена до 2,5‰. Уклон путей для стоянки пассажирских составов или вагонов не может превышать 1,5‰, так как новые пассажирские вагоны оборудованы роликовыми подшипниками.

Пути пассажирских станций размещаются в плане, как правило, на прямой. Размещение путей пассажирских станций на кривых допускают лишь в трудных условиях проектирования. При этом величина радиуса должна быть не меньше 1200 м. При переустройстве пассажирских станций, расположенных на кривых, стремятся к ликвидации кривых малых радиусов и уположению кривых. Как исключение, для таких станций существующие кривые малых радиусов сохраняются только в непереустраиваемой части станции.

Пути у высоких пассажирских платформ располагают на прямой и лишь при необходимости расположения их на кривых проектируют радиусом не менее 1200 м, а в особо трудных случаях — не менее 600 м.

Полезную длину пассажирских путей на пассажирских станциях устанавливают по максимальной длине составов, предусмотренных к обращению на линии на десятый год ее эксплуатации и с учетом расчетных длин пассажирских платформ.

Расстояние между осью прилегающего пути и краем высокой платформы принимают равным 1920 мм, низкой — 1745 мм. При отсутствии между путями платформ опор, сигналов и других устройств нормальное расстояние между осями пути принимается 5,3 м, минимальное в естественных условиях — 4,8 м; на тупиковых станциях в случае отсутствия между перронными путями

платформ расстояние между осями путей — 4,8 м. При наличии опор или других сооружений проектируются уширенные между-
путья.

В горловинах стремятся к созданию минимального количества враждебных маршрутов, а в некоторых случаях — к изоляции пассажирского движения от грузового. Горловины крупных станций конструируют из условия одновременного производства ряда технологических операций и поэтому в них предусматривают дополнительные параллельные стрелочные улицы. В стрелочных горловинах пассажирских станций укладывают стрелочные переводы марки $1/_{11}$. При реконструкции пассажирских станций в целях сокращения длины горловин применяют перекрестные стрелочные переводы. В случаях создания условий для безостановочного пропуска скоростных поездов по боковым путям используют крестовины марки $1/_{18}$ и более пологие.

Контактной сетью на пассажирских станциях оборудуют приемо-отправочные, ходовые и тракционные пути. Опоры контактной сети располагают на станции так, чтобы обеспечивалась видимость сигналов, не стеснялось развитие отдельных элементов станции и не создавались помехи маневровой работе.

При переустройстве станций под электрическую тягу низкие пассажирские платформы в необходимых случаях заменяют высокими и сооружают специальные навесы, предохраняющие пассажиров от атмосферных осадков (дождя, снега).

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ НА СТАНЦИЯХ

1. ПУТЕВОЕ РАЗВИТИЕ И ГОРЛОВИНЫ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ

Пути на станциях предназначены для пропуска и стоянки пассажирских поездов, перронные пути — для совместного обслуживания дальних и пригородных поездов или только дальних, местных или пригородного движения. Пути для дальних поездов должны иметь длину 400—450 м, а для пригородных 240—300 м.

Распределение станций по полезной длине путей приведено на рис. 35. При длине приемо-отправочных путей менее необходимой для обработки поездов возникают потери пропускной способности горловин. Например, на станции Саратов горловина занята под непроизводительными операциями от 50 до 270 мин в сутки.

Неоправданно удлиненные приемо-отправочные пути приводят к дополнительным затратам при постройке и увеличивают эксплуатационные расходы на содержание устройств станций, штаты и маневровую работу. Удлиненные пути, как правило, возникли в связи с необходимостью пропуска грузовых поездов через пассажирские перронные парки.

Для отдельных станций сети характерно слабое путевое развитие. Число поездов, снимаемое с одного приемо-отправочного пути в сутки, колеблется от 2,5 до 16,5 и в среднем составляет 7—10. Значительные колебания в съеме поездов создаются из-за несоответствия объемов работы пассажирских станций и их путе-

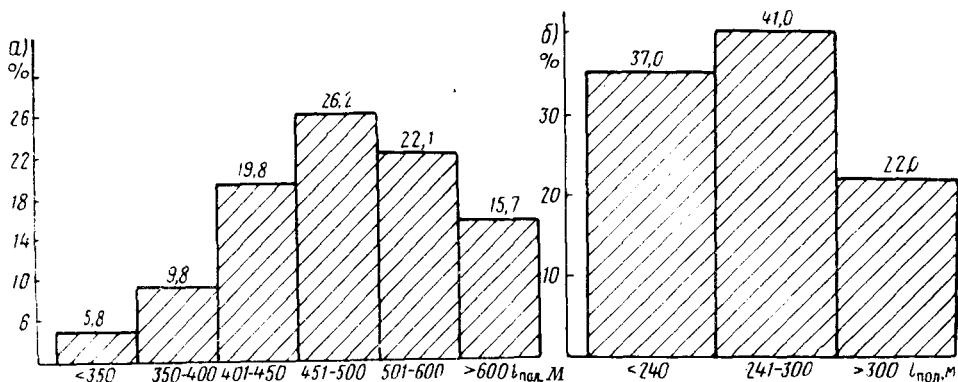


Рис. 35. Распределение станций по полезной длине путей:

а — для дальних; б — для пригородных

вого развития. Например, на станции Баку на 15—20 пар поездов приходится шесть приемо-отправочных путей, а на станции Кишинев — при тех же размерах движения — только три. Часть станций с малыми размерами движения имеют относительно большее число путей, чем крупные станции. Следовательно, крупные пассажирские станции в ряде случаев поставлены в более трудные условия, что позволяет сделать вывод о недостатках существующих принципов расчетов путевого развития.

Средняя загрузка одного пути колеблется от 300 до 500 мин. На многих пассажирских станциях с небольшим объемом работы (Баку) занятость одного пути не превышает 160—250 мин (11,4—18,0% суточного времени). Для крупных станций загрузка одного пути значительно выше. Самая высокая загрузка на станциях с интенсивным пригородным движением, доля которого в общем объеме работы превышает 60%. Например, на станции Рига, обслуживающей свыше 140 пар поездов в сутки (более 100 пар пригородных), загрузка составляет 36%. Значительная загрузка характерна также для станций с большими размерами транзитных поездов. Занятость одного пути в часы «пик» на многих станциях составляет от 80 до 100%.

Нерациональное использование путевого развития пассажирских станций вызывает дополнительные расходы по эксплуатации и содержанию устройств, относимые на 1000 отправленных пассажиров. Увеличение расходов характерно для станций с низким использованием путевого развития. Например, на станциях Тбилиси, Одесса, имеющих полезную занятость путей от 12,5 до 18%, расходы на 1000 отправленных пассажиров составляют соответственно 195,4 и 167,90 руб. На станциях Львов, Минск с загрузкой перронных путей свыше 20—25% эти расходы значительно меньше — 66,97 и 136,90 руб.

Низкая загрузка путей характерна также для пассажирских станций, расположенных в крупных городах и имеющих слабо развитые технические парки. Для городов, обслуживаемых такими станциями, искусственно сокращается число конечных пассажирских поездов из-за невозможности производства ремонта и экипировки составов. Обслуживание жителей города перекладывается на транзитные поезда, что приводит к резкому ухудшению условий поездки (Киев-Пассажирский, Харьков и др.).

На станциях с хорошо развитыми техническими парками (станциями) загрузка путей значительно выше.

Путевое развитие станций редко лимитирует размеры движения, так как пути станции во многих случаях используются незначительную часть суток и дополнительный объем работы может быть освоен при изменении технологии. Например, на станциях с большим количеством конечных поездов стоянка их на перронных путях может быть сокращена на 20—30%, если выделены специальные пути для багажа и почты, или сухая уборка пригородных поездов с перронных путей перенесена на техническую станцию (парк).

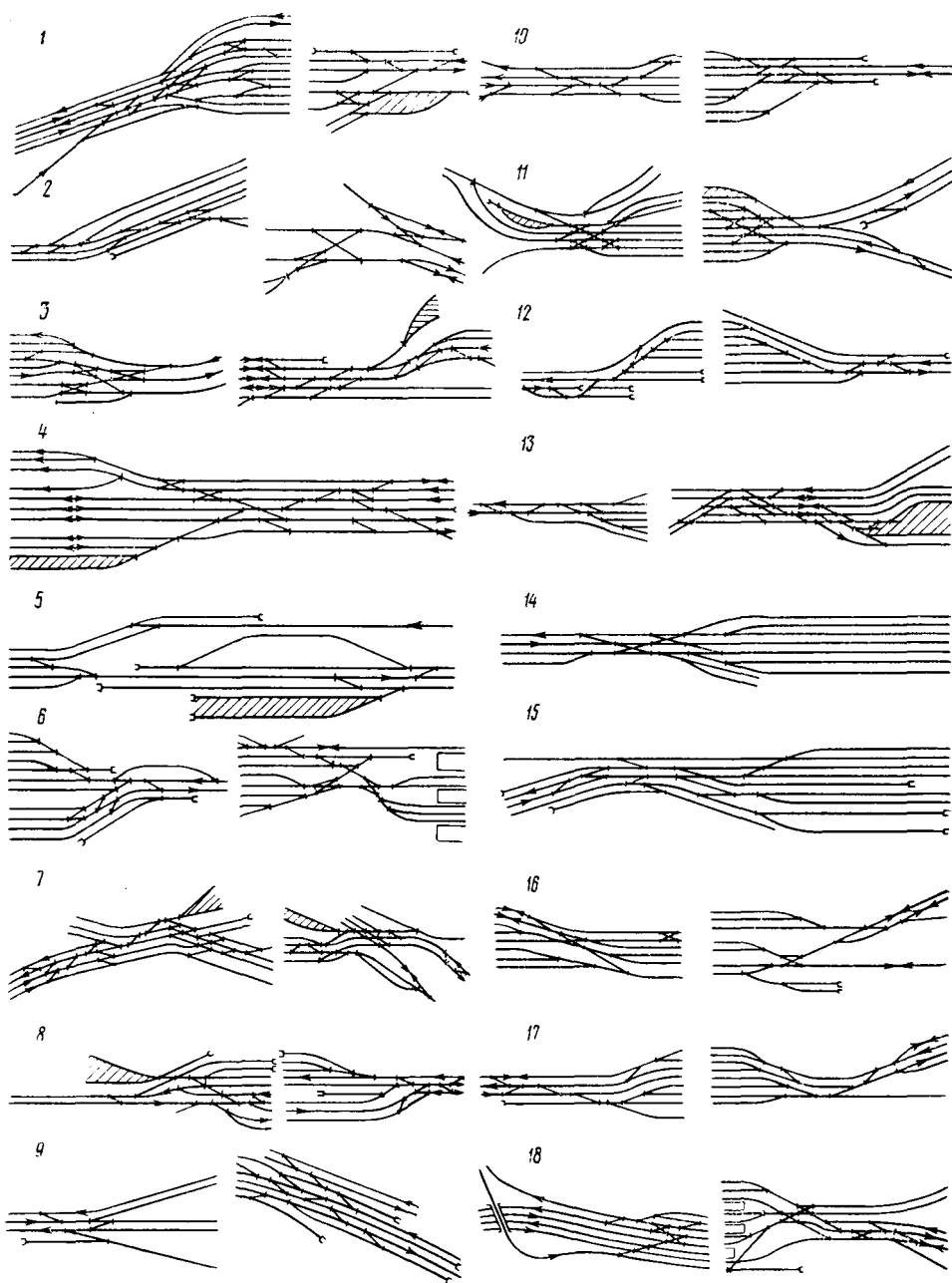


Рис. 36. Принципиальные схемы горловин на пассажирских станциях

Более высокое использование путевого развития возможно также за счет оптимизации составления расписаний движения пассажирских поездов и рациональной загрузки путей без ущерба интересов пассажиров.

Горловины пассажирских станций являются одним из важнейших их элементов, обеспечивающих высокую пропускную способность (рис. 36), имеют много конструктивных и технологических недостатков: часто отсутствуют параллельные хода, имеются пересечения встречных маршрутов, не обеспечивается пропуск пассажирских поездов на любой перронный путь и возможность раздельного пропуска грузовых и пассажирских поездов. Особые трудности создаются на станциях, где устройства для пассажирского и грузового движения расположены параллельно.

На многих станциях враждебные пересечения возникли из-за нерационального примыкания главных путей. На станции Орел, например, по этой причине в горловине пересекаются маршруты приема и отправления пассажирских и грузовых поездов, маневровые передвижения и передача поездов в технический парк. На станции Харьков примыкание к одной стрелке багажного и почтового отделения и товарной станции узла привело к увеличению эксплуатационных расходов (задержка подач вагонов, несвоевременная уборка, увеличение времени маневров и т. д.).

На отдельных пассажирских станциях перегрузки горловин возникают из-за повторных передвижений. Это создает трудности в организации движения, увеличивает расходы на прием и отправление поездов, повышает себестоимость формирования. Значительное влияние на расходы станций оказывает несовершенство горловин и несоответствие их объему выполняемой работы. Только наличие лишних постов, районов и сложных маршрутов пропуска маневровых локомотивов (Минск, Тбилиси), вызванное несовершенством конструкций горловин, увеличивает расход на 10—14%.

Теоретическая пропускная способность горловины должна быть выше пропускной способности путей. На многих станциях наблюдается обратное: пропускная способность путей превышает пропускную способность горловин. Только на отдельных станциях, перестроенных в последние годы, горловины имеют резерв пропускной способности, достаточный для проведения маневров и других операций (например, Челябинск-Пассажирский).

2. ПАССАЖИРСКИЕ ПЛАТФОРМЫ

Пассажирские платформы предназначены для пропуска пассажиров на посадку, накопления пассажиров и посадки их в поезда, высадки из прибывающих поездов и пропуска к выходам в здание вокзала и на привокзальную площадь. Расположение пассажирских платформ и их размеры должны обеспечивать удобство передвижения пассажиров, необходимую скорость движения, а также полную безопасность следования пассажиров.

Пассажирские платформы можно разделить на две категории: основные и промежуточные. Основные платформы могут быть двух видов: боковые, располагаемые на станции сквозного или тупикового типов сбоку от путей и прилегающие к пассажирскому зданию, и торцовые (распределительные), размещаемые на станциях тупикового типа, перпендикулярно перронным путям; такие платформы обеспечивают прямую связь пассажирского здания со всеми промежуточными платформами.

Различают пассажирские платформы двух типов: высокие и низкие. Высокие платформы имеют высоту над уровнем головки рельса 1100 мм, а расстояние от края платформы до оси прилегающего к ней пути 1920 мм. Они применяются на крупных пассажирских станциях с массовой посадкой и высадкой пассажиров, а также на станциях тех участков, где пригородное движение обслуживается моторвагонными составами без подножек.

На тупиковых пассажирских станциях обычно сооружают высокие пассажирские платформы, обеспечивающие пропуск пассажиропотоков в здание вокзала без подъемов и спусков. На станциях сквозного типа основная платформа, как правило, высокая, а промежуточные платформы могут быть как высокими, так и низкими. На некоторых больших пассажирских станциях сквозного типа предусматривается сооружение высоких пассажирских платформ такой конструкции, которая обеспечивает двусторонний осмотр и ремонт ходовых частей вагонов, стоящих возле платформы.

Низкие пассажирские платформы применяются на тех пассажирских станциях, где обращается незначительное количество пассажирских поездов, а пригородное движение не электрифицировано. Высота этих платформ над уровнем головки рельса 200 мм, а расстояние от края платформы до оси прилегающего к ней пути 1745 мм. Низкие пассажирские платформы по сравнению с высокими требуют меньших строительных затрат, но посадка и высадка на этих платформах пассажиров с тяжелыми вещами, а также пассажиров с детьми и инвалидов неудобна.

В зарубежной практике низкие пассажирские платформы во многих странах проектируются безбортовыми (ФРГ, Швейцария, Австрия и т. д.). На таких платформах наружный рельс является своеобразным бортом, к которому непосредственно прилегает основание платформы. На железных дорогах Советского Союза такие платформы применения не нашли.

Длина платформ на большинстве станций колеблется от 250 до 400 м. На ряде станций длина платформ не превышает 250, 300—350 м (Днепропетровск, Брянск, Львов). Многие станции имеют максимальную длину платформ в 340—380 м (Херсон, Уфа, Тбилиси, Волгоград, Саратов). На отдельных станциях платформы достигают длины 450—530 м (Куйбышев, Воронеж, Ереван, Рига). При недостаточной длине посадка пассажиров происходит прямо с междупутья (Саратов), при избыточной — с одного пути одновременно отправляются два поезда (Ереван). В обоих случаях создаются неудобства.

Длина пассажирской платформы должна соответствовать максимальной длине пассажирского поезда, предназначенного к обращению на первые годы эксплуатации. При проектировании платформ для дальних поездов должна предусматриваться возможность перспективного доведения их длины до 400—450 м с увеличением на 30 м для путей прибытия тупиковых пассажирских станций.

Длина платформ для обслуживания пригородного движения на большинстве крупных станций (Московский узел, Ленинградский, Рига, Челябинск и др.) не превышает 240—260 м. По техническим условиям проектирования станций предусмотрена возможность удлинения этих платформ до 300 м.

Ширина пассажирских платформ зависит от количества пассажиров и характера пассажиропотока, а также от места расположения и числа выходов с платформ. На многих крупных пассажирских станциях пассажирские платформы имеют недостаточную ширину. Так, некоторые станции Московского и Ленинградского узлов до сих пор еще имеют платформы шириной 4,5—6 м, что совершенно недостаточно для этих станций.

На тупиковых пассажирских станциях, особенно при их реконструкции, чтобы облегчить укладку горловин и сократить расходы на строительство, в отдельных случаях можно сооружать клинообразные платформы, сужающиеся в сторону входной горловины (станция Рига-Пассажирская). Но такие нетиповые платформы переменной ширины очень дорогие.

При расчете пассажирских платформ необходимо учитывать размещение на платформе дополнительных сооружений и устройств, связанных с обслуживанием пассажиров (лестница, опоры, павильоны и т. д.). Во всех случаях минимальная ширина основной пассажирской платформы должна быть не меньше 6 м, а в стесненных условиях на реконструируемых станциях не менее 5 м в пределах здания и 4 м на остальной части.

Минимальная ширина промежуточных платформ может устанавливаться 6 м. В случаях, когда такая ширина приводит к резкому увеличению объемов работ (снос строений, раздвижка путей и т. д.), допускается уменьшение ширины промежуточных платформ, но обязательно обеспечивается безопасность следования пассажиров.

При строительстве низких пассажирских платформ, намечаемых в перспективе к переустройству в высокие, необходимо предусмотреть такое размещение всех устройств, которое обеспечило бы в будущем минимальные затраты на переустройство.

Различные устройства (киоски, ларьки и т. п.) на платформах размещать нельзя в выходной части, так как это значительно уменьшает полезную ширину прохода. Проходы для пассажиров с платформы в город должны соответствовать ширине платформы или, в крайнем случае, иметь сужение по сравнению с платформой не более чем на 1 м.

Для крупных пассажирских станций проверяют пропускную способность не только платформ, но и всех элементов, расположенных на пути следования пассажиров. Такая проверка обеспечивает выявление наиболее лимитирующих устройств и позволяет решить вопрос о правильной их реконструкции. Пассажирские платформы увязывают с пассажирским зданием и перронными путями таким образом, чтобы обеспечивался безопасный кратчайший путь пассажиров от здания к поездам и обратно с минимальным числом подъемов и спусков.

Число пассажирских платформ определяется в зависимости от количества путей на станции, а также от принимаемого взаимного расположения путей и платформ. Пассажирские платформы могут располагаться по схемам, приведенным на рис. 37.

Расположение платформ с одним перронным путем между ними (рис. 37, а) может применяться в основном на тупиковых схемах пассажирских станций в случаях, когда обслуживаемое пригородное движение электрифицировано (Рига, Баку, Москва, Ленинград, Таллин), а также на ряде станций проходного типа (Иваново, Кишинев, Ереван, Львов). При такой схеме обеспечивается высадка пригородных пассажиров на одну платформу и посадка с другой платформы, что создает четкую организацию пассажиропотоков при наличии в обращении моторвагонных секций с автоматически закрывающимися дверями. При специализации платформы с одной стороны пути по посадке, а с другой — по высадке обеспечивается сокращение времени на производство операций и хорошая развязка потоков пассажиров прибытия и отправления. С этой целью в выходном конце платформ, специализированных под высадку, сооружаются тоннельные сходы или пандусы. Потоки пассажиров отправления проходят в уровне посадочных платформ, а потоки пассажиров прибытия через тоннель выходят на привокзальную площадь или к станциям метро. Однако при такой схеме взаимного расположения путей и платформ увеличивается число платформ, что повышает строительную стоимость и эксплуатационные расходы.

Применение рассмотренной схемы дает максимальную пропускную способность при малых интервалах между поездами, но требует сооружения тоннельной развязки (Львов). На ряде станций эта схема применяется необоснованно. Например, на станциях Иваново, Кишинев и других, обслуживающих в основном дальние и местные потоки, вторая платформа не загружена, так как двусторонняя посадка и высадка дальних пассажиров не производится,

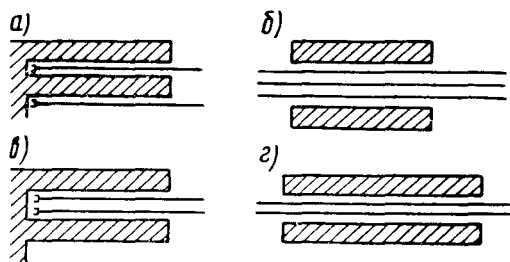


Рис. 37. Схемы взаимного расположения перронных путей и платформ на тупиковых и сквозных станциях

а одновременное обслуживание двух поездов невозможно из-за отсутствия других пассажирских путей.

Расположение двух перронных путей между платформами (рис. 37, в, г) применяется на станциях при больших интервалах движения (Одесса) пригородных поездов, а также для приема и отправления дальних пассажирских поездов (Уфа, Калининград, Горький). При данной схеме обеспечивается только односторонняя посадка и высадка пассажиров. Общее число платформ на станции сокращается и значительно снижаются общие затраты на их сооружение.

На отдельных пассажирских станциях между платформами укладывается по три перронных пути (Воронеж, Челябинск, Орел, Курск и др.), при этом средний путь используется для пропуска сквозных грузовых поездов или как ходовой (рис. 37, б). При наличии пассажирских и багажных тоннелей (Харьков и др.) третий путь не оказывает влияния на загрузку путей и платформ. В остальных случаях укладка третьего пути (Воронеж, Орел, Курск) значительно снижает пропускную способность станции.

Взаимное размещение путей и платформ влияет на пропускную способность станции в целом. Для большинства объединенных станций с незначительным пригородным движением целесообразно комбинированное прикрепление — двусторонняя или односторонняя посадка-высадка пассажиров. Взаимное расположение путей и платформ, а также их специализация устанавливается с учетом схемы движения пассажиропотоков.

Для того, чтобы обеспечить разделение потоков прибытия и отправления, целесообразно сооружать пешеходные тоннели. При достаточной ширине платформ такое решение обеспечивает максимальную пропускную способность. Выходы из тоннелей можно располагать либо непосредственно на промежуточных платформах, либо выносить их на основную, распределительную платформу (рис. 38). Первое решение обычно применяется при наличии платформ, разделенным одним перронным путем, и строгой специализации этих платформ — для посадки или для высадки (рис. 38, а). Второе решение характерно для случаев, когда платформы используются без строгой специализации, т. е. для посадки и для высадки. На распределительной платформе возникают встречные потоки, что создает некоторые неудобства для пассажиров (рис. 38, б).

При такой специализации платформ может иногда применяться и такое решение, когда тоннельные выходы расположены посредине промежуточных платформ (рис. 38, в). Однако, в этом случае значительно удлиняется путь следования прибывающих пассажиров и ухудшается связь их с вокзалом. Кроме того, при такой схеме полностью не исключаются встречные потоки следования пассажиров на платформах и сужается полезная ширина платформ в районе сходов, что также создает известные неудобства.

При выборе специализации платформ для пригородного сообщения, особенно на тупиковых станциях, учитывают зонность по-

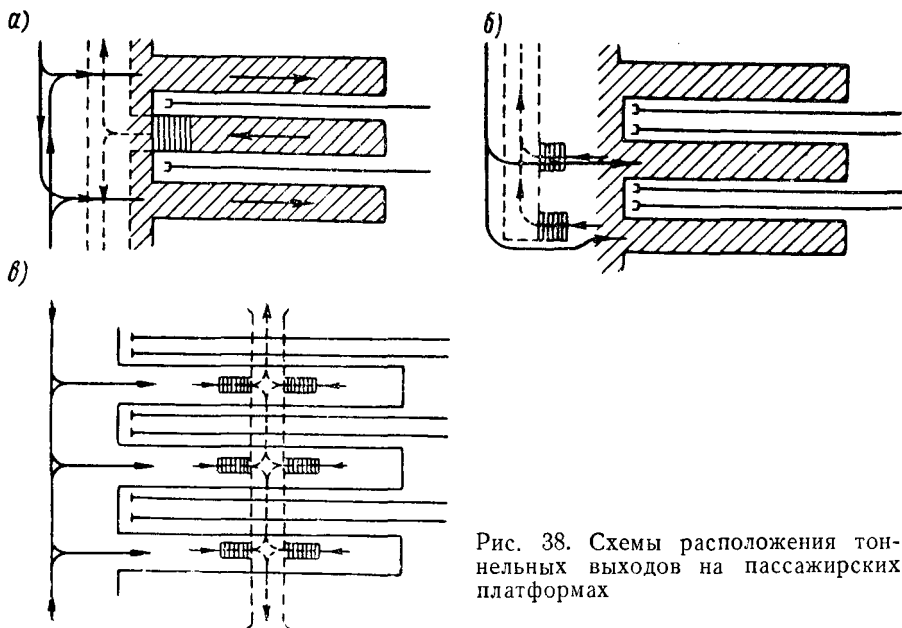


Рис. 38. Схемы расположения тоннельных выходов на пассажирских платформах

ездов. Для правильной и более четкой организации пассажиропотоков лучше всего специализировать платформы по зонам.

Над пассажирскими платформами сооружают специальные перекрытия, обеспечивающие защиту пассажиров от выпадающих атмосферных осадков, а также от действия солнечных лучей. Основные требования к перекрытиям пассажирских платформ — это обеспечение должного освещения, легкости конструктивных решений и минимальной стоимости перекрытий, а также в размещении их опорных систем на платформе с минимальным занятием полезной площади.

Имеются несколько типов перекрытий пассажирских платформ. К наиболее распространенным относятся: одноопорные перекрытия грибообразной формы отдельно над каждой платформой; перекрытия многоопорные, над несколькими платформами; металлические или железобетонные дебаркадеры, полностью перекрывающие все перронные пути и платформы.

К числу станций, вокзалы которых имеют дебаркадерные перекрытия, относятся: Львов, Ленинград-Варшавский, Москва-Пассажирская-Киевская и др. На вокзалах Харькова, Воронежа и других перекрыты отдельные платформы. Дебаркадерные перекрытия очень дороги и неэкономичны в эксплуатации, и поэтому их применение возможно только на крупных пассажирских станциях.

Перекрытия, которые могут применяться на большинстве пассажирских станций: одноопорные грибообразные и многоопорные. При этом длина навеса перекрытия зависит от количества скапливающихся на платформе пассажиров. При сравнительно

небольших скоплениях пассажиров навесы перекрытия могут устраиваться по длине, соответствующей длине здания вокзала; для более крупных станций 100—120 м и только для очень крупных пассажирских станций длина навеса может приниматься равной длине всей платформы. На некоторых вокзалах с небольшим количеством пассажиров может сооружаться одно перекрытие в виде козырька или навеса над основной платформой. На станциях, имеющих конкорсы или переходные мостики, навесы могут иметь разливы, т. е. состоять из нескольких изолированных друг от друга секций.

3. ПЕРЕХОДНЫЕ МОСТЫ И ТОННЕЛИ

Для обеспечения удобств пассажирам, создания безопасного прохода к поездам и от поездов и установления хорошей связи привокзальной площади, вокзала и пассажирских платформ на пассажирских станциях сооружают переходы в одном и разных уровнях. Переходы в разных уровнях бывают в виде пешеходных мостиков или тоннелей. Их устраивают на станциях с большой посадкой и высадкой пассажиров при необходимости пересечения большого количества путей, по которым происходит движение поездов или маневровых составов, а также при наличии на станциях высоких пассажирских платформ.

Пешеходные мосты целесообразно устраивать в тех случаях, когда пути посадочных платформ расположены ниже привокзальной площади и основных помещений здания вокзала. В этих случаях пешеходный мост является не только экономически выгодным, но и удобным для пассажиров.

Иногда пешеходные мосты сооружаются и при одном уровне расположения платформ и уровня пола первого этажа вокзала. Это характерно для вокзалов, где залы ожидания вынесены на второй этаж, а помещения для обслуживания пассажиров размещены на первом (Краснодар, Витебск).

Пешеходные мосты имеют несколько существенных недостатков: при наличии моста на станции с вокзалом, расположенном в одном уровне с платформами, пассажиру приходится преодолевать высокий подъем и спуск; особенно это характерно для низких пассажирских платформ, где величина подъема достигает 5,5—6 м для неэлектрифицированных направлений и 7—7,5 м для линий с электрической тягой;

в зимних условиях проход через мост к поездам и обратно очень затруднен и создает большие неудобства для пассажиров, особенно в районах с суровым климатом; в этом случае при особо неблагоприятных условиях и больших снежных покровах приходится сооружать крытые пешеходные мосты, стоимость которых значительно выше обычных;

расположение пешеходных мостов на станциях часто ухудшает видимость путей и сигналов и требует дополнительного уширения междупутий для установки опор.

В связи с этими недостатками сооружение пешеходных мостов допустимо только в тех случаях, когда последние могут обеспечивать необходимые удобства для пассажиров. Для безопасности маневровой работы не следует располагать пешеходные мосты в горловинах станции со стороны вытяжных путей.

Пешеходные мосты проектируются таких размеров, которые обеспечивают пропуск заданного пассажиропотока. В соответствии с этим ширина пешеходных мостов, предназначенных для обслуживания пассажиров, устанавливается не менее 2,25 м, а ширина схода с мостика не менее 2 м при наличии двух сходов на платформу и не менее 3 м при одном сходе. Расстояние между крайней точкой лестничного спуска с моста и краем платформы принимается не меньше 2 м. Лестницы пешеходных мостов должны быть не круче чем 1:2,5. Высота пешеходных мостов над головкой рельса определяется нормами габарита приближения строений, а в некоторых случаях зависит также от соотношения отметок путей, пола вокзала и привокзальной площади.

На неэлектрифицированной линии минимальная высота от головки рельса до низа конструкции пешеходного моста устанавливается 6800 мм. Для линий, которые в ближайшие 10—15 лет намечены к переводу на электрическую тягу, эта высота может приниматься равной 5500 мм.

Наиболее удобную связь между пассажирским зданием, привокзальной площадью и платформами дают тоннели. Хотя стоимость сооружения тоннелей выше, чем пешеходных мостов, использование их создает большие удобства: значительно снижает спуски и подъемы (вместо 7—7,5 м при мостах, 3—3,5 м при тоннелях); полная изолированность от влияния климатических условий (дождь, снег); освобождает территорию станции от излишних сооружений и устройств, улучшает видимость и возможность использования тоннелей для размещения вблизи них ряда вспомогательных помещений вокзала.

Тоннели, сооружаемые на пассажирских станциях, разделяются на пешеходные и багажные. Пешеходные тоннели сооружаются на вокзалах для связи здания с промежуточными платформами и привокзальной площадью. Размеры пешеходных тоннелей зависят от категории вокзала. Для малых и средних вокзалов проектируются тоннели шириной 3 м; для больших вокзалов ширина тоннелей принимается от 3 до 6 м, а высота — 2,5 м.

На пассажирских станциях тоннели могут располагаться как вдоль, так и поперек путей. Для станций тупикового типа пешеходные тоннели располагаются поперек путей под зданием вокзала и имеют выходы на соответствующие платформы. Основная задача тоннелей на таких станциях развязать различные или встречные пассажиропотоки.

На тупиковых станциях при смешанном расположении перронных путей в некоторых случаях приходится сооружать не только поперечные тоннели, но и продольные. На схеме, представленной на рис. 39, показано размещение трех поперечных и двух

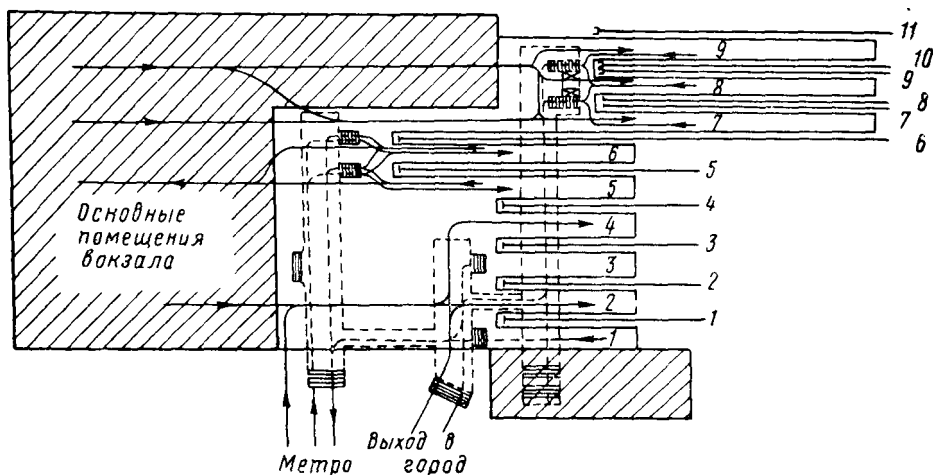


Рис. 39. Схема размещения тоннелей для пропуска пассажиров на одном из вокзалов

продольных пешеходных тоннелей на одной из крупных пассажирских станций.

Такое число тоннелей объясняется разрывом в расположении двух групп путей (1—6 и 7—11), а также изменением места расположения здания вокзала. Тоннели на этой станции создают большие удобства для пассажиров, обеспечивая прямой выход пассажиров в город, к станции метро, пригородным поездам и полную развязку дальних и пригородных пассажиропотоков. Однако наличие нескольких продольных и поперечных тоннельных ходов значительной длины создает удлинение пути следования пассажиров, прибывших на 7—11 пути и выходящих в город или к станции

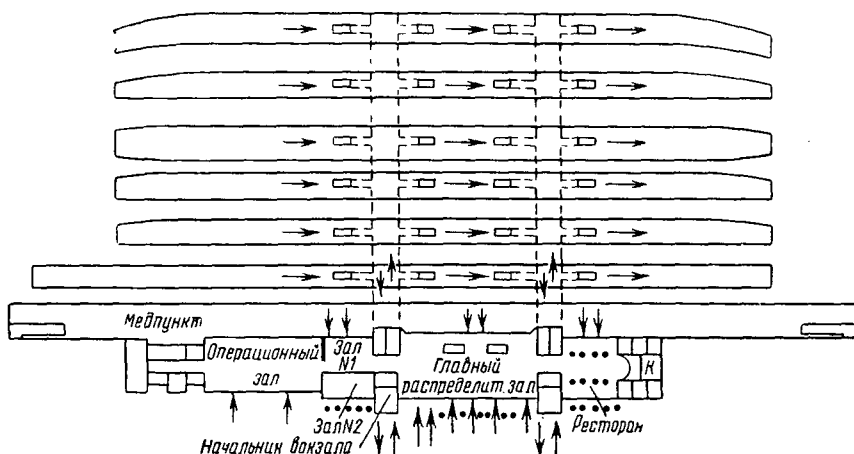


Рис. 40. Схема расположения пешеходных тоннелей на станции сквозного типа

метро, а наличие внутри тоннеля ряда лестничных подъемов и спусков несколько затрудняет движение.

Для тупиковых пассажирских станций с боковым расположением вокзала сооружаются только поперечные тоннели. На пассажирских станциях сквозного типа, как правило, также применяются пешеходные тоннели, размещенные поперек путевого развития станции. Эти тоннели имеют выходы в распределительные залы вокзала и на привокзальную площадь.

Выходы на промежуточные платформы сооружаются в виде лестничных маршей или наклонных пандусов. Применение пандусов наиболее удобно для пассажиров, но в связи с пологим уклоном пандусов (от 1:10 до 1:8) устройство их требует значительно большего места, чем лестницы и несколько удлиняет путь пассажиров.

Выходы тоннелей в здание вокзала возможны в зависимости от местных условий в цокольный или первый этаж здания. Как правило, пешеходные тоннели устраиваются двустороннего действия.

К основным условиям размещения тоннелей относятся: изоляция встречных потоков и отсутствие пересечений. С этой целью на крупных пассажирских станциях сооружаются несколько тоннельных входов. На рис. 40 показаны пешеходные тоннели, расположенные на крупной пассажирской станции сквозного типа. В том случае, когда необходимо сооружение нескольких тоннелей, они могут располагаться по одной из схем, приведенных на рис. 41.

Для тупиковых пассажирских станций при боковом размещении пассажирского здания характерна схема на рис. 41, а. В некоторых случаях эта схема видоизменяется и, кроме поперечного тоннеля, предусматриваются продольные. Однако продольные тоннели для тупиковых схем затрудняют пропуск пассажиров и удлиняют путь их следования.

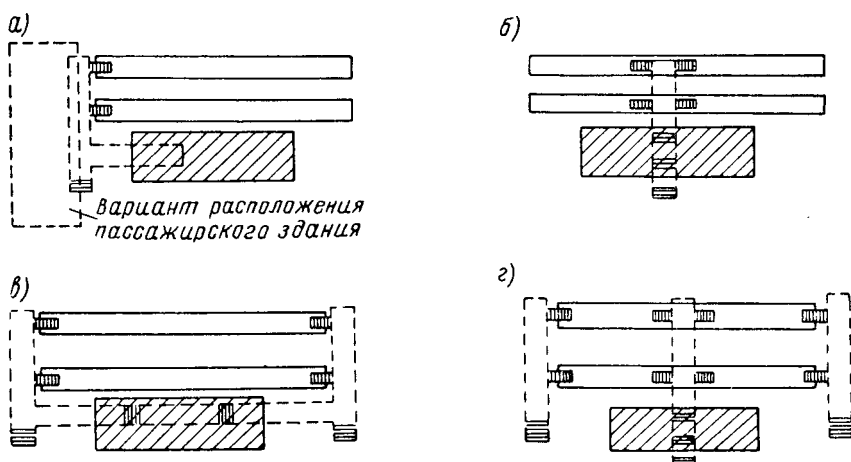


Рис. 41. Схемы расположения пешеходных тоннелей на пассажирских станциях

На станциях сквозного типа при незначительных потоках пассажиров используется схема, приведенная на рис. 41, б; при наличии больших потоков пассажиров иногда сооружают несколько тоннелей (рис. 41, в, г).

4. УСТРОЙСТВА ДЛЯ БАГАЖА И ПОЧТЫ

На крупных пассажирских станциях ежедневно перерабатывается (принимается к перевозке и выдается получателям) несколько сотен тонн багажа и грузобагажа, до тысячи тонн почтовых отправок. Около 15 станций сети (Москва, Ленинград, Киев, Харьков, Свердловск) в максимальные месяцы перерабатывают от 100 до 300 т грузов ежедневно, более 25 станций от 40 до 100 т.

Максимальный объем работ с багажом и почтой приходится на различные периоды года и зависит от станции и ее месторасположения на территории страны. На объем работы с багажом оказывает большое влияние величина города, который обслуживает пассажирская станция. Например, на станции Одесса перерабатывается в сутки около 70 т багажа, в Харькове — свыше 130 т, Киеве — около 160 т.

Багаж, который обрабатывается на пассажирских станциях, может быть разделен на три категории:

ручная кладь, состоящая из легкопереносимых предметов и вещей небольшого веса и размеров, которые пассажир имеет при себе в поездке и оставляет на вокзале только для краткосрочного хранения;

багаж, который сдается пассажиром по проездному билету в багажный вагон;

грузобагаж, перевозимый в почтово-багажных поездах и в багажных вагонах пассажирских поездов, если они не полностью загружены багажом.

Для хранения багажа первой категории на пассажирских станциях устраиваются специальные камеры хранения, располагаемые в вокзалах с таким расчетом, чтобы пассажир при сдаче и получении вещей затрачивал как можно меньше времени на проход к этим камерам.

Расположение камер хранения в подвальных или цокольных этажах вокзалов целесообразно в тех случаях, когда из этих этажей имеются специальные тоннельные или другие проходы на посадочные платформы.

При наличии подъемников или лифтов, камеры хранения могут располагаться комплексно на нескольких этажах.

На больших вокзалах для удобства пассажиров окна приема ручной клади могут располагаться в двух местах: на пути следования пассажира к поезду (в вестибюле отправления) и на выходе в город (в вестибюле прибытия). При этом кладовые (помещения) для хранения ручной клади могут быть объединенными для нескольких камер хранения.

В отдельных случаях для удобства пассажиров целесообразно иметь такое расположение камер хранения, при котором прибывающий пассажир может сдать вещи по пути следования от поезда в вокзал, а получить при выходе на привокзальную площадь, а отправляющийся пассажир — наоборот. Однако это требует значительного увеличения раз-

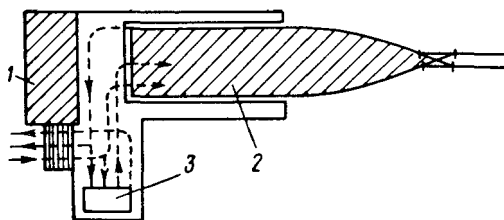


Рис. 42. Схема размещения камеры хранения на пассажирской станции:

1 — здание вокзала; 2 — перронные пути и платформы; 3 — камера хранения

меров необходимых помещений и средств транспортировки и механизации и может применяться только на очень больших вокзалах.

Размещение камер хранения в стороне от путей следования пассажира к поезду обычно создает большие неудобства для пассажиров, что особенно ощутимо в периоды отправления или прибытия на станцию нескольких пассажирских поездов один за другим. В этом случае возникают встречные людские потоки, резко затрудняющие путь пассажира (рис. 42).

На большинстве вокзалов помимо обычных устройств для хранения багажа устанавливают индивидуальные камеры хранения с автоматическими замками.

На железнодорожных вокзалах предусматриваются специальные багажные помещения, в которых размещают: багажные кассы, оформляющие прием или выдачу перевозимого багажа, багажные весы и стеллажи для хранения и сортировки прибывшего и отправляемого багажа. Для транспортировки багажа применяют специальные механизмы и устройства: аккумуляторные тележки, тракторы-тягачи, конвейеры, штабелюукладчики с ручным и программным управлением и др.

Все багажные помещения рассчитывают в зависимости от категории вокзала и количества обращающихся пассажиров. Устройства для багажа на станциях размещают в помещениях вокзала, как правило, в подвальных и цокольных этажах пассажирского здания, а также в ряде случаев в специальных зданиях вблизи вокзала. На некоторых станциях помещения для грузобагажа устраивают отдельно. Связь между этими помещениями осуществляют при помощи тоннелей.

Основные требования к размещению багажных устройств сводятся к удобному и короткому пути подхода пассажиров и отсутствию пересечений багажных тележек с пассажиропотоками.

Размещение багажных и почтовых устройств на тупиковой пассажирской станции показано на рис. 43. Из схемы видно, что камера хранения и склад багажа размещены в одном месте, а почтово-багажные устройства расположены особо на общей платформе и имеют тоннельную связь с пассажирскими платформами. Выгрузка прибывшего багажа и почты происходит на путях

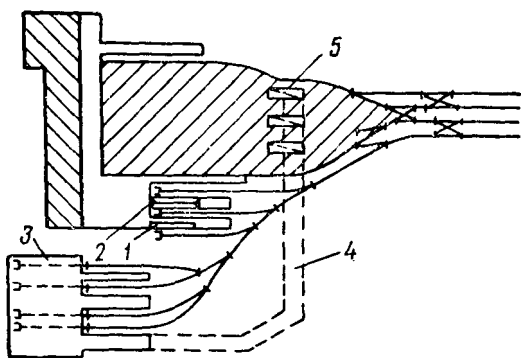


Рис. 43. Схема размещения почтовых и багажных устройств на тупиковой пассажирской станции:

1 — камеры хранения багажа; 2 — склад багажа; 3 — почтово-багажные устройства на общей платформе; 4 — багажный тоннель; 5 — выезды на платформы

почтово-багажных устройств. При отсутствии тоннельных развязок багаж и почту грузят и выгружают на специальных путях. Багаж, принятый незадолго до отправления, транспортируется непосредственно в багажный вагон.

На крупных пассажирских станциях сквозного типа операции с багажом, следующим в транзитных поездах, выполняются на пассажирских или специальных багажных платформах. В тех случаях, когда на станциях сооружаются специальные багажные плат-

формы, их ширина должна обеспечивать двустороннее движение электротележек; багажные платформы должны иметь прямую связь с основными багажными помещениями, что обеспечивает своевременную транспортировку багажа.

Багажные устройства на станции могут быть разделены по приему и выдаче или объединены. На тупиковых станциях выгрузка багажа обычно совершается после остановки поезда возле пассажирских или специальных багажных платформ. Багаж грузят заранее на специальных путях.

Для обеспечения удобной связи багажных устройств с платформами, отделениями багажа и перевозок почты или с местами стоянки багажных и почтовых вагонов на крупных пассажирских станциях при больших объемах багажных и почтовых перевозок сооружают багажные тоннели.

Багажные тоннели могут размещаться вдоль и поперек перронных путей и схема их размещения зависит от типа пассажирской станции и места расположения багажных устройств.

Для тупиковых пассажирских станций устраивается один поперечный тоннель в конце платформ, связанный с пассажирским зданием продольным тоннелем (рис. 44, а). При расположении багажных устройств в боковой части здания сооружается поперечный тоннель (рис. 44, б).

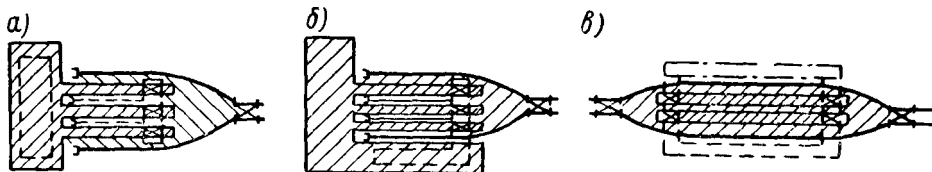


Рис. 44. Принципиальные схемы расположения багажных тоннелей

На сквозных пассажирских станциях устраиваются, как правило, два поперечных тоннеля, выходящих на крайние участки платформ (рис. 44, в). Оба тоннеля выходят в продольный тоннель, идущий под здание вокзала к багажным устройствам. В случаях, если багаж грузят и выгружают в стороне от здания вокзала, багажные тоннели соединяются с пунктами погрузки-выгрузки. В частном случае, когда операция по погрузке и выгрузке багажа производится с противоположной стороны пассажирского здания багажный тоннель может быть закольцован (рис. 44, в). Выходы из тоннелей на пассажирские платформы должны обеспечивать удобную и быструю доставку багажа и не мешать движению пассажиров.

Для сквозных пассажирских станций, имеющих расположение пассажирских тоннелей в средней части платформ, выходы из багажных тоннелей целесообразнее всего размещать на концах пассажирских платформ, что полностью ликвидирует встречные багажные и пассажирские потоки.

Размеры багажных тоннелей устанавливаются в зависимости от типа транспортных средств. Обычно минимальная ширина тоннеля устанавливается не менее 4 м, а высота 2,5—2,7 м. В некоторых случаях ширина багажных тоннелей устанавливается до 6 м и более. Для сквозных схем пассажирских станций использование тоннелей для погрузки багажных вагонов поездов своего формирования невыгодно, так как в этом случае значительно увеличивается время занятия поездом перронного пути, что снижает пропускную способность станции. В таких случаях багажные тоннели используются для обслуживания транзитных поездов, а также для догрузки срочной почты и багажа, принятых незадолго до отправления.

На тупиковых станциях увеличение времени нахождения состава у пассажирских платформ при погрузке и выгрузке багажа также требует дополнительных перронных путей. В связи с этим для многих станций целесообразен вынос багажных и почтовых устройств в сторону от перронных путей, что значительно увеличивает пропускную способность станции при том же путевом развитии.

Для улучшения работы с багажом и почтой в настоящее время на крупных пассажирских станциях сооружают специальные отделения по перевозке почты и багажные отделения с путевым развитием, позволяющим размещать багажные и почтовые вагоны на время выполнения операций по погрузке или выгрузке. Для связи с вокзалом и пассажирскими платформами эти отделения соединяются специальными багажными тоннелями.

Устройства для багажа и почты размещаются в различных районах станции. На многих станциях (Вильнюс, Кишинев, Днепропетровск, Львов и др.) эти устройства расположены с разных сторон пассажирского здания. В этом случае увеличивается загрузка посадочных платформ встречными перемещениями тележек с багажом и почтой, обе горловины станции занимают подачами почтовых и багажных вагонов и резко возрастают расходы на перевозку

и погрузку-выгрузку багажа и почты. Расположение багажа и почты в разных районах станции вызывает необходимость раздельной подачи вагонов к этим устройствам, что увеличивает затраты на маневровую работу. Особые трудности при такой схеме расположения багажных и почтовых устройств создаются на станциях, где главные грузовые пути проходят внутри перронного парка и отсутствуют тоннельные связи между промежуточными платформами (Кишинев, Днепропетровск, Горький, Волгоград, Воронеж).

На отдельных станциях (Рига и др.) устройства для багажа вынесены на техническую станцию, что создает определенные удобства в организации работы и улучшает условия обслуживания пассажиров. Значительно разгружается от автомобильного транспорта привокзальная площадь. Однако в этом случае требуется дополнительное время на погрузку и разгрузку багажа с автомашин и увеличивается стоимость его доставки. Осложняется также прием и отправление багажа, сдаваемого незадолго до отправления поезда.

На многих пассажирских станциях (Волгоград, Днепропетровск, Таллин, Гомель и др.) из-за отсутствия специальных путей багаж и почту со всех поездов грузят-выгружают на перронных путях, что на 20—30 мин увеличивает время стоянки каждого поезда.

На ряде проходных станций багажные помещения значительно сдвинуты в сторону одной из горловин, что ухудшает связь с поездами противоположного направления. Например, на станции Орел, чтобы подать багаж и почту в южную горловину, тележкам необходимо проходить расстояние 800—950 м.

Размещение почтово-багажных устройств оказывает влияние не только на пропускную способность пассажирской станции, но и на весь вокзальный комплекс (вокзал, привокзальная площадь и прилегающие улицы). Для пропускной способности вокзального комплекса наиболее неблагоприятно разобщенное расположение устройств, когда багажное отделение находится с одной стороны вокзала, а отделение перевозки почты — с другой (Вильнюс). В этом случае потоки грузовых машин, обслуживающих багажное и почтовое отделения, пересекая потоки прибывающего и отправляющегося от вокзала городского транспорта, резко снижают пропускную способность площади и улиц. Особая трудность возникает на площадях, по которым помимо конечного движения городского транспорта, движутся значительные транзитные пассажирские и грузовые потоки. При расположении багажа и почты в одном районе станции привокзальная площадь несколько разгружается.

При реконструкции багажных и почтовых устройств целесообразно предусматривать специальные, изолированные подходы к багажному и почтовому отделению, снимая все виды перевозок багажа и почты с привокзальной площади, разгружая ее и увеличивая пропускную способность привокзального узла городского транспорта. В этом случае следует проверять дополнительную загрузку смежных улиц и городских транспортных узлов, по которым планируется передвижение машин с багажом и почтой.

В общих расходах пассажирских станций затраты на переработку багажа составляют 11—17%, из которых заработная плата работников достигает 90%. Производительность труда с увеличением объема работы на отдельных станциях изменяется незначительно. Увеличение объема работы на 1% вызывает рост производительности труда всего лишь на 0,003% (по группе станций). Следовательно, на экономические показатели багажных отделений влияют наряду с объемом работы и другие факторы: расположение багажного отделения по отношению к приемо-отправочным путям, прием и выдача багажа, количество и емкость складов и багажных касс, механизация погрузочно-выгрузочных работ. Операции с багажом на перронных путях требуют дополнительного штата, снижая производительность труда на 10 (Минск) — 14% (Одесса). Так как удельный вес расходов по содержанию багажных работников в общей сумме затрат багажных отделений составляет 90%, увеличивается себестоимость переработки багажа. Каждый процент изменения производительности труда вызывает изменение себестоимости переработки 1 т багажа примерно на 0,8%.

За последнее время расходы, связанные с переработкой багажа, возросли в большей степени, чем объем работы. Это объясняется снижением производительности труда и ростом фонда заработной платы. Увеличение контингента работников на одних станциях (Вильнюс, Тбилиси и др.) происходило в большей мере, чем возрастал объем работы, из-за несовершенства схем размещения багажа, на других (Минск, Ленинград-Витебский и др.) — при снижении объема багажных перевозок — ввиду усложнения обработки багажа в условиях резко возросших размеров движения без реконструкции багажных устройств. Себестоимость переработки 1 т багажа на многих станциях несколько увеличилась (2—5%).

Разобщенность багажных и почтовых устройств больше всего снижает эффективность работы с багажом и почтой, а отсутствие комплекса исключает создание единой технологии и применения механизации и автоматизации производственных процессов.

Именно поэтому наиболее целесообразно создание объединенных почтово-багажных устройств, обеспечивающих увеличение производительности труда, сокращение штатов и снижение себестоимости переработки 1 т груза. При такой схеме размещения устройств сократится количество маневровых передвижений и увеличится пропускная способность путей. Для станций, где багажные и почтовые устройства располагались в разных районах, объединение позволит сократить расходы на подачу-уборку багажных и почтовых вагонов на 1,2—1,7 руб. на вагон. Во всех случаях при объединении устройств и создании возле них специальных путей отстоя расходы по выставке почтовых и багажных вагонов в технический парк сократятся на 0,3—2,2 руб. на вагон. Следовательно, объединение почтово-багажных устройств позволит комплексно планировать все сооружения для обслуживания багажа, грузобагажа и почты и выполнять единый технологический процесс

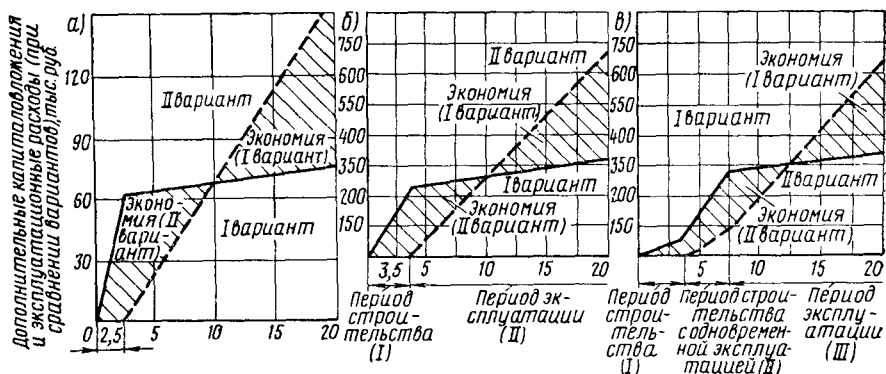


Рис. 45. Графики экономической целесообразности:

а — размещение багажно-почтовых устройств в одном районе станции A_u ; б, в — сооружение объединенных багажно-почтовых устройств на станции I_k

с минимальными затратами на маневры, перемещение и погрузку-выгрузку багажа и почты.

Для объединенных устройств следует предусматривать специальный парк путей, имеющий хорошую связь с перронным парком. Комплекс объединенных устройств для багажа и почты на станции должен включать здания и сооружения железнодорожного почтамта и багажного сортировочного склада. Целесообразно при планировке предусматривать примыкание с одной стороны здания объединенных устройств высокие открытые платформы, с другой — ramпы с крытыми пандусами, выходящими из тоннелей. Со стороны ramп может располагаться почтово-багажный двор, связанный с автоподъездами и багажно-почтовыми тоннелями. На многих станциях объединенные багажно-почтовые устройства могут соединяться с существующими тоннелями, образуя кольцевую или полукольцевую системы, связывающие здание вокзала, главные и промежуточные перронные платформы и отделение перевозки почты с новым комплексом сооружений. Создается возможность оборудования тоннелей транспортерами, увеличивая производительность и снижая расходы на энергию.

Экономическая целесообразность объединения устройств подтверждается расчетами, сделанными для станций I_k и A_u . На станции I_k предусматривалось сооружение объединенных устройств (рис. 45, б, в), а на станции A_u багажные устройства размещались в одном районе (рис. 45, а).

Приведенные расчеты показывают, что проведение реконструктивных мероприятий эффективно только при определенных сроках реализации средств, выделенных на увеличение мощности и изменение схемы размещения почтово-багажных устройств. Например, создание единого почтово-багажного района на станции A_u (рис. 45, а) экономически целесообразно при сроке строительства менее 2,5 года.

Попытка уменьшить расходы на сооружение и эксплуатацию почтово-багажных устройств на станции I_k распределением средств по этапам (рис. 45, в) не оправдана. Это вызвано значительными затруднениями (а соответственно и расходами) в период строительства с одновременной эксплуатацией. Более эффективным оказался вариант с одноэтапными капиталовложениями и сроками строительства 3,5 года и менее (рис. 45, б).

Таким образом, при рассмотрении этапного развития пассажирских устройств, следует особое внимание уделять срокам реализации средств, которые оказывают влияние на эксплуатационные расходы в пределах времени функционирования данного устройства по технической возможности, а затем определяют в значительной мере и выбор оптимального варианта проектного решения.

В табл. 1 приведены средние данные о затратах времени на маневровую работу и годовые эксплуатационные расходы, характеризующие различные варианты размещения багажных устройств на станциях. Как видно из таблицы, при создании объединенных устройств для багажа и почты эксплуатационные расходы самые низкие.

Для сквозных пассажирских станций с большим количеством поездов своего формирования или поездов по обороту также экономически выгодно объединять устройства. В этом случае значительно снижается загрузка путей и платформ и повышается пропускная способность станции. Если по местным условиям объединение и развитие устройств невозможно, следует предусматривать сооружение объединенных почтово-багажных тоннелей, позволяющих доставлять багаж и почту на платформы. Сооружение отдельных тоннелей для багажа и почты экономически невыгодно.

В отдельных случаях, когда объединение багажа и почты вызывает большие затраты, а существующие устройства не справляются с объемом намечаемой работы, целесообразно их частично переустроить, используя выгодные местные топографические условия.

Таблица 1

Схема размещения багажных устройств	Затраты времени на маневровую работу в мин	Годовые эксплуатационные расходы в тыс. руб.
В разных районах на станции:		
проходной	34,6	358,4
тупиковой	32,0	341,2
В одном районе на станции:		
проходной	18,4	156,2
тупиковой	17,2	150,8
Объединенного типа на станции:		
проходной	16,7	131,4
тупиковой	16,5	129,9

Например, на станции Киев, если вывести багажный тоннель на привокзальную площадь с левой стороны вокзала и незначительно реконструировать площадь, то можно перенести прием и выдачу багажа и грузобагажа с привокзальной площади на соседнюю улицу. Для транспортировки багажа на привокзальную площадь (к тоннелю) можно использовать подъемник с последующей перегрузкой на подвижные средства. Еще лучше решили в Калининграде: багаж поднимают прямо в багажные вагоны, стоящие на специальных тупиках, минуя все промежуточные процессы транспортировки.

На сквозных пассажирских станциях с преобладанием транзитного потока поездов багажные устройства лучше размещать в здании вокзала. Связь багажного и почтового отделения с платформами должна быть только тоннельной.

5. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТУРИСТСКИХ ПОЕЗДОВ

Туристские поезда обслуживают население нашей страны и иностранных туристов. В настоящее время туристские поезда постоянно прибывают на станции Севастополь, Одесса, Рига, Таллин, Львов, Мукачево, Ужгород, Тбилиси, Минск и др.

Развитие туристско-экскурсионных перевозок способствует улучшению использования парка пассажирских вагонов, более равномерной загрузке проводников в течение года, значительно сокращает эксплуатационные расходы, вызванные простоями на технических станциях и их охраной.

Массовые перевозки пассажиров достигают своего максимума в летние месяцы (июль-август), а остальное время значительная часть подвижного состава не используется. Из-за отсутствия специальных путей на технических станциях или в узлах вагоны отстаиваются на линейных станциях. Например, в Одессе на станции Трихаты; в Калининграде — Дзержинская-Новая, Комсомольск-Западный; в Харькове — Краснопавловка, Герсевановский, удаленных на 25—130 км от головной станции. Стоимость охраны в период отстоя составляет на различных станциях в зависимости от количества станций отстоя и числа вагонов от 20 до 60—75 тыс. руб. в год. Следовательно, увеличение числа туристских поездов целесообразно совмещать с началом спада основного пассажирского (летнего) потока.

Для длительной стоянки туристских поездов на станциях пока еще не имеется необходимой базы. Поезда часто размещаются на второстепенных путях пассажирской станции или на отдельных путях технических парков, удаленных на значительное расстояние от города и его магистралей, поэтому туристы вынуждены проделывать сложные и утомительные маршруты с пересечением путей для грузового и пассажирского движения. Отсутствие специальных путей, оборудованных всеми видами устройств, для стоянки и обслуживания туристских поездов снижает пропускную способность

станции, усложняет технологию ее работы, увеличивает затраты на маневровую работу и вызывает задержки при экипировке и подготовке составов в рейс. Очистка территории и уборка льда в местах стоянки поездов обходится также очень дорого.

Выбор места для расположения путей стоянки туристских поездов зависит от типа станции, ее расположения в городе, наличия технической станции в узле и ее размещения, а также от размеров движения туристских поездов. При расположении технической станции вблизи пассажирской, непосредственно примыкая к городским массивам, имеющим хорошую связь с основными районами города, для стоянки туристских поездов можно предусматривать группу путей на технической станции, которые обеспечили бы удобный пропуск пассажиров, снабжение и экипировку составов. Такое решение удобно для пассажиров и экономически выгодно, так как на технической станции имеются канализация и водоснабжение, облегчающие и удешевляющие оборудование путей для стоянки.

На многих станциях сети технические парки, расположенные вблизи пассажирской станции, не имеют достаточного путевого развития, и их в процессе реконструкции переносят на новую площадку. Освободившаяся территория обычно используется для расширения грузового двора, увеличения путей для багажа, почты и др. В отдельных случаях при переносе технических парков на их месте можно предусматривать комплекс устройств для туристских поездов (Таллин и др.). При таком решении требуются минимальные затраты на строительство платформ, отпадает необходимость сооружения выходов в город и устройств для обслуживания пассажиров.

В случае объединения станций для пассажирского и пригородного движения (Баку-Пассажирская и Сабунчи) стоянку для туристских поездов можно устраивать между соединяемыми парками путей, если возможен прямой выход туристов в город.

Размещение путей для туристских поездов возможно также на технических станциях, расположенных на одну сторону от главных путей, когда не требуется сооружения специальных развязок автомобильных дорог с железнодорожными путями. В случаях удаления технической станции от города или расположения ее внутри главных путей для грузового движения, при отсутствии хорошей связи с городскими магистралями пути для стоянки туристских поездов выгоднее располагать на пассажирской станции.

На станциях тупикового типа для этой цели можно переоборудовать (в обоснованных случаях) часть тупиковых путей, обеспечив им хорошую связь с вокзалом и выходом в город. На проходных пассажирских станциях в отдельных случаях возможно выделение специальных путей, расположенных со стороны, противоположной пассажирскому зданию. На некоторых станциях такие группы путей не имеют платформ и используются как вспомогательные (ходовые и т. д.). Применение их для туристских поездов потребует удлинения пешеходных тоннелей станции и соединения их с посадочными платформами для обслуживания

туристов. Для туристских поездов при сооружении второй привокзальной площади удобно располагать пути по другую сторону от основного вокзала.

При переустройстве отдельных крупных станций предусматривается отделение главных грузовых путей, стоянки туристских поездов можно размещать за счет имеющегося путевого развития (при обосновании такого решения). На отдельных станциях для туристских поездов используются пути, не предназначенные для обслуживания пассажирского движения (Калининград). Размещение путей для стоянок туристских поездов в этом случае обеспечивает максимальное использование имеющихся устройств и сооружений (платформы, тоннели и т. д.), при минимальных затратах.

На многих пассажирских станциях сквозного типа размещение устройств для туристских поездов затрудняется из-за жилых районов города. Для таких станций выбор месторасположения стоянки должен увязываться с общей схемой развития станции, исключая необходимость последующей реконструкции коммуникаций и путевого развития. При определенных условиях на станциях сквозного типа группы путей для отстоя туристских поездов можно размещать вне территории перронного парка, обслуживающего дальнее и местное движение. Например, в Ростове-на-Дону, где имеется вторая пассажирская станция, обслуживающая пригородное движение, сооружение путей для туристских поездов возможно вблизи этой станции.

В крупных городах, городах-курортах, имеющих слабо развитые пассажирские станции или очень большую загрузку имеющихся путей, целесообразно предусматривать места для стоянки туристских поездов на одной из ближайших станций участка, хорошо связанной с городом и удаленной от него на незначительное расстояние, например, станция Келасури (Сухуми), Махинджаури (Батуми), Гагра-павильон (Гагра), Вигуровщина (Киев), Ошкалны и Чиекуркалн (Рига), Залютино (Харьков).

Проектирование и сооружение путей для стоянки туристских поездов должно выполняться комплексно с развитием и реконструкцией отдельных устройств станций, размещением новых технических парков (станций) или постройкой новых пассажирских станций. Наличие специальных путей и устройств на пассажирских станциях крупных городов значительно улучшит обеспечение в определенных условиях массового вывоза населения и, следовательно, будет отвечать и мобилизационным требованиям страны.

Проблема туристских перевозок еще недостаточно разработана и требует специальных исследований. Вполне возможно, что в ряде случаев может оказаться целесообразным развитие специальных устройств и сооружений для туристов в городах, а не на пассажирских или технических станциях. Это позволит создать максимум удобств для туристов и освободит железную дорогу от необходимости строить несвойственные ей сооружения на станциях, особенно при весьма ограниченных земельных резервах.

ВОКЗАЛЫ И ПРИВОКЗАЛЬНЫЕ ПЛОЩАДИ

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ВОКЗАЛОВ

Для обслуживания пассажиров и обеспечения им необходимых удобств на пассажирских станциях сооружают специальные пассажирские здания — вокзалы, которые классифицируются в зависимости от ряда факторов, главнейшими из которых являются: пропускная способность и расчетная вместимость пассажиров (дальних, местных, пригородных).

Вокзалы могут быть для дальних, местных и пригородных пассажиров, только для дальних и местных, а также отдельные вокзалы, обслуживающие лишь пригородных пассажиров.

В зависимости от расчетной вместимости пассажиров можно подразделить на следующие четыре группы: малые (до 200 пассажиров), средние (от 200 до 700 пассажиров), большие (от 700 до 1500 пассажиров) и особо большие (свыше 1500 пассажиров).

Классность вокзала определяется в зависимости от размеров выполняемой работы по обслуживанию пассажиров и объема багажных операций.

Все вокзалы делятся на классы: I, II, III. К I классу относятся особо большие вокзалы столичных городов и крупнейших центров; ко II классу — вокзалы крупных областных и промышленных центров; к III классу — малые вокзалы районных центров и промежуточных станций. Вокзалы III класса, как правило, располагаются на неспециализированных станциях.

На классификацию вокзалов оказывает влияние тип пассажирской станции и объем ее работы по обслуживанию пассажиров. Вокзалы бывают с боковым, тупиковым и островным расположением пассажирского здания.

2. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ВОКЗАЛОВ. ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЙ ВОКЗАЛОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ

Наибольшее распространение получили вокзалы с боковым расположением здания. Такие вокзалы имеются на большинстве сквозных пассажирских станций, а также и на некоторых тупиковых.

При боковом размещении конфигурация вокзалов различная. Большинство вокзалов с боковым расположением зданий имеет прямоугольную форму.

Пассажирские здания с боковым расположением путей могут размещаться в одном уровне с путями и привокзальной площадью и в разных уровнях. На неспециализированных станциях и на пассажирских станциях с небольшими размерами движения пути и пассажирские здания обычно расположены в одном уровне и имеют переходы с пересечением путей станции.

На крупных пассажирских станциях в зависимости от местных топографических условий пассажирское здание может размещаться: в одном уровне с путями и площадью, в одном уровне с путями и разных уровнях с привокзальной площадью и в одном уровне с площадью и в разных уровнях с путями.

В случае расположения путей, здания и площади в одном уровне для создания безопасности следования пассажиров сооружают пешеходные тоннели или мосты, соединяющие здание вокзала с платформами. К недостаткам такого решения относятся подъемы и спуски на пути следования пассажира.

При расположении привокзальной площади выше перронных путей для связи их с вокзалом сооружают пешеходные мосты с лестницами.

Уровень пола основных помещений вокзала в этом случае располагается на уровне пешеходных мостов. В нижних этажах таких вокзалов обычно размещают различные вспомогательные и служебные помещения.

Удобнее, если перронные пути расположены выше уровня привокзальной площади (Рига, Львов, Калининград), так как в этих случаях создаются лучшие условия для развязки потоков пассажиров и транспортировки багажа. Для общения с платформами устраивают тоннели. Большую часть основных помещений располагают в уровне тоннеля и некоторые помещения вокзала в таких случаях размещают под путями, так как это обеспечивает хорошую связь этих помещений с платформами и сокращает путь пассажира. Такое решение уменьшает параметры здания вокзала и обеспечивает движение пассажиров от поездов и к поездам с минимальным числом подъемов или спусков. Недостаток такого расположения путей состоит в том, что необходим обязательный спуск и подъем для пассажиров, находящихся на втором этаже здания.

На крупных пассажирских станциях особенно в случаях, когда привокзальная площадь располагается выше уровня перронных путей, целесообразно применять вокзалы с конкорсами, расположенными над перронными путями.

Вокзалы такого типа обеспечивают большие удобства для пассажиров и легкую ориентацию в здании. В некоторых проектах помещение конкорса, расположенное над путями, уширяется и в нем размещается распределительный зал вокзала, что очень удобно для пассажиров. На рис. 46 показан план вокзала такого типа. По такому же принципу осуществлена реконструкция вокзала в Киеве.

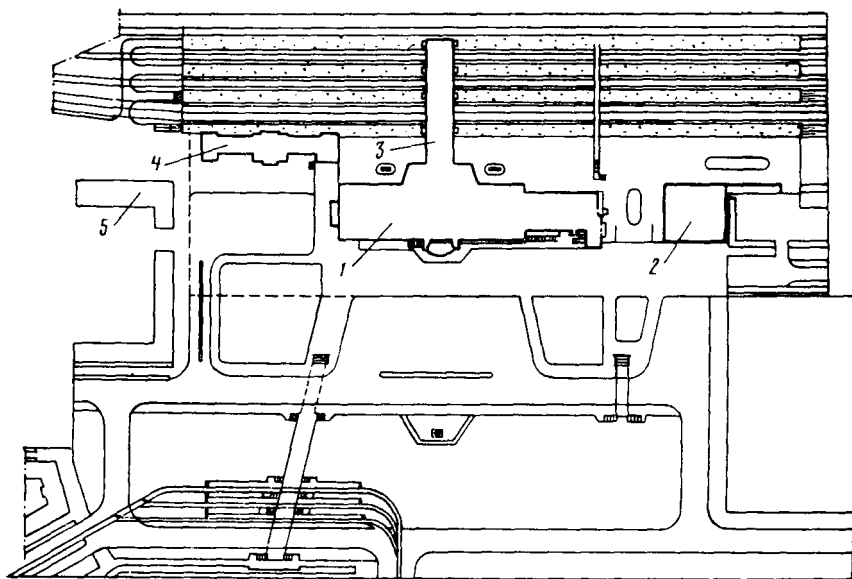


Рис. 46. План вокзала с конкорсом:

1 — вокзал; 2 — пригородный павильон; 3 — конкорс; 4 — существующее здание вокзала; 5 — отделение перевозки почты

Основное здание вокзала всегда располагают со стороны населенного пункта, для того чтобы была хорошая, удобная связь с его транспортными магистралями.

На некоторых станциях встречаются островные вокзалы, расположенные внутри перронных путей (Смоленск, Орша, Орел, Лозовая, Бологое и др.). Такие вокзалы удобны для транзитных пассажиров, но имеют существенные недостатки: трудность связи с городом и невозможность в случае надобности расширения привокзальной площади.

Иногда в связи с трудностью расширения и реконструкции островного вокзала сооружается дополнительное боковое здание вокзала, связанное с островным тоннельными или мостовыми переходами. В боковом здании вокзала обычно располагают багажные помещения, кассы, справочные. В этом случае привокзальная площадь может быть либо полностью перенесена к боковому зданию вокзала, либо создаются две привокзальные площади: внешняя — со стороны города и внутренняя — у островного здания.

Островные здания вокзалов имеются только на существующих станциях. Новые вокзалы такого типа сооружать нецелесообразно.

На пассажирских станциях тупикового типа вокзалы бывают различных форм: прямоугольные, Г-образные и П-образные здания. В большинстве случаев вокзалы расположены в одном уровне с платформами и привокзальной площадью и для пассажиров обеспечивается путь следования в город и из города без подъемов

и спусков. К недостаткам этих вокзалов относятся: увеличение пути следования пассажиров от здания к поезду (и обратно) и неудобство транспортировки багажа.

Для обслуживания пассажиров в вокзалах предусматривается целый комплекс различных помещений, взаимное расположение которых должно обеспечивать поточное следование пассажира к поезду и обратно.

К основным помещениям вокзала относятся: вестибюль или операционный зал, зал распределения, залы ожидания, билетные кассы, рестораны, комнаты матери и ребенка, багажные помещения и камеры хранения, почта, телеграф, справочное бюро, комнаты отдыха, парикмахерские, медпункты, душевые и т. д., а также административно-служебные помещения.

Вокзальные помещения размещаются с учетом схем следования пассажиров. На вокзалах с тупиковым и боковым расположением зданий могут быть приняты следующие схемы:

для пассажиров прибытия: платформа — справки — камера хранения — привокзальная площадь;

для пассажиров отправления: привокзальная площадь — справки — камеры хранения — кассы — залы ожидания — платформы.

Расчетная вместимость вокзала определяется отдельно для дальних и пригородных пассажиров по формуле

$$N = \frac{nC}{100}, \quad (1)$$

где C — суточное отправление пассажиров, устанавливаемое на основании технико-экономических изысканий, исходя из среднегодовых размеров пассажирских перевозок на 10-й год эксплуатации;

n — норма расчетной вместимости в % от суточного отправления пассажиров, принимаемая по данным табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Суточное отправление дальних и местных пассажиров, чел.	Норма расчетной вместимости вокзалов для дальних и местных пассажиров, %	Суточное отправление пригородных пассажиров, чел.	Норма суточной вместимости вокзалов для пригородных пассажиров, %
До 500	36—39	До 5 000	5—4
От 501 до 1 000	32—36	5 001—10 000	4—3
„ 1 001 „ 2 000	29—32	Более 10 000	3—2
„ 2 001 „ 3 000	26—29	—	—
„ 3 001 „ 5 000	24—26	—	—
„ 5 001 „ 7 000	22—24	—	—
Более 7 000	20—22	—	—

Нормы вместимости в некоторых случаях (преимущественное отправление местных пассажиров, неравномерность, отправление в ночное время, большие интервалы между пригородными поездами и т. д.) могут быть приняты более высокие.

Для более точного расчета может быть использован графический метод определения максимального числа скапливающихся на вокзале пассажиров различных категорий. По этим данным определяется количество пассажиров в различных помещениях в разные часы суток.

Сущность графического метода расчета состоит в том, что по данным графика движения поездов (а для новых вокзалов по намечаемому графику) строят кривые накопления пассажиров в течение суток, на которых отражается суммарное количество пассажиров, прибывающих и отправляющихся с поездами, а также загрузка вокзалов от встречающих и провожающих. Однако следует отметить, что графический метод для расчета может рекомендоваться лишь в случаях, когда потоки пассажиров, особенно транзитных, хорошо изучены. В противном случае возможны ошибки в определении расчетных параметров зданий.

Вокзалы проектируют так, чтобы была рациональная планировка помещений и обеспечены наибольшие удобства для пассажиров. Основные требования при планировке вокзалов следующие: поточность следования пассажиров; кратчайший и отдельный путь следования пассажиров прибытия и отправления; минимум подъемов и спусков; безопасность прохода пассажиров к поездам и от поездов; минимум встречных потоков между пассажирами различных категорий; легкость ориентировки пассажиров внутри здания.

Многие существующие вокзалы не удовлетворяют всем этим требованиям. Даже некоторые недавно построенные вокзалы имеют существенные недостатки: наличие излишних украшений и всевозможных колонн, отягощающих здание и занимающих огромную полезную площадь помещений, недостаточная видимость и ориентировка в пределах здания, отсутствие разделения пассажиропотоков.

В настоящее время, в связи с широкими возможностями применения легких и прочных строительных материалов, стеклопластиков и других материалов, представляются огромные возможности для создания красивых, удобных, светлых и просторных вокзалов. Например, новый вокзал реконструированной пассажирской станции Черкассы отвечает всем современным требованиям. Внутренняя планировка этого здания проста и обеспечивает удобства для пассажиров. Вокзал хорошо увязан с городскими улицами и обеспечивает удобную связь с городским транспортом.

Новые вокзалы в Челябинске, Риге, Архангельске, Горьком, Уфе, Таллине, Ульяновске, Джульфе, Петрозаводске, Ленинграде (вокзалы Московский и Финляндский), а также отдельно стоящие вокзальные сооружения в Казани, Хосте, Иркутске и других городах обеспечивают пассажирам все необходимые удобства и комфорт.

С большими удобствами для пассажиров реконструируются вокзалы: в Москве (Ленинградский, Курский, Белорусский и Павелецкий), в Свердловске, Астрахани, Абакане, Алма-Ате, в Ростове-Ярославском, Ачинске, Пятигорске, Пензе, Кустанае и других городах.

Надо учитывать, что на существующих вокзалах часты несоответствия между наличными площадями для обслуживания пассажиров и числом приемо-отправочных путей, обеспечивающим освоение значительно большего потока пассажиров, чем может освоить вокзал. В то же время практически часто невозможно реконструировать вокзал без переноса его на новое место. Поэтому часто устраивают конкорсы над путями пассажирских станций. Так решены вопросы расширения вокзалов в Волгограде, Свердловске, Кисловодске.

Поэтому следует отметить, что при проектировании необходимо обязательно учитывать перспективное развитие всей станции и вокзального комплекса, в частности, для чего должны предусматриваться и бронироваться необходимые территории, отвечающие требованиям взаимной увязки в работе с городским транспортом. При сооружении вокзалов необходимо исключать недостатки; отсутствие достаточных багажных отделений (Челябинск, Рига, Горький), трудность содержания в чистоте стеклянных витражей и др.

При проектировании новых вокзалов необходимо:

- максимальное снижение стоимости строительства и архитектурно-художественных качеств;
- рациональная конструкция;
- быстрое строительство и сооружение всего комплекса устройств;

- рациональное размещение и использование новой техники.

Помимо этого следует учитывать комплексность в развитии вокзалов и привокзальных площадей, большего разнообразия и выразительности их архитектурно-планировочных композиций с учетом местного национального стиля. Очень важно также точнее учитывать рост пассажиропотоков, чтобы в недалекой перспективе наличные площади вокзалов соответствовали обращающимся пассажиропотокам.

При проектировании вокзалов или их частей, предусмотренных для обслуживания пригородных пассажиров, надо размещать последовательно кассы для размены монет, билетопечатающие автоматы и кассы для продажи билетов пассажирам, следующим в разные зоны.

3. ОБЪЕДИНЕННЫЕ ВОКЗАЛЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Объединение вокзалов нескольких видов транспорта — это первый этап построения единой системы пассажирского транспортного узла города, который в будущем будет иметь единую, тесно увязанную по стыковым пунктам, технологию работы различных видов транспорта.

В крупном современном городе очень развита сеть внутреннего (автобус, троллейбус, метро, трамвай) и внешнего (железная дорога, автобус, самолет, теплоход) транспорта. Внутренним транспортом пользуются пассажиры в городской черте, не выходя за ее пределы. Следовательно, внутренний транспорт, как правило, связывает районы города с входными пунктами внешнего транспорта и между собой.

Помимо пассажиропотоков, погашаемых внутри городской черты, имеется большая доля таких потоков, для которых город служит лишь пунктом смены вида транспорта. Эти потоки следуют в различные загородные пункты (районы) и вывозятся внешним транспортом (автобусом, самолетом, теплоходом и т. д.). В самом городе также возникают значительные местные потоки, требующие вывоза (ввоза) за его пределы. Например, значительная доля местных потоков следует на аэродром на специальных загородных автобусах.

Следовательно, в каждом крупном городе, где имеется несколько входных пунктов внешнего транспорта, между ними и пунктами концентрации внутреннего транспорта возникают связи, обеспечивающие возможность прибытия пассажира в нужный пункт к определенному времени. Наиболее характерны следующие связи: вокзал — аэропорт; вокзал — речной вокзал; вокзал — автобусная станция; автобусная станция — загородные районы; вокзал — загородные районы. Во многих городах эти связи имеют промежуточные пункты, где концентрируется пассажиропоток определенного назначения. Например, в ряде городов (Киев, Харьков и др.) прямой связи вокзал — загородные районы нет. В таком случае создается промежуточная связь вокзал — автобусная станция и прямая связь автобусная станция — загородные районы.

Анализ работы и характер устройств и сооружений, предназначенных для обслуживания междугородних пассажиров в крупном городе, позволяют заключить, что формирование единого транспортного узла в городе необходимо.

Пассажирский транспортный узел города может включать: железнодорожную станцию с вокзалом, автобусную междугороднюю станцию, аэропорт и речной (морской) вокзал (порт), а в отдельных городах еще и вертолетную станцию. Кроме того, может входить также специальное агентство по обслуживанию пассажиров всеми имеющимися в узле видами транспорта, независимо от наличия в городе объединенных вокзалов.

Схема пассажирского транспортного узла в значительной степени зависит от места и взаимного расположения отдельных пассажирских сооружений (вокзал, аэропорт, порт и т. д.).

Технологически наиболее удобно, когда ряд сооружений объединены и расположены на общей площади: железнодорожный вокзал и автовокзал; железнодорожный и речной (морской) вокзал; автовокзал и речной (морской) вокзал; агентство аэрофлота и железнодорожный (автобусный) вокзал.

В отдельных случаях могут объединяться несколько видов транспорта, однако такое объединение нерационально и часто невыгодно для пассажиров.

В последние годы при решении транспортных проблем города для каждого вида транспорта чаще создавались специализированные сооружения, изолированные и удаленные друг от друга (необъединенные). Такое положение характерно для городов Киева, Харькова, Свердловска, Воронежа и др. В каждом городе транспортные устройства размещались индивидуально.

В настоящее время в городах выявились три наиболее характерные схемы расположения устройств (станций) пассажирского транспортного узла: все устройства в разных районах города; частично объединенные устройства или размещенные вблизи друг от друга; полностью объединенные и расположенные в одном месте.

Если устройства расположены в различных районах города, то создается трудность в обслуживании пассажиров, вызываются ненужные затраты времени на переезды пассажиров с багажом со станции на станцию с неоднократными пересадками на различные виды транспорта (Киев, Харьков и др.).

При частичном объединении устройств или размещении основных устройств пассажирского транспортного узла (железнодорожный вокзал и автовокзал) вблизи друг от друга обслуживание пассажиров значительно улучшается. Однако в этом случае требуются дополнительные затраты на дублирование помещений вокзала, усложняется развязка пассажиропотоков в районе привокзальной площади и ухудшается безопасность (Пермь, Рига, Минск и др.).

При полном объединении всех устройств и расположении их в одном месте достигается максимальный эффект в обслуживании пассажиров и минимальные затраты на сооружение пассажирского здания и подсобных помещений.

В этом случае обеспечивается:

лучшее обслуживание пассажиров (сокращение перемещений по городу);

создание удобств за счет крупных предприятий общественного питания, торговли и т. д.;

экономия городской территории и коммуникаций;

сокращение пробегов городского транспорта и разгрузки транспортных узлов города;

экономия в строительстве и эксплуатации зданий, получаемая в результате сокращения ряда дублирующих помещений.

Пределы кооперирования при сооружении или реконструкции вокзалов должны определяться прежде всего конкретными градостроительными, функциональными и экономическими соображениями.

В последние годы создано много объединенных станций, обслуживающих два или более видов транспорта (автобусно-речная станция в Киеве, аэро-автобусные станции в Бахчисарае, Луцке и

других городах). Однако потоки пассажиров, которые они обслуживают, составляют только незначительную долю от общих потоков, обслуживаемых другими видами транспорта городского пассажирского узла.

В настоящее время около 90% междугородных перевозок осваивает железнодорожный и автобусный транспорт. Поэтому базой для объединения станций должны служить железнодорожный или автобусный вокзалы.

Принимая во внимание, что месторасположение железнодорожной станции в городе, как правило, уже определено и стоимость ее переустройства очень велика, наиболее целесообразно при построении схемы пассажирского транспортного узла в городе ориентироваться на железнодорожный вокзал как опорный пункт, размещая по отношению к нему все основные устройства и сооружения комплекса.

Объединенных вокзалов основных видов транспорта (железнодорожный и автобусный) имеется очень мало (Симферополь, Челябинск и др.). В последнее время такие вокзалы сооружают при реконструкции крупных городов.

Объединение вокзалов должно обосновываться технико-экономическими расчетами. Однако, необходимо учитывать, что в новом строящемся городе размеры капитальных затрат на создание двух вокзалов — железнодорожного и автомобильного значительно выше, чем затраты на сооружение объединенного вокзала. То же самое характерно и для затрат, связанных со строительством привокзальных площадей, стоянок для машин и подходов к вокзалу. В большинстве существующих крупных городов создание объединенного вокзала требует освоения дополнительного числа машин в расчетный максимальный час, в результате чего резко увеличиваются потребные капиталовложения. Следовательно, для большинства существующих городов капиталовложения при объединенных вокзалах больше, чем при отдельных.

Капитальные затраты еще больше увеличатся, если в городе строятся два или несколько автовокзала. Затраты на приобретение машин могут быть различными, так как длина пути маршрутов следования машин по городу различна.

Большое влияние на выбор оптимального решения оказывают эксплуатационные расходы. Помимо расходов, характерных для обоих сравниваемых вариантов, при отдельном расположении вокзалов возникают расходы, связанные с затратами пассажирочасов на ожидание при пересадке пассажиров, а также возможные дополнительные расходы на содержание транспорта. При объединенном вокзале — расходы, связанные с загрузкой привокзальных площадей и задержкой транспорта на перекрестках и улицах в этом районе.

Тип вокзала в городе должен выбираться на основе детального технико-экономического сравнения по минимальным приведенным расходам. Предварительные подсчеты приведенных расходов на создание в городах объединенных и отдельных вокзалов показали

нецелесообразность сооружения объединенных вокзалов в городах с населением свыше 500 тыс. чел. Однако для окончательного вывода необходимо проведение более детальных исследований.

Создание объединенных вокзалов в крупных и крупнейших городах нецелесообразно еще и потому, что большая концентрация пассажиров значительно усложняет эксплуатацию вокзалов и привокзальных площадей, ухудшает связи между отдельными помещениями и посадочными платформами (остановками), затрудняет обслуживание основных пассажиров, доля которых значительно выше, чем пересеживающихся с транспорта на транспорт.

Если в городе имеются две пассажирские станции, то объединение вокзалов практически нецелесообразно для всех городов, так как увеличиваются пробеги междугородных автобусов и время на ожидание и поездку пассажира, сильно загружаются центральные улицы городов.

Объединение вокзалов совсем невыгодно в больших городах со значительными потоками междугородных пассажиров, когда возникает необходимость создания в городе двух-трех автобусных станций, распределяющих потоки по различным направлениям.

В объединенный вокзал может быть включена лишь одна станция. Следовательно, в городе приходится дополнительно организовывать движение транспорта между железнодорожным вокзалом и двумя другими (необъединенными) станциями. Две различные системы организации перевозки значительно усложняют управление транспортом и выгодны лишь незначительной части пассажиров.

Таким образом, объединенные вокзалы в городах с населением свыше 500 тыс. чел. могут сооружаться лишь при выполнении двух требований:

нормальное обслуживание пассажиров и удобная связь между вокзалом, платформами и привокзальной площадью при дальнейшем росте населения города и числа перевозимых пассажиров;

наличие резервной территории и возможности расширения всех устройств вокзального комплекса (станция, объединенный вокзал, привокзальная площадь, улицы) без сноса жилых и промышленных зданий на отдаленную перспективу (15—20 лет).

Именно поэтому не оправдано и строительство автовокзалов на привокзальной площади в таких крупных городах, как Рига, Минск, Гомель и др. Такое решение помимо неудобств и недостатков, вызываемых объединением вокзалов в крупных городах, требует значительных затрат на дублирование большинства помещений в обоих вокзалах.

В тех случаях, когда объединенные вокзалы все-таки создаются, в районе привокзальной площади должны предусматриваться места (резервы территории) для отстоя запасных машин и размещения помещений для дежурных водителей, предусматриваемых на часы «пик». Целесообразность подобных решений должна подтверждаться технико-экономическими расчетами, сопо-

ставлением дополнительных расходов на содержание резерва машин и дежурных водителей с возможными дополнительными затратами времени на ожидание или задержку вывоза.

Первые объединенные вокзалы, предназначенные для обслуживания железнодорожных и автобусных пассажиров, были запроектированы в Нижнекамске, Вапнярке и Челябинске.

Примером решения объединенного железнодорожно-автобусного вокзала может служить вокзал станции Челябинск, который имеет два здания: для дальних и пригородных пассажиров. Основная особенность этого вокзала заключается в наличии широкого конкорса (18 м), который по существу является большим распределительным залом, размещенным в уровне второго этажа вокзала. Для выхода на платформу устроены сходы, которые в перспективе могут быть легко реконструированы в эскалаторы. Кроме того, на вокзале намечается создание лестничных сходов к существующему пешеходному мосту, что улучшит связь платформ с районами города и обеспечит в случае необходимости прямой выход пригородных пассажиров, минуя здания вокзала.

Первый этаж вокзала расположен в одном уровне с высокой основной платформой (рис. 47). На первом этаже размещен главный вестибюль, в котором расположены телевизионное справочное бюро, почта и кабинет начальника вокзала. На первом этаже также имеется кассовый вестибюль, бюро заказов и багажный вестибюль (прием и выдача багажа). Вход в кассовый вестибюль дублируется со стороны площади прибытия.

К главному вестибюлю вокзала примыкают залы накопления, имеющие выходы на высокую привокзальную платформу. В этом же зале запроектировано размещение индивидуальных камер хранения — автоматов, а также предусмотрен проход в обычные камеры хранения, имеющие тоннельную связь с посадочными платформами. Левое крыло первого этажа специализируется под автовокзал, в котором имеется отдельный вход с левой стороны привокзальной площади, где запланированы специальные закрытые площадки для стоянки автотранспорта междугородного сообщения.

Второй этаж здания вокзала расположен сравнительно невысоко (4,8 м), так как посадочные платформы, над которыми имеется конкорс, низкие. Связь между первым и вторым этажами осуществляется широкими распашными лестницами, которые обеспечивают удобную, легкую и четкую связь между этажами.

Во втором этаже (рис. 48) размещены залы ожидания, зал для пассажиров с детьми, ресторан и другие помещения. При этом планировка помещений запроектирована так, что залы ожидания удобно соединены с залом накопления и через него — с конкорсом.

Зал ожидания имеет выход на специальную митинговую террасу со специальным козырьком над главным входом в вокзал, и предназначенную для проведения встреч и митингов. Также удобен и прост вокзал для пригородных пассажиров.

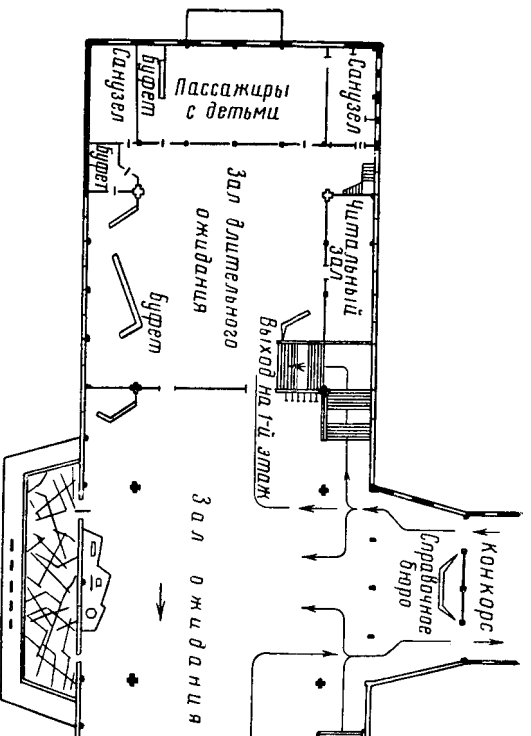
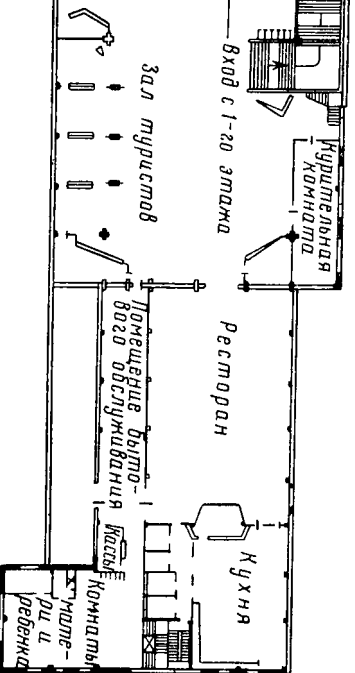


Рис. 48. План второго этажа Челябинского вокзала



Принятая развязка пассажиропотоков создает ряд преимуществ и возможность:

расположения всех основных помещений в наземной части вокзала;

ликвидации излишних подъемов и спусков в связи с расположением основных залов ожидания на уровне конкорса;

ликвидации тоннелей и замены их конкорсом, что обеспечивает удобства как пассажирам транзитных поездов, так и прибывающим и отправляющимся пассажирам.

Однако в таком крупном городе с недостаточно развитой привокзальной площадью объединение железнодорожного и автобусного вокзалов создало огромные затруднения при пропуске городского транспорта. В связи с недостатком территории вокзал для автобусных пассажиров имеет крайне недостаточные помещения, неудобные подъезды и наличие множества пересечений встречных потоков. Недостатками вокзала являются также пересечения потоков прибытия и отправления в конкорсе, вестибюле и на главной лестнице. При таком решении необходимы два тоннеля для пассажиров прибытия.

Имеются недостатки в организации движения пригородных пассажиров, так как остановки трамвая отнесены далеко (300—400 м) от посадочных платформ. Некоторые тупиковые пути связаны с пригородным павильоном только существующим узким мостиком. Территория для стоянки междугородных автобусов недостаточна.

Размещение в городе станций различных видов транспорта — очень важный вопрос.

Выбор схемы размещения отдельных станций (автобусная, аэрофлот и т. д.) в пассажирском узле города во многом зависит от размеров и характера пассажиропотоков. Основными пунктами, между которыми обращается большинство пассажиров, являются железнодорожный вокзал и центр города.

В городах, где автовокзал расположен на привокзальной площади или вблизи ее, абсолютная величина потока между железнодорожным (автовокзалом) вокзалом и центром города достигает 98,1%—99%. Потоки между аэровокзалом и центром города, аэровокзалом и железнодорожным вокзалом и автовокзалом и аэровокзалом во всех городах не превышают 1,8%, а в большинстве из них колеблются от 0,1—0,2% до 0,5—0,7%.

Поэтому для лучшего удовлетворения потребности населения города и прибывающих (отправляющихся) междугородным транспортом пассажиров и создания условий для экономичной работы транспорта необходимо рационально размещать автовокзалы (автостанции) по отношению к железнодорожному вокзалу и центру города.

При раздельном размещении железнодорожной (пассажирской) и автобусной станции следует особенно тщательно выбирать их число, учитывая удобства пассажиров, экономику эксплуатации, загрузку улиц и другие факторы. При одной автобусной станции,

обслуживающей все междугородные линии, требуется значительно меньший персонал, резко сокращаются пробеги автобусов между отдельными районами города и этой станцией, необходима меньшая пропускная способность прилегающих улиц. Однако в этом случае возрастают пробеги междугородных автобусов из-за необходимости полного или частичного пропуска их через центр города и требуется значительная площадка для расположения автовокзала и стоянки автомашин.

При нескольких автобусных станциях в городе увеличиваются затраты на сооружение автовокзалов, повышаются эксплуатационные расходы на содержание станций и расходы, вызванные дополнительными пробегами городского транспорта между всеми взаимно корреспондирующими пунктами (автостанции и центры всех районов города). Возрастает также загрузка улиц. Однако при нескольких станциях в городе в связи со специализацией их по направлениям сокращаются пробеги междугородных автобусов, разгружается центр города и значительно облегчается выбор места для размещения автовокзала и стоянок машин, так как потребные размеры их значительно меньше.

Количество автобусных станций должно выбираться для каждого конкретного города с учетом пропускной способности улиц, наличия территории для строительства вокзалов, количества районов и связи их между собой, числа междугородных направлений и размеров пассажиропотоков на них.

Агентства Аэрофлота целесообразнее всего объединять с автовокзалом, так как поток пассажиров в направлении из города в аэропорт и обратно очень мал и создание самостоятельной станции только увеличит пробеги городского транспорта и ухудшит его загрузку и обслуживание.

Автобусные станции должны располагаться в местах, имеющих хорошую связь с внешними автомобильными дорогами, обслуживающими главные направления перемещения пассажиропотоков. Размещение автобусных станций в узле определяется возможностями пропуска машин за черту города. При внутригородском пропуске — станции следует располагать, учитывая возможность прохода потока машин по определенным улицам. В этом случае выбор оптимального варианта размещения станции затрудняется, так как образуются значительные дополнительные пробеги. При наличии кольцевых или полукольцевых дорог потоки по направлениям можно распределить, минуя городские улицы, это облегчит выбор месторасположения автобусных станций, а также, в некоторых случаях, сократит их число ввиду того, что размещение станций только на главных направлениях (с большим объемом работы) позволит передать часть междугородного транспорта на второстепенные линии.

Так как большинство прибывших пассажиров посещают центр города (ознакомление с городом, поездки в магазины, по делам и т. д.), автовокзал, в ряде случаев, целесообразно располагать в непосредственной близости от центральных районов (при одном

автовокзале в городе). Это позволит полностью снять маршруты городского транспорта, связывающие автовокзал с центром города. Расположение автовокзала вблизи центра эффективно лишь при условии передачи всех операций по доставке багажа к месту назначения специальному агентству. В этом случае возвращение пассажира на вокзал или автовокзал (вблизи центра города) не вызывает дополнительных трудностей и не создает перегрузки городского транспорта. Такое решение возможно только в определенных типах городов при удобном размещении выходных внеузловых магистралей и наличии резерва пропускной способности городских улиц.

В городе с небольшими потоками пассажиров и двумя диаметрально расположенными магистралями внешнего транспорта автомобильную станцию выгодно размещать ближе к максимальному потоку, при этом машины минуют центр города. При значительном пассажиропотоке целесообразнее предусматривать две станции, расположенные ближе к центру района, лежащему возле выхода на внешнюю магистраль.

Если к городу примыкают четыре магистрали, то могут рассматриваться два наиболее приемлемых решения: строительство двух станций, обслуживающих два прилегающих направления или трех-четырех — с расположением каждой вблизи центра района выхода магистралей из города. При нескольких станциях необходима организация внутригородского движения машин между центром, железнодорожным вокзалом и каждым из автовокзалов города, возрастают дополнительные затраты на переезды, затрудняется ориентировка пассажиров.

Одним из важных вопросов, определяющих успешную работу пассажирского транспортного узла, является рациональное размещение касс продажи билетов, которые в настоящее время расположены на территории города очень неравномерно. Объединенных касс, продающих билеты на все виды транспорта, в городах нет, в связи с этим пассажиры испытывают значительные трудности в приобретении билетов, затрачивают большое количество времени на поездку по городу и ожидание очереди.

В крупных городах необходимо предусматривать кассы продажи билетов на любой вид транспорта. Целесообразно установить связь всех касс между собой и применять специальные счетные машины, регистрирующие наличие свободных мест на любой срок (в пределах установленных сроков предварительной продажи) для любого вида транспорта.

Кассы на территории города должны располагаться с учетом концентрации населения в каждом районе (промышленный центр, административный центр, центры селитебных районов города). Например, в Киеве кассы предварительной продажи билетов расположены в центре города и пассажиру, проживающему например в районе нового жилого массива на Воздухофлотском шоссе, требуется затратить 20—25 мин для поездки за билетом (не считая ожидания очереди). Число пассажиров, пользующихся этими кас-

сами в год (для рассматриваемого района) составляет свыше 70 000 чел., а общие затраты около 15 000 чел-ч в год, что равносильно (по стоимости) содержанию в этом районе специальных касс на три окна. Дополнительные кассы позволят, кроме того, сократить загрузку городского транспорта и уменьшить очереди в центральных кассах. Эти кассы должны располагаться вблизи центров крупных районов города, возле остановок основного вида транспорта, обслуживающего городских пассажиров.

Исследование условий и режимов работы пассажирских транспортных узлов городов позволяет сформулировать основные требования к технологии их работы и основам взаимодействия. Технология работы пассажирского транспортного узла города должна строиться на основе обеспечения:

согласованного с прибытием (отправлением) поездов (машин) графика подвода транспорта к основным станциям узла (железнодорожной и автобусной);

минимальных затрат времени пассажиров на поездку и ожидание транспорта внутри городского пассажирского узла;

прямой беспересадочной связи между основными станциями пассажирского транспортного узла;

возможности сдачи багажа на любой станции узла и получение его в пункте назначения.

Для обеспечения четкой работы и минимальных затрат времени пассажира на поездку и ожидание транспорта при расчетном числе машин должны составляться графики движения транспорта в пассажирском транспортном узле:

междугородных машин по пунктам их входа и выхода за пределы узла;

внутриузловых машин между отдельными станциями узла.

4. ПРИВОКЗАЛЬНЫЕ ПЛОЩАДИ, СХЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПЛАНИРОВКИ

От правильной планировки и определения мощности привокзальной площади зависит режим работы всего вокзального комплекса, всех его отдельных элементов (пассажирской станции, вокзала и т. д.) и самой площади.

В большинстве городов Советского Союза на привокзальных площадях курсируют автобусы, троллейбусы и трамваи. В отдельных крупнейших городах имеется метрополитен, который значительно упрощает развоз прибывающих пассажиров.

В крупных городах привокзальные площади обслуживают несколько видов транспорта. Однако в некоторых городах привокзальная площадь обслуживается лишь автобусами. С 1958 по 1965 гг. процент пассажиров, перевозимых трамваями, сократился с 41,5 до 24; троллейбусами — остался примерно на одном уровне; автобусами — увеличился с 37,3 до 54. Эти данные позволяют считать, что в городах Советского Союза автобусы являются одним из главных видов транспорта, которым пользуются пассажиры, и

по-видимому, для большинства городов сохраняют на некоторое время свое преимущественное положение в связи со значительными выгодами в эксплуатации и стоимости сооружения ремонтной и эксплуатационной базы.

Следует отметить, что использование автобусов на привокзальных площадях не следует рассматривать, как лучший вид транспорта. Это необходимая, а в ряде случаев вынужденная мера, которую приходится применять при плохом решении проблемы транспорта в городе. В перспективе такой вид транспорта, видимо, будет все-таки значительно сокращаться и заменяться более выгодным и гигиеничным.

Привокзальные площади, обслуживаемые только автобусами, характерны для городов с населением не свыше 300 тыс. человек. Транспортная развязка на таких площадях не сложна. Количество пересечений встречных автобусных маршрутов настолько незначительно, что практически не влияет на пропускную способность площади. В отдельных городах с населением 200—400 тыс. человек, кроме автобусов, привокзальную площадь обслуживает трамвай, который подходит только до привокзального района станции. Расстояние от вокзала до трамвайной остановки 200—600 м. Такое удаление остановки трамвая от площади возможно лишь для небольших городов при сравнительно малых потоках пассажиров. В других случаях резко возрастают затраты времени на передвижение от вокзала до остановки и ухудшается пропуск машин из-за значительных пассажиропотоков по площади. Некоторым преимуществом такого решения является отсутствие пересечений маршрутов следования разных видов транспорта и задержек в ожидании их пропуска.

К недостаткам рассматриваемых схем привокзальных площадей относится наличие встречных, по отношению к пассажирским, маршрутов грузового транспорта, обслуживающего багажные отделения вокзала (перевозки багажа и особенно грузобагажа) и отделения перевозки почты. Особая трудность создается в периоды совпадения массовых перевозок груза, почты и пассажиров. При росте города и увеличении объема пассажирских перевозок снижается пропускная способность площадей, возле которых проходит транзитная уличная магистраль, пропускающая значительные транзитные грузовые и пассажирские потоки.

В городах с населением 200—400 тыс. чел. и более, помимо автобусов, используется троллейбус. В этом случае работа привокзальных площадей усложняется, так как требуются дополнительные остановочные пункты для посадки и высадки пассажиров и значительно возрастает число пересечений при въезде на площадь транспорта, идущего с разных улиц. Минимальные задержки в этом случае возникают при наличии одной магистрали, по которой подходит к вокзалу весь транспортный поток, или для тех привокзальных площадей, на территорию которых заходит лишь один вид транспорта, а остальные проходят мимо площади транзитом. Однако в этом случае резко ухудшаются условия обслужи-

вания пассажиров: увеличивается путь следования их к остановкам, возрастает время ожидания транспорта; усложняется посадка и высадка.

Особенно усложняется технология работы вокзала при трех видах транспорта (автобус, троллейбус, трамвай). В крупных и очень крупных городах транспортное обслуживание площади решается по-разному. В одних случаях (рис. 49) на площадь пропускается лишь троллейбус и автобус, а трамвай используется как транзитный транспорт, в других — все три вида транспорта проходят по территории площади (рис. 50, 51).

Максимальные задержки транспорта и сокращение пропускной способности привокзальных площадей наиболее велики при пропуске всех видов транспорта на площадь, расположенную возле транзитной городской магистрали. В этом случае в часы «пик» чистое время пропуска транспорта, следующего на вокзал, не превышает 40—50% общего расчетного времени. В крупных и крупнейших городах в часы «пик» количество грузовых машин, входящих и выходящих с привокзальной площади, доходит иногда до 80—160.

Для отдельных привокзальных площадей с тремя видами транспорта обслуживание пассажиров усложняется, если движение из района площади выносят в район проходящей мимо нее транзитной магистрали. Такое искусственное нерациональное использование привокзальной площади ухудшает работу транспорта, усложняет подход к остановкам, перегружает улицы, входы и выходы на площадь, снижает пропускную способность. Особо сложные режимы пропуска транспорта к площадям создаются в тех городах, где кроме транзитной магистрали, идущей мимо привокзальной площади, есть еще одна-две улицы с конечным движением.

Часто для улучшения обслуживания пассажиров привокзальную площадь территориально или технологически (рис. 52) делят на площади прибытия и отправления. В отдельных городах такое разделение практически не применяется: выделяется место для легковых такси, что создает неравномерность загрузки площади в целом и вызывает лишние задержки транспорта при въезде на площадь, так как вместо одного района пересечения встречных потоков возникает два.

Пропускная способность многих привокзальных площадей незначительна, поэтому при реконструкции необходимо найти такие варианты, при которых максимально увеличивалась пропускная способность площадей. При реконструкции станции Саратов, например, предусматривается только один район для высадки и посадки пассажиров. Территория посадочных площадок мала, что вызывает скопление пассажиров в одном месте, усложняет посадку и высадку. Въезд на площадь и выезд с нее имеет ширину 10 м. Это даже при существующем потоке пассажиров создает трудности их пропуска. Дальнейший рост города, имеющего в настоящее время около 700 тыс. человек, потребует новой реконструкции. Такое же положение характерно для реконструируемого вокзального района на станции Рязань II.

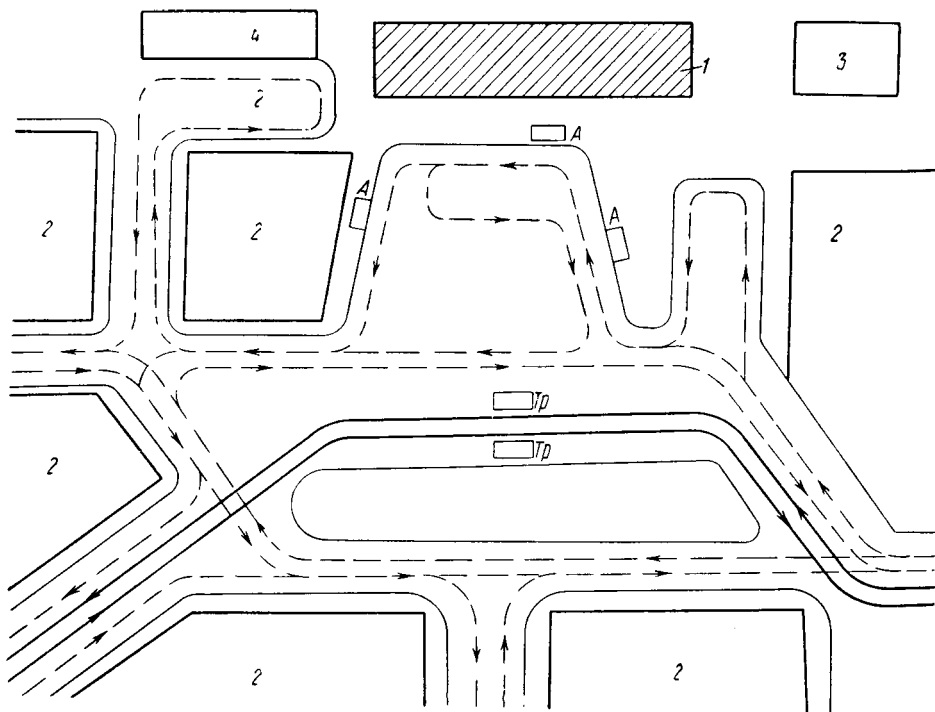


Рис. 49. Схема привокзальной площади Челябинска:

1 — вокзал; 2 — городская застройка; 3 — здание пригородного вокзала; 4 — автобусный вокзал;
А — автобус; Тр — трамвай

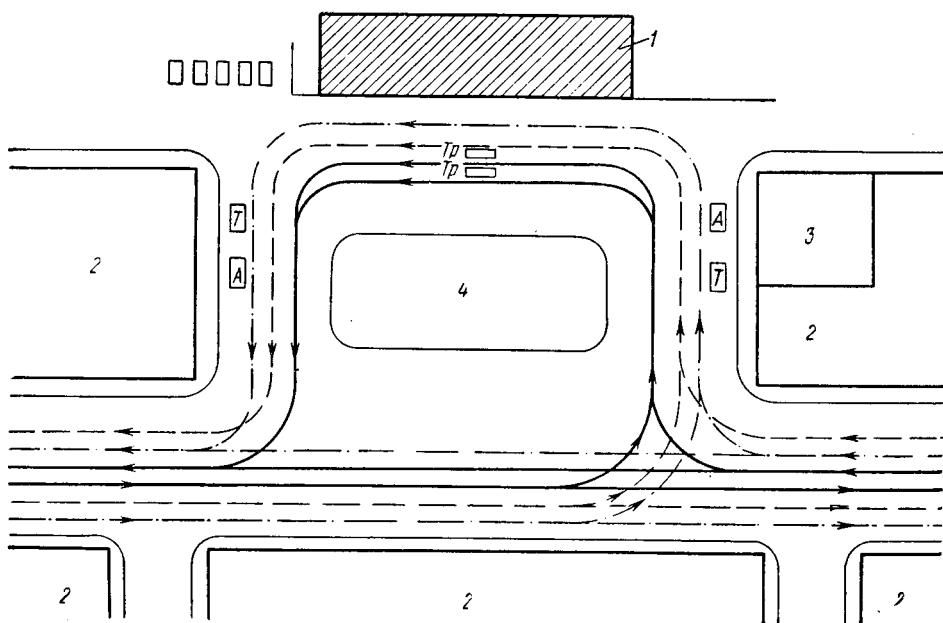
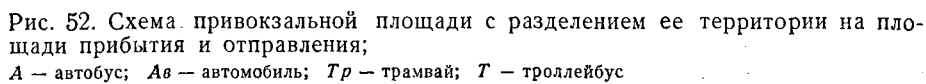
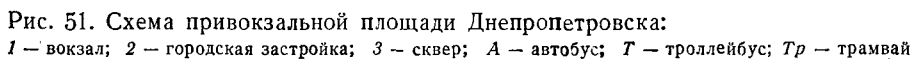


Рис. 50. Схема привокзальной площади Харькова:

1 — вокзал; 2 — городская застройка; 3 — отделение перевозки почты; 4 — сквер; А — авто-
бус; Т — троллейбус; Тр — трамвай



Несмотря на значительное увеличение населения наших городов за последние 40—50 лет, при огромном количестве общественного и индивидуального транспорта привокзальные площади практически остались прежними, их транспортная нагрузка значительно превышает первоначальную, расчетную.

Отсутствие достаточного числа остановок на привокзальных площадях приводит к тому, что даже наличная пропускная способность привокзальных перекрестков или улиц полностью не используется, так как городской транспорт (автобус, троллейбус) стоит в ожидании подачи его к месту посадки (высадки). На самих остановках возникают большие очереди пассажиров, затрудняющие поточность следования. Среднее время ожидания посадки одним пассажиром 30—40 мин.

Анализируя системы обслуживания пассажиров различными видами транспорта, необходимо отметить, что снятие трамвайных линий в некоторых городах и замена их автобусами и троллейбусами, по-видимому, преждевременна. Использование трамвая, имеющего большую провозную способность — в качестве массового вида транспорта на привокзальной площади, позволяет быстрее вывозить пассажиров в часы «пик». Кроме того, трамвай, будучи менее чувствителен к перегрузкам, требует меньших резервов подвижного состава, в результате чего снижаются эксплуатационные расходы. Для улучшения работы этого вида транспорта трамвайные остановки желательно приблизить к вокзалу, а не относить их на 500—700 м, потому, что это резко ухудшает качество обслуживания, увеличивая время на проход к остановкам, и снижает поток пассажиров.

Иногда трамвайную линию (при недостаточной пропускной способности площади) целесообразно опустить под землю, для того чтобы облегчить режим пропуска транспортных потоков в районе привокзальной площади. Примером размещения трамвайных путей под землей может служить привокзальная площадь станции Челябинск, запроектированная на перспективный рост движения городского транспорта.

Сохранение трамвая облегчит решение и другой важной задачи — расширения территории привокзальной площади в связи с увеличением объемов работ по обслуживанию пассажиров. Для трамвая требуется значительно меньше площади проезжей части, чем для автобуса и троллейбуса.

В зависимости от архитектурно-планировочных решений все привокзальные площади можно разделить на два типа: городская застройка размещается по всему периметру площади; городская застройка располагается со стороны, противоположной вокзалу.

Первый тип наиболее характерен для сложившихся привокзальных площадей. Его особенность в том, что он имеет архитектурно-планировочную композицию, придающую площадям парадность (Минск, Волгоград, Днепропетровск, Кишинев, Витебск и др.), но лишает пассажиров ряда удобств и не создает безопасности движения транспорта и пешеходов. На таких площадях рас-

полагаются большие скверы (Воронеж, Кишинев, Иваново, Днепропетровск, Вильнюс, Гомель, Волгоград, Ростов и др.), пользование которыми практически очень затруднено, так как они окружены кольцом проездов, стоянок и остановок различных видов транспорта.

Специальные «острова» на привокзальной площади должны подчиняться только требованиям целесообразности — необходимости остановки на них трамваев или перспективного сооружения развязки. На многих привокзальных площадях «острова» или скверы занимают 10—21% общей территории площади. Одним из наиболее целесообразных решений — это размещение скверов не в центре, где они не используются, а около торца вокзала. Это разгрузит залы ожидания в летнее время, ликвидирует многие встречные потоки на самой площади и обеспечит большие удобства для пассажиров.

Одной из причин развития площадей по анализируемым схемам является, несомненно, бытовавшее долгие годы мнение многих отечественных и зарубежных архитекторов о развитии привокзальной площади как «ворот» города, в то время как привокзальная площадь, прежде всего, служит одним из главнейших его транспортных узлов и во многих случаях совершенно не нуждается в клумбах, скверах, памятниках и других устройствах, мешающих нормальному движению автотранспорта.

Необходимо сочетать идейно-образное понятие «ворот» города с правильным решением деловой части планировки и расчета площадей, не противопоставляя их друг к другу, так как идейно-образное выражение содержания «ворот» города будет оставаться при любых решениях. Как видно из рис. 52, проход пассажиров в центр площади практически недоступен. Кроме того (что характерно для большинства подобных площадей), расположение остановок различных видов транспорта очень нецелесообразно. В то время как легковые автомобили останавливаются возле здания вокзала, трамвай имеет остановку лишь возле сквера, а автобус и троллейбус — у боковых сторон площади. Так как путь в обход площади по тротуарам значительно длиннее, чем через площадь, пассажиры пользуются более коротким маршрутом, что очень загружает проезжую часть, дезорганизует движение транспорта, создает опасность для жизни пассажиров и приводит к очень неэффективному использованию территории площади. Подобное положение в какой-то степени допустимо для небольших городов, но совершенно неприменимо для городов с населением больше 200—300 тыс. человек. Во многих городах (Витебске, Гомеле, Ярославле и др.) стремление придать площади форму геометрически правильной фигуры, а вокзал разместить на оси симметрии нарушило особенности ярко выраженной планировки прилегающих районов и ухудшило организацию движения городского транспорта.

В последние годы при реконструкции привокзальных площадей в некоторых городах (Курске, Барнауле, Сочи и др.) используется

принцип создания зон для пешеходного движения в пределах площади и максимальной их изоляции от потоков городского транспорта, остановки которого были приближены к вокзалу. Причем остановки всех видов массового общественного транспорта сосредоточиваются возле торца вокзала (у входов или выходов основных пассажиропотоков), обеспечивая пассажирам короткий путь следования. Такое решение дает возможность размещать стоянки автотранспорта и грузовых автомобилей на специально выделяемых площадках возле торца вокзала. Новый принцип планировки помогает высвободить значительную часть площади, занимаемую проездами и тротуарами (16—35% общей площади), и увеличивает за счет этого площадь, необходимую для стоянок и остановок различных видов транспорта.

При планировке и расчетах привокзальных площадей в настоящее время следует особо учитывать усиленное развитие индивидуального легкового транспорта, который с каждым днем приобретает все большее значение. Учитывая, что автотранспорт приобретает огромное значение, и часто определяет работу привокзальной площади в целом, необходимо предусматривать для его размещения специальные резервы территории и размещения мест стоянок, остановок и паркингов. Недоучет этих факторов может впоследствии привести к большим трудностям.

Иногда принцип разобщения потоков транспорта и пешеходов при сокращении времени следования к вокзалу может быть осуществлен созданием подземных переходных тоннелей. Однако значительная стоимость ограничивает условия их применения.

Применение периметральной застройки площади ухудшает решение проблемы ее разгрузки от грузовых потоков. При такой застройке нет резерва для перспективного развития и трансформации технологии работы привокзальной площади. Поэтому целесообразнее осуществлять застройку лишь противолежащей от вокзала стороны города. Такое решение облегчает проблему транспорта, придает вокзалу доминирующее положение, обеспечивает дальнейшую реконструкцию или расширение привокзальной площади. Архитектурно-планировочная композиция привокзальных площадей подчинена решению их основных задач и прежде всего обеспечению качественной организации движения городского транспорта.

Функционирование привокзальных площадей усложняется размещением на их территории городских общественных зданий, концентрирующих в себе значительные массы людей. Например, в Гомеле с левой стороны площади размещен Дворец культуры железнодорожников с залом на 1200 мест, где перед началом и окончанием спектаклей, иногда совпадающих с максимальным скоплением пассажиров на вокзале, серьезно затрудняется работа транспорта и резко увеличивается время ожидания его. Подобное положение сложилось в Полтаве, где на привокзальной площади построены клуб и техникум.

Кроме усложнения работы привокзальных площадей за счет

размещения на их территории различных общественных зданий, концентрирующих возле себя большие пассажиропотоки, необходимо учитывать, что подобное положение часто создается также за счет усиленной концентрации конечных пригородных маршрутов на крупных пассажирских станциях дальнего следования, которые желательно рассредотачивать по отдельным остановочным пунктам города.

Создание городов-спутников и новых районов города, изменение схемы транспортного обслуживания пригородных и дальних пассажиров (сооружение метрополитенов или окружной железной дороги) — все это часто затрудняет работу привокзальной площади.

Следовательно, при решении вопроса о планировке привокзальных площадей нужно прежде всего принимать во внимание их тип (транзитная или тупиковая) и учитывать, какой вид транспорта на ней преобладает. При преимущественном обслуживании вокзала конечными маршрутами городского транспорта целесообразно размещать трамвайное кольцо так, чтобы оно заходило на привокзальную площадь. Путь от платформ к вокзалу должен быть коротким. С обеих сторон от трамвайного кольца целесообразно создать специализированные площадки прибытия и отправления автотранспорта, что позволит автобусам и машинам подъезжать к основным распределительным платформам. Примерная схема такой планировки приведена на рис. 53.

Однако расположение кольца трамвая на площади не всегда целесообразно и должно быть обосновано, так как в целом ряде случаев не имеется надобности в таком решении, а гораздо выгоднее на привокзальной площади располагать лишь остановки трамвая, даже если маршрут его следования обрывается возле вокзала.

При транзитном движении кольцо для трамваев и троллейбусов удобнее располагать возле мест входов и выходов пассажиров. В некоторых случаях, когда транзитное движение мимо площади не особенно велико, можно рекомендовать планировочную схему, изображенную на рис. 54. Необходимым в этом случае является создание единого (для всех остановок сквозного транспорта) короткого перехода через проезжую часть площади. При увеличении размеров движения на таких площадях должны предусматриваться подземные переходы.

Привокзальные площади желательно разделять по возможности в планировочном отношении на две зоны: зона обслуживания пассажиров и транспорта; зона развязки внутригородского транспорта. Такое разделение площади создаст более благоприятные условия для работы транспорта и улучшит качество обслуживания пассажиров.

В крупных городах возможен перенос транспортных развязок метрополитена и трамвая, а также движения пешеходов под землю с оставлением на поверхности только автомобильного транспорта. В других случаях автомобильное движение может быть развязано

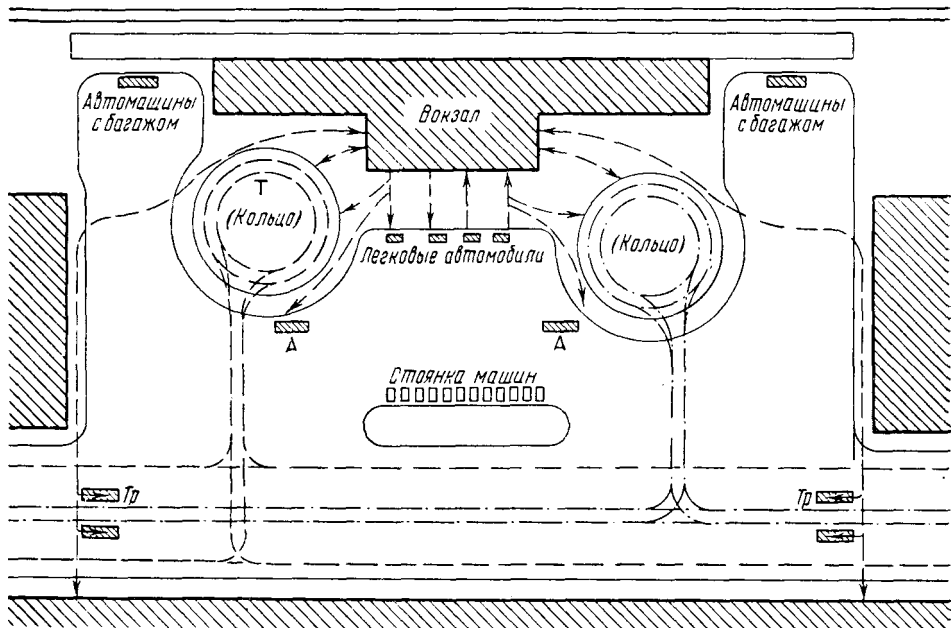


Рис. 53. Схема планировки привокзальной площади со специализированными площадками прибытия и отправления автотранспорта:

А — автобус; Т — троллейбус; Тр — трамвай

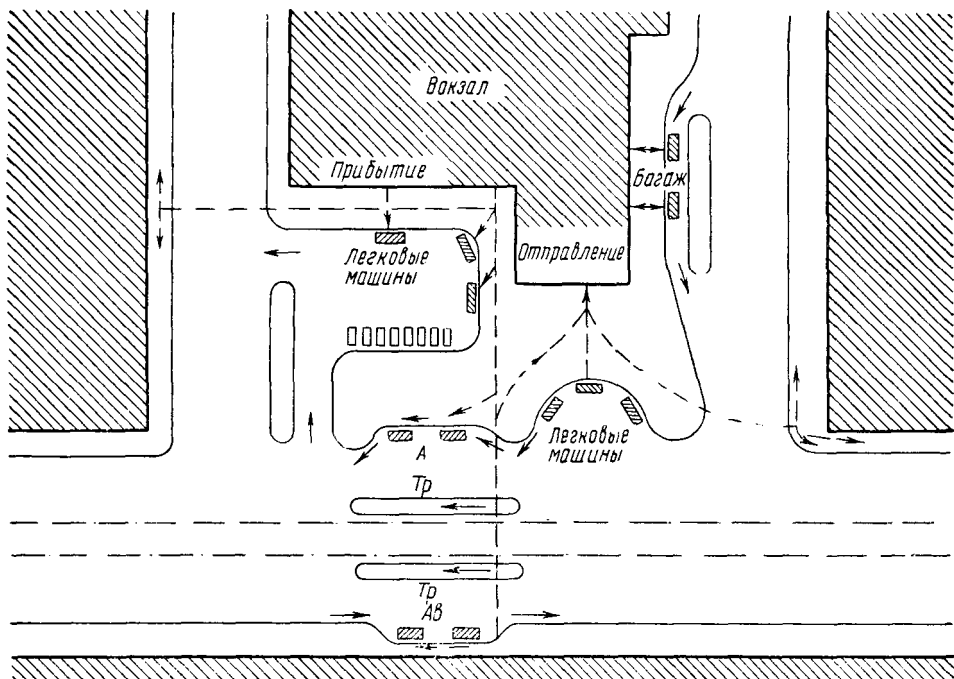


Рис. 54. Схема планировки привокзальной площади:

А — автобус; Тр — трамвай; Ав — автомобиль

сооружением эстакад, которые иногда пересекают перронные пути. Решение вопроса о развитии привокзальной площади и схем движения транспорта на ней во многом зависит от расположения вокзала и его коммуникаций.

Увеличением размеров привокзальной площади и числа остановок на ней невозможно добиться пропуска расчетного числа машин. Поэтому необходимо комплексно развивать или реконструировать пассажирскую станцию и прилегающие к площади уличные сети города, добиваясь полного соответствия пропускных способностей этих важнейших элементов узла пассажирского транспорта. Следовательно, при планировке привокзальных площадей необходимо прежде всего учитывать специфические условия развития города, его структуру и схемы уличных транспортных сетей, характеристики районов, направления и мощности транспортных потоков. Особенно важным для планировки является прогноз развития города на перспективу, хотя это зависит от целого ряда факторов (социологических, градостроительных, транспортных и т. д.) и во многих случаях трудно поддается учету.

Основным показателем, определяющим схему планировочного решения и транспортного обслуживания площади, должно быть качество обслуживания пассажира, обеспечивающее минимальные затраты времени на проходы и ожидания транспорта и максимальные удобства.

При решении вопросов развития привокзальных площадей в ряде случаев целесообразно учитывать опыт социалистических стран.

Рассматривая режим работы и планировочные решения привокзальных площадей, можно указать на ряд основных требований, которые должны учитываться при реконструкции или строительстве площадей:

путь следования пешеходов по площади должен быть коротким с минимальной затратой времени на проход, для чего остановки массового транспорта должны располагаться вблизи от входов и выходов из вокзала;

потоки дальних и пригородных пассажиров и движение машин должны быть изолированы друг от друга и от движения транспорта, движение пассажирского и грузового транспорта, обслуживающего багажные отделения, следует выделять на самостоятельные ходы, а иногда развязывать их в двух уровнях;

движение транспорта на площади должно быть четким, для чего площадь следует развивать на районы, где концентрируются отправление и прибытие машин. В ряде случаев зонирование площади может производиться по функциональной принадлежности (зона обслуживания пассажиров и зона развязки движения городского транспорта).

Реконструкция площади должна выполняться в тесной увязке с городом и вокзалом с учетом их взаимного расположения и уровня размещения и использованием различия в уровнях для упрощения схемы решения и создания полной развязки движения транспорта

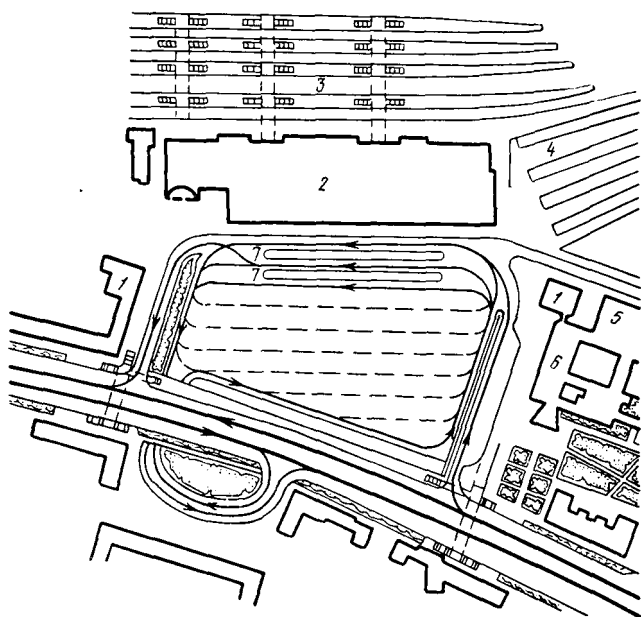


Рис. 55. Планировка привокзальной площади Курского вокзала в Москве (проект):
 1 — наземные вестибюли метрополитена; 2 — вокзал; 3 — платформа Курского направления; 4 — платформа Горьковского направления; 5 — высотная гостиница; 6 — торговый центр; 7 — крытые остановки городского транспорта

и пешеходов. При реконструкции площади необходимо стремиться к созданию городского транспортного узла с большой маневренностью и достаточной пропускной способностью и обеспечением хорошей транспортной связи с городом.

Привокзальная площадь должна иметь достаточное (установленное расчетом) число мест для автостоянок и остановочных пунктов и пропускную способность, чтобы в часы «пик» пассажирам не приходилось тратить много времени на ожидание транспорта. На крупных пассажирских станциях привокзальные площади должны иметь крытые посадочные платформы для пассажиров внутригородского транспорта, что обеспечит им большие удобства. Примером такого решения в отечественной практике может служить реконструированный Курский вокзал в Москве (рис. 55).

При реконструкции или строительстве новых площадей необходимо предусматривать возможности их дальнейшего развития.

Основными стоимостными показателями при планировке площадей должны быть качество обслуживания и выполнение следующих условий: минимальное расстояние от вагона до остановки; минимальные затраты времени на ожидание транспорта.

Для обеспечения рациональной планировки новых и реконструируемых площадей и их подходов необходимо учитывать объем и характер работы по обслуживанию пассажиров, тип городского транспорта, назначение площадей и место их расположения по отношению к ближайшим транспортным узлам.

Характер работы площади определяется видом транспорта, обслуживающего пассажиров. Могут быть площади, обслуживае-

мые одним (автобус) и несколькими видами транспорта. По пропускной способности площади бывают: одnorядного (малые и средние города) и многорядного движения (крупные и крупнейшие). По геометрической форме для крупных городов характерны площади, приближающиеся по форме к квадрату или прямоугольнику, изолированные в основной части от транзитного движения. Геометрическая форма привокзальной площади практического значения не имеет.

Основным классификационным признаком привокзальных площадей является пропускная способность, которая в значительной степени зависит от вида и характера движения городского транспорта (легкового и грузового) в районе вокзала. В зависимости от движения с учетом планировочной структуры города все привокзальные площади крупных городов можно разделить на две группы:

привокзальные площади с проходящими через них (или возле них) транзитными городскими магистралями. Эти площади, помимо обслуживания пассажиров, прибывающих и отправляющихся по железной дороге, пропускают различные транзитные городские потоки пассажирского и грузового транспорта (рис. 56);

привокзальные площади тупикового типа, которые обслуживаются лишь пассажирским городским транспортом, связывающим вокзал с различными районами города. Транзитный пассажирский транспорт на площадь не заходит; он вынесен на соседние уличные магистрали с развязкой на ближайших городских площадях.

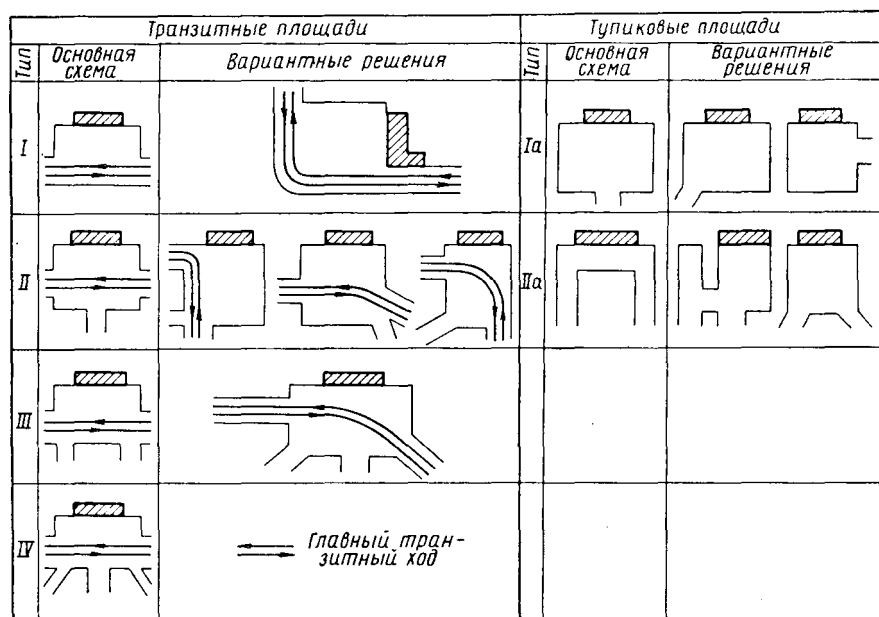


Рис. 56. Основные принципиальные схемы привокзальных площадей

Некоторую дополнительную загрузку создает грузовой автотранспорт, обслуживающий багажное и почтовое отделения вокзала.

На транзитных привокзальных площадях по примыкающим улицам движутся двусторонний (грузовой и пассажирский) поток городского транспорта и все виды конечного транспорта.

Связь между привокзальной площадью и центром города осуществляется через смежные городские транспортные узлы, что при больших пассажиропотоках снижает достоинства рассматриваемой схемы. На таких площадях пропускную способность лимитируют расчетные точки, в которых пересекаются эти потоки. В отдельных городах (Куйбышев, Иваново) в связи с интенсивным движением конечный транспорт иногда пропускают транзитом мимо вокзала с остановкой напротив его (Иваново), осуществляя поворот этого транспорта на ближайших площадях, а иногда на привокзальную площадь вводят лишь те конечные потоки, которые не пересекаются с транзитными (Куйбышев).

В небольших городах с незначительным пассажирским движением для ввоза и вывоза пассажиров часто используют лишь проходящий транспорт, не предусматривая конечных маршрутов. При таком решении резко ухудшается обслуживание пассажиров (увеличивается расстояние от автотранспорта к вокзалу), а при увеличении пассажиропотоков возрастают задержки транспорта в привокзальном районе. На таких привокзальных площадях лимитирующим элементом являются точки пересечения транзитной магистрали с въездом на площадь. Эти точки практически определяют пропускную способность привокзальной площади в целом. При сочетании всех трех видов городского транспорта (трамвая, автобуса, троллейбуса) применение таких схем ограничивается в городах с населением до 400 тыс. чел.

На площадях, где помимо транзитной магистрали примыкает еще тупиковая улица, увеличивается количество пересечений движения пассажиропотока и городского транспорта. Целесообразность такого решения площади во многом зависит от схемы планировки города, числа пригородных пассажиров, прибывающих на станцию в часы «пик», наличия вблизи вокзала городских транспортных узлов и их загрузки, типа примыкающих к вокзалу улиц. При наличии, например, в городе трех селитебных районов, расположенных в разных сторонах от вокзала, обеспечивается его удобная связь с центральными и периферийными районами города. Рассматриваемая схема характерна также при вынесении транспортного узла города в сторону от площади (рис. 57), когда транзитный поток переносится на этот узел, а на вокзал прибывают лишь конечные виды транспорта. Загрузка точек и число пересечений маршрутов следования транспорта сокращаются. Лимитирующим элементом становится сама привокзальная площадь (число остановок и т. д.).

При больших пригородных потоках и концентрированном расположении селитебной части в городе лимитирующим элементом становится тупиковая уличная магистраль, не обеспечивающая

вывоз расчетного числа пассажиров. Пригородным пассажирам приходится затрачивать дополнительное время на переход от вокзала до ближайшего транспортного узла. На тех привокзальных площадях, где к ним примыкают две тупиковые магистрали (см. рис. 56, схема III), обеспечивается удобная связь с городом. Центральные районы города обслуживаются тупиковыми (радиальными) магистралями, окраинные — транзитной, кольцевой или тангенциальной улицей. При большом транзитном движении количество опасных точек и их загрузки, особенно при обслуживании вокзала всеми видами транспорта, значительно увеличивается. Для отдельных городов, в которые прибывают в сутки до 10—12 тыс. пассажиров, нагрузка расчетных точек составляет 560—680 мин. Расчетным лимитирующим элементом для

данной схемы служат места пересечения транзита с конечным потоком машин. Применение данной схемы характерно для крупнейших городов с компактной планировкой.

Сложные привокзальные площади с примыкающими транзитными магистралями встречаются сравнительно редко, так как в этом случае обилие транспортных магистралей лишь создает дополнительные точки пересечения маршрутов разных видов транспорта. Примыкание пяти и даже шести улиц, по которым движется городской транспорт, значительно снижает пропускную способность площади. В отдельных городах с некоторых улиц движение городского транспорта снимается. Такое решение практически осуществимо для случаев, если расчетная пропускная способность лимитирующего элемента (расчетные точки) меньше суммарной пропускной способности примыкающих магистралей. В обратном случае снятие движения с одной из улиц нецелесообразно. Применение сложных площадей затрудняет движение транспорта и пешеходов, увеличивает затраты на устройство, реконструкцию и содержание улиц.

На тупиковых привокзальных площадях транзитное движение отсутствует. Такие площади характерны для очень многих городов с населением 200—1200 тыс. чел. (Орел, Брянск, Ярославль, Львов, Ростов, Днепропетровск). Полное отсутствие встречных потоков и пересечений создает благоприятные условия для пропуска машин, однако с градостроительных позиций такие площади нецелесообразны.

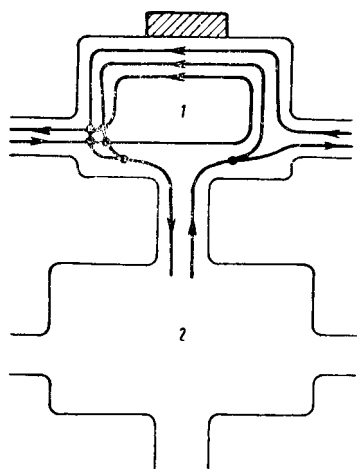


Рис. 57. Схема привокзальной площади с близлежащим распределительным транспортным узлом города:

1 — привокзальная площадь; 2 — городской распределительный транспортный узел

Пропускная способность тупиковой площади с одной радиальной магистралью ограничивается пропускной способностью примыкающей улицы или ближайших распределительных перекрестков. Потоки машин, идущие от вокзала, разделяются на ближайшем к площади транспортном узле города в зависимости от размещения городских районов и схем транспортных магистралей. В связи с этим наблюдается значительная перегрузка таких транспортных узлов.

На тупиковых привокзальных площадях с двумя магистралями (см. рис. 56, схема *IIa*) самостоятельно пропускаются все виды транспорта по каждой из магистралей или по одной магистрали въезжают на площадь, а по другой выезжают. В первом случае образуются значительные пересечения в месте входа улиц на площадь между потоками транспорта, прибывающими с одной магистрали и отправляющимися на другую. Пропускная способность площади снижается. Во втором случае встречные потоки и пересечения в районе площади полностью отсутствуют. Однако при таком решении несколько усложняется развязка транспортных потоков в прилегающих к вокзалу транспортных узлах и ухудшается обслуживание пассажиров, проживающих в районе вокзала. Для тупиковых площадей с двумя магистралями должна обеспечиваться самостоятельная регулировка движения на перекрестках. Взаимное расположение магистралей не должно искусственно увеличивать размеры площади, для чего расстояние между двумя параллельными улицами следует предусматривать не свыше 200—250 м.

Рациональная схема привокзальной площади, отвечающая условиям определенного города, должна выбираться с учетом: взаимного размещения вокзала и районов города; размеров пассажиропотока, категории (дальних, местных и пригородных пассажиров); намечаемого вида транспорта для перевозки пассажиров; размеров транзитных потоков и возможности их изоляции; характеристики ближайших транспортных узлов и магистралей города.

Для крупных и крупнейших городов особенно важно наличие схем привокзальных площадей с хорошей прямой связью с центром города и его отдельными районами, для чего уличные магистрали должны иметь простую и четкую планировку с минимальным числом пересечений маршрутов следования городского транспорта.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАССАЖИРСКИЕ СТАНЦИИ

1. ПУТЕВОЕ РАЗВИТИЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ

Технические станции можно разделить на две группы: пассажирские технические станции, размещающиеся возле крупных пассажирских станций и выполняющие большой объем работы по обслуживанию пассажирского движения; технические парки, сооружаемые вблизи пассажирских станций со сравнительно небольшим объемом работы.

Точной классификации технических станций не имеется, условно они делятся на крупные и средние.

Технические станции оборудованы всеми устройствами для экипировки и ремонта подвижного состава и выполняют следующие операции:

очистку вагонов, обмывку их, снабжение всеми видами принадлежностей, а также водой и топливом;

формирование, прицепку и отцепку отдельных вагонов и перформирование составов, ремонт вагонов.

На технических станциях предусматривается также стоянка пассажирских составов.

Путевое развитие технических станций (парков) определяет технологию подготовки составов к рейсу. От схемы развития и числа путей зависит работа ремонтно-экипировочных и вагоноремонтных депо, пунктов осмотра, контор по обслуживанию пассажиров. Обеспеченность технических станций путевым развитием очень различна и часто не зависит от типа и размеров обслуживающей пассажирской станции. Загрузка путей очень неравномерна. На одних станциях (Рига, Адлер) на каждый путь в сутки приходится около 1,5 составов, на других (Днепропетровск, Минск) — 7—9 составов. В технических парках занятость путей колеблется почти в тех же пределах, что и на крупных станциях.

Так как время ремонта и экипировки одного состава равно 4—8 ч, а экипировка на большинстве станций производится в одну, реже в две смены, обеспечить нормальный «съем» составов с одного пути с соблюдением технологии невозможно. Поэтому возникают неоднократные перестановки составов во время экипировки и ремонта, вывод составов для отстоя на свободные пути станции или депо. Расходы, связанные с дополнительной работой, не учитываются, хотя составляют значительную долю в общих затратах.

На станциях Днепропетровск, Минск, Новороссийск, Ростов, Воронеж и др. доля таких расходов составляет 17—31 %.

На отдельных технических станциях дополнительные перестановки составов особенно велики, так как пути отстоя, экипировки и ремонта располагаются в разных районах (Минск). На других станциях для отстоя составов в ожидании отправления и подачи на экипировочные пути используются пути, предназначенные для грузового движения. Подача составов сопряжена с занятием горловины приемо-отправочных парков, снижением пропускной способности станций, что осложняет ее работу и вызывает дополнительные затраты. Величина дополнительных затрат составляет для многих станций 20—50 тыс. руб. в год.

Расходы на экипировку и ремонт составов на технических станциях значительно возрастают также из-за недостаточной длины путей. На станции Тбилиси, например, имеются пути, длина которых равна 167—200 м, Вильнюса — 282—300 м, Таллина — 248—300 м. Расчетную длину (330—350 м) имеют на больших станциях лишь 70—80 % путей, а на станциях с незначительными размерами движения — 50—70 %. Недостаточная длина путей вынуждает расцеплять составы на части, что вызывает дополнительные расходы, связанные с перестановками при ремонте, экипировке и отстоя, а также при формировании составов.

Технические станции оборудуются всеми устройствами для выполнения экипировки и ремонта подвижного состава. К ним относятся вагоноремонтные и экипировочные депо с ремонтными цехами и отделениями, пункты технического осмотра (ПТО), специальные мастерские, вагонмоечные машины, системы электро-воздухо-водоснабжения и т. д. В районах Юга, Юго-Запада и Средней Азии все ремонтно-экипировочные депо (РЭД) или цехи открытого типа. Закрытые ремонтно-экипировочные депо строятся в районах с низкими температурами. РЭДов на сети дорог еще очень мало (Московский узел, Ленинград-Пасс.-Московский и др.).

На станциях, имеющих крытые ремонтно-экипировочные депо со всеми необходимыми производственными и бытовыми помещениями, дополнительных зданий не требуется. На большинстве технических станций (парков) все мастерские, кузнечно-сварочные, слесарные, инструментальные и другие отделения находятся в зданиях ПТО, в стороне от путей ремонта и экипировки. Транспортировка запасных частей на значительное расстояние увеличивает занятость путей и механизмов и вызывает дополнительные расходы.

Отдельные устройства технических станций расположены без достаточных обоснований. Количество силовых установок, систем водо- и воздухоснабжения не соответствует путевому развитию и технологии обработки составов. Это вызывает необходимость работы по «скользящей» технологии без закрепления каждого пути за определенными видами работ. Расходы по ремонту и экипировке пассажирских составов возрастают. Например, в техническом парке станции Днепропетровск отсутствует водоснабжение. В перронном парке приходится содержать дополнительный штат водоливов, уве-

личивая расходы на экипировку одного состава и дополнительную занятость перронного пути. В техническом парке станции Таллин только в двух междупутьях имеются водоразборные колонки. Для снабжения составов водой водопроводные шланги протягивают под поездами, ухудшая эксплуатацию и затрачивая дополнительное время на снабжение водой. На станции Калининград воздушной водопроводной сетью оборудованы только четыре пути технического парка.

На большинстве технических парков отсутствуют широкие междупутья, недостаточно асфальтированных дорожек, что снижает производительность труда и увеличивает расходы на содержание (уборка грязи, льда).

Снижение стоимости экипировки вагонов на технических станциях (парках) в значительной степени зависит от условий работы и размещения моечных машин. На многих станциях машины установлены на коротких путях или около вытяжек. Обмывка составов нормальной длины на них (14—18 вагонов) невозможна (Ростов, Минск, Симферополь). На ряде технических станций и парков моечные машины установлены без учета развития станции и почти не работают. На станции Днепропетровск, например, для экипировки приходится вытягивать состав на вытяжку, пропускать через моечную машину, а затем по моечному пути осаживать на пути технического парка. На станции Воронеж подача состава к моечной машине пересекает горловину станции. Большинство вагонов обмывается вручную, а машина новейшей конструкции недоиспользуется.

Часто моечные машины устанавливаются без специальных расчетов и экономических обоснований на станциях с незначительными размерами движения поездов. Так, установлена мощная моечная машина на станции Ереван, где экипируется 4—5 составов в сутки. До установки машины на наружной обмывке вагонов было занято 8 человек с годовым фондом заработной платы 6900 руб. Общие расходы (включая стоимость материалов и прочие затраты) по обмывке вагонов вручную составляли 10 200 руб. После установки вагономоечной машины только годовой фонд заработной платы превысил 3500 руб. Амортизационные отчисления достигли 5800 руб., расходы на материалы, электроэнергию и воду — 4500 руб., а общие расходы — 13 800 руб. в год.

Использование передвижных моечных машин (Таллин, Тбилиси, Минск и др.) неэкономично, так как отсутствие на станциях широких междупутий и неровности асфальтированного покрытия не обеспечивают плотное прижатие щеток к поверхности вагона или нарушают лакокрасочное покрытие.

Расчеты элементов затрат на обслуживание пассажиров показывают, что основная доля на всех станциях приходится на заработную плату. Удельный вес заработной платы возрастает на станциях с путевым развитием, не соответствующим размерам движения поездов, построенных по нерациональным схемам, при отсутствии взаимодействия в работе технической и пассажирской

станции. Анализ работы станций (Тбилиси, Вильнюс, Харьков, Ярославль, Баку и др.) показывает, что удельный вес зарплаты в общих затратах составляет до 70% на технической станции, из которых 62% — по конторе обслуживания пассажиров (КОП). При рациональных схемах удельный вес заработной платы составляет лишь 22—48% (Рига, Таллин, Челябинск).

Так как на долю технической станции приходится около 60% затрат на обслуживание пассажиров¹, из которых более 25% связаны с экипировкой составов, мойкой и текущим ремонтом, определяющее значение имеет взаимное размещение основных устройств и месторасположение их на станции (парки, машины).

2. РАЗМЕЩЕНИЕ ОСНОВНЫХ УСТРОЙСТВ

При неравномерности загрузки путей технической станции (парка) и их нехватке, приводящей к дополнительному занятию перронных путей ожиданием и отстоем составов (Днепропетровск, Харьков, Киев и др.), пропускная способность пассажирской станции снижается. Повышение пропускной способности можно получить за счет рациональных схем взаимного размещения моечных машин и приемных парков технических станций, где составы накапливаются в ожидании экипировки.

Моечные машины на технических станциях могут располагаться до парка приема или после него. При расположении парка приема перед моечной машиной (рис. 58, а), прибывающий на станцию состав после высадки пассажиров переставляется в парк приема технической станции. После выполнения необходимых операций (предварительный осмотр, выявление неисправностей, очистка от грязи, сдача грязного белья и т. д.) состав передается на моечную машину, а в приемном парке в это время выполняются аналогичные работы со следующим прибывшим составом. Весь цикл работ последователен и поточен, а время на операции минимально. Так как стоянка каждого поезда в перронном парке определяется лишь временем высадки пассажиров, дополнительных простоев состава не возникает.

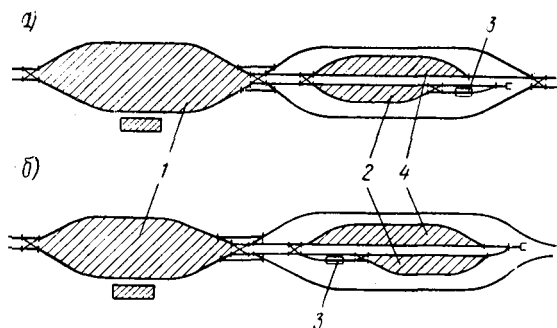
Если моечная машина размещается перед парком приема, (рис. 58, б) полной поточности не обеспечивается. В этом случае первый прибывший конечный поезд после высадки пассажиров следует на моечную машину. Так как обмывка состава занимает больше времени, чем интервал сгущенного подхода поездов к станции, а парк для отстоя прибывших составов размещен за моечной машиной, второй состав приходится задерживать в ожидании обмывки на перронном пути.

Снижение полезного времени работы путей вызывает увеличение их числа и удорожает сооружение или реконструкции станции. Так как после обмывки состава на машине перестановка его на пути ремонта и экипировки бывает невозможна, во

¹ Из 100% общих затрат пассажирская станция — 19,9%, вокзал — 20,2, техническая станция — 59,9%.

Рис. 58. Схемы расположения моечных машин на пассажирских станциях:

1 — приемо-отправочный парк пассажирской станции; 2 — парк приема технической станции; 3 — вагонмоечная машина; 4 — РЭД и пути отстоя



многих случаях при такой схеме состав повторно возвращается в парк приема. Это увеличивает число путей в парке, расходы на маневровую работу и загрязняет вагоны.

Расчеты показывают, что расположение моечной машины для станций с большим объемом работы должно производиться вслед за парком приема технической станции. Размещение моечной машины перед парком вызывает значительные расходы на обработку составов, увеличение числа путей на пассажирской или технической станции и снижение пропускной способности за счет уменьшения скорости маневров при перестановке составов из перронного парка на пути обмывки. При такой схеме для ожидания обмывки составов целесообразно использовать пути пассажирской станции (при существующем резерве) лишь при числе обрабатываемых в сутки поездов менее 30.

В технических парках в отличие от многопарковых станций подготовка состава в рейс выполняется на одном пути. Моечные машины на существующих технических парках размещены по-разному. В Минске и Новороссийске машины установлены в середине парка, а Воронеж — на коротких тупиковых путях, в Ереване — в противоположной от пассажирской станции горловине. Такое размещение машин вызывает перепробеги вагонов и дополнительные затраты, снижает эффективность их использования и затрудняет дальнейшее развитие станций. Основой установки машин на однопарковых станциях должна быть поточность обработки составов, при удовлетворении условия минимальных приведенных расходов

$$\mathcal{E} + EK = \min, \quad (2)$$

где \mathcal{E} — эксплуатационные расходы по подаче составов в технический парк при разных вариантах установки машины;
 E — коэффициент эффективности капитальных вложений;
 K — капитальные вложения, связанные с установкой машины¹ (кроме монтажа и стоимости самой машины).

¹ Капитальные затраты на укладку путей и стрелочных переводов (если нельзя использовать существующие пути) следует учитывать в случае установки машин в существующем техническом парке. При сооружении нового парка капитальные затраты по вариантам равнозначны и могут не учитываться.

Эксплуатационные расходы по подаче составов в технический парк можно определить по формуле

$$\mathcal{E} = 365N[t_{\Pi}(e_{\text{лч}} + e_{\text{сб}}) + nt_{\Pi}e_{\text{вч}} + 4nle_{\text{ок}}], \quad (3)$$

где N — число составов, подаваемых в технический парк в среднем за сутки;

t_{Π} — время следования состава в технический парк (время про пуска состава через машину в расчетах не учитывается);

$e_{\text{лч}}$ — расходная ставка на один маневровый локомотиво-час;

$e_{\text{сб}}$ — расходная ставка на один час работы контингента занятого маневровой работой;

n — среднее число вагонов в составе;

$e_{\text{вч}}$ — расходная ставка на один *вагоно-ч*, включающая амортизационные отчисления и расходы по ремонту вагонов, зависящие от времени;

l — расстояние следования состава от приемо-отправочного пути пассажирской станции до одного из путей технического парка;

$e_{\text{ок}}$ — расходная ставка на *вагоно-осе-км*.

Минимальные расходы характерны для установки моечной машины перед техническим парком, что подтверждается проверками по ряду станций. Так для станции Ереван при установке машины перед техническим парком достигается экономия в расходах для ожидаемых 13 пар поездов около 4 тыс. руб. в год.

Расположение моечной машины в других местах технического парка вызовет дополнительную укладку путей. Например, если машина устанавливается на одном из путей технического парка (Минск, Новороссийск), количество экипировочных путей еще более сократится. При расположении машины в противоположной от приемо-отправочных путей пассажирской станции горловине технического парка (Ереван, Баку и др.), один из путей необходимо использовать как ходовой для подачи составов на машину. Пропускная способность технического парка также снижается. Следовательно размещение вагономоечных машин на территории технических станций и парков должно обеспечивать поточность в обработке составов и минимальные эксплуатационные расходы.

Большое влияние на экономику работы пассажирских технических станций оказывает степень механизации работ по обмывке вагонов. Так, на станциях Ленинград-Пасс.-Московский и Ленинград-Пасс.-Витебский, где вагоны моют, не применяя машины, себестоимость ее достигает 2,80—3,10. Заработная плата мойщикам по ряду станций составляет 11—25 тыс. руб. в месяц.

На станциях, где работают машины, себестоимость обмывки значительно ниже, так как число мойщиков сокращается на 10—30 человек в смену. Значительные колебания себестоимости обмывки вагонов вызваны содержанием различного штата работников, обслуживающих машины и мойщиков. Доля ручного труда при обработке машиной одного вагона по станциям очень

различная. На станциях Адлер, Львов, Ростов и Новоросийск, например, только для домывки окон содержится от 4 до 6 рабочих в смену, что увеличивает себестоимость обмывки на 2—12%.

Размещение машин на открытых площадках и использование их сезонно повышает себестоимость обмывки на 6—20%, а нерациональная установка машин, обеспечивающая обмывку только приписанных к станции составов дальних поездов на 12—35% (Киев, Одесса и др.).

Использование моечных машин 5—6 месяцев в году экономически невыгодно, вызывает большие расходы по содержанию полного штата мойщиков, обрабатывающих вагоны в зимний период, и недоиспользование новой техники. Для многих станций центральных и северных районов страны в зимнее время обмывка вагонов совсем не производится, так как температура в указанных районах значительно ниже $-8-10^{\circ}\text{C}$ (граница быстрого обледенения). Длительные перерывы в обмывке ухудшают использование вагонов и не обеспечивают их санитарное состояние.

Работа моечных машин в течение всего года может производиться, если их разместить в закрытых помещениях, с обогревом составов при входе и сушкой при выходе. При существующих мощных средствах это позволит полностью отказаться от применения ручного труда.

Как показывают расчеты (рис. 59), ручная обмывка вагонов P теоретически выгодна для трех и менее составов в сутки. Практически ручная обмывка выгодна до шести составов (линия $ОМП$), так как наличие на технических станциях, оборудованных моечными машинами, большего количества дополнительных мойщиков, выполняющих работы по обтирке окон, лобовых стен и т. д. резко увеличивает эксплуатационные расходы.

Применение существующих моечных машин открытого типа теоретически целесообразно для большинства станций сети, обмывающих до 32—33 составов в сутки. При большем числе составов выгоднее вагонмоечные цехи закрытого типа с круглогодичной работой машин. Практически, учитывая дополнительные расходы на содержание мойщиков окон, лобовых стен и т. д. (зависимости $ЗМ$ и $ОМТ$) переход к закрытым цехам экономически целесообразен при 17 обмываемых составах в сутки. Создание новых

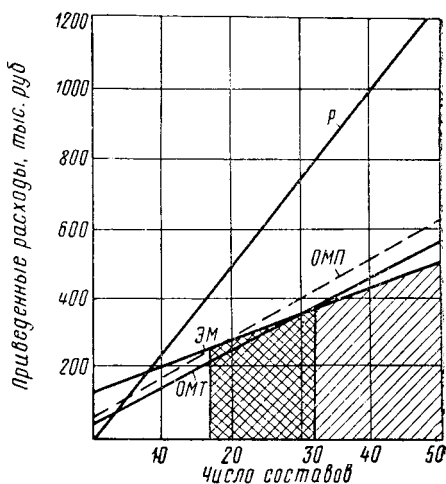


Рис. 59. График зависимости приведенных расходов от количества обрабатываемых составов в сутки

конструкций машин с долей затрат ручного труда на обмывку одного вагона менее 0,1 руб. приведет к выгоде сооружения моечных машин закрытого типа даже при 10—12 обрабатываемых в сутки составов.

3. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СХЕМ

Основные технические и экономические показатели и технология работы пассажирских технических станций зависят от их схем.

Развитие технических станций еще очень недостаточно. За последние годы было построено только несколько станций и парков в крупных железнодорожных узлах (Рига, Одесса, Челябинск, Москва и др.) и запроектированы схемы для пассажирских станций Ташкента, Ростова, Киева и др. Существующие и вновь построенные станции имеют много конструктивных и технологических недостатков. Многие станции располагаются на ограниченных площадках, не имея возможности для рационального размещения парков и расширения междупутий до расчетных.

На большинстве станций отсутствует поточность обработки составов. Это особенно характерно для станций с параллельным расположением основных устройств, где количество маневровых передвижений, приходящееся на один обрабатываемый состав, возрастает в 1,7—2,8 раза.

На многих технических станциях моечные машины расположены в стороне от пути следования составов или перед парками приема.

Взаимное размещение парков на станциях решено без обоснований и учета объема производимой работы. Во многих крупных узлах предпочитается развитие или новое строительство технической станции вблизи перронных путей, хотя территории для создания поточных схем не имеется. Ориентировка при проектировании новых схем на обеспечение минимума расстояния от технической станции до перронного парка приводит к огромным затратам, рост которых пропорционален увеличению числа обрабатываемых поездов. Отсутствие вблизи перронных парков достаточных по величине площадок приводит к тому, что в ряде крупнейших железнодорожных узлов страны вместо поточных многопарковых технических станций создаются однопарковые или с параллельным размещением парков станции, полностью исключая возможности создания расчетных технологических режимов и не обеспечивающих обработку всех составов. Расходы на экипировку одного состава возрастают по сравнению с поточными схемами в 3—7 раз (Киев).

Схемы технических станций зависят от числа обрабатываемых в сутки составов, наличной свободной территории и других условий.

Размещение необходимых устройств на крупных технических станциях осуществляют исходя из основного требования, предъ-

являемого к схемам этих станций, — полной поточности обработки составов и сокращения до минимума возвратных передвижений составов на территории технической станции. От выполнения этого требования во многом зависит четкость и время обработки составов на технических станциях, а также стоимость укладки путей и сооружения отдельных технических устройств.

На технических станциях имеются пути: приема (грубой очистки), ремонтно-экипировочные, отправления готовых составов, отстоя пригородных составов, вытяжные, соединительные, ходовые, для резервных и неисправных вагонов, для газовой обработки, для обслуживания мастерских, складов топлива и др.

На технических станциях имеются также пути для стоянки почтовых, багажных вагонов и пути вагонного депо. В некоторых случаях на станциях размещаются пути локомотивного хозяйства.

Пути парка приема предназначены для приема, грубой очистки и переформирования пассажирских составов. На этих путях производится в отдельных случаях и частичная экипировка составов. В районе этого парка часто размещаются: кладовая, навес для хранения контейнеров для мусора, кипятильная, обеспечивающая потребность в горячей воде, подзарядная и гараж с необходимым инвентарем для осмотра и ремонта электротележек. Вблизи парка приема размещают также помещения для обслуживающего персонала.

Ремонтно-экипировочные пути служат для безотцепочного ремонта, зарядки аккумуляторов и экипировки составов.

Парк стоянки готовых составов используют для отстоя подготовленных к рейсу составов дальних пассажирских поездов. На путях этого парка может также выполняться частичная экипировка по набору воды, снабжению бельем и т. д.

Для обеспечения поточности движения подвижного состава пути приема и стоянки готовых составов проектируются сквозными. Пути же отстоя пригородных составов, в том числе дизель-поездов и моторвагонных секций также проектируются сквозными, но в некоторых случаях могут быть и тупиковыми. Вблизи этих путей сооружается специальный пункт контрольно-технического осмотра.

Пути для стоянки резервных, почтовых, багажных и других вагонов проектируются тупиковыми или сквозными. Они укладываются вблизи ремонтно-экипировочных путей и примыкают к основной вытяжке технического парка.

На некоторых технических станциях могут располагаться пути (базы) для отстоя резервных составов в период спада пассажирского движения. Эти пути в большинстве случаев размещают параллельно основным паркам технической станции, что обеспечивает минимальное количество маневровых передвижений при подготовке вагонов к рейсу.

Для маневровой работы по переформированию составов укладываются вытяжные пути, количество которых зависит от объема работы и взаимного расположения парков. Для связи между

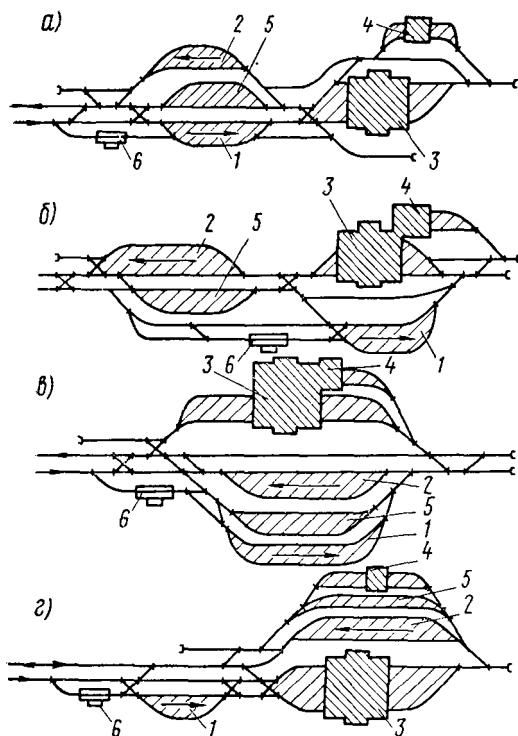


Рис. 60. Схемы многопарковых технических станций:

1 — парк приема; 2 — парк отправления; 3 — ремонтно-экипировочное депо; 4 — вагонное депо; 5 — парк местных и пригородных составов или резервных вагонов; 6 — цех обмывки вагонов

схема с ремонтно-экипировочными устройствами, размещенными последовательно по отношению к паркам приема и отправления (рис. 60, а);

схема с парком отправления, расположенным последовательно по отношению к ремонтно-экипировочным устройствам и парку приема дальних поездов (рис. 60, б);

схема с ремонтно-экипировочными устройствами, расположенными параллельно паркам приема и отправления (рис. 69, в);

схема с парком приема, расположенным последовательно по отношению к ремонтно-экипировочному депо и парку отправления дальних поездов (рис. 60, г).

Эти схемы в зависимости от местных (территориальных, топографических и др.) условий могут быть несколько изменены, причем принцип технологической поточности обработки составов не должен нарушаться. Выбор схемы во всех случаях должен быть обоснован технико-экономическими расчетами.

Парки связаны объединенными горловинами, что позволяет использовать их как взаимозаменяемые. Кроме того, расположе-

отдельными районами станции предусматриваются специальные соединительные и ходовые пути.

В зависимости от размеров и характера работы технические станции разделяются на однопарковые и многопарковые.

На однопарковой технической станции ремонтно-экипировочное депо отсутствует и все операции с составами выполняются на общих путях. Таков же порядок работы, если вместо технической станции имеется технический парк.

При сооружении новых многопарковых технических пассажирских станций и реконструкции существующих могут применяться следующие схемы, различающиеся взаимным расположением ремонтно-экипировочных устройств и прямо-отправочных парков:

ние парка местных и пригородных составов перед ремонтно-экипировочными устройствами позволяет в необходимых случаях обрабатывать прибывающие составы без перестановки, минуя ремонтные устройства.

Схема технической станции, приведенная на рис. 60, б, также является удобной для обслуживания и обработки пассажирских составов. Она отличается от предыдущей схемы смещением комплекса обмывка — прием в сторону ремонтно-экипировочного депо. Это изменение несколько ухудшает схему, так как теряется взаимозаменяемость парков.

Схема с параллельным расположением всех парков (см. рис. 60, в) имеет существенный технологический недостаток — необходимость встречных перестановок составов, передаваемых из парков в ремонтно-экипировочные устройства и обратно; кроме того, для размещения станции по этой схеме требуется площадка значительной ширины. Такая схема технической станции может быть применена только при крайне ограниченной длине площадки и с обязательной проверкой загрузки горловин и вытяжных путей.

Схема, показанная на рис. 60, г, представляет собой разновидность первых двух схем. Парк отправления и парк местных и пригородных составов расположены параллельно ремонтно-экипировочному депо. Это ухудшает технологию работы на станции, увеличивает загрузку горловин и вызывает много перестановок составов. Такая схема может рекомендоваться лишь в тех случаях, когда по местным топографическим или иным условиям парк отправления невозможно разместить последовательно по отношению к ремонтно-экипировочному депо.

Помимо основных устройств технической станции, взаимное расположение которых определяет ее принципиальную схему, существенное значение также имеют наличие и расположение на территории технической станции отдельных устройств и сооружений.

Для установки вагономоечной машины выбирается место, обеспечивающее поточность в технологическом процессе обработки составов. Машину желательно располагать на соединительном пути перед входом в парк приема или на особо выделенном пути между парком приема и ремонтно-экипировочными путями. Параллельно пути, на котором располагается моечная машина, укладывается ходовой путь для возможности объезда этой установки. Кроме того, моечную машину устанавливают в местах, лишенных пыли, удаленных от угольных складов, проезжей дороги, мусоросжигательных печей и прочих устройств с интенсивным пылеобразованием.

На станциях, где имеется один объединенный технический парк, здание РЭД желательно располагать с внешней стороны от парковых путей. Это обеспечивает безопасность при следовании людей к рабочим местам и хорошую связь РЭД с автотранспортом.

При размещении локомотивного хозяйства следует предусмотреть удобную подачу и уборку локомотива от состава

с минимальной затратой времени и наименьшим числом пересечений с маршрутами следования организованных поездов и маневровых передвижений.

На станциях сквозного типа локомотивное хозяйство, как правило, размещается вблизи технической станции или в одной из ее горловин. На пассажирских станциях тупикового типа устройства для локомотивов целесообразно располагать параллельно технической станции. Это сокращает пробег поездных локомотивов при уборке составов.

Наиболее рациональный вариант размещения локомотивного хозяйства выбирается на основе технико-экономического сравнения.

Если локомотивное хозяйство размещается на технической станции, то оно может располагаться последовательно или параллельно паркам станции.

На территории локомотивного хозяйства могут устраиваться пути экипировки, отстоя и ремонта моторвагонных секций. Общая планировка территории локомотивного хозяйства должна быть такой, чтобы при минимальных строительных и эксплуатационных затратах обеспечивался принцип поточности в расположении отдельных устройств и цехов с учетом технологии обслуживания локомотивов и безопасности движения.

При планировке территории станции необходимо учитывать возможность кооперирования локомотивных и вагонных устройств. В этом случае ремонтные стойла для локомотивов целесообразно располагать вблизи ремонтно-экипировочного депо для пассажирских вагонов, а устройства для экипировки приблизить к входной горловине технической станции (рис. 61). Это обеспечит наилучшие условия работы, минимальные эксплуатационные и строительные затраты на сооружение и содержание этих устройств.

Дезинфекционный корпус на технической станции может размещаться в междупарковой горловине или в здании ремонтно-экипировочного депо. Последнее решение наиболее целесообразно и может быть рекомендовано для переустраиваемых или вновь соору-

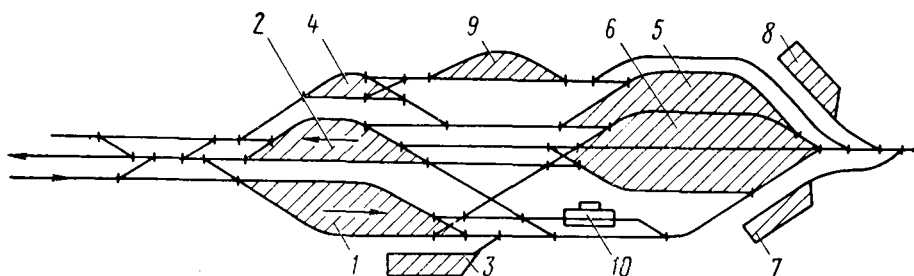


Рис. 61. Схема расположения устройств кооперированного локомотивно-вагонного хозяйства:

1 — парк приема (грубой очистки); 2 — парк отправления готовых составов; 3 — склад угля для экипировки вагонов; 4 — экипировочные устройства для локомотивов; 5 — локомотивно-вагонные ремонтные устройства; 6 — ремонтно-экипировочные пути; 7 — устройства для багажа и почты, вагона-ресторана; 8 — дезангар; 9 — резервный парк; 10 — вагономоечная машина

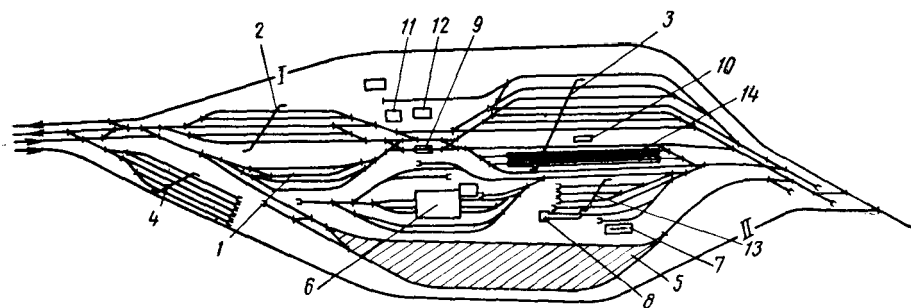


Рис. 62. Схема технической станции с последовательным размещением парков и ремонтно-экипировочных устройств:

1 — парк приема; 2 — парк отправления; 3 — ремонтно-экипировочный парк; 4 — парк отстоя электровазозов; 5 — локомотивное хозяйство; 6 — вагоноремонтное депо; 7 — база снабжения вагонов-ресторанов; 8 — ангар для дезинфекции вагонов; 9 — вагономоечная машина; 10 — мастерские и служебно-бытовые помещения; 11 — зарядная для аккумуляторов; 12 — прачечная; 13 — парк отстоя резервных вагонов; 14 — смотровые каналы

жаемых станций, так как обеспечивает упрощение технологии обработки состава и позволяет более компактно застраивать территорию.

К числу прочих устройств, сооружаемых на технических станциях, относятся: посты ЭЦ с помещением ДСП, пункты технического осмотра вагонов и автоконтрольные пункты, которые располагаются вблизи парка приема и стоянки готовых составов. При наличии РЭД автоконтрольные пункты могут располагаться в общем с ним здании.

Для прохода людей и автотранспорта на территории технической станции устраиваются автодороги. Они укладываются со стороны служебно-бытовых помещений, ремонтно-экипировочного депо и между путями. Ширина автодороги принимается в уширенном междупутье 4 м, а со стороны здания — 8 м. Покрытие дороги может быть асфальтовое толщиной 4 см, на щебеночном основании толщиной 15 см и с песочным подстилающим слоем — 15 см.

На рис. 62—64 приведены различные схемы проектируемых или реконструируемых технических станций.

На рис. 62 изображен вариант проекта технической станции, обслуживающей крупную пассажирскую станцию. Схема размещения ее основных устройств в основном соответствует схеме на рис. 60, а. Однако на этой станции принята несколько иная технология обработки составов и моечная машина расположена не перед парком приема, а после него.

Такое размещение машины несколько ухудшает санитарные условия в парке приема. Кроме того, в связи с тем, что вагоны в парке осматриваются до обмывки, ухудшается осмотр их ходовых частей. Большим недостатком схемы следует считать отсутствие крытых ремонтно-экипировочных устройств, и так как станция размещается в средней полосе, это вызывает большие трудности в работе в зимних условиях. К недостаткам также относятся

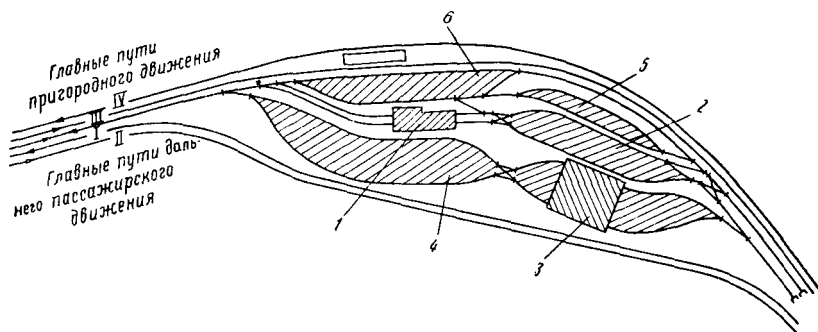


Рис. 63. Схема крупной технической станции (на 40—45 составов):

1 — цех обмывки (вагономоечная машина); 2 — парк приема; 3 — ремонтно-экипировочные устройства и мастерские; 4 — парк отправления; 5 — резервный парк; 6 — парк отстоя пригородных составов

разбросанность бытовых помещений по территории станции и неудобство маневровых передвижений при постановке в поезда резервных вагонов с пересечением потока следования составов. Реконструкция этой станции затруднена вследствие плотной застройки района расположения станции жилыми и промышленными зданиями.

На рис. 63 приведена планируемая схема технической станции для обработки в перспективе 40—45 составов. Цех обмывки размещен перед парком приема, что соответствует принятой для таких станций технологии. Расположение парка приема параллельно ремонтно-экипировочному депо принято вследствие недостаточной по длине территории.

На рис. 64 представлена схема крупной технической станции, объединенной для нескольких направлений с перспективой обработки около 100 составов. Станция запроектирована по схеме с последовательным расположением моечного цеха, парка приема и ремонтно-экипировочного депо. Парк отправления и парк резервных вагонов размещены параллельно ремонтно-экипировочному депо. Для обеспечения цикла поточности следования вагонов при полном

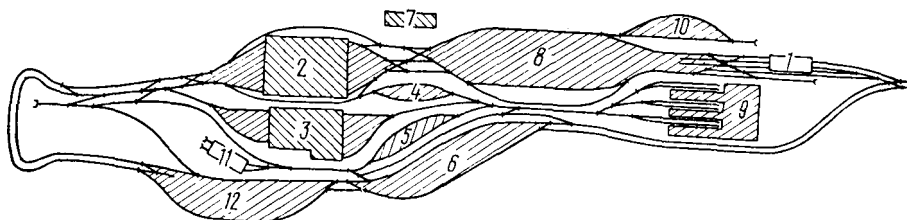


Рис. 64. Схема технической станции, обслуживающей несколько направлений (на 100 составов):

1 — цех обмывки; 2 — ремонтно-экипировочное депо; 3' — локомотивное и вагонное депо; 4 — пути для больных вагонов; 5 — угольный склад; 6 — парк отправления; 7 — деэкорпус; 8 — база вагонов-ресторанов; 9 — пути для дезинфекции вагонов; 10 — материальный склад; 11 — парк резервных вагонов

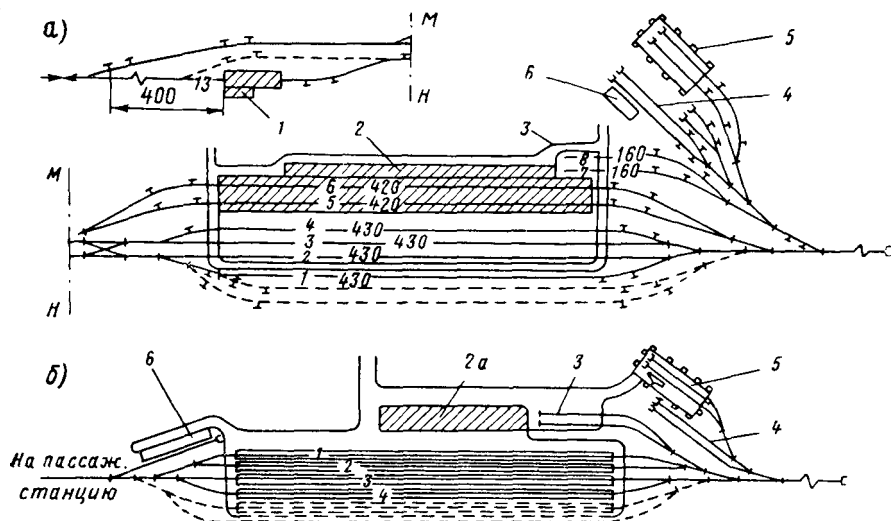


Рис. 65. Схемы средних и небольших технических пассажирских станций:
 а — средние; б — небольшие; 1 — цех обмывки вагонов; 2 — ремонтно-экипировочное депо; 2а — производственный корпус; 3 — пути отцепочного ремонта вагонов; 4 — тупики для резервных и неисправных вагонов; 5 — пункт газовой обработки вагонов; 6 — угольный склад

развитии схемы намечается сооружение петли, соединяющей ремонтно-экипировочное депо и парк отправления и резерва. Технические станции такого типа с поточной схемой, мощным путевым развитием, оборудованные современной техникой, могут сооружаться как объединенные станции для обслуживания нескольких направлений крупного железнодорожного узла.

Приведенные на рис. 62—64 схемы технических пассажирских станций соответствуют значительным размерам работы (более 10—15 составов в сутки). При меньшем числе составов чаще применяют однопарковые схемы (рис. 65, 66).

Основные элементы станции, изображенной на рис. 65, сосредоточены в одном месте и размещаются параллельно друг другу. Исключение составляет моечная машина, которую при наличии

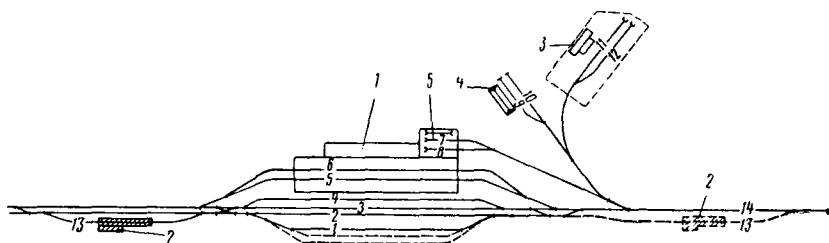


Рис. 66. План путевого развития технического парка:

пути: 1, 2, 3, 4 — приемо-отправочного ремонта; 5, 6 — ремонтно-экипировочные; 7, 8 — для текущего ремонта вагонов; 9, 10 — для больных вагонов; 11, 12 — газовой дезинфекции; 13 — обмывки вагонов; 14 — вытяжной. Сооружения: 1 — ремонтно-экипировочное депо; 2 — цех обмывки вагонов; 3 — пункт газовой дезинфекции вагонов; 4 — угольный склад; 5 — цех текущего ремонта

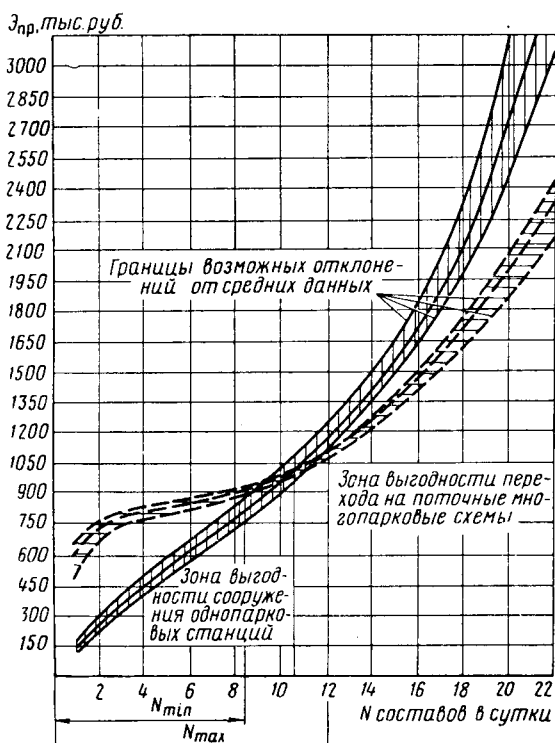
достаточной по длине площадки можно располагать перед парком приема, обеспечивая тем самым последовательность обработки вагонов (рис. 65, а). Такая станция обеспечивает обработку 6—10 составов в сутки. В случае необходимости она может дополнительно развиваться (показано пунктиром).

Для технических парков можно рекомендовать схему, приведенную на рис. 65, б. В этом парке в связи с отсутствием РЭД и цеха обмывки составы обрабатывают без перестановок с пути на путь. Для обмывки составов может быть применена передвижная вагонмоечная машина.

Вообще для технических станций с объемом работы меньше 10 составов в сутки в ряде случаев целесообразно использовать передвижные моечные машины взамен стационарных.

Достоинством рассмотренных схем станций для небольших объемов работы следует считать компактность расположения всех устройств, бытовых и служебных помещений. При проектировании таких станций можно легко обеспечить удобные подъезды автомобильного транспорта.

Некоторые станции с незначительным объемом работ (5 составов и менее) проектируются по однопарковой схеме (рис. 66).



Как показывают расчеты (рис. 67), однопарковая схема выгодна для всех случаев обработки менее 8 составов в сутки, с колебанием этой границы до 11—12 составов. Многопарковые схемы технических станций целесообразны для пассажирских станций, где помимо дальнего и местного движения, обращается значительное количество пригородных поездов, проходящих экипировку и ремонт, а также в случаях, когда на станции располагаются специальные группы путей для отстоя пассажирских составов. Многопарковые схемы пассажирских технических станций (рис. 68) должны обеспечивать максимальную поточность продвижения составов во время экипировки и ремонта, для этого необхо-

Рис. 67. Сферы целесообразного применения различных типов технических станций

димо последовательное расположение парка грубой очистки и моечной машины *ММ* (прямая последовательность) или вытяжки путей *ВРД*, *РЭДа* и путей отстоя составов (обратная последовательность). Многопарковые схемы с параллельным расположением основных устройств могут рекомендоваться только при крайней необходимости

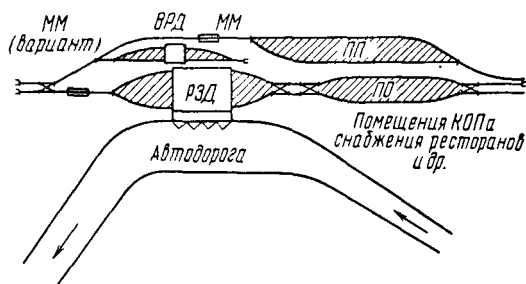


Рис. 68. Принципиальная схема расположения устройств на многопарковой технической станции

с технико-экономическим обоснованием такого решения. Пассажирские технические паркы должны иметь число путей, оборудованных всеми видами снабжения (вода, канализация, свет и т. д.), равное числу обрабатываемых в сутки пассажирских составов, полностью исключая перестановки при производстве работ по экипировке, ремонту и при отстое готовых составов. Дополнительные затраты на сооружение водопровода, канализации, силовых линий и т. д. окупятся за счет сокращения излишних перемещений и уменьшения затрат на маневровую работу за 3—3,5 года (станции Воронеж, Днепропетровск, Симферополь, Таллин, Калининград и др.). Оборудование всех путей парка для экипировки особенно эффективно для южных районов страны, где все виды работ выполняются на открытом воздухе. Для вновь сооружаемых технических парков (однопарковых станций) эффект от оборудования всех путей устройствами для экипировки особенно заметен, так как затраты в этом случае значительно меньше, чем при переустройстве станций. Общая доля дополнительных затрат на один путь экипировки, оборудованный всеми необходимыми устройствами, составляет около 70% его стоимости, а общее сокращение эксплуатационных расходов на один обрабатываемый в сутки состав достигает 30—35%. В абсолютных цифрах для технического парка, расположенного вслед за горловиной перронного, затраты на один состав снижаются с 2,27—3,10 до 1,42—1,87 руб. (Калининград, Таллин, Воронеж и др.).

Однопарковые технические станции в зависимости от расположения по отношению к городу и главным путям могут проектироваться по тупиковым или сквозным схемам, и в отличие от многопарковых располагаться вблизи перронных путей с обеспечением удобной связи с перронным парком пассажирской станции. Прикрытие технического парка должно исключать задержки на пересечениях с организованным движением поездов. Наиболее удобна схема с расположением парка внутри главных путей.

Нерациональные схемы развития технических станций (Саратов, Днепропетровск, Воронеж, Симферополь и др.), отсутствие единой

Таблица 3

Станция	Расходы в руб. на 1000 отправленных пассажиров со станции			Объединенное управление
	пассажирской	технической	всего	
Ленинград-Московский	174,9	296,9	471,8	401,8
Ленинград-Витебский	234,0	301,4	535,4	511,0
Минск	195,3	239,6	434,9	420,0
Одесса	237,7	542,4	780,1	705,0
Тбилиси	261,2	283,6	544,8	498,0
Рига	185,4	222,3	407,7	381,4
Львов	88,3	150,2	238,5	201,6
Баку (без пригородных)	309,7	399,8	709,5	656,2
Адлер	194,9	467,2	662,1	601,2
В среднем	209,0	322,7	531,7	487,0

технологии, учитывающей особенности размещения устройств станций и их технического оснащения, и большие затраты на подготовку составов в рейс объясняются разобщенностью пассажирских и технических станций, подчинением их различным службам. Необходимо создать объединенные схемы развития, построенные на единой технологии и выполняющие общую работу, что позволит резко сократить расходы по обслуживанию пассажиров (табл. 3) за счет сокращения штатов, ускорения экипировки и ремонта составов перед выходом в рейс и после прихода из рейса.

Выбор схемы технической станции должен производиться в каждом конкретном случае в зависимости от местных топографических условий и с обязательным учетом перспективного роста пассажирских перевозок и внедрения новой техники. Реконструкция станций должна обеспечить максимальное использование имеющихся технических средств и создать условия для поточной и быстрой обработки поездов. На новых и реконструируемых станциях должны предусматриваться современные устройства и механизмы.

4. ВЗАИМНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ПАССАЖИРСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Взаимное расположение пассажирской и технической станций должно обеспечивать наиболее эффективное функционирование с минимумом народнохозяйственных расходов.

Существует несколько схем размещения технической станции по отношению к пассажирской: между главными путями (Рига,

Киев), вынесенной в сторону от главных путей с помощью путепроводной развязки (Челябинск), сбоку от главных путей со стороны прибытия или отправления поездов (Таллин, Симферополь, Днепропетровск, Воронеж) параллельно перронному парку (Минск) (рис. 69).

Расположение технической станции (парка) между главными путями требует наличия значительной территории, достаточной для их развития на перспективные размеры движения с полной поточностью всего технологического цикла. Вынос станции (парка) с помощью путепроводных развязок, несмотря на большую пропускную способность и независимость развития станции, применяется редко (Челябинск). Такие решения характерны лишь для Московского железнодорожного узла, где имеются несколько станций изолированных от организованного движения поездов. При размещении технической станции на значительном удалении от пассажирской, путепроводная развязка позволяет полностью изолировать движение пассажирских поездов от маневровых перестановок составов.

Наиболее характерно расположение технических станций сбоку от главных путей со стороны отправления поездов (Брянск, Воронеж, Ростов), или со стороны прибытия (Одесса, Симферополь, Днепропетровск, Кишинев, Горький и др.). В последнем случае значительно ухудшается безопасность движения. Для сквозных схем пассажирских станций технические парки (станции) располагаются последовательно перронным путям со стороны минимального прибытия конечных поездов, что позволяет пропускать поезда на техническую станцию без возвратных маневровых передвижений. При расположении станции (парка) сбоку от главных путей пропускная способность станции снижается на 12—21% за счет враждебных пересечений и дополнительного времени занятия перронных путей составами, ожидающими подачи на экипировку. Постройка станции (парка) по такой схеме в крупных узлах нецелесообразна и допускается лишь при отсутствии площадок для ее размещения в другом месте (станция Ленинград-Московский).

Еще сложнее для организации работы технические станции (ТС), парки (ТП), расположенные параллельно перронным (Минск, Тбилиси). Такие схемы сформировались из-за отсутствия перспективной планировки отдельных устройств и комплекса сооружений станций или, в ряде случаев, в трудных местных условиях.

Помимо типовых случаев, на сети встречаются ТС, расположенные в горловине перронного (Куйбышев), между перронным и грузовым парком (Вильнюс), вынесенные на другую станцию узла (Волгоград II), расположенные с обеих сторон от главных путей (Львов).

Максимальная потеря пропускной способности наблюдается при параллельном расположении технического и перронного парков (рис. 70, III) и пропуске через станцию грузовых поездов

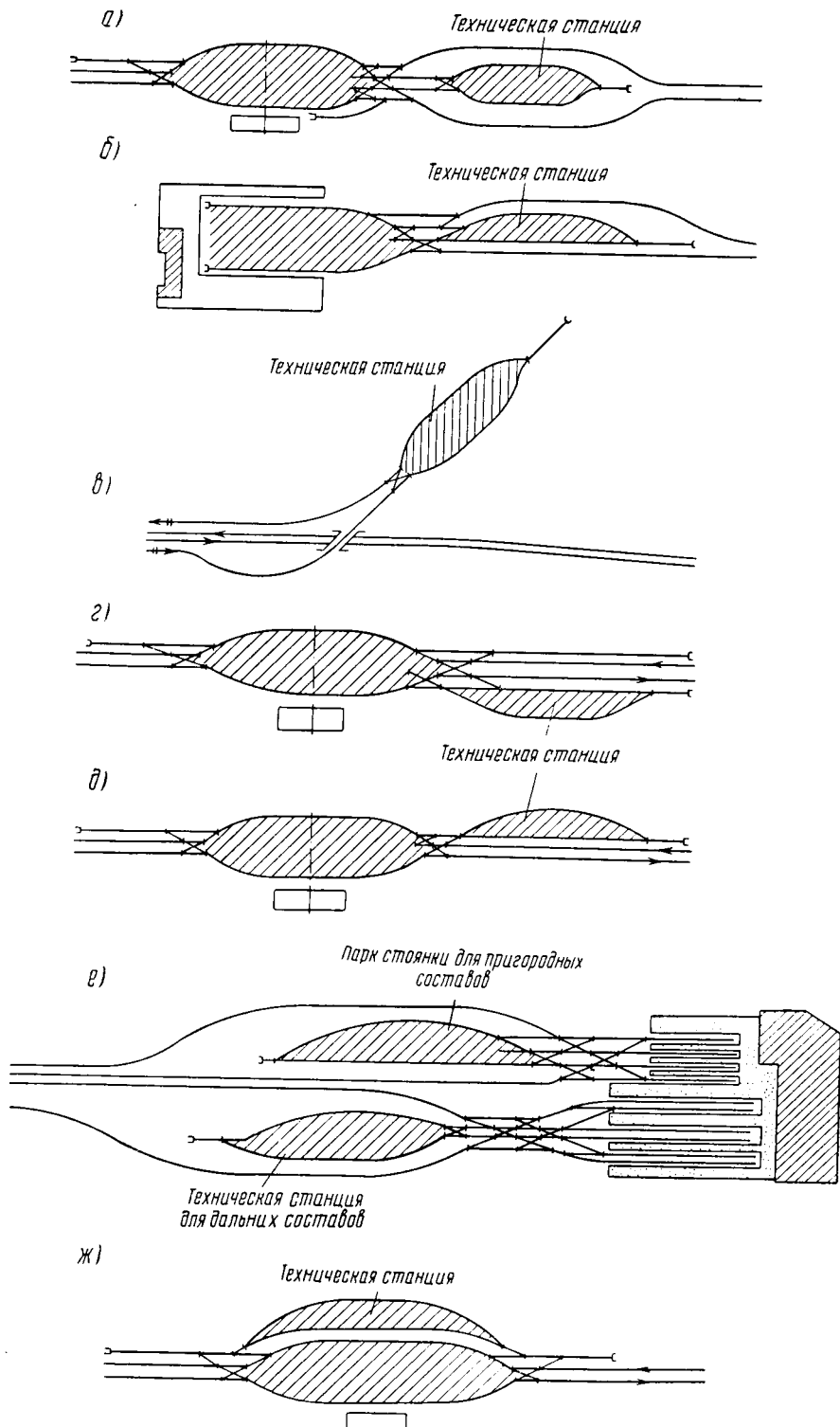


Рис. 69. Схемы взаимного размещения пассажирской и технической станции

($N_{гр} = N_{пас}$). Величина этих потерь колеблется от 23—27% (при 10 поездах) до 45—60% (при 50 поездах)¹. При боковом расположении ТС (рис. 70, II) потери пропускной способности меньше 12—21 (10 поездов) — 22—39% (50 поездов)². При расположении станции (парка) внутри главных путей или вынесенного с помощью путепровода в сторону от главных путей (рис. 70, I) потери не превышают 8%. Если грузовые поезда не проходят по горловинам пассажирской станции, максимальные потери составляют при 50 поездах лишь 5%.

Схемы взаимного расположения технической и пассажирской станций оказывают влияние также на расходы станций, обычно не учитываемые при сравнении вариантов. При расположении технических станций внутри главных путей или с развязкой путепроводом возникают расходы по перестановкам составов из перронного парка. Для станций (парков), расположенных сбоку от главных путей, помимо этого появляются расходы, связанные с простоем пассажирских составов в ожидании перестановок, которые растут в зависимости от числа конечных пассажирских и грузовых поездов, пропускаемых через станцию транзитом. При параллельном расположении технической и пассажирской станций расходы еще значительнее. На рис. 71 приведены кривые зависимости $E = f(N_{п})$ при различных схемах примыкания ТП к пассажирской станции, откуда видны колебания расходов от $E_{мин}$ до $E_{макс}$.

¹ За 100% принято N при 10 конечных поездах и ТП, расположенном внутри главных путей.

² Первая цифра только при пассажирских поездах, вторая — пассажирские вместе с грузовыми.

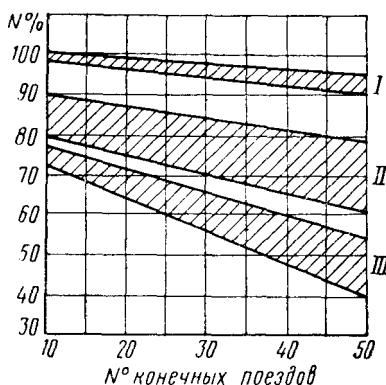


Рис. 70. График потерь пропускной способности станции в зависимости от расположения парков

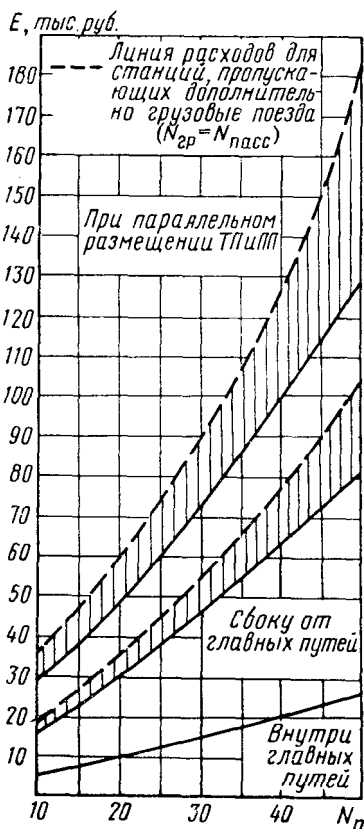


Рис. 71. Кривые зависимости расходов технической станции при обработке составов от схем взаимного расположения парков и объема работы

Анализ полученных зависимостей показывает, что минимальные расходы на маневровую работу и от дополнительных простоев составов в ожидании подачи характерны для ТС или ТП, расположенных между главными путями для пассажирского движения (рис. 71), обеспечивающих подачу составов независимо от приема и отправления поездов. Расходы несколько увеличиваются при выносе технической станции путепроводной развязкой, ввиду необходимости затрат на содержание путепровода и на маневровую работу, связанную с преодолением дополнительных кривых и подъемов для выхода к расчетной точке технической станции.

При размещении технической станции сбоку от главных путей, даже при сравнительно небольших размерах работы — 10 конечных поездов (Таллин, Днепропетровск, Баку) — расходы, по сравнению с парками, расположенными между главными путями, возрастают в 2,5—3,0 раза за счет дополнительных перепростоев составов в ожидании подачи или уборки с пассажирской станции. Некоторая доля дополнительных расходов создается за счет увеличения времени занятия путей станций и, следовательно, меньшего «съема» поездов с одного пути.

Особое увеличение расходов характерно для парков с тупиковыми путями (Воронеж, Таллин, Днепропетровск), где маневровая работа производится в одной горловине, загруженной, как правило, еще автотранспортом, следующим на пути экипировки и ремонта. При параллельном расположении ТП и тех же условиях расходы увеличиваются более чем в 4,5—5,9 раза, так как в этом случае резко возрастает загрузка горловин станции в связи с увеличением количества маневровых передвижений.

Следовательно, по затратам на перестановку вагонов и резервам пропускной способности расположение технических станций (парков) сбоку от главных путей и параллельно ПП нецелесообразно.

Удаление технической станции от пассажирской на большое расстояние считается невыгодным. Однако на многих пассажирских станциях развитие технического парка (станции) вблизи перронных путей, с созданием поточной схемы, как правило, затруднено, (Саратов, Днепропетровск, Ростов, Киев). При выносе технической станции на самостоятельную площадку (вдали от перронного парка) обеспечивается возможность построения схемы, полностью отвечающей требуемой технологии работы. На сооружение станции в этом случае необходимы дополнительные (по сравнению с размещением вблизи перронных путей) расходы на путепроводную развязку, на пути подхода к технической станции, постройку коммуникаций в новом районе и возможные расходы на сооружение дополнительных станционных путей.

При значительных резервах пропускной способности горловины пассажирской станции, как этап, можно предусматривать примыкание подхода в одном уровне, что уменьшит первоначальные капиталовложения и обеспечит большую экономическую выгодность ре-

шения. Ежегодные дополнительные эксплуатационные расходы (руб.) при постоянном числе составов составляют

$$\mathcal{E}_{\text{доп}} = 365 \sum 2L n_c e_1, \quad (4)$$

где L — расстояние между перронным парком и новой технической станцией;

n_c — число составов, подаваемых (и убираемых) на пассажирскую станцию в сутки;

e_1 — норма расхода на 1 км пробега.

При расположении технической станции (парка) на ограниченной площадке вблизи перронных путей (Киев, Куйбышев, Саратов и др.) возникают дополнительные расходы, равные

$$\begin{aligned} & 365 \sum 2L_1 n e + 365 \sum l_{\text{ст}} n_1 e_{\text{п}} + 365 \sum n_c e_{\text{р}} + \\ & + 365 \sum n_{\text{п}} e_{\text{с}} + k \sum 2l_{\text{в}} n_{\text{в}} e_{\text{в}} + k_1 \sum F Z_0 = \\ & = 365 (\sum 2L_1 n e + \sum l_{\text{ст}} n_1 e_{\text{п}} + \sum n_c e_{\text{р}} + \sum n_{\text{п}} e_{\text{с}}) + \\ & + k \sum 2l_{\text{в}} n_{\text{в}} e_{\text{в}} + k_1 \sum F Z_0, \end{aligned} \quad (5)$$

где $\sum 2L_1 n e$ — расходы, связанные с пробегом составов на техническую станцию;

L_1 — расстояние от перронного парка до технической станции;

$\sum l_{\text{ст}} n_1 e_{\text{п}}$ — расходы, связанные с ежесуточным перепробегом составов внутри технической станции из-за недостаточного путевого развития;

$l_{\text{ст}}$ — длина пробега одного состава;

n_1 — число составов, имеющих перепробег в сутки;

$e_{\text{п}}$ — норма расходов на 1 км пробега;

$\sum n_c e_{\text{р}}$ — сумма дополнительных расходов, связанных с мойкой составов вручную, возникающей в связи с невозможностью пропуска всех составов на машину;

n_c — число составов, обмываемых в сутки;

$e_{\text{р}}$ — разница в стоимости обмывки одного состава вручную (рассчитано для пояса, где возможна круглогодичная мойка составов на машине);

$\sum n_{\text{п}} e_{\text{с}}$ — сумма дополнительных расходов, связанных с простоем пассажирских поездов в перронном парке в ожидании выставления в технический парк (станцию);

$n_{\text{п}}$ — число составов, ожидающих выставления;

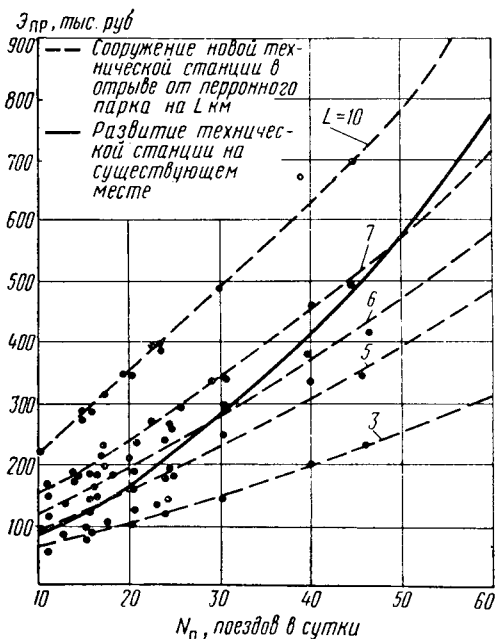
$e_{\text{с}}$ — норма расходов на простой состава;

$k \sum 2l_{\text{в}} n_{\text{в}} e_{\text{в}}$ — сумма дополнительных расходов, связанных с выставлением составов на другие станции, в связи с отсутствием путей на технической станции;

k — число дней в году, в которые выставляют составы (после воскресных и праздничных дней, в периоды спада движения и т. д.);

- $l_{\text{в}}$ — расстояние от технической (пассажирской) станции до станции, куда выставляют составы;
 $n_{\text{в}}$ — число выставляемых составов в день;
 $e_{\text{в}}$ — норма расходов;
 $k_1 \Sigma F Z_0$ — сумма дополнительных расходов, связанных с охраной выставленных на линию составов;
 k_1 — число месяцев в году, в течение которых составы отстаиваются на линейных станциях участков;
 F — дополнительное число людей в месяц, занятых на охране составов, по сравнению с размещением составов на путях отстоя технической станции;
 Z_0 — заработная плата сторожа.

Расчеты, произведенные по данным технических станций (парков) (Харьков, Куйбышев, Челябинск, Волгоград, Саратов, Киев) и по проектным материалам (Таллин, Ростов, Ташкент и др.), позволили получить зависимости приведенных расходов на сооружение новых технических станций или развитие существующих от количества поездов, обслуживаемых в сутки. Расчеты показывают, что удаление технической станции на 3 км от перронного парка экономически выгодно для любого количества обслуживаемых (в сутки) конечных поездов (начиная с десяти). Удаление на 5 км целесообразно при 13—14 поездах в сутки, а на 6—7 км — соответственно при 27—50 поездах (рис. 72). Так как число станций, обрабаты-



вающих более десяти составов в сутки, растет, а реконструкция многих из них не проводилась, данные выводы имеют важное значение. Конечно следует отметить, что для многих станций приведенная зависимость будет несколько иной, так как она определяется местными условиями: прокладкой путей от перронного парка до технической станции; типом путепровода, зависящего от числа перекрываемых путей; необходимостью сноса зданий, возмещением убытка, постройкой искусственных сооружений и т. д.

Следовательно, можно отметить, что технические станции надо располагать вблизи пассажирских лишь при обеспечении полной точности обработки состава и получения минимальных

Рис. 72. Графики сфер целесообразности удаления технической станции от перронного парка

расходов. При отсутствии достаточной территории, станции надо выносить на удаленные площади, размещая их по оптимальной схеме, рассчитывая расстояние удаления в зависимости от объема работы.

Для вновь сооружаемых пассажирских станций необходимо заранее независимо от этапности ее развития предусматривать место для размещения в будущем технической станции в непосредственной близости от пассажирской.

В крупных городах развитие технической станции вблизи пассажирской часто бывает неосуществимо в связи с застройкой прилегающих городских территорий. Вследствие этого технические станции следует выносить на значительные расстояния от пассажирских, предусматривая вблизи перронных путей небольшие парки для стоянки составов, ожидающих выставки на перронные пути.

В очень больших городах при нескольких подходах железнодорожных линий целесообразно сооружать одну или две объединенные технические станции, обслуживающие несколько направлений. Такие станции проектируются в Московском узле.

Если в узле имеется диаметр, на котором намечается сооружение двух технических станций, то эти станции наиболее правильно располагать на концах диаметра, что позволит улучшить использование технических средств и обеспечит сокращение непроизводительного пробега вагонов.

Проектирование новых пассажирских и технических станций, а также реконструкции существующих производится в соответствии с нормами и требованиями, установленными Техническими указаниями по проектированию станций и узлов, а выбор схемы их взаимного расположения определяется технико-экономическими расчетами с обязательной проверкой загрузки горловины. При тупиковых схемах пассажирских станций может применяться левопутное движение на техническую станцию, чтобы уменьшить число пересечений в горловинах.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПАССАЖИРСКИХ УСТРОЙСТВ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

1. РОЛЬ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО И АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В ОБСЛУЖИВАНИИ ГОРОДОВ

В крупных городах капиталистических стран пригородные пассажиры пользуются преимущественно автотранспортом (США), или рельсовым транспортом (Великобритания, Франция, ФРГ, Бельгия и др.).

Объем перевозок пассажиров на железных дорогах США постоянно уменьшается. Причиной этому — существующая в США политика, исключающая координацию работы разных видов транспорта. Доля отдельных видов транспорта в общем пассажирообороте США (без индивидуального транспорта) составляет: для железных дорог 29,62 млрд. *пассажиро-км* (19,7%), воздушного — 79—70 млрд. *пассажиро-км* (53,0%), автомобильного — 36,55 млрд. *пассажиро-км* (24,3%), внутреннего водного — 4,51 млрд. *пассажиро-км* (3%). Около 90% междугородного и 63% пригородного пассажирооборота приходится в США на долю личного автотранспорта (1261,2 млрд. *пассажиро-км*). На долю железнодорожных пассажирских перевозок приходится меньше 20% всех перевозок в США, в то время как автомобильный транспорт перевозит 80% пассажиров.

Многие специалисты за рубежом считают, что железные дороги — наиболее выгодный вид внутригородского транспорта, так как потребная ширина улиц при этом может не превышать 9 м, в то время как для перевозки такого же числа пассажиров в автобусах она должна быть не менее 35 м, а легковыми машинами — 150 м. Для удобства пассажиров во многих странах курсируют постоянные поезда, следующие в течение многих лет в строго определенное время суток, с большой частотой движения. Например, между Римом и Неаполем на расстоянии 214 км курсируют 24 поезда в сутки. В Бельгии между Брюсселем и Остенде на расстоянии 114 км в период от 6 до 22 ч пропускают 24 пары пассажирских поездов, интервал следования которых в часы «пик» составляет несколько минут.

В странах Западной Европы железнодорожный транспорт играет решающую роль. Так, в ФРГ удельный вес перевозок пригородных пассажиров составляет 60—70% общего объема перевозок, увеличиваясь в отдельных городах до 80—85% (Штутгарт). Средняя дальность пригородных перевозок составляет около 27 км.

Развитие и увеличение объемов пригородных пассажирских

перевозок на железных дорогах Западной Европы объясняется резким ростом городов, развитием пригородных зон и сооружением новых городов-спутников. По мнению американских ученых, к 1980 г. около 60% населения крупных городских районов будет располагаться в пригородных зонах. Следовательно, основная задача пригородного пассажирского транспорта состоит в том, чтобы обеспечить связь между городом и пригородными зонами, между отдельными городами и между отдельными станциями в транспортном узле.

Увеличение объемов пригородных перевозок вызвало значительные изменения в технологии и размещении отдельных устройств железнодорожных станций. Так, в Лондоне например, с этой целью были удлинены пассажирские платформы, реконструирована сигнализация и путевое развитие станций.

По мнению зарубежных специалистов, целесообразно отделять пригородное движение от дальнего в зависимости от местных условий, типа подвижного состава и рода тяги при интенсивности движения более 6—12 поездов в час. Во всех остальных случаях главные пути могут совместно использоваться для дальнего и пригородного движения.

Отличительная особенность пригородных пассажирских перевозок на зарубежных железных дорогах это — очень высокая их неравномерность, требующая особых режимов технологии работы пассажирских станций и городских видов транспорта. Отношение числа пассажиров в часы «пик» к среднему потоку колеблется в пределах 1,8÷8,3. В отдельных городах (Токио) в часы «пик» на вокзалах сосредоточивается до 300—350 тыс. пассажиров (приток до 300 тыс., отправление до 75 тыс.). Во многих крупных городах часы «пик» возникают не только в периоды начала и окончания работы предприятий города, а также в моменты окончания крупных зрелищных мероприятий и в предвыходные дни. В некоторых странах для обеспечения приема большого числа пригородных поездов при невозможности расширения пассажирской станции секционируют пути, обеспечивая возможность приема на один путь двух поездов одновременно.

В ряде американских городов также приходят к выводу о необходимости передачи пригородных пассажиров с автомобильного на железнодорожный транспорт. Так, транспортное управление Филадельфии указывает на необходимость более широкого использования для пригородных перевозок железнодорожного транспорта, особенно в зонах, удаленных от города на 15—30 км и более. Осуществление таких мероприятий, как уплотнение графика, упорядочение тарифов и т. д., позволило увеличить объем пригородных перевозок на 20% и снизить за счет этого число прибывающих в город автомашин на 3000. Подобное положение характерно и для других американских городов (Нью-Йорк, Сан-Франциско, Лос-Анжелес, Новый Орлеан и др.).

Особенностью развития некоторых зарубежных железных дорог является также широкое их использование в качестве

внутригородского транспорта, так как пропускная способность таких дорог выше чем у метрополитена. По данным зарубежных специалистов метрополитен при одинаковых интервалах движения (1,5 мин) проводит в одном направлении на 12—17 тыс. пассажиров меньше, чем пригородные железные дороги. Протяженность пригородных железных дорог возле крупных городов достаточно велика и колеблется от 330—420 км (Франкфурт-на-Майне, Сидней, Гамбург, Мюнхен, Монтевидео) до 720 (Токио) — 1565 км (Лондон).

Использование железных дорог в качестве городского транспорта в последнее время находит применение во многих городах Америки и Западной Европы. Так, в Нью-Йорке для связи основного города с правобережным районом — Нью-Джерси разработан специальный проект двухпутной кольцевой железной дороги, проходящей через центральные районы города. В Нью-Джерси для обеспечения нормальных режимов обслуживания пассажиров предусматриваются станции массовой пересадки с пригородных линий на городской транспорт. Создается специальный комплекс вокзала и привокзальной площади, обслуживающий весь расчетный пассажиропоток.

В Сан-Франциско для обслуживания пассажиров специальная комиссия предложила создать сеть пригородных и внутригородских железных дорог общей протяженностью около 120 км, 37 станций и остановочных пунктов, 14 из которых расположены под землей. Возле всех наземных станций предусматриваются стоянки для автомобилей.

В отдельных городах (Лондон) в связи с огромной загрузкой пунктов пересадки пассажиров на городские виды транспорта намечается сокращение остановок пригородных поездов в центре города (первая остановка будет на расстоянии 10 км от центра). Это несомненно ухудшит обслуживание пассажиров, увеличит время поездки.

В некоторых крупных городах загрузка тупиковых вокзалов очень велика. Так, пригородный пассажирооборот станции Сен-Лазар (Франция), к которой примыкает пять двухпутных подходов, составляет более 100 млн. пассажиров в год или около 50 тыс. в час «пик» (около 1000 пассажиров в 1 мин). При такой перегрузке вокзалов необходимо создание подземных диаметров и широкое использование для пригородных перевозок окружных дорог (в Париже, например, Малой и Большой железных дорог). Соединение всех тупиковых станций диаметрами обеспечит прямую, беспересадочную связь пассажира с центром города, разгружая при этом городской транспорт и уличную сеть.

Диаметры, как правило, сооружаются на большие размеры движения (свыше 200 пар поездов), на некоторых из них организовано маятниковое движение поездов. В Брюсселе, например, Северо-Южный диаметр рассчитан на пропуск до 1000 пар поездов в сутки.

Несмотря на высокую стоимость сооружения диаметров (тоннель или эстакада), получаемые удобства для пассажиров и осво-

бождение уличных магистралей от сверхперегрузок дают большую экономию и обеспечивают высокую скорость передвижения. В ряде случаев использование диаметров облегчает переустройство тупиковых станций в сквозные.

Внутригородской диаметр проектируется также в Мюнхене, который соединит две наиболее крупные пассажирские станции узла Мюнхен-Главный и Мюнхен-Восточный. Сооружение диаметра, кроме разгрузки основной станции узла, значительно улучшает обслуживание пригородной зоны и режим городского транспорта. Подобные решения характерны и для многих других городов стран мира (Брюссель, Рим, Вена, Копенгаген, Токио и др.).

В целом все железнодорожные виды транспорта, используемые для перевозки пассажиров в крупнейших городах Западной Европы, можно разделить на три основные группы:

сеть железных дорог или отдельные линии, размещенные радиально вокруг города;

изолированные линии, ответвляющиеся на одной из пригородных станций;

городские линии метрополитенов.

В большинстве случаев использование в пригородном сообщении различных железнодорожных линий приводит к необходимости пересадок пассажиров в пути следования на станциях стыкования. Для облегчения таких операций на стыковых пунктах, как правило, предусматриваются тоннели и пешеходные мостики. Так, в Риме, Мадриде, Париже метрополитен и пригородные станции соединены между собой непосредственно переходами. В Париже такое соединение имеется на всех конечных станциях пригородных линий SNCF: Париж-Восточный (три линии метрополитена); Париж-Северный (две линии); Париж — Сен-Лазар (три линии), Париж — Монпарнас (четыре линии), Париж — Лион (одна линия), Париж — Бастилия (три линии), Париж — Орсей (одна линия) и Париж — Аустерлиц (две линии). Число пассажиров (данные 1961 г.), пересекающихся с одной станции на другую, в среднем за сутки и в максимальный час для отдельных вокзалов приведено в табл. 4.

Таблица 4

Вокзалы	Число пересекающихся пригородных пассажиров	
	в среднем за сутки	в максимальный час „пик“
Париж — Лион (одна линия)	57 000	13 500
Париж — Аустерлиц (две линии)	65 000	14 500
Париж-Северный (две линии)	96 000	25 500
Париж — Сен-Лазар (три линии)	145 000	31 000

Ожидаемое увеличение перевозок заставляет зарубежных специалистов искать новые пути развития. Некоторое улучшение условий пропуска пассажиров и сокращение перегрузок вокзальных комплексов обеспечивают такие меры, как поднятие путей станций при реконструкции, так как в этом случае удастся соорудить развязки вокзальных комплексов в разных уровнях. Так, при реконструкции станции Брюссель-Южный все ее пути были подняты на 7—8 м. То же самое было осуществлено при перестройке станций Милан и Неаполь-Центральный.

Для того чтобы повысить рентабельность дорог для пригородного и внутригородского движения, применяют новые виды тяги, закрывают малодеятельные участки, обеспечивая передачу пассажиропотока на автомобильный транспорт, повышают скорость движения поездов и улучшают подходы к станциям и остановочным пунктам. Переносить пассажирские станции в новые районы города считается нецелесообразным, так как в этом случае уменьшается загрузка пригородных участков и понижается рентабельность использования железных дорог для пригородного движения.

Для улучшения обслуживания пассажиров на многих станциях железных дорог Западной Европы предусматривается пропуск автомобильного транспорта на пассажирские платформы (Великобритания) или размещение его стоянок в разных уровнях с приемо-отправочными путями.

Опыт развития американских и западноевропейских узлов пассажирского транспорта за последние годы позволяет сделать вывод о дальнейшем увеличении роли железнодорожного транспорта в освоении пригородных и внутригородских перевозок. Американская практика использования для пригородных и внутригородских перевозок индивидуального транспорта вызывает резкое увеличение загрузки улично-дорожной сети и необходимость уширения уличных магистралей до 100—150 м, большого сноса промышленных и жилых зданий. Эта практика, по существу, подтверждает необходимость перехода на обслуживание пассажиров железнодорожным транспортом. Наряду с этим автомобильный транспорт будет широко использоваться для массовых перевозок, что вместе со скоростными линиями городского транспорта и вылетными линиями метрополитенов (Лондон, Нью-Йорк, Париж и др.) обеспечит улучшение условий перевозки пассажиров.

В последние годы в ряде крупнейших городов мира (Париж, Лондон, Нью-Йорк и др.) созданы специальные органы для регулирования движения, обеспечения взаимодействия и согласованного развития разных видов транспорта. Во многих странах разрабатываются мероприятия по комплексному использованию разных видов транспорта, создаются магистрали с высокой пропускной способностью. В ряде городов строятся автострады с выходом на окраины и сильно развиваются пригородные дороги. Во многих крупных городах все городские пути сообщения подразделяются на скоростные, имеющие небольшое число остановок (метрополитен, скоростные линии автобусов) и нескоростные, обеспечиваю-

щие связь пассажиров с первой категорией путей сообщения (автобус, трамвай, троллейбус). Как правило, крупные городские транспортные узлы развиваются совместно с пассажирскими станциями и находятся вблизи железной дороги.

2. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПАССАЖИРСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

На железных дорогах капиталистических стран с одной стороны ощущается нужда в значительном развитии станций, сооружении большого количества устройств, обеспечивающих экономические условия работы, с другой — в большинстве крупных городов отсутствует возможность для расширения пассажирских станций в связи с зажатостью существующих сооружений городскими зданиями, промышленной или селитебной частями города. Поэтому на некоторых дорогах стали переносить основные устройства пассажирских станций под землю. Примерами таких решений могут служить пассажирские станции Цюрих в Швейцарии и Монреаль в Канаде.

На новой пассажирской станции в Цюрихе предусматривается двухэтажное расположение путей с разделением дальнего и пригородного потоков. При проектировании станции заложен принцип максимальной поточности и исключения враждебных пересечений. Поскольку нет возможности расширять привокзальную площадь, предусматривается ввести внутрь здания автомобильную дорогу, связанную с посадочными платформами. Выделены специальные места для стоянок автомобильного транспорта.

В проекте реконструкции станции Цюрих все устройства размещены на петле, идущей вдоль центральных районов города. Организовано одностороннее движение, чтобы создать резервы пропускной способности на каждой линии петли. Резкое увеличение пропускной способности достигнуто за счет наличия на станции, кроме сквозных перронных путей, специальных путей для обгона (два пути) и секционирования отдельных приемо-отправочных путей, разделением их специальными съездами, обеспечивающими пропуск поездов в обход занятой части пути.

Развитие станций по таким схемам не может рекомендоваться как типовое, в связи с большой стоимостью переустройства и сооружения подземных устройств. Однако в очень крупных городах реконструкция станций по такому варианту, в целом ряде случаев выгоднее, чем расширение существующих станций и снос большого количества зданий и сооружений.

Пассажирские станции развиваются и реконструируются, главным образом, по сквозным схемам. В большинстве случаев существующие тупиковые схемы переустроены или переустраиваются в сквозные, обеспечивающие освоение значительно больших размеров движения, удобства для пассажиров и лучшие развязки с городским транспортом. На рис. 73 приведена тупиковая пассажирская станция Цюрих, имеющая 16 приемо-отправочных путей,

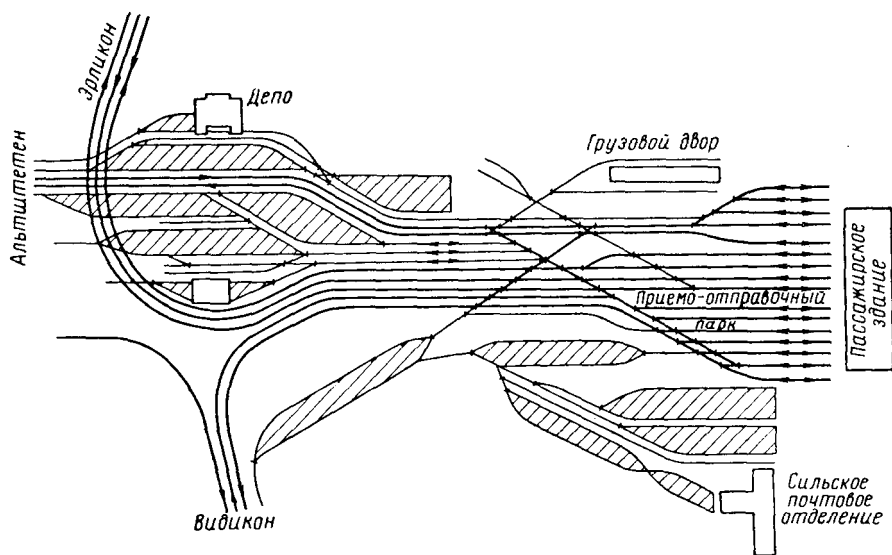


Рис. 73. Схема тупиковой станции Цюрих

длиной 300—350 м и девять посадочных платформ (200 м). При решении вопроса о переустройстве рассматривался вариант расширения тупиковой станции до 23 путей, удлинения платформ до 380—420 м и увеличения пропускной способности в максимальные часы «пик» (6—8 ч утра около 120 поездов). Однако даже такое путевое развитие станции недостаточно для существующих пассажиропотоков (в городе 400 тыс. жителей) и станция переустраивается в сквозную. Среди крупнейших пассажирских станций за последнее время переустроены из тупиковых в сквозные Гейдельберг, Брауншвейг (ФРГ), Монреаль (Канада), Брюссель (Бельгия).

Следует особо отметить, что в капиталистических странах несмотря на очень высокую стоимость земельных участков, железнодорожные компании считают целесообразным переустраивать станции по сквозным схемам, обеспечивающим уменьшение маневровых работ, упрощение и удешевление стоимости горловин при увеличении их пропускной способности. Зарубежные специалисты считают большим преимуществом сквозных схем станций: сокращение массовых скоплений пассажиров при выходе на посадку, более рациональное распределение прибывающих потоков, не мешающих организации работы вокзала и привокзальных площадей. По этим причинам реконструированы пассажирские станции Берн (Швейцария) и Кельн (ФРГ). На станции Берн (рис. 74) новый вокзал будет обслуживать, кроме главного направления, узкоколейную линию Солотурн — Берн, конечная тупиковая станция которой размещается ниже уровня платформы основной станции. После реконструкции станции Кельн на некоторые пути можно будет принимать одновременно два поезда.

Большинство крупнейших железнодорожных узлов капиталистических стран имеют несколько пассажирских станций, обладающих значительным запасом пропускной способности. Например, в Брюссельском узле четырнадцать станций, из которых пять расположены на диаметре и обслуживают дальние, местные и пригородные поезда и девять — только пригородные. В Римском и Парижском узлах — десять станций, в Берлинском — семь и т. д.

Большое внимание при реконструкции станции уделяется созданию удобств для пассажиров. Характерным примером такого переустройства могут служить пассажирские станции Брюссельского железнодорожного узла, где до реконструкции были две пассажирские станции тупикового типа — Брюссель-Северный и Брюссель-Южный (рис. 75), не имевшие между собой прямой связи и находившиеся в противоположных концах города. Для пересадки со станции на станцию пассажирам приходилось пользоваться несколькими трамвайными маршрутами и западным железнодорожным полукольцом, что создавало неудобства для населения и вызывало значительное увеличение затрат на транспортные средства при доставке багажа и почты. При больших внутригородских потоках и сравнительно узких магистралях городской транспорт не справлялся с перевозкой пассажиров с вокзала на вокзал.

При реконструкции были учтены существовавшие особенности взаимного расположения города и железной дороги и принято решение о превращении обеих станций в сквозные и соединении их шестипутным диаметром. Количество путей на диаметре было установлено по объему предполагаемой работы при полном отделении дальнего движения от пригородного. На диаметре, который

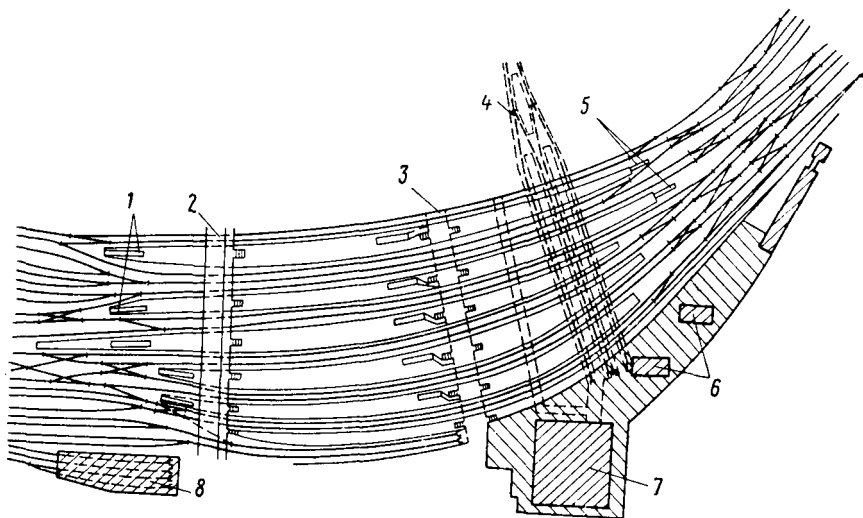


Рис. 74. Схема станции Берн:

1, 5 — пандусы багажного и почтового тоннеля; 2 — тоннель для спуска в поперечный багажный тоннель; 3 — тоннель для пассажиров; 4 — линия Солотурн-Берн; 6 — здание для багажа и экспресс-грузов; 7 — вокзал; 8 — депо почтовых вагонов

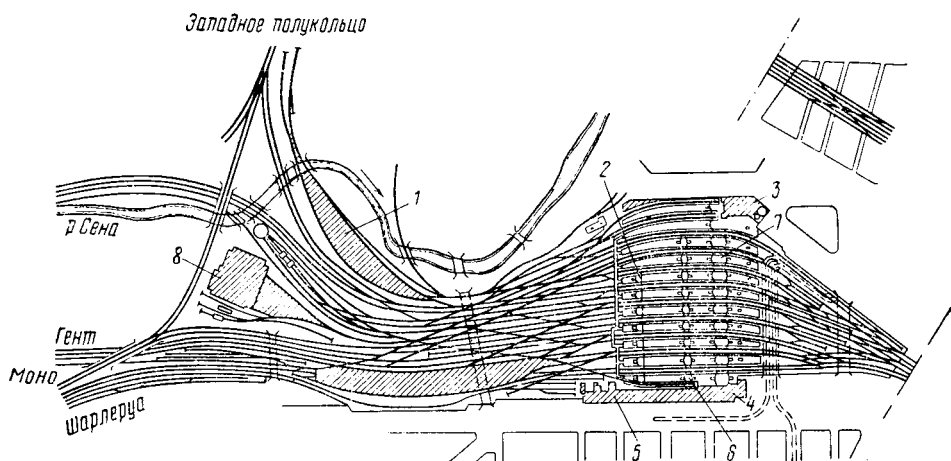


Рис. 75. Схема станции Брюссель-Южный:

1 — технический парк; 2 — тоннель для багажа; 3, 4 — главные входы; 5 — служебные здания; 6 — тоннель для приезжающих железнодорожных пассажиров; 7 — тоннель для отъезжающих железнодорожных пассажиров; 8 — вагонное депо

на большем своем протяжении, в силу специфики города, идет в тоннеле, дополнительно построена пассажирская станция Брюссель-Центральный, практически не имеющая путевого развития и служащая остановочным пунктом для всех поездов в районе центра города. Станция Брюссель-Южный специализирована как основная станция узла, обслуживающая все виды пассажирского и основную часть пригородного движения и формирующая местные и дальние поезда. Станция Брюссель-Северный стала вспомогательной для пропуска транзитных и пригородных поездов.

Отдельные станции после реконструкции сохранили тупиковую схему. Так, пассажирская станция Марсель-Сен-Шарль осталась тупиковой, пропуск сквозных поездов обеспечивается по специальному обходному пути (рис. 76). Некоторые тупиковые пассажир-

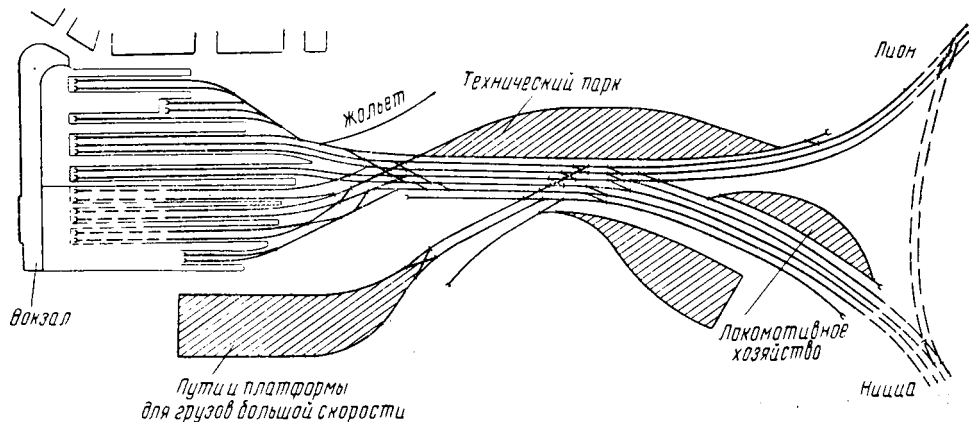


Рис. 76. Схема станции Марсель-Сен-Шарль

ские станции развиваются по очень оригинальным схемам (станция Сан-Луи, рис. 77), что объясняется высокой стоимостью земельных участков.

Схема станции неудобна и вызывает значительное увеличение маневровой работы, связанной с переменной направления следования для многих пассажирских поездов.

Некоторый интерес представляют тупиковые пассажирские станции Чикаго и Нью-Йорк-Центральный. На станции Чикаго тупиковые пути подходят к станции с двух сторон. Станция Нью-Йорк-Центральный расположена под землей в двух уровнях, с разделением дальнего (верхний уровень) и пригородного движения (нижний уровень) и имеет петли, соединяющие крайние пути станции.

Интересное решение принято при реконструкции тупиковых пассажирских станций Вена-Южная и Вена-Восточная (рис. 78), объединенных общим вокзалом, где несколько групп путей, размещенных в различных уровнях, обслуживают поезда определенных направлений. Для обработки и экипировки составов имеется объединенная техническая станция. Обе станции (Южная и Восточная) соединены специальной ветвью, позволяющей пропускать поезда с одного направления на другое. В узле Новый Орлеан вместо пяти станций, входящих в город с большим количеством пересечений улиц и обслуживающих каждая свое направление, сооружена одна, имеющая хорошо оснащенную техническую станцию. Подходы к новой станции расположены в разных уровнях. Такая реконструкция станций узла объясняется резким спадом пассажиропотоков на железнодорожном транспорте.

Многие пассажирские станции имеют неудачную планировку, зажатые в своем развитии городскими массивами. На некоторых станциях взаиморазмещение парков произведено без достаточного учета их работы и загрузки горловин.

В отдельных крупных зарубежных узлах применяется специализация пассажирских станций по видам движения. В этом случае при переустройстве одна или несколько станций выделяются для дальнего и частично местного движения и одна — только для пригородного. Такое распределение работы между станциями узла, по мнению иностранных специалистов, позволяет более четко определять задачи и объемы работы станций и иметь оптимальные размеры и количество устройств, предназначенных для обслуживания пассажиров. На пригородных станциях, например, отпадает необходимость в ряде специальных помещений вокзалов, а на станциях, обслуживающих дальнее движение, площади могут быть значительно сокращены.

Специализация станций характерна для некоторых узлов социалистических стран. Так, после реконструкции Пражского узла подготовка пассажирских поездов будет сосредоточена на двух станциях: Прага-Главная, обслуживающая все виды дальнего движения, и Смихов, специализированная только для пригородного движения.

В качестве первого этапа специализации пассажирских станций на зарубежных железных дорогах создаются специальные районы, куда выносятся пригородное движение. Для этих целей строятся группы тупиковых путей, что практически превращает тупиковые и сквозные схемы станций в комбинированные.

При реконструкции пассажирских станций большое внимание уделяется выбору места расположения новых и реконструируемых станций. Основной принцип, закладываемый при этом, — создание в городе кратчайших транспортных путей, связывающих железнодорожную станцию с жилыми и промышленными частями города. В ряде случаев сооружают специальные железнодорожные пути, идущие в черте города. В отдельных странах эти пути прокладывают под землей.

Отличительной особенностью крупных пассажирских станций является наличие большого числа путей и платформ. Например, на крупнейших станциях Парижского узла имеется по 26—30 путей, на станции Термини (Римский узел) — 27 путей, Милан-Центральный — 22 пути и т. д. Длина приемо-отправочных путей и посадочных платформ несколько меньше, чем на наших дорогах. Например, на станции Брюссель-Южный полезная длина приемо-отправочных путей 400 м, а посадочных платформ — 200—300 м, на станциях Конгресс и Ля-Шапель платформы длиной 100—200 м,

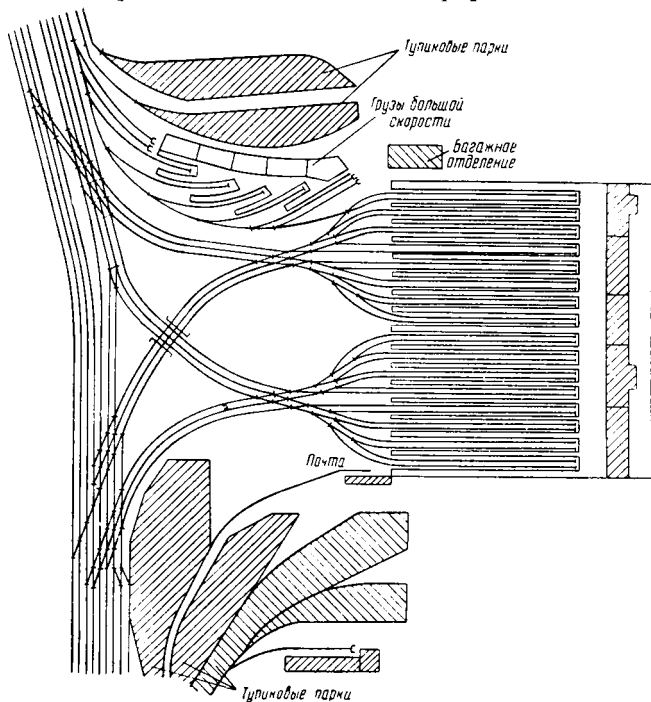


Рис. 77. Схема станции Сан-Луи

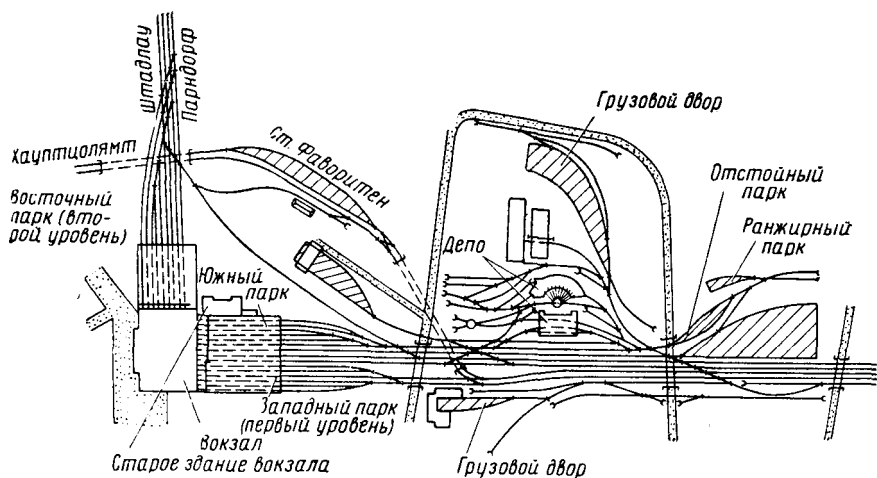


Рис. 78. Схема станций Вена-Южная и Вена-Восточная

что объясняется незначительным весом обращающихся поездов. Ширина пассажирских платформ очень различна и колеблется от 7 до 14 м.

Экипировка и ремонт подвижного состава производится на технических станциях или в экипировочных парках. Технические станции, обслуживающие крупные пассажирские станции, имеют специальные группы путей, смотровые канавы, вагономоечные машины и другие устройства. Полезные длины путей на технических станциях различны. На станции Соннисайд (Нью-Йорк), например, они составляют 260—370 м, на станции Цинциннати около 400 м. Междупутья на технических станциях, как правило, бетонированы, имеют подвод сжатого воздуха, воды, пара и электричества. Ширина междупутий колеблется от 4,1 до 5,5 м.

Для технических станций характерны два пути их развития и реконструкции. Первый — развитие станций по многопарковой схеме с сооружением крытых зданий экипировочных депо. Характерными станциями, развитыми по первой схеме, являются технические станции Ланди (Франция) и Милан-Центральный (рис. 79). Другое — создание технической станции, имеющей один-два парка для всех видов работ. При однопарковой схеме значительно сокращаются маневровые передвижения и концентрируется обработка составов. Однако для таких станций требуются дополнительные затраты на оборудование путей. По таким схемам построен ряд технических станций США (Соннисайд, Чикаго и др.) и некоторые станции Западной Европы.

В некоторых зарубежных железнодорожных узлах технические станции строго специализированы. Например, в Берлинском узле каждая из двух технических станций обслуживает определенное направление.

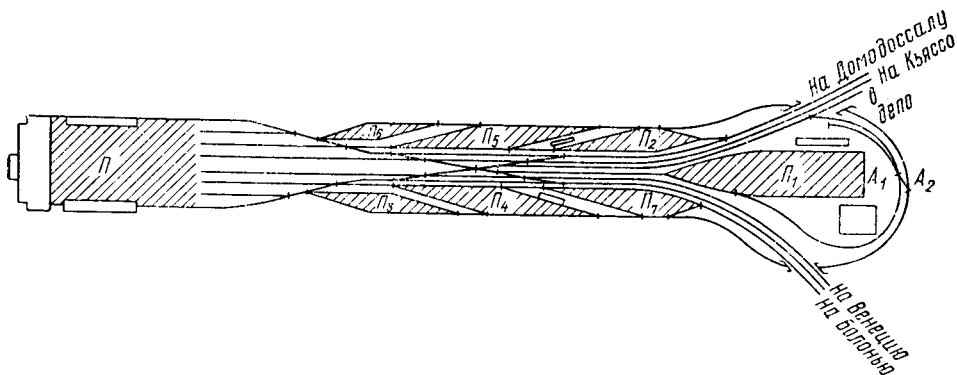


Рис. 79. Схема пассажирской станции Милан-Центральный

Пассажирский транспорт в социалистических странах развивается планомерно с учетом экономики и конкретных условий отдельных стран.

Большинство методологических принципов, сформулированных на основе результатов исследований размещения и развития пассажирских устройств в СССР, имеют общий характер, и их используют во всех социалистических странах при решении вопросов развития транспортной системы.

3. РАЗВИТИЕ ВОКЗАЛОВ И ПРИВОКЗАЛЬНЫХ ПЛОЩАДЕЙ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПЛАНИРОВКИ

Привокзальные площади зарубежных дорог имеют много различных решений, отличающихся планировкой, принципами размещения на них отдельных устройств и различными технологическими схемами движения пассажиропотоков и городского транспорта. В практике реконструкции железнодорожных вокзалов большое внимание уделяется решению привокзальных площадей и подъездов к ним, созданию таких схем размещения, при которых полностью исключаются перемещения пассажиров по проезжей части (Потсдам, ГДР). В отдельных случаях (Оттава, Канада) предусматривают подъезды к вокзалам в двух уровнях. Улучшение связи вокзалов с городскими районами достигается также планировкой привокзальных площадей с двух сторон от приемо-отправочных путей (Варшава, Польша).

Интересное решение было осуществлено в 1959 г. на станции Льеж (Бельгия), где вокзал запроектирован таким образом, что пассажиру обеспечивается прямой выход к городскому транспорту, исключая путь под открытым небом. Подобное решение принималось на станции Потсдам-Южный: расстояние от остановки автобусов до оси первого пути равно 30 м.

К удачным решениям размещения вокзального комплекса можно отнести также проект переустройства вокзала в Софии, где

городской транспортный тоннель запроектирован под привокзальной площадью, освободив ее от обычного кругового движения транспорта и исключив многие сложные пересечения. Основной вид городского транспорта (трамвай) подведен непосредственно к зданию вокзала.

В отдельных городах при реконструкции вокзалов не учитываются требования обеспечения удобств пассажиров, пользующихся городскими видами транспорта. Так, сооружение нового корпуса вокзала в Мюнхене (ФРГ) усложнило планировку привокзальной площади и без того крайне ограниченной городскими зданиями. Это привело к необходимости размещения автостоянок на четвертом и пятом этажах нового корпуса. Стоянки предназначены для длительного отстоя автомобилей и соединены с площадью четырьмя лифтами. Кроме того, на самой площади предусмотрены места для кратковременных стоянок автомобилей (менее 1 ч).

В некоторых случаях привокзальные площади решены с учетом характерных местных условий. Так, в Венеции — городе туристов, привокзальная площадь решена, как набережная, с причалами для различных типов судов. Интересное решение развязки транспорта и планировки привокзальной площади было предложено польскими архитекторами при проектировании вокзала, станции и подъездов к ним в Катовице, где в связи с недостаточной шириной подходящих к площади улиц трамвайная линия была проложена вдоль железнодорожного полотна, поднята на уровень путей и подведена к вокзалу со стороны станции. Для развязки пассажиропотоков и связи платформ станции, трамвайных путей и площади предусматривался специальный тоннель.

Основные особенности развития и реконструкции вокзалов капиталистических стран определены трудностями их размещения — плотной застройкой околостанционных территорий и высокой стоимостью земельных участков. Реконструкция их идет по пути углубления вокзальных сооружений под землю или значительного наращивания этажности и превращения вокзалов в своеобразные высотные дома (Монреаль и др.). Железнодорожные пути, как правило, располагаются в разных уровнях и проходят под землей. Если посмотреть план вокзала Монреаля (рис. 80), то станут очевидными основные преимущества развития станций по таким схемам. В этом случае обеспечивается хорошая связь пассажиров с посадочными платформами, осуществляемая с помощью эскалаторов, удобные входы и выходы со стороны улиц города и близость пути к остановкам, без пересечения враждебных потоков пассажиров и транспорта. Очень удобна транспортировка багажа, почты, посылок.

Несмотря на конкуренцию между отдельными видами транспорта и отсутствие планового развития отдельных устройств, в большинстве крупнейших современных вокзалов наблюдается тенденция к комплексности развития и взаимосвязи различных видов транспорта (Термини, Харлоц, Мюнхен, Льеж, Потсдам и др.).

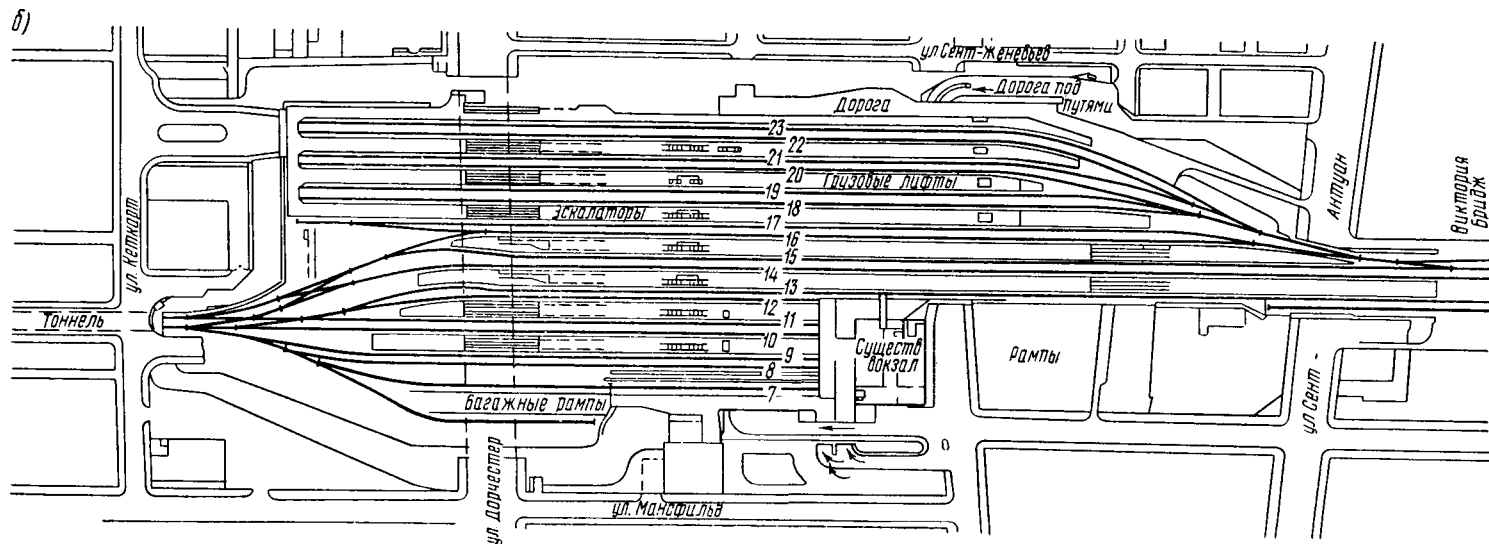
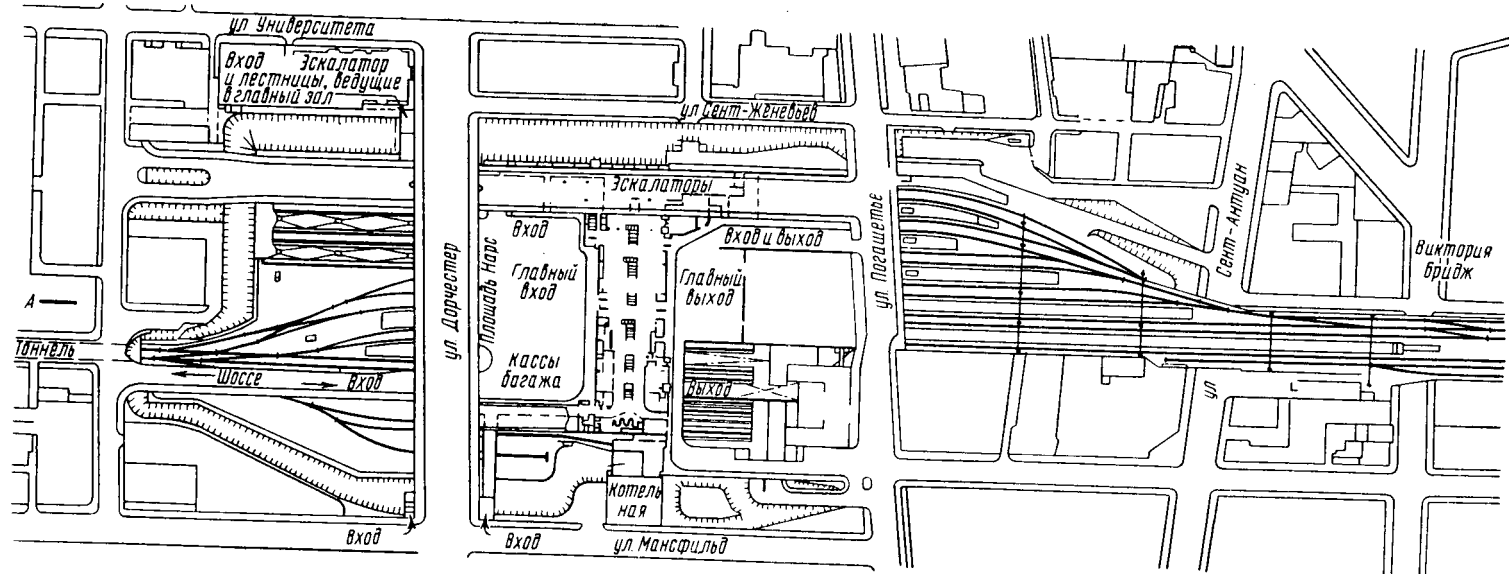


Рис. 80. План вокзала Монреаль:
 а — в уровне главного зала; б — в уровне платформы

а)



В последнее время в проектах реконструкций привокзальных площадей все чаще неорганизованное движение транспорта заменяется целевым зонированием привокзальной площади. Потоки прибытия и отправления пассажиров четко разделены. Для поточного движения автобусов (дальних и местных) предусматриваются гладкие платформы прибытия с расчетным числом остановок и пилообразные платформы отправления. Такие схемы дают возможность организовать четкое движение транспорта, гарантируют минимальную длину пути для пешеходов и исключают враждебные пересечения. Подобные принципы заложены в типовые проекты привокзальных площадей объединенных вокзалов в Чехословакии.

Создание объединенных вокзалов очень характерно для многих зарубежных городов, как правило с незначительным числом жителей (Акрон — США, Шатору, Маконе — Франция, Брашове — Румыния, Катовице — Польша и др.).

На отдельных вокзалах большое внимание уделено размещению комплекса устройств магистрального и городского транспорта. Так, в центральном транспортном узле Роттердама (Голландия) подъезды к вокзалу и вынесенные на отдельную площадку автостоянки и автовокзал занимают площадь, равную площади перрона с восемью путями и платформами. Городское движение осуществляется по кольцу, а основной вид транспорта (трамвай) приближен к вокзалу, исключая задержки отправления из-за посадки и высадки пассажиров. На площади предусмотрено тоннельное разделение транзитных и конечных транспортных потоков. Остановки автобусов и троллейбусов вынесены в центральную часть площади.

На многих зарубежных привокзальных площадях автобусные остановки сооружены с пилообразными кромками, предусмотрены дополнительные островные платформы (рис. 81) и специальные «бухты» для стоянки легковых автомобилей в стороне от основного проезда (рис. 82).

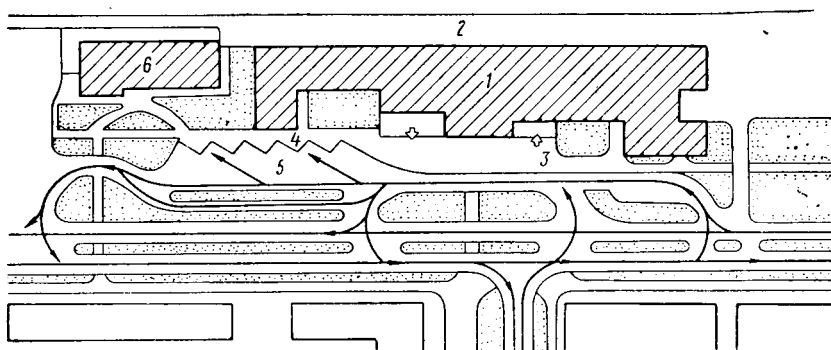


Рис. 81. Железнодорожно-автобусный вокзал в Чехословакии:

1 — здание объединенного вокзала; 2 — железнодорожный перрон; 3 — платформа прибытия автобусов и автобусных поездов; 4 — платформа отправления одиночных автобусов; 5 — платформа отправления автобусных поездов; 6 — здание почты

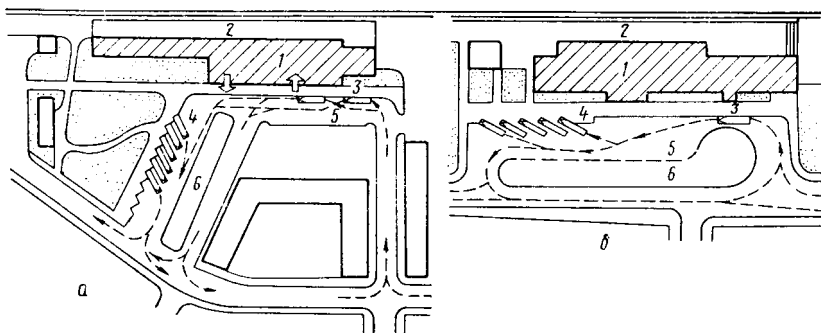


Рис. 82. Железнодорожно-автобусные вокзалы в Чехословакии:

a — наклонный; *б* — параллельный; 1 — здание объединенного вокзала; 2 — железнодорожный перрон; 3 — автобусная платформа прибытия; 4 — автобусная платформа отправления; 5 — стоянка легковых автомобилей; 6 — островок безопасности

Отдельные зарубежные специалисты считают целесообразным переносить стоянки легковых машин с привокзальной площади или, если стоянки находятся на площади, полностью изолировать от массового транспорта.

На многих привокзальных площадях прибытие и отправление городского транспорта полностью разделено, это обеспечивает большие удобства для пассажиров. В комплексе с тоннельными развязками, пропускающими пассажиров без пересечения пути движения транспорта ко всем местам посадки, такие решения достаточно повышают пропускную способность и гарантируют безопасность.

РАЗМЕЩЕНИЕ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ В ГОРОДАХ

1. РОСТ ГОРОДОВ И ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ

Развитие промышленности и сооружение новых предприятий, расширение транспортных узлов, железнодорожных, автомобильных и других магистралей вызывает резкий рост городов.

С ростом городов, созданием городов-спутников и больших пригородных районов увеличиваются радиусы расселения людей возле крупных и крупнейших городов, поэтому необходимо заранее предусматривать решение транспортной проблемы в городе.

Для городов характерны две основные формы расселения: централизованная (отдельный город) и групповая. Централизованное расселение характерно лишь для малых (до 20 тыс. жителей) и средних городов (до 100 тыс. жителей). При групповом расселении выделяются три типичные формы: два города или город и пригородный поселок; линейная группа городов; скопление городов и поселков.

В крупных и крупнейших городах доля трудовых поездок составляет 30—50% всех пригородных поездок, а в Московском узле около 55—65%. Только за последние годы во многих городах страны (Минск, Киев, Харьков, Свердловск, Новосибирск) доля трудовых поездок в пригородном сообщении возросла на 10—22%.

Изучение пригородных пассажиропотоков на участке Москва — Дмитров показало, что 75% пригородных пассажиров совершают поездки на работу, 10 — в учебные заведения и только 15% — по бытовым и культурным нуждам. В частности, с 7 до 9 ч утра 84,7% и 14,2% соответственно составляют поездки на работу и учебу и только 1,1% — по бытовым нуждам. В целом на долю утреннего времени суток (с 7 до 9 ч) приходится 46,7% суточного числа пассажиров, прибывающих на вокзал. Примерно такое же распределение пригородных пассажиров в Волгограде (50%), Киеве (47,4%), Минске (49,1%), Таллине (54,2%), Харькове и др., которые позволяют уточнять расчетные размеры пригородных перевозок в часы «пик» и решать вопрос о необходимой пропускной способности всего пассажирского транспортного узла в городе.

Анализ работы пассажирских станций сети показал, что увеличение пассажиропотоков связано прежде всего с ростом городов, в которых пригородные потоки достигают 80—92% общих размеров пассажиропотоков. Следовательно, пригородные потоки

во многих случаях определяют пропускную способность и схемы решений пассажирских станций в крупных городах. Это обстоятельство очень важно для развития крупных станций, так как из более чем 6600 станций, обслуживающих пригородное движение, около 300 отправляют 60 %, а остальные — 40 % пригородных пассажиров от общего числа их по сети.

В городах, где население свыше 600—800 тыс. человек и более, промышленные и селитебные районы расположены от вокзала на значительное расстояние. На передвижение затрачивается много времени, величина которого часто превышает затраты на поездку в город по железной дороге. Так, затрата времени на поездку в городе на расстояние 4 км равнозначна проезду из пригорода на расстояние 20 км.

Для нормального режима труда необходимо, чтобы затраты времени на передвижение трудящихся от жилья к месту работы составляли 30—35 мин, так как увеличение этого времени до 60 мин и более значительно снижает производительность труда. Если принять вокзал за один из центров района селитебной части города, то для него за последнее время происходит искусственное увеличение радиуса расселения, так как расстояние от вокзала до промышленных и селитебных районов все время растет (табл. 5). Во многих городах затраты времени на поездки по городу от вокзала к месту работы или жительства составляют 30—50 мин, а расстояние — свыше 10 км, в то время как по условиям экономики пассажирского транспорта это расстояние должно быть не свыше 7—9 км, а по условиям затраты времени на передвижение 6—9 км. Такое общее расстояние поездки характерно лишь для лиц, проживающих в городе или прибывающих в него с дальними

Таблица 5

Города	Расстояние от вокзала до условных центров районов города в км (среднее)			
	1940 г.	1950 г.	1960 г.	ориентировочно в 1975 г.
I_k	$\frac{1,5}{1,9}$	$\frac{1,9}{3,8}$	$\frac{3,6}{4,9}$	$\frac{4,5}{5,7}$
A_u	$\frac{2,0}{4,8}$	$\frac{3,4}{10,2}$	$\frac{5,8}{14,0}$	$\frac{6,0}{14,6}$
A_c	$\frac{1,0}{4,0}$	$\frac{1,8}{7,0}$	$\frac{2,1}{11,0}$	$\frac{2,6}{15,0}$
A_p	$\frac{1,8}{4,2}$	$\frac{2,4}{8,4}$	$\frac{4,5}{9,8}$	$\frac{6,0}{13,0}$

Примечание. Числитель дроби — расстояние от вокзала до селитебного района, знаменатель — до промышленного.

и местными поездами, а пригородным пассажирам необходимо преодолевать дополнительное расстояние до нужной зоны.

Тенденция к увеличению затраты времени на передвижение возникла, главным образом, в связи с тем, что при решении вопросов планировки городов перспективные планы их развития часто не увязываются с развитием устройств железнодорожного транспорта. Отсутствие комплексного развития железнодорожной станции, привокзальных площадей и улиц, обслуживающих городские виды транспорта, привело к усложнению транспортных связей. Учитывая дальнейший рост городов и увеличение промышленности, транспортная проблема может оказаться на определенном этапе одной из самых сложных и трудноразрешимых проблем в городе, так как уже происходит постепенная потеря пропускных способностей площадей и улиц и значительное несоответствие их с пропускной способностью пассажирских станций.

В то же время общий объем пассажирских перевозок в СССР ежегодно растет. Конечно, значительная доля пассажиров может перевозиться автомобильным транспортом, но это, как правило, будут внутригородские перевозки. Применение автомобильного транспорта (автобус) для перевозок пригородных пассажиров в крупных городах будет очень ограничено, так как использование автобусов выгодно при среднесуточной густоте 1000 пассажиров только при длине участка 50—80 км, при густоте 3000 пассажиров в сутки — 20—45 км, а при густоте 5000 пассажиров — до 15—30 км. Следовательно, при среднесуточной густоте 5000 пассажиров и более железнодорожный транспорт наиболее эффективен на всех участках длиной более 25 км. Учитывая, что в крупных городах среднесуточная густота пригородных перевозок значительно выше 5000 пассажиров, использование автобусов для их перевозки нерационально. Поэтому в крупных и крупнейших городах основное внимание должно уделяться развитию железнодорожных линий, пассажирских станций и остановочных пунктов.

2. УСЛОВИЯ ПЕРЕВОЗКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПАССАЖИРОВ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ

Все пассажиры, прибывающие на вокзал, разделяются на две категории, отличающиеся различными требованиями их к городскому транспорту: дальние и пригородные.

Для дальних пассажиров, как правило, несколько увеличенное время поездки к месту жительства (работы) не играет существенной роли. Такой пассажир меньше заинтересован в скоростном городском массовом транспорте, а гораздо больше в его достаточном количестве. Затраты лишних 15—20 мин времени на поездку для дальнего пассажира не обременительны.

Пригородный пассажир всегда выбирает более скоростной транспорт, так как для него имеют значения даже сбереженные

3—5 мин. Это обстоятельство является решающим при установлении вида транспорта, перевозящего пригородные пассажиропотоки от вокзала к городу. Именно поэтому при выборе транспорта, связывающего вокзал с районами города, необходимо ориентироваться, прежде всего, на пригородного пассажира.

Затраты времени на поездку пассажира, прибывшего в город, от вокзала до места жительства (для дальних и местных) или места работы (для пригородных) складываются из времени прохода от прибывшего поезда до остановки городского транспорта; ожидания транспорта на привокзальной площади и проезда в городском транспорте.

Не касаясь первых двух элементов, расчет которых будет дан в главе VII, рассмотрим характерные условия поездки пассажиров в городе различными видами транспорта.

Время, затрачиваемое пассажиром на поездку в городском транспорте до места работы (жилья), можно определить по формуле

$$t_{\text{п}} = \frac{L_{\text{ср}}}{v_{\text{x}}} + \left(\frac{L_{\text{ср}}}{l_0} - 1 \right) t_{\text{ост}}, \quad (6)$$

где $L_{\text{ср}}$ — расстояние от вокзала до конечной остановки маршрута в условном центре промышленного (селитебного) района;

l_0 — среднее расстояние между остановками;

$t_{\text{ост}}$ — время на посадку и высадку пассажиров в пути следования (время остановки);

v_{x} — средняя скорость движения городского транспорта по городу.

Сокращение времени поездки при использовании одного вида транспорта может достигаться уменьшением $L_{\text{ср}}$ и $t_{\text{ост}}$ или увеличением v_{x} и l_0 . Увеличение v_{x} при сохранении существующего вида транспорта возможно на сравнительно малозагруженных улицах, а также при больших расстояниях между остановками.

Значительное влияние на время поездки оказывает время, затрачиваемое на посадку и высадку пассажиров на промежуточных остановках.

Так, если $L_{\text{ср}}=7-8$ км, то затрата времени на поездку автобусом при $t_{\text{ост}}=1$ мин составит 43 мин ($v_{\text{x}}=18$ км/ч $l_0=500$ м), а при сокращении $t_{\text{ост}}$ до 0,5 мин — 26 мин. Однако сокращать $t_{\text{ост}}$ возможно лишь при условии следования транспорта не перегруженным и строго по установленному расписанию. Как показали опытные поездки (Свердловск, Минск, Новосибирск и др.) при переполненном транспорте в часы «пик» время на посадку и высадку пассажиров возрастает в 1,5—2,3 раза. Отсюда вытекает одно из основных требований, обеспечивающих снижение времени поездки: все отправляющиеся с привокзальной площади пассажиры должны обеспечиваться местами для сидения.

Время поездки можно сократить, увеличивая расстояние между остановками l_0 . При установлении расчетного времени стремятся обеспечить такую схему размещения остановок, при которой сумма

времени, затрачивается пассажиром на поездку и на подход к остановке, была бы минимальной. Наивыгоднейшими для пассажиров являются величины l_0 от 300 до 550 м в зависимости от величины $L_{\text{ср}}$.

В условиях крупных городов значения l_0 практически имеют большие отклонения, определяемые районом прохождения маршрута транспорта. Так, в центре города с большой концентрацией пассажиров l_0 сокращается; на окраинах городов, в зоне нового строительства, размещения промышленных районов, не имеющих возле крупных селитебных массивов, l_0 растет, достигая 600—800 и даже 900—1000 м. Таким образом, сокращение общего времени на поездку за счет увеличения l_0 практически трудно осуществить. Увеличение l_0 возможно лишь при условии, когда не затрагиваются интересы городских пассажиров. В противном случае резко возрастает время на проход пассажиров до остановочных пунктов. Кроме того, загруженность городского транспорта, отходящего от вокзала в сторону промышленных или селитебных районов в интенсивные периоды настолько велика, что на большей части его пути следования (до зоны рассредоточения) им часто не могут пользоваться пассажиры, живущие в зоне тяготения к данной транспортной магистрали. В результате возникают трудноподдающиеся подсчету дополнительные затраты времени на поездку к месту работы значительной группы людей, живущих в самом городе.

Величина $L_{\text{ср}}$ для городов, промышленные районы которых расположены в незначительном удалении от вокзала, сравнительно небольшая (2,5—6 км). Это характерно для концентрированных городов и городов, вытянутых в длину, при расположении промышленности вблизи железнодорожной станции. Для городов, вытянутых в длину с уступами, а также для концентрированных городов с размещением вокзала и промышленного района в диаметрально удаленных сторонах значение $L_{\text{ср}}$ значительно больше и достигает 7—8 и даже 10—15 км.

Рассмотрим условия перевозки пассажиров в городах A_c и A_p (схематический план города A_p показан на рис. 83), расстояния от вокзалов до центров промышленных и селитебных районов которых приведены в табл. 6.

Таблица 6

Город	Вид транспорта	Расстояние от вокзала до центров района в км				
		I	II	III	IV	V
A_p	Автобус	3,5	—	5	12	—
	Трамвай	3,5	3,5	4	12	—
	Троллейбус	3,5	3,5	5	10	—
A_c	Автобус	2,1	8	15	13,4	8,1
	Трамвай	3,3	—	—	14,5	9,6
	Троллейбус	2,1	8	15	13,4	—



Рис. 83. Упрощенный план города A_p

Расчеты показывают, что даже при значительном увеличении скорости движения принятого вида транспорта (до 25—28 км/ч) и l_0 (до 600—800 м), время поездки на 10—15 км будет не менее 60—65 мин. Следовательно, наиболее эффективной мерой снижения затрат времени на поездку является сокращение величины L_{cp} . Так, при обслуживании линии автобусом, со скоростью движения 18 км/ч, $l_0=500$ м, $t_{ост}=1$ мин, сокращение L_{cp} с 15 до 10 км снижает затраты времени на поездку на 36 мин, а до 6 км на 58 мин.

Уменьшение расчетного расстояния (или средневзвешенного расчетного расстояния) от вокзала до условных центров промышленных и селитебных районов может быть получено, как правило, только за счет более рационального или дополнительного размещения входных пунктов внешнего транспорта (пассажирская станция, остановочные пункты). В тех городах, где невозможно или нецелесообразно сокращение L_{cp} , снижение затрат времени на поездку может быть получено за счет увеличения v_x , снижения $t_{ост}$ (расширение улиц) и увеличения l_0 (специализация маршрутов на обычные и скоростные). Эффективен во многих случаях пропуск безостановочных маршрутов автобусов, связывающих вокзал с центрами районов, когда общее время поездки значительно сокращается ($t_n = \frac{L_{cp}}{v_x}$). Однако это решение возможно только при определенных условиях (большой постоянный прямой поток пассажиров между вокзалом и центрами районов, наличие резервов пропускной способности городских магистралей и транспортных узлов, достаточное число остановок транспорта на вокзале, возможность использования автобусного парка в обычные часы суток на других маршрутах и т. д.).

При сложившихся в городах схемах расположения пассажирских станций и постоянно увеличивающихся (с ростом городов) расстояний от вокзала до центров районов (табл. 6) другие рекомендации сокращения затрат времени на поездку при сохранении принятых видов транспорта мало эффективны.

Значительное сокращение времени поездки пассажира может быть получено за счет перехода на новый, более скоростной вид городского транспорта (метрополитен, городская железная дорога, диаметр и т. д.). Если принять для различных видов транспорта скорости, рекомендованные Институтом комплексных проблем при Госплане СССР — ИКТП (табл. 7) и с помощью зависимости $t_{пр} = f(L_{cp})$ проанализировать возможные варианты решений, то переход, например с автобусного сообщения на автобус-экспресс при $L_{cp}=10$ км, даст возможность снизить затраты времени на поездку с 55 до 25 мин, а на метрополитен или внутригородскую железную дорогу с 55 до 18 мин. Качество обслуживания в данном случае значительно улучшается.

Следовательно, наиболее целесообразны два пути значительного сокращения времени перевозки железнодорожных пассажиров: уменьшение расстояния между вокзалом и районами города

Таблица 7

Вид общественного транспорта	Провозная способность одной линии или маршрута в тыс. чел. в час	Скорость сообщения в км/ч			
		в городе	вне города при длине перегона в км		
			1	2	3
Автобус	3—4	18—20	20—25	25—30	25—30
Автобус-экспресс	1—5	25—30	25—30	30—40	50—60
Троллейбус	4—6	15—18	18—20	30—40	50—60
Сочлененный троллейбус	10	15—18	18—20	30—40	50—60
Трамвай	10—12	15—18	18	25	25
Скоростной трамвай	12—18	20—30	30	35	40
Метрополитен и наземные железные дороги	40—50	35—45	35	50	60
Монорельсовая дорога	15—30	40—50	40—50	60—100	100—120

(рациональное размещение пассажирских станций) и смена транспорта — переход на более скоростной и комфортабельный вид.

Условия перевозки железнодорожных пассажиров в крупных городах зависят от планировочной схемы города, размещения в нем магистральных транспортных линий и пассажирских станций и от схемы размещения на территории города селитьбы и промышленных зон.

Особенно трудно решить транспортную проблему при совпадении селитебного массива с вокзалом, когда происходит сильная концентрация пассажирских потоков. Весь пригородный поток (в основном трудовые поездки) в таких городах пользуется для езды к месту работы (от вокзала) только городским транспортом. При параллельном расположении районов концентрации пассажиров меньше. Пригородный поток соединяется в районе вокзала лишь с незначительной частью городского потока, следующего к месту работы в район промышленных предприятий. Пригородные пассажиры, так же как и в первом случае, следуют от вокзала к месту работы только городским транспортом.

При двустороннем размещении промышленных предприятий, а также при наличии нескольких промышленных районов вокруг города концентрация пассажиропотоков еще меньше. Отличительная особенность этих случаев — сравнительно легкая возможность использования внешнего транспорта для доставки пригородных (и даже часто городских) пассажиров прямо в определенные промышленные районы, минуя городской транспорт. При расположении зон промышленности и селитьбы чересполосицей и при внутригородском расположении промышленных районов достигаются определенные выгоды: затрачивается меньше времени на проезд к месту работы, сокращаются пробеги городского транспорта и др. Если по городу проходит железнодорожная линия, пересекающая

его на две части, то возникают значительные трудности; районы города разделены на части, необходимо сооружение дорогостоящих развязок, затруднено дальнейшее развитие промышленных районов.

Поездка пассажира к месту работы относится к обязательной категории поездок, которые невозможно отложить или отменить совсем, и практически стабильна по величине затрачиваемого времени. Сокращение времени поездки — возможная реальность, выполнение которой упирается в разрешение двух основных задач: улучшение и ускорение транспортного обслуживания (вплоть до смены вида транспорта) и сокращение удаленности места жительства от места работы.

Основное влияние на увеличение времени поездки оказывает почти во всех развитых странах интенсивная концентрация индустрии в крупных городах, располагаемая все дальше и дальше от основных центров массового местожительства.

Затраты времени на поездки во всех странах очень велики. Так, по данным Миклоша Санто¹ в Венгрии лишь 18% трудящихся расходуют для поездки на работу менее 30 мин, 34,6% — тратят на поездку 30 мин (в один конец), 30% — 30 мин — 1 ч, 15,2% — 1—2 ч, а 2,2% — более 2 ч. Такое положение характерно и для крупных городов Советского Союза.

Проблема сокращения затрат времени на поездку очень серьезная и трудно решаемая, зависит от целого ряда объективных и субъективных факторов и влечет за собой не менее сложную проблему, связанную с отысканием путей увеличения объема свободного времени трудящихся. К числу факторов, которые в какой-то степени оказывают влияние на общее решение вопроса, относятся социологические, градостроительные, архитектурно-планировочные и транспортные. Помимо этого, решение задачи рационального развития транспортных связей в крупных городах затрагивает проблему размещения производительных сил в этих городах, в значительной степени влияющих на их структуру и планировочные схемы. Следовательно, очень важным является комплексность в решении совокупности данных вопросов и особенно комплексность при перспективном прогнозировании, позволяющая создать хорошие, удобные и качественно удовлетворяющие население транспортные связи между основными стыковыми пунктами массового пассажирского транспорта, обслуживающего пригородных и городских пассажиров.

3. СТОИМОСТЬ ПАССАЖИРО-ЧАСА

При выборе мест размещения пассажирских станций и остановочных пунктов в крупных городах затраты времени пассажиров на поездки не учитываются при сравнении вариантов, поэтому

¹ Миклош Санто. Некоторые предварительные итоги изучения свободного времени. Журнал «Проблемы мира и социализма», 1965, № 6, с. 8—10.

часто оптимальные варианты размещения станций заменяются другими, менее удачными решениями.

Стоимость пассажиро-часа в дальнем и местном сообщении составляет 0,1—0,15 руб. В пригородном сообщении обычно определяется ускорение от доставки пассажиров в пассажиро-часах.

В пригородных потоках, следующих в различные районы города, значительную долю пассажиров составляют работники производственной сферы. Выборочные наблюдения в городах: Гомеле, Минске, Киеве и статистические данные о рабочих, занятых на производстве в городе и проживающих в пригородных районах, позволили установить, что на ряде предприятий процент рабочих, живущих за городом, составляет от 15 до 35%, а в отдельных случаях еще более.

Пригородные потоки в крупных и крупнейших городах составляют десятки и даже сотни тысяч пассажиров ежедневно. Если допустить, что в процентном отношении пассажиропоток пригородных пассажиров, занятых в производственной сфере в условиях города с населением свыше 600 тыс. жителей сравнительно невелик, предположим 30%, то его абсолютная величина составит 30—50 тыс. человек в день. Значит, если затраты на передвижение (время поездки) непосредственно влияют на производительность труда рабочего, необходимо оценивать в деньгах пассажиро-час в пригородном сообщении. Учет этих затрат позволит правильнее размещать пассажирские станции в городах, выбирать оптимальные режимы обслуживания пассажиров, создавать рациональные схемы взаимного размещения внешних и внутренних пассажирских транспортных устройств.

Для установления влияния затрат времени на поездку к месту работы на производительность труда и разработки методики определения стоимости пассажиро-часа, которой можно пользоваться при решении транспортных проблем в городах и комплексном размещении внешнего и внутреннего транспорта, был проведен анализ работы ряда промышленных предприятий Белоруссии, на которых заняты лица, живущие на различном расстоянии от места работы. Обследования проводились на тех предприятиях, где имеется значительное число рабочих со сдельной оплатой труда.

Потери производительности труда в зависимости от времени поездки рабочего к месту работы оценивались через косвенный показатель — заработную плату, так как между ними существует зависимость вида $Z = f(\Pi)$. При этом для исключения ошибок элементов случайностей и т. д. заработная плата за день рассчитывалась в среднем за шесть — двенадцать месяцев работы каждого рабочего на предприятии. Заработная плата за час работы определялась делением средней (расчетной) месячной заработной платы на среднее число выполненных рабочих часов (за месяц). Те рабочие, у которых выработка была меньше установленной (болезнь и т. д.), из расчета исключались.

Чтобы избежать постороннего влияния на исследуемые величины, для обследования были отобраны группы рабочих (отдельно

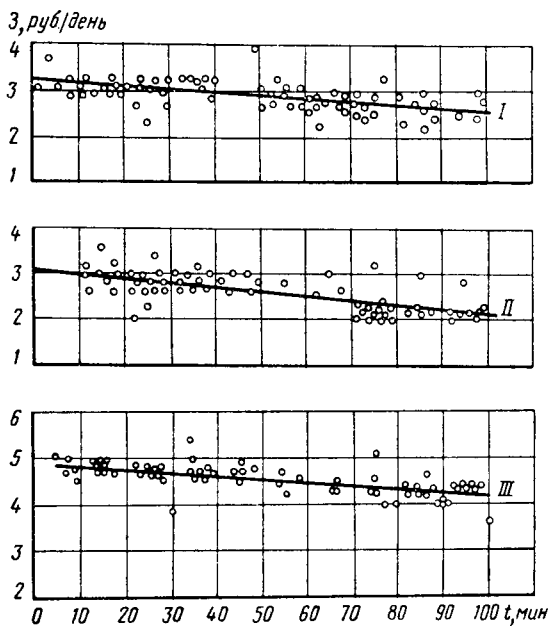


Рис. 84. Кривые зависимости потерь заработной платы рабочих от продолжительности поездки на работу:

I, II — на заводе им. Кирова; III — на заводе „Гидроаппаратура“

таны эмпирические линии регрессии и построены теоретические кривые, характеризующие зависимость между затратами на поездку t и заработной платой рабочего Z (рис. 84).

Как правило, точки корреляционного поля кучно группируются вокруг линии регрессии, что характерно также и для непрямолинейного характера линий (коэффициенты регрессии 0,81—0,95). С большой четкостью обнаруживается характерный факт: для различных предприятий и специальностей рабочих и их индивидуальных условий и особенностей труда вырисовываются общие закономерности.

Полученные в результате исследований теоретические кривые представляют многочлены первой (прямая линия) и второй степени (парабола).

Так как абсолютное большинство зависимостей $Z=f(t)$ представляют уравнения прямых линий (например $Z=3,29-0,0072t$) или близких к ним кривых второго порядка (например $Z=3,030315-0,004738t-0,000045t^2$), можно высказать предположение о равномерном уменьшении заработной платы при увеличении времени поездки пригородного пассажира. Это предположение позволяет значительно проще установить потери в заработной плате, возникающие в результате роста затрат времени на поездку

по специальностям и рядам) в возрасте от 25 до 40 лет, имеющих законченное среднее или семилетнее образование, не занятых в вечернее (нерабочее) время учебой в школах, техникумах или высших учебных заведениях. За редким исключением (1—3%) у всех рабочих семьи и дети.

Для исследования на всех предприятиях был взят один год, чтобы получить данные, не искаженные определенным влиянием ряда факторов, связанных с условиями труда, быта и т. д. в различные периоды времени.

Проведенные наблюдения дали возможность получить для каждой взятой специальности точки на корреляционном поле, по которым были расчи-

к месту работы с нарастанием абсолютных значений затрат времени через 10 мин.

Устанавливая для каждой специальности каждого предприятия средние заработные платы в день и зная потери, приходящиеся на каждые 10 мин затрат времени на передвижение, можно рассчитать потери заработной платы в процентах, приходящиеся на расчетный отрезок времени (10 мин), затраченного на передвижение к месту работы. Эти потери колеблются от 1,0 до 10,64 % средней зарплаты на единицу расчетного времени (10 мин) и в среднем составляют 3,96 %. Следовательно, при затрате времени на поездку в 60 мин каждый рабочий теряет около 24 % средней заработной платы.

Если сравнить заработную плату рабочего, живущего вблизи предприятия, и в пригороде, с затратой времени на поездку свыше 60 мин, то колебания в зарплате составляют в ряде случаев свыше 1,5—2,0 руб. в день. Общее влияние на заработную плату в целом по предприятию зависит от числа работников, затрачивающих на поездку значительное количество времени.

Исходя из этого можно рассчитать общие потери заработной платы в сутки на 100 расчетных рабочих, потери на одного рабочего, а также потери за час рабочего времени. Так, для соотношений 25 : 75 (25 человек тратят меньше 60 мин времени на поездку, 75 — больше 60 мин); 50 : 50, 75 : 25 стоимости пассажиро-часа составляют от 0,05 до 0,30 руб. (табл. 8).

При сравнении вариантов выбора схемы размещения пассажирских станций и внутригородских транспортных связей затраченные пассажиро-часы необходимо учитывать в денежной оценке.

Приведенные зависимости и конкретные цифры, характеризующие выявленные закономерности и показывающие влияние ряда условий на величину З, не могут заменить всестороннего анализа условий конкретного города, имеющего свои особенности (соотношение пригородных пассажиров, занятых на работе в разных сферах, соотношение рабочих на предприятиях, живущих за городом и в самом городе и т. д.) и поэтому стоимость пассажиро-часа для конкретного проектирования должна рассчитываться особо.

Так как полученные зависимости линейные, для практического использования задачи их можно упростить. В расчете на одного

Таблица 8

Количество пригородных пассажиров в %, занятых в производственной сфере	Стоимость пассажиро-часа в руб. пригородного пассажира при соотношении			Количество пригородных пассажиров в %, занятых в производственной сфере	Стоимость пассажиро-часа в руб. пригородного пассажира при соотношении		
	25 : 75	50 : 50	75 : 25		25 : 75	50 : 50	75 : 25
50	0,15	0,10	0,05	80	0,24	0,16	0,08
60	0,18	0,12	0,06	90	0,27	0,18	0,09
70	0,21	0,14	0,07	100	0,30	0,20	0,10

пассажира не имеет значения, затрачивают ли все пассажиры на поездку 1 ч или половина из них живет вблизи предприятия, а другая — на расстоянии 2 ч езды. Следовательно, установив падение среднего дневного заработка рабочего, тратящего 1 ч времени на поездку по сравнению с живущими вблизи предприятий или по сравнению с тратящими 2 ч на поездку, учтя потери в прибыли и разделив полученную величину на $1+k$, получим стоимость пригородного пассажиро-часа в пересчете на всех пригородных пассажиров. Таким образом, для расчета стоимости пригородного пассажиро-часа можно рекомендовать следующую формулу:

$$c_{пч} = \frac{2 \sum_1^n Z_n}{n(1+k)}, \quad (7)$$

где $\sum Z_n$ — общие потери в заработной плате за 1 ч работы в руб.;

n — число рабочих, теряющих в зарплате;

k — доля в пригородном потоке лиц, незанятых в производственной сфере (в условиях крупного города k колеблется от 0,2 до 0,5);

2 — коэффициент, учитывающий потери в прибыли.

4. УСЛОВИЯ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ И ПРИВОКЗАЛЬНЫХ ПЛОЩАДЕЙ

Пропускная способность пассажирской станции $N_{ст}$ (в пассажирах) должна быть меньше или равна пропускной способности привокзальной площади $N_{пр. пл.}$, а пропускная способность последней — меньше или равна пропускной способности прилегающих улиц $N_{ул.}$.

В общем виде оба условия могут быть записаны следующей зависимостью:

$$N_{ст} \leq N_{пр. пл.} \leq N_{ул.} \quad (8)$$

Для вновь строящихся городов $N_{ст}$ может задаваться с учетом перспективы развития и одновременного возможного (без сносов) расширения зоны площади и прилегающих улиц по расчетной пропускной способности $N_{рас.}$. Никаких дополнительных затрат в этом случае не требуется, и пассажирская станция может развиваться до нужных размеров, удовлетворяющих потребности города.

В существующих городах взаимосвязь $N_{ст}$, $N_{пр. пл.}$ и $N_{ул.}$ несколько сложнее. Построенные зависимости (рис. 85) показывают явную несогласованность развития устройств железной дороги и городского транспорта и позволяют отметить следующее:

в городах с населением менее 750 тыс. человек лимитирующим элементом является пассажирская станция. Привокзальная площадь и прилегающие улицы имеют определенный резерв пропускной способности;

в городах с населением свыше 750—900 тыс. человек лимитирующим элементом становится привокзальная площадь и улицы. Этим объясняется особая трудность решения транспортной проблемы для таких городов.

Увеличение пропускной способности пассажирских станций достигается путем постепенного их развития за счет использования путей грузового движения, выноса сортировочных устройств в новые районы, переноса грузовых устройств и т. д.

При определении взаимодействия станций, площадей и улиц для освоения заданного количества пассажиров необходимо иметь в виду три случая:

потребная пропускная способность станции $N_{ст}^н$ меньше наличной $N_{ст}^н$. Пропускная способность привокзальной площади и улиц соответствует наличной пропускной способности станции. Такое условие характерно для многих городов с населением 200—400 тыс. человек. Развитие и дальнейшее расширение станции и всего вокзального комплекса в этом случае нецелесообразно. При бурном росте города и наличии резерва на площади и улицах можно расширять станцию до размеров, обеспечивающих соблюдение условия $N_{ст}^н \leq N_{пр. пл} \leq N_{ул}$;

потребная пропускная способность станции равна наличной. Пропускная способность площади и улиц может быть равной пропускной способности станции или меньше ее. В первом случае обеспечиваются нормальные условия для вывоза пассажиров (без дополнительных ожиданий), во втором — требуется реконструкция площади и улиц. Расширение станции и увеличение ее пропускной способности целесообразно лишь для городов, имеющих возможности реконструкции привокзальной площади и улиц без больших капитальных затрат;

потребная пропускная способность станции больше наличной. Расширение станции и доведение ее пропускной способности до потребной целесообразно лишь при условии $N_{ст}^н \leq N_{пр. пл} \leq N_{ул}$.

Если данное условие не выполняется, следует решать вопрос о создании второй пассажирской станции в городе или иной мере

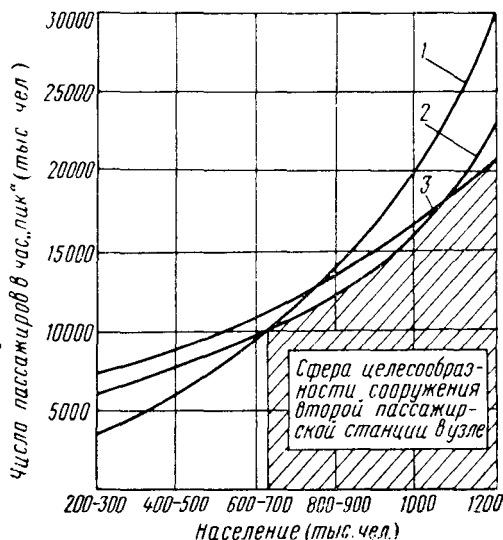


Рис. 85. Кривые зависимости пропускных способностей основных элементов пассажирского транспортного узла от численности населения обследованных городов:

1 — станция; 2 — площадь; 3 — улицы

усиления транспортных связей вокзала с его районами. Расширение станции и доведение ее пропускной способности до потребной при невозможности реконструкции площади и улиц приведет к непроизводительным затратам. Таким образом, для выбора мер усиления транспортных связей в крупных городах:

оптимальную пропускную способность городского транспорта устанавливают с учетом оптимальных расходов, связанных с перевозкой пассажиров (расходы на городской транспорт и затраты на его ожидание);

по установленной оптимальной пропускной способности проверяют пропускную способность привокзальной площади с учетом выполнения условия равенства имеющихся и потребных пропускных способностей;

устанавливают сферу возможного расширения или перепланировки площади без значительных капиталовложений в случаях ее недостаточной пропускной способности, учитывая возможное изменение технологии работы транспорта в этом районе;

по выбранной оптимальной пропускной способности определяют максимум прибытия поездов и устанавливают потребное число приемо-отправочных путей, платформ и других устройств;

определяют разницу $N_{\text{раз}}$ между необходимым количеством поездов $N_{\text{необх}}$, нужных для освоения заданного пассажиропотока в часы «пик», и допустимым по расчетной величине N_{max} :

$$N_{\text{раз}} = N_{\text{необх}} - N_{\text{max}}.$$

При наличии $N_{\text{раз}}$ рассматривают два принципиальных направления совершенствования работы узла пассажирского транспорта: улучшение или изменение технологических режимов работы и перепланировка привокзальной площади; реконструкция или изменение принципиальной схемы размещения вокзального комплекса (узла пассажирского транспорта) в плане города.

К числу реконструктивных мер следует отнести: расширение привокзальных площадей и улиц; создание новых транспортных линий (улиц), связывающих вокзал с районами города; создание специальных скоростных линий городского транспорта; сооружение второй привокзальной площади, расположенной по другую сторону пассажирской станции, с перенесением на нее определенных маршрутов городского транспорта; сооружение метрополитена, связывающего вокзал с промышленными и жилыми районами города или метрополитена с вылетными линиями в пригородные зоны; сооружение диаметра, глубокого ввода или городской железной дороги; строительство второй пассажирской станции или остановочных железнодорожных пунктов на территории города.

Каждая мера отвечает условиям и режимам работы определенного города и его транспорта. Единой, характерной для групп городов, рекомендации дать трудно, так как схемы развития городов и размещения в них промышленных и жилых зон отлича-

ются друг от друга. Потоки пассажиров, прибывающих в города, также различны по характеру и величине и хотя наблюдается определенная закономерность их роста в зависимости от населенности города, есть много индивидуальных факторов, оказывающих значительное влияние на выбор решения.

Наивыгоднейшее решение определяется на основе технико-экономических сравнений вариантов. При этом в случае создания второй пассажирской станции в городе необходимо устанавливать максимум путевого развития и других устройств первой станции с учетом обеспечения только расчетного числа поездов. При выборе варианта реконструкции площади и улиц путевое развитие и другие устройства пассажирской станции должны быть доведены до соответствия пропускным способностям всех основных, взаимно увязанных элементов (станции, вокзал, площадь, улицы).

5. ВЫБОР ВЗАИМНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ И УСТРОЙСТВ ГОРОДА

При постановке задачи о выборе системы взаимного размещения внешнего и внутреннего транспорта в городе (пассажирская станция и привокзальная площадь), обеспечивающей оптимальные условия обслуживания пассажиров (минимум времени на поездку и качество), должны задаваться такие исходные данные:

число возможных стыков внешнего и внутреннего транспорта в городе (число пассажирских станций и т. д.) и количество пассажиров, тяготеющих к каждому из них;

число промышленных (селитебных) районов и количество пассажиров в каждом районе города;

размеры перевозок от каждого пункта (пассажирской станции, остановочного пункта) до промышленного и селитебного района города.

В качестве критерия оптимизации целесообразнее всего принять расходы, так как денежная оценка вариантов решений, позволяя более точно устанавливать экономическую выгодность намечаемого мероприятия, в то же время соответственно отражает и учитывает удобства обслуживания и быстроту передвижения пассажиров, т. е. качество обслуживания.

При расчете капитальных затрат и эксплуатационных расходов при выборе оптимального варианта следует учитывать все виды затрат и расходов времени пассажирами, оцененных в денежном выражении, считая все расходы на пробеги и проезды с того места на подходе к городу, откуда начинается различие в передвижении по времени.

При сравнении вариантов строительства или реконструкции осуществляемых в один срок (этап) расчетная формула для выбора оптимального решения может быть записана в таком виде:

$$K + A + \frac{\mathcal{E}}{E} \text{ или } EK + EA + \mathcal{E}, \quad (9)$$

где K — капиталовложения на сооружение всех видов устройств для обслуживания транспорта (дороги, путепроводы, пути, станции и т. д.) без накопленных амортизационных отчислений по неиспользуемым существующим сооружениям;

A — капиталовложения на приобретение дополнительного подвижного состава или уменьшение их при его излишке;

\mathcal{E} — эксплуатационные расходы расчетного года, на который определяется мощность устройств, принимаемых условно постоянными;

E — нормативный коэффициент эффективности 0,1—0,15.

Эксплуатационные расходы в этом случае будут складываться из следующих элементов:

машино-километры пробега городского и поезд-километры пробега железнодорожного транспорта, перевозящего пассажиров;

пассажиро-часы, затраченные на проезд в каждом из видов транспорта;

пассажиро-часы, затраченные на проходы пассажиров в местах пересадки на различные виды транспорта в районе их стыкования, а также на ожидание транспорта;

содержание устройств транспорта;

расходы, связанные с задержкой городского транспорта на привокзальных площадях;

расходы на обработку составов на технических станциях;

расходы на содержание площадей, улиц и путепроводов;

расходы на содержание штата и другие эксплуатационные расходы, различающиеся по вариантам.

При расчете вариантов, имеющих несколько этапов, приведенные эксплуатационные расходы по каждому из них определяются по формуле

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{np} = & \sum_{i=1}^{i=m} \left\{ \frac{1}{(1+E)^{t_{ni}}} \left[K_i + A_i + A'_i \sum_{t=1}^{t=t_{ni}-1} \frac{1}{(1+E)^t} + \right. \right. \\ & \left. \left. + \mathcal{E}_{ni+1} \sum_{t=1}^{t=t_{ni}} \frac{1}{(1+E)^t} + \mathcal{E}'_i \sum_{t=1}^{t=t_{ni}} \frac{t-1}{(1+E)^t} \right] \right\} + \frac{\mathcal{E}_{t_k}}{(1+E)^{t_{kE}}}, \quad (10) \end{aligned}$$

где $\frac{1}{(1+E)^t}$ — коэффициент отдаленности, учитывающий уменьшение затрат, совершаемых через t лет;

i — этапы развития (1 — первый этап, m — последний);

$\frac{1}{(1+E)^{t_{ni}}}$ — коэффициент отдаленности, учитывающий отдаление затрат от момента приведения до начала i -го этапа;

t_{ni} — период в годах от момента, к которому приводятся затраты, до начала данного i -го этапа;

K_i, A_i — см. формулу (9), только в данном случае это относится к i -му этапу, а величина A'_i , начиная со второго года i -го этапа, ежегодные капиталовложения на приобретение дополнительного подвижного состава в связи с ростом пассажирооборота;

$\mathcal{E}_{t_{ni}} + 1$ — эксплуатационные расходы первого года i -го этапа;
 \mathcal{E}'_i — ежегодный прирост эксплуатационных расходов в течение i -го этапа;

$\frac{\mathcal{E}_{t_k}}{(1+E)^{t_k}E}$ — приведенные расходы заключительного периода (период после окончания последнего рассматриваемого этапа);

\mathcal{E}_{t_k} — эксплуатационные расходы последнего года i -го этапа;

$\frac{1}{(1+E)^{t_k}}$ — коэффициент отдаленности, учитывающий отдаление затрат от момента приведения до окончания последнего m -го этапа, совершаемых через t_k лет.

Применение многоэтапных капитальных вложений в условиях транспорта не всегда рационально и оправдано, так как:

дорогие строительные работы и эксплуатационные затруднения, связанные с их выполнением на действующих транспортных объектах, часто не отражаются в технико-экономических расчетах;

многоэтапность в развитии или реконструкции узла пассажирского транспорта в крупном городе, перегруженного огромными массами обслуживаемого пассажиропотока, приводит к большому ухудшению качества обслуживания и, как показывают подсчеты, резко увеличивают эксплуатационные расходы на весь период строительства, что практически может значительно изменить объективную оценку выбранного решения.

Сравнимые варианты должны рассчитываться на такие режимы, которые обеспечивали бы высокое качество обслуживания. Следовательно, необходимо принимать в расчетах такую вместимость единицы городского транспорта, которая обеспечит всех пассажиров местами для сидения и исключит ненормальный режим поездки.

Рассмотрим общую методику производства расчетов на одном из наиболее часто встречающихся случаев определения выбора места расположения пассажирской станции в городе (сооружение новой или переноса существующей) или целесообразности сооружения второй станции (создания второго стыкового пункта), учитывая, что для других вариантов (остановочные пункты, вторые привокзальные площади и т. д.) решений принцип расчетов эксплуатационных расходов и капитальных затрат и, следовательно, общий принцип технико-экономических сравнений остается без

изменений и отличается лишь некоторыми частными особенностями и детализацией при определении расходов по отдельным вариантам.

При сооружении второй пассажирской станции в городе обе станции могут быть специализированы:

для всех видов поездов;

одна для дальних и пригородных, другая — для пригородных;

одна для дальних ряда направлений и пригородных, другая для дальних остальных направлений и пригородных.

Выбор специализации определяется местными условиями: размерами пассажиропотоков, числом подходов железнодорожных линий и направлений следования поездов, местом расположения технической станции, характером и размерами пассажиропотоков (дальних и пригородных).

Создание второй станции в узле и концентрация на ней всех видов пассажиропотоков (дальних, местных, пригородных) характерно для городов с большими дальними и местными потоками, вокзалы которых в летнее время имеют значительную загрузку. Выбор оптимального взаимного расположения двух пассажирских станций в городе определяет и возможное направление линии размещения остановочных пунктов, число которых, в случае необходимости, может определяться в зависимости от расстояния между станциями и числа расположенных вблизи линии районов (промышленных и селитебных) города. При размещении посадочных пассажирских платформ в черте города (остановочных пунктов) следует учитывать все виды суммарных пробегов транспорта и суммарных затрат, связанных с обслуживанием нескольких пунктов дополнительным городским транспортом. Такое решение характерно для городов с незначительными дальними и большими пригородными пассажиропотоками.

При подсчете выгодности создания второй пассажирской станции необходимо учитывать категории пассажиров, прибывающих в город за покупками, из загородных прогулок, туристских походов и т. д. Эти категории пассажиров менее значительны и большей частью непостоянны и возникают только в определенные дни недели (суббота и воскресенье) и сезоны года (лето, зима). Большинство таких пассажиров связаны в основном с селитебной частью города и поэтому следует учитывать эти особенности при решении вопроса, предусматривая для пассажиров максимальные удобства. В случае, если при переносе основной доли пригородного движения на новую станцию увеличатся пути их следования в городе, можно организовать пропуск части пригородных поездов в наиболее загруженные дни недели (суббота, воскресенье) до старой станции, тем более, что именно в эти дни обычные часы «пик» смещаются или пропадают совсем.

При создании второй пассажирской станции в городе (рис. 86) значительно изменяется характер и размеры внутригородских пассажиропотоков. В связи с минимальным расстоянием от новой станции до центров многих районов частично отпадут потоки, идущие

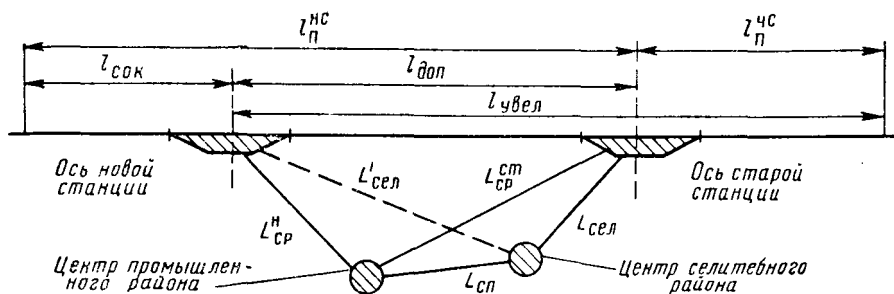


Рис. 86. Принципиальная схема расположения второй пассажирской станции в городе

щие к ним от старого вокзала. Полностью такие потоки не исчезнут, так как в крупных городах характерно наличие нескольких промышленных и селитебных районов (центров), вокруг каждого из которых сгруппированы несколько крупных предприятий (рис. 87). Очень часто при сооружении новой пассажирской станции часть промышленных районов по-прежнему испытывает тяготение к старой станции. Потоки между селитебными и промышленными районами при сооружении второй станции также сохраняются. Частично может изменяться лишь поток дальних и местных пассажиров, для определенной доли которых пользование новым вокзалом будет выгоднее.

Строительство второй пассажирской станции в городе должно обеспечивать сокращение: пробегов автобусов (троллейбусов), задержек транспорта в районе привокзальной площади, автобусного (троллейбусного) парка, времени ожидания пассажирами транспорта на вокзалах, времени проезда в городском транспорте,

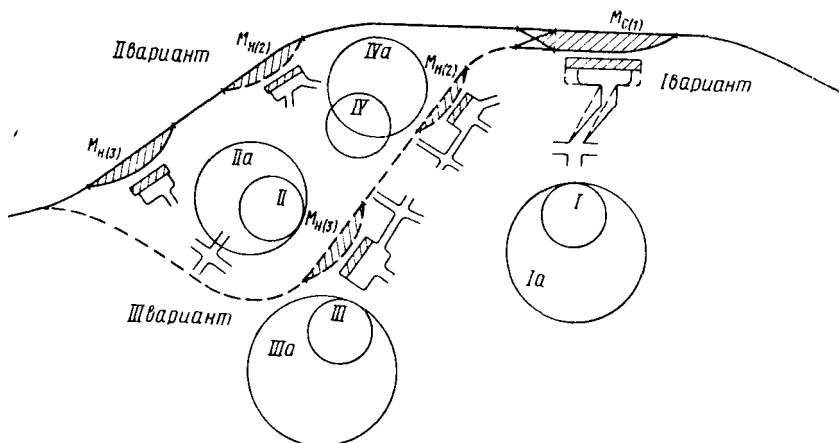


Рис. 87. Схема возможных мест размещения второй пассажирской станции в городе:

I, II, III, IV — районы города (промышленные и селитебные), Ia, IIa, IIIa, IVa — зона дальнейшего развития районов города и смещение их центров

времени проезда в электропоездах и пробега электропоездов (при определенных условиях). Помимо возможности получения минимального времени на поездку, достигаемого сооружением второй пассажирской станции в городе, важно добиться минимальных затрат на постройку станции и связанного с ней комплекса, получить максимально короткий срок окупаемости этого сооружения.

При выборе второй пассажирской станции (или остановочного пункта) в городе по наивыгоднейшему сроку окупаемости следует помимо этого учитывать:

удобства связи жилых районов с промышленными, принимая район вокзала как центр одного из селитебных районов города;

сокращение затрат времени на все виды поездок для городских пассажиров, особенно к месту и от места работы, обеспечивая полную ликвидацию дополнительных ожиданий транспорта;

возможность максимального сохранения жилых фондов, промышленных зданий и улиц. Попутно с реконструкцией внешнего транспорта, нужно обеспечивать развитие той части города, которая еще сравнительно слабо развита и тем самым более интенсивно осваивать селитебные территории города;

рассредоточение из одного места (вокзал, площадь) большого количества транспорта и пассажиров, обеспечивая нормальный режим работы в городе, без резких перегрузок и недогрузок;

создание более благоприятных условий дальним и местным пассажирам, и особенно в летнее время, когда перегрузка вокзалов приводит к длительным их задержкам;

обеспечение условий для перспективного развития промышленной и селитебной частей города.

Учет многих рассмотренных факторов и особенно установление оптимальных пробегов машин при решении проблемы улучшения транспортного обслуживания пассажиров будет иметь особое значение при бесплатном пользовании городским транспортом. Следовательно, основной особенностью при решении вопроса о создании второй пассажирской станции в крупном городе является комплексный учет расходов на всех видах транспорта, обслуживающего пассажиров в поездке (железнодорожный и городской) и всем затратам времени на эту поездку.

Сооружение второй пассажирской станции в городе становится целесообразным лишь при условии, что $E_{\text{пр}_1} > E_{\text{пр}_2}$ или

$$\mathcal{E}_1 + EK_1 > \mathcal{E}_2 + EK_2.$$

Капиталовложения на реконструкцию существующей пассажирской станции складываются из затрат на расширение привокзальной площади $K_{\text{рп}}$ и остановочных пунктов (в том числе затрат на снос зданий и сооружений), затрат на расширение улиц $K_{\text{ру}}$ и снос домов и на реконструкцию пассажирской станции $K_{\text{пс}}$.

При сооружении второй пассажирской станции требуются капиталовложения на сооружение станции и подхода железнодорожной линии $K_{\text{жд}}$, сооружение вокзала и привокзальной площади $K_{\text{сп}}$,

строительство улиц $K_{\text{су}}$, сооружение городских путепроводов $K_{\text{пут}}$, а также затраты на увеличение (уменьшение) единиц городского транспорта K_a . Во многих случаях затраты на сооружение линии $K_{\text{жд}}$ отпадают, так как новая станция располагается на существующей железнодорожной магистрали, проходящей вблизи от района расположения промышленных предприятий. Это особенно характерно для городов, расположенных вдоль рек (Волгоград). По тем же соображениям во многих случаях не потребуются затраты на строительство улиц $K_{\text{су}}$.

Эксплуатационные расходы при работе одной, существующей пассажирской станции можно представить следующей зависимостью:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_1 = & \left[\sum_1^n k M_a L^{\text{ст}} c_a + N_{\text{пас}}^0 t_{\text{ср}} c_2 n_n + \sum \mathcal{E}_1 + \right. \\ & \left. + \sum_1^n k N_{\text{пас}} t_{\text{ст}} c_2 + \sum \mathcal{E}_n + t_{\text{пр}} N_{\text{пас}} c_2 \pm \sum \mathcal{E}'_{\text{гт}} + \sum \Delta \mathcal{E}'_{\text{тех}} \pm \sum \mathcal{E}_{\text{су}} \right] 365, \end{aligned} \quad (11)$$

где M_a — число единиц городского транспорта в сутки, обслуживающих промышленные и селитебные районы;

n — число промышленных и селитебных районов в городе;

$L^{\text{ст}}$ — расстояние между вокзалом и расчетным промышленным или селитебным районом;

c_a — стоимость 1 *машино-км* пробега;

k — доля городского транспорта (или пассажиров), идущего в каждый промышленный или селитебный район;

$N_{\text{пас}}^0$ — число ожидающих пассажиров в расчетный час «пик»;

$t_{\text{ср}}$ — среднее время ожидания транспорта одним пассажиром;

c_2 — стоимость 1 *пассажиро-ч*;

n_n — число часов «пик» в сутки;

$\sum \mathcal{E}'$ — дополнительные расходы, возникающие в связи с затратами времени дальними пассажирами из-за перегрузки вокзала;

$t_{\text{ст}}$ — время поездки пассажира от вокзала до расчетного промышленного или селитебного района;

$t_{\text{пр}}$ — время прохода от поездов на площадь;

$N_{\text{пас}}$ — число пассажиров, прибывающих в город и пользующихся городским транспортом;

$\sum \mathcal{E}_n$ — расходы на задержки городского транспорта, возникающие в связи с перегрузкой привокзальной площади или улиц;

$\sum \mathcal{E}_{\text{су}}$ — расходы на содержание станционных устройств;

$\sum \Delta \mathcal{E}'_{\text{тех}}$ — дополнительные расходы на обработку поездов на технической станции.

В случае сооружений второй пассажирской станции эксплуатационные расходы составят

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_2 = & \left[\sum_1^n (k_1 M_a^{\text{ст}} L^{\text{ст}} + k_2 M_a^{\text{н}} L_a^{\text{н}}) c_a + \sum_1^n (k_1 N_{\text{пас}}^{\text{ст}} t_{\text{ст}} + k_2 N_{\text{пас}}^{\text{н}} t_{\text{н}}) c_2 \pm \right. \\ & \pm \sum \mathcal{E}_{\text{сy}} + \sum N_{\text{пас}}^{\text{доп}} t_{\text{доп}} c_2 \pm \sum_1^N N_{\text{поезд}}^{\text{доп}} l_{\text{пр}} c_{\text{пкм}} + \\ & \left. + \sum \mathcal{E}_{\text{пут}} \pm \sum \mathcal{E}_{\text{гт}}' + \sum \mathcal{E}_{\text{дш}} + t_{\text{пр}} N_{\text{пас}} c_2 \right] 365, \quad (12) \end{aligned}$$

где k_1, k_2 — доля городского транспорта (или пассажиропотока), следующего от старой и новой станций к определенному промышленному или селитебному районам;

$M_a^{\text{ст}}, M_a^{\text{н}}$ — число единиц городского транспорта (автобус, троллейбус и т. д.), обслуживающих старую и новую станции;

$N_{\text{пас}}^{\text{ст}}, N_{\text{пас}}^{\text{н}}$ — количество пассажиров, обслуживаемых старой и новой станциями;

$\sum \mathcal{E}_{\text{гт}}', \sum \mathcal{E}_{\text{гт}}''$ — эксплуатационные расходы по содержанию баз городского транспорта;

$\sum \mathcal{E}_{\text{пут}}$ — расходы на содержание городских путепроводов;

$\sum \mathcal{E}_{\text{дш}}$ — дополнительные расходы по содержанию штата¹;

$t_{\text{н}}$ — время поездки пассажира от нового вокзала до расчетного промышленного или селитебного района;

$N_{\text{пас}}^{\text{доп}}$ — число пассажиров, затрачивающих дополнительное время на поездку по железной дороге;

$t_{\text{доп}}$ — дополнительное время поездки в связи с удалением новой станции;

c_2 — стоимость 1 *пассажиро-ч* при проезде по железной дороге;

$c_{\text{пкм}}$ — стоимость 1 *поездо-км*;

$N_{\text{поезд}}^{\text{доп}}$ — число поездов в сутки, совершающих дополнительный пробег;

$l_{\text{пр}} (l_{\text{жд}})$ — величина дополнительного пробега.

Таким образом, условие целесообразности создания второй станции в городе можно записать в следующем виде:

$$EK_1 > (\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1) + EK_2$$

$$E(K_{\text{рп}} + K_{\text{ру}} + K_{\text{пс}} \pm K_a^{\text{н}}) > \left\{ \sum_1^n (k_1 M_a^{\text{ст}} L^{\text{ст}} + k_2 M_a^{\text{н}} L_a^{\text{н}}) c_a + \right.$$

¹ Дополнительные расходы по содержанию штата возникают при двух станциях за счет необходимости содержания дополнительного административно-управленческого аппарата. Остальной штат учитывается пропорционально объему выполняемой перевозки и обслуживанию пассажиров.

$$\begin{aligned}
& + \sum_1^n (k_1 N_{\text{пас}}^{\text{ст}} t_{\text{ст}} + k_2 N_{\text{пас}}^{\text{н}} t_{\text{н}}) c_2 \pm \sum N_{\text{пас}}^{\text{доп}} t_{\text{доп}} c_2 \pm \\
& \pm \sum_1^N N_{\text{поезд}}^{\text{доп}} l_{\text{пр}} c_{\text{пкм}} + \sum \mathcal{E}_{\text{пут}} \pm \sum \mathcal{E}'_{\text{гт}} + \sum \mathcal{E}_{\text{дш}} \Big] - \\
& - \left[\sum_1^n k M_a L^{\text{ст}} c_a + N_{\text{пас}}^{\circ} t_{\text{ср}} c_2 n_{\text{п}} + \sum \mathcal{E}_{\text{д}} + \right. \\
& \left. + \sum_1^n k N_{\text{пас}}^{\text{ст}} t_{\text{ст}} c_2 + \sum \mathcal{E}_{\text{п}} + \sum \Delta \mathcal{E}_{\text{тех}} \pm \sum \mathcal{E}'_{\text{гт}} \right] \Big\} \times \\
& \times 365 + E(K_{\text{жд}} + K_{\text{пут}} + K_{\text{сп}} + K_{\text{сy}} \pm K_a^{\text{с}}). \quad (13)
\end{aligned}$$

Рассмотрим основные элементы, входящие в расчетные формулы (11 и 12), и установим методику их расчета.

Эксплуатационные расходы от пробегов городского транспорта при сохранении одной пассажирской станции в городе равны $c_a \sum_1^n M_{an} L_n$. Предположим, что в рассматриваемом городе n (1, 2, 3, ... n) расчетных промышленных и селитебных районов. Расстояние между пассажирской станцией и каждым из районов составляет $L_1^{\text{ст}}, L_2^{\text{ст}}, \dots, L_n^{\text{ст}}$. Коэффициенты, отражающие доли пассажиров (доля автобусов или троллейбусов), следующих в определенные районы города равны $k_1^{\text{ст}}, k_2^{\text{ст}}, \dots, k_n^{\text{ст}}$. Для определения эксплуатационных расходов прежде всего необходимо установить расчетное число машин в движении. Зная, что

$$M_{an} = \frac{N_{\text{пас}}^{\text{г}} l}{365 v_3 t_p N_{\text{пас}}^{\text{гор}} \eta}, \quad (14)$$

число автобусов (единиц городского транспорта), необходимых для обслуживания пассажиров, едущих в n -й район города, составит

$$M_{an} = \frac{k_n^{\text{ст}} N_{\text{пас}}^{\text{г}} L_n^{\text{ст}}}{365 v_3 t_p N_{\text{пас}}^{\text{гор}} \eta}, \quad (15)$$

где M_a — число единиц городского транспорта в движении;

$N_{\text{пас}}^{\text{г}}$ — число пассажиров в год;

$L_n^{\text{ст}}$ — расстояние поездки в км;

v_3 — эксплуатационная скорость в км/ч;

t_p — расчетное число часов работы единицы городского транспорта в сутки;

$N_{\text{пас}}^{\text{гор}}$ — расчетная вместимость единицы городского транспорта в чел.;

η — коэффициент заполнения.

При расчете по формулам необходимо учитывать, что v_3 принимается в зависимости от длины перегонов, числа остановочных пунктов, степени загрузки улиц и т. д. Ориентировочно v_3 для троллейбусов колеблется от 15 до 18 км/ч, автобусов 16—20 км/ч. Среднесуточное число часов работы t_p берется в зависимости от реальных условий данного города (средняя величина t_p около 16 ч). Коэффициент заполнения в пределах 0,5—1,0. $N_{\text{пас}}^{\text{гор}}$ зависит от типа автобусов и троллейбусов. При наличии двух или трех видов транспорта можно расчет вести по средней величине $N_{\text{пас}}^{\text{гор}}$ или для каждого из них отдельно, вводя в общую формулу дополнительные коэффициенты, определяющие доли передачи общего пассажиропотока, идущего в данный район, на каждый из рассматриваемых видов транспорта $k_a, k_r, k_{\text{тр}}$.

Установив потребное число машин в каждом районе города, можно рассчитать общие эксплуатационные расходы от пробегов городского транспорта $\mathcal{E}_{\text{пт}}$:

$$\mathcal{E}_{\text{пт}} = M_{a1} L_1^{\text{ст}} c_n + M_{a2} L_2^{\text{ст}} c_a + \dots + M_{an} L_n^{\text{ст}} c_a = c_a \sum_1^n M_{an} L_n^{\text{ст}}. \quad (16)$$

При сооружении новой (второй) пассажирской станции в городе прежде чем рассчитывать эксплуатационные расходы, следует установить оптимальное распределение пассажиропотока между станциями¹. После чего, определив величины пассажиропотоков, идущих от новой станции к расчетным районам и расстояния $L_1^{\text{н}}, L_2^{\text{н}}, \dots, L_n^{\text{н}}$, можно рассчитать величины $M_a^{\text{ст}}$ и $M_a^{\text{н}}$.

$$M_a^{\text{ст}} = \frac{k_1 N_{\text{пас}}^{\text{г}} L_1^{\text{ст}} k_1^{\text{ст}}}{365 v_3 t_p N_{\text{пас}}^{\text{гор}} \eta} + \frac{k_1 N_{\text{пас}}^{\text{г}} L_2^{\text{ст}} k_2^{\text{ст}}}{365 v_3 t_p N_{\text{пас}}^{\text{гор}} \eta} + \dots +$$

$$+ \frac{k_1 N_{\text{пас}}^{\text{г}} L_n^{\text{ст}} k_n^{\text{ст}}}{365 v_3 t_p N_{\text{пас}}^{\text{гор}} \eta} = M_{a1}^{\text{ст}} + M_{a2}^{\text{ст}} + \dots + M_{an}^{\text{ст}}, \quad (17)$$

$$M_a^{\text{н}} = \frac{k_2 N_{\text{пас}}^{\text{г}} L_1^{\text{н}} k_1^{\text{н}}}{365 v_3 t_p N_{\text{пас}}^{\text{гор}} \eta} + \frac{k_2 N_{\text{пас}}^{\text{г}} L_2^{\text{н}} k_2^{\text{н}}}{365 v_3 t_p N_{\text{пас}}^{\text{гор}} \eta} + \dots +$$

$$+ \frac{k_2 N_{\text{пас}}^{\text{г}} L_n^{\text{н}} k_n^{\text{н}}}{365 v_3 t_p N_{\text{пас}}^{\text{гор}} \eta} = M_{a1}^{\text{н}} + M_{a2}^{\text{н}} + \dots + M_{an}^{\text{н}} \quad (18)$$

Отсюда

$$\mathcal{E}_{\text{пт}} = (M_{a1}^{\text{ст}} L_1^{\text{ст}} + M_{a2}^{\text{ст}} L_2^{\text{ст}} + \dots + M_{an}^{\text{ст}} L_n^{\text{ст}}) c_a +$$

$$+ (M_{a1}^{\text{н}} L_1^{\text{н}} + M_{a2}^{\text{н}} L_2^{\text{н}} + \dots + M_{an}^{\text{н}} L_n^{\text{н}}) c_a$$

или

$$\mathcal{E}_{\text{пт}} = c_a \sum_1^n (M_{an}^{\text{ст}} L_n^{\text{ст}} + M_{an}^{\text{н}} L_n^{\text{н}}), \quad (19)$$

¹ Изложено в п. 6 данной главы.

где k_1 и k_2 — коэффициенты распределения пассажиропотока между двумя пассажирскими станциями в городе;

$k_1^{ст}, k_2^{ст}, \dots, k_n^{ст}$ — коэффициенты распределения потока, идущего от старой и новой станции к каждому из n расчетных районов города.

Эксплуатационные расходы, связанные с затратой каждым пассажиром времени на поездку, при одной пассажирской станции в городе в общем виде равны $\sum_1^n k N_{пас} t_{ст} c_2$. При известных величинах $k_1^{ст}, k_2^{ст}, \dots, k_n^{ст}$ определяются значения $t_{ст1}, t_{ст2}, \dots, t_{стn}$:

$$t_{ст1} = \frac{L_1^{ст}}{v_э} = \frac{L_1^{ст}}{v_x} + \left(\frac{L_1^{ст}}{l_0} - 1 \right) t_0$$

.....

$$t_{стn} = \frac{L_n^{ст}}{v_э} = \frac{L_n^{ст}}{v_x} + \left(\frac{L_n^{ст}}{l_0} - 1 \right) t_0.$$

Принимая рассчитанную величину c_2 , можно определить суммарные эксплуатационные расходы

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{зп}^{ст} &= k_1^{ст} N_{пас} t_{ст1} c_2 + k_2^{ст} N_{пас} t_{ст2} c_2 + \dots + \\ &+ k_n^{ст} N_{пас} t_{стn} c_2 = N_{пас} c_2 \sum_1^n k_n^{ст} t_{стn}. \end{aligned} \quad (20)$$

При сооружении второй пассажирской станции величина суммарных эксплуатационных расходов составит

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{зп} &= (k_1 N_{пас}^{ст} t'_{ст} + k_2 N_{пас}^н t'_н) c_2 + (k_1'' N_{пас}^{ст} t''_{ст} + k_2 N_{пас}^н t''_н) c_2 + \dots + \\ &+ (k_1^n N_{пас}^{ст} t^n_{ст} + k_2^n N_{пас}^н t^n_н) c_2. \end{aligned} \quad (21)$$

Определяя значения $t_{ст}$ и $t_н$, следует учитывать, что

$$\begin{aligned} \sum_1^n N_{пас} t_{ст} &= N'_{пас} \left[\frac{L_{сп}^{ст1}}{v_x} + \left(\frac{L_{сп}^{ст1}}{l_0} - 1 \right) t_0 \right] + \\ &+ N''_{пас} \left[\frac{L_{сп}^{ст2}}{v_x} + \left(\frac{L_{сп}^{ст2}}{l_0} - 1 \right) t_0 \right] + \dots + N^n_{пас} \left[\frac{L_{сп}^{стn}}{v_x} + \left(\frac{L_{сп}^{стn}}{l_0} - 1 \right) t_0 \right] \end{aligned}$$

или

$$\begin{aligned} \sum_1^n N_{пас} t_н &= N'_{пас} \left[\frac{L_{сп}^{н1}}{v_x} + \left(\frac{L_{сп}^{н1}}{l_0} - 1 \right) t_0 \right] + \\ &+ N''_{пас} \left[\frac{L_{сп}^{н2}}{v_x} + \left(\frac{L_{сп}^{н2}}{l_0} - 1 \right) t_0 \right] + \dots + N^n_{пас} \left[\frac{L_{сп}^{нn}}{v_x} + \left(\frac{L_{сп}^{нn}}{l_0} - 1 \right) t_0 \right]. \end{aligned} \quad (22)$$

При этом $\sum_1^n N_{пас} t_н < \sum_1^n N_{пас} t_{ст}$.

Создание второй пассажирской станции в крупном городе может вызвать увеличение затрат времени на поездку по железной дороге. Это характерно для случаев, когда постройка второй станции намечается со стороны, противоположной густонаселенной пригородной зоны. Тогда следует дополнительно проверять расчетную экономию исходя из условия, что до создания новой станции в городе

$$\sum_1^n N_{\text{пас}} t_n^{\text{ст}} = \sum_1^n N_{\text{пас}}^{\text{нс}} t_n^{\text{нс}} + \sum_1^n N_{\text{пас}}^{\text{чс}} t_n^{\text{чс}}, \quad (23)$$

$$\sum_1^n N_{\text{пас}} t_n^{\text{н}} = \sum_1^n N_{\text{пас}}^{\text{нн}} t_n^{\text{нн}} + \sum_1^n N_{\text{пас}}^{\text{чн}} t_n^{\text{чн}}, \quad (24)$$

где $N_{\text{пас}}^{\text{нс}}$ и $N_{\text{пас}}^{\text{чс}}$ — количество пассажиров соответственно нечетного и четного направлений старой станции;

$N_{\text{пас}}^{\text{нн}}$ и $N_{\text{пас}}^{\text{чн}}$ — то же, новой;

$t_n^{\text{нс}}$ и $t_n^{\text{чс}}$ — среднее время на поездку пассажира к работе с нечетного и четного направлений при старой станции;

$t_n^{\text{нн}}$ и $t_n^{\text{чн}}$ — то же, при новой.

Если $\sum N_{\text{пас}}^{\text{нс}} t_n^{\text{нс}} > \sum N_{\text{пас}}^{\text{чс}} t_n^{\text{чс}}$ (рис. 88) и создание новой станции приводит к сокращению $t_n^{\text{нс}}$, следует сопоставлять дополнительные пассажиро-часы $N_{\text{пас}}^{\text{чс}} t_{\text{доп}}$ ($t_{\text{доп}}$ — время, затрачиваемое $N_{\text{пас}}^{\text{чс}}$ на поездку от старой станции до новой) с сокращением пассажиро-часов, получаемых за счет уменьшения $t_n^{\text{нс}}$ до $t_{\text{сок}}$. При $N_{\text{пас}}^{\text{нс}} (t_n^{\text{нс}} - t_{\text{сок}})$ (см. рис. 88), по данному виду затрат выгодность создания второй станции очевидна. Если $N_{\text{пас}}^{\text{чс}} (t_n^{\text{нс}} - t_{\text{сок}})$ или в случае, когда новая станция располагается со стороны пригородного участка с минимальными пассажиропотоками, следует проверять целесообразность сооружения новой станции, определяя дополнительные пассажиро-часы по следующей зависимости:

$$\sum N_{\text{пас}} t_{\text{доп}} = [\sum N_{\text{пас}}^{\text{нн}} t_n^{\text{нн}} + \sum N_{\text{пас}}^{\text{чн}} t_n^{\text{чн}}] - [\sum N_{\text{пас}}^{\text{нс}} t_n^{\text{нс}} + \sum N_{\text{пас}}^{\text{чс}} t_n^{\text{чс}}]. \quad (25)$$

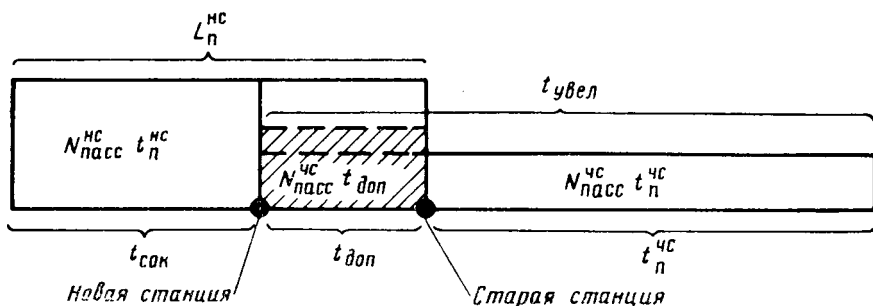


Рис. 88. Принципиальная схема изменения размеров пассажиропотока при введении второй пассажирской станции в городе

Сооружение станции целесообразно лишь в случае, если суммарная экономия, получаемая городским транспортом и пассажирами ($\Sigma \mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_4$), будет больше, чем дополнительные расходы, связанные с излишними пассажиро-часами проезда по железной дороге, т. е.

$$\Sigma \mathcal{E} \geq \Sigma N_{\text{пас}}^{\text{доп}} t_{\text{доп}}. \quad (26)$$

Так же должны учитываться пробеги пассажирских дальних и пригородных поездов для старой $[2 (N_n' l_n^{\text{чс}} + N_n'' l_n^{\text{нс}})] c_{\text{пкм}}$ и для новой станций $[2 (N_n' l_{\text{увел}} + N_n'' l_{\text{сок}}) c_{\text{пкм}}]$.

Экономия от эксплуатации технической станции при возможности ее размещения на месте части перронного парка существующей пассажирской станции и улучшения технологии работы равна

$$\Sigma \Delta \mathcal{E}_{\text{тех}} = [(Z_{\text{тех}}^{\text{ст}} - Z_{\text{тех}}^{\text{н}}) N_{\text{тех}}^n] 365, \quad (27)$$

где $Z_{\text{тех}}^{\text{ст}}$ и $Z_{\text{тех}}^{\text{н}}$ — затраты на обработку одного состава (экипировка, маневры и т. д.) на старой и новой станциях;

$N_{\text{тех}}^n$ — число составов, обрабатываемых технической станцией в сутки.

Расходы на содержание путепроводов $\Sigma \mathcal{E}_{\text{пут}}$ могут определяться по формуле

$$\Sigma \mathcal{E}_{\text{пут}} = \mathcal{E}'_{\text{пут}} n_{\text{пут}},$$

где $\mathcal{E}'_{\text{пут}}$ — расходы на содержание одного путепровода в год;
 n — число путепроводов, построенных в связи с созданием второй станции в узле.

При различных по размерам путепроводах, построенных в городе,

$$\Sigma \mathcal{E}_{\text{пут}} = \mathcal{E}'_{1 \text{ пут}} n'_{1 \text{ пут}} + \mathcal{E}'_{2 \text{ пут}} n'_{2 \text{ пут}} + \dots + \mathcal{E}'_n n'_n. \quad (28)$$

Эксплуатационные расходы на содержание привокзальных площадей и улиц зависят от размеров площади $S \text{ м}^2$ и ее стоимости ($\Sigma \mathcal{E}'_{\text{су}}$ и $\Sigma \mathcal{E}''_{\text{су}}$) и могут подсчитываться (с учетом амортизации) условной долей от капитальных вложений (10%) или непосредственным расчетом по стоимости содержания.

При одной пассажирской станции и большой загрузке привокзальной площади и прилегающих улиц возникают значительные задержки транспорта в привокзальном районе.

При создании второй пассажирской станции и перенесении на нее значительной доли автотранспорта задержки пропадают или резко уменьшаются.

В отдельных случаях, особенно когда $K_1 > K_2$, можно решать вопрос о создании второй пассажирской станции в крупном городе

исходя из выполнения условия обеспечения равенства эксплуатационных расходов по вариантам

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1 = & \left\{ \left[\sum_1^n (k_1 M_a^{\text{ст}} L^{\text{ст}} + k_2 M_a^{\text{н}} L^{\text{н}}) c_a + \right. \right. \\ & + \sum_1^n (k_1 N_{\text{пас}}^{\text{ст}} t_{\text{ст}} + k_2 N_{\text{пас}}^{\text{н}} t_{\text{н}}) c_2 \pm \sum N_{\text{пас}}^{\text{доп}} t_{\text{доп}} c_2 \pm \\ & \pm \sum_1^N N_{\text{поезд}}^{\text{доп}} l_{\text{пр}} c_{\text{пкм}} + \sum \mathcal{E}_{\text{пут}} \pm \sum \mathcal{E}'_{\text{гт}} + \sum \mathcal{E}_{\text{лш}} \left. \right] - \\ & - \left[\sum_1^n k M_a L^{\text{ст}} c_a + N_{\text{пас}}^o t_{\text{ср}} c_2 + \sum \mathcal{E}_{\text{д}} + \right. \\ & \left. + \sum_1^n k N_{\text{пас}} t_{\text{ст}} c_2 + \sum \mathcal{E}_{\text{п}} + \sum \Delta \mathcal{E}_{\text{тех}} \pm \sum \mathcal{E}''_{\text{гт}} \right] \} 365. \quad (29) \end{aligned}$$

Тогда для городов, расположенных вдоль рек (вытянутых в длину) при размещении железной дороги параллельно расположению условных центров города, можно определять критическую дальность удаления новой станции от старой, т. е. такое значение $l_{\text{пр}} = l_{\text{кр}}$, при котором $\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_1$. Подстановка этих равенств в формулу (29) дает

$$\begin{aligned} & \left\{ \left[\sum_1^n (k_1 M_a^{\text{ст}} L^{\text{ст}} + k_2 M_a^{\text{н}} L^{\text{н}}) c_a + \sum_1^n (k_1 N_{\text{пас}}^{\text{ст}} t_{\text{ст}} + k_2 N_{\text{пас}}^{\text{н}} t_{\text{н}}) c_2 \pm \right. \right. \\ & \pm \sum N_{\text{пас}}^{\text{доп}} t_{\text{доп}} c_2 \pm \sum_1^n N_{\text{поезд}}^{\text{доп}} l_{\text{пр}} c_{\text{пкм}} + \sum \mathcal{E}_{\text{пут}} \pm \sum \mathcal{E}'_{\text{гт}} + \sum \mathcal{E}_{\text{лш}} \left. \right] - \\ & - \left[\sum_1^n k M_a L^{\text{ст}} c_a + N_{\text{пас}}^o t_{\text{ср}} c_2 n_n + \sum \mathcal{E}_{\text{д}} + \right. \\ & \left. + \sum_1^n k N_{\text{пас}} t_{\text{ст}} c_2 + \sum \mathcal{E}_{\text{п}} + \sum \Delta \mathcal{E}_{\text{тех}} \pm \sum \mathcal{E}''_{\text{гт}} \right] \} 365 = 0. \quad (30) \end{aligned}$$

Отсюда определяется величина критического удаления новой станции

$$l_{\text{кр}} = \frac{\left[\sum_1^n (k_1 M_a^{\text{ст}} L^{\text{ст}} + k_2 M_a^{\text{н}} L^{\text{н}}) c_a + \sum_1^n (k_1 N_{\text{пас}}^{\text{ст}} t_{\text{ст}} + \right.}{\sum_1^N N_{\text{поезд}}^{\text{доп}} c_{\text{пкм}}} \\ \left. + k_2 N_{\text{пас}}^{\text{н}} t_{\text{н}}) c_2 \pm N_{\text{пас}}^{\text{доп}} t'_{\text{доп}} c_2 + \sum \mathcal{E}_{\text{пут}} \pm \right. \\ \left. \sum_1^N N_{\text{поезд}}^{\text{доп}} c_{\text{пкм}} \right]$$

$$\frac{\pm \sum \mathcal{E}'_{\text{гт}} + \sum \mathcal{E}_{\text{дш}} \Big] - \left[\sum_1^n k M_a^{\text{ст}} L^{\text{ст}} c_a + \sum \mathcal{E}_d + \right.}{\sum_1^N N_{\text{поезд}}^{\text{доп}} c_{\text{пкм}}} + \frac{\sum_1^n k N_{\text{пас}} t_{\text{ст}} c_2 + \sum \mathcal{E}_T + \sum \Delta \mathcal{E}_{\text{тех}} \pm \sum \mathcal{E}'_{\text{гт}} + N_{\text{пас}}^0 t_{\text{ср}} c_2 n_n}{\sum_1^N N_{\text{поезд}}^{\text{доп}} c_{\text{пкм}}} - 365. \quad (31)$$

При подсчете капитальных затрат стоимость сооружения железнодорожной линии $K_{\text{жд}}$ принимается в зависимости от ее длины, условий прокладки и стоимости одного километра пути. Величины $K_{\text{ру}}$ и $K_{\text{рп}}$ могут определяться по следующим формулам:

$$K_{\text{ру}} = c_{\text{м}} S + c_{\text{му}} b_{\text{у}} l_{\text{у}} + c_{\text{с}}, \quad (32)$$

$$K_{\text{рп}} = c_{\text{му}} b_{\text{у}} l_{\text{у}},$$

где $c_{\text{м}}$ — стоимость 1 м^2 жилого фонда;

S — восстанавливаемый жилой фонд в м ;

$c_{\text{му}}$ — стоимость 1 м^2 улицы с учетом замощения, коммуникаций и озеленения;

$b_{\text{у}}$ — ширина улицы;

$l_{\text{у}}$ — длина улицы;

$c_{\text{с}}$ — стоимость сноса зданий.

Пользуясь этими же зависимостями, определяется стоимость сооружения новой привокзальной площади и реконструкция существующей.

Общие затраты на сооружение станции равны

$$K_{\text{пс}} = K_{\text{т}} + K_{\text{св}} + K_{\text{з}} + \dots + K_{\text{п}}, \quad (33)$$

где $K_{\text{т}}$ — затраты на сооружение верхнего строения пути;
 $K_{\text{св}}, K_{\text{з}}, \dots, K_{\text{п}}$ — затраты на сооружение связи, коммуникаций и т. д.

Обычно стоимость сооружения верхнего строения пути для новых станций составляет около 20% стоимости всей станции. Следовательно, для ориентировочных расчетов можно принимать, что $K_{\text{т}} = 0,2 K_{\text{пс}}$, откуда

$$K_{\text{пс}} = \frac{K_{\text{т}}}{0,2} = \frac{m l_{\text{п}} c_{\text{п}}}{0,2} = 5 l_{\text{п}} c_{\text{п}} m, \quad (34)$$

где $l_{\text{п}}$ — средняя длина станционного пути;

$c_{\text{п}}$ — стоимость 1 км верхнего строения пути.

Число путей на станции определяется размерами движения поездов и может приниматься для сравнения вариантов по зависимости $m=f(N_{\text{п}})$ (рис. 89). Следовательно, подставляя значение m , получаем расчетную зависимость для определения капитальных затрат на сооружение станции

$$K_{\text{пс}} = 5L_{\text{п}}c_{\text{п}}(1,5 + 0,068N_{\text{п}} - 0,000025N_{\text{п}}^2). \quad (35)$$

Расчетная вместимость вокзала определяется по формуле (1).

На вокзалах, обслуживающих только дальних и местных пассажиров, потребная площадь помещений определяется по формуле

$$\begin{aligned} S_{\text{расч}} &= N_{\text{в}}(S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n) = \\ &= \frac{nN_{\text{сут}}}{100}(S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n), \end{aligned} \quad (36)$$

а в случае обслуживания всех видов пассажиров (дальних, местных и пригородных) равна

$$\begin{aligned} S_{\text{расч}} &= \frac{nN_{\text{сут}}}{100}(S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n) + \\ &+ 0,55 \frac{nN_{\text{сут}}}{100}(S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n), \end{aligned} \quad (37)$$

где $S_1, S_2, S_3 \dots S_n$ — нормы основных помещений вокзала $\left(\sum_1^n S_n\right)$ на 1 пассажира в м^2 ;

0,55 — коэффициент, учитывающий дополнительную (от общей площади) площадь для пригородных пассажиров.

Таким образом, капитальные затраты на сооружение вокзала будут равны

$$K_{\text{в}} = S_{\text{расч}}c_{\text{мв}}, \quad (38)$$

где $c_{\text{мв}}$ — стоимость 1 м^2 в руб.

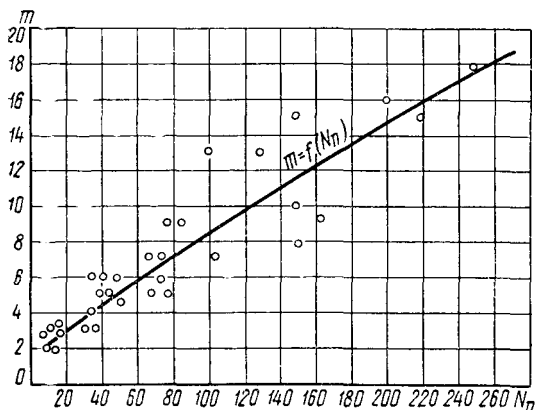


Рис. 89. Кривая зависимости числа приемо-отправочных путей от населенности городов, обслуживаемых пассажирскими станциями (по данным обследований)

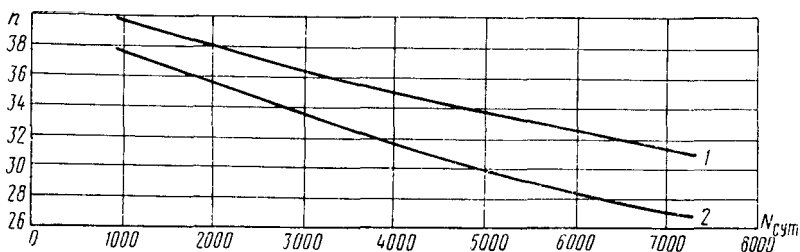


Рис. 90. Кривые зависимости норм расчетной вместимости вокзалов от суточного пассажиропотока:

1 — дальнего; 2 — пригородного

Учитывая, что величина n (%) зависит от $N_{сут}$ (рис. 90), можно, подставляя в формулу (37) значения и пользуясь формулой (38), получить расчетную зависимость для определения капитальных затрат на строительство вокзала для случая совместного обслуживания дальних, местных и пригородных пассажиров (см. рис. 90).

$$K_v = 1,55 \sum S N_{сут} c_{мв} \left(\frac{41,3 - 0,00171 N_{сут} + 0,00000004 N_{сут}^2}{100} \right) \quad (39)$$

или только для дальних и местных

$$K_v = \sum S N_{сут} c_{мв} \left(\frac{40,16 - 0,0025 N_{сут} + 0,0000000928 N_{сут}^2}{100} \right). \quad (40)$$

Так как в случае сохранения одной пассажирской станции в узле при общей реконструкции комплекса предусматривается расширение улиц и часто сокращается их длина, необходимо учесть условное количество дополнительных машин (в пределах участков реконструкции), требующихся в случае сооружения второй станции в связи с меньшей скоростью движения и большим путем следования.

При сооружении второй станции и распределении пассажиров между двумя станциями по оптимальному варианту снижается требуемое число машин в связи с сокращением расстояний перевозки пассажиров. Это должно также учитываться при сравнении вариантов. Варианты усиления пропускной способности вокзального комплекса города могут сравниваться по той же методике, с изменением лишь характера и объема капиталовложений и эксплуатационных расходов.

6. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПАССАЖИРОПОТОКОВ МЕЖДУ НЕСКОЛЬКИМИ ПАССАЖИРСКИМИ СТАНЦИЯМИ ИЛОСТАНОВОЧНЫМИ ПУНКТАМИ В ГОРОДЕ

Задача о рациональном распределении пассажиропотоков между отдельными стыковыми пунктами внешнего и внутреннего транспорта в городах возникает в случаях, когда сооружается на

территории города новая пассажирская станция (вторая) или остановочные пункты на существующих или вновь сооружаемых линиях.

При известном направлении линии рациональное распределение пассажиропотоков обеспечивает выбор места размещения остановочных пунктов и определяет их число. В случаях, когда выбор трассы зависит от многих условий и осложнен трудностями определения числа и места размещения остановок в городе, постановка задачи расширяется, так как выбирается уже не число остановок на принятой линии, а рациональное место их размещения в городе. Это, конечно, не исключает отклонений в выборе трассы, которые могут возникнуть из-за архитектурно-планировочных или градостроительных особенностей рассматриваемого города. Следовательно, в данном случае возникает транспортная задача о рациональном распределении пассажиропотоков (пригородных и дальних), следующих в город (из города), между стыковыми пунктами внешнего и внутреннего транспорта, при условии обеспечения пассажирам минимальных затрат времени на передвижение.

Обычная типовая транспортная задача состоит в том, что при наличии m пунктов отправления (поставщиков) A_1, A_2, \dots, A_m с известным количеством груза в каждом из них и n пунктов назначения (потребителей) B_1, B_2, \dots, B_n с известным потребным количеством груза (суммарный запас равен суммарной потребности) требуется найти оптимальный план перевозок, т. е. требуется определить количество груза, следующего из каждого пункта отправления в каждый пункт назначения, при наименьшей суммарной стоимости перевозок.

В применении к пассажирским перевозкам эта задача сводится к определению пассажиро-километров (пассажиро-часов), установлению оптимума, вернее близкого к нему решения, путем отыскания «транспортного центра». Но такие задачи ограничены условием, которое в определенной степени исключает получение оптимального решения. В подобных задачах считается заданным расположение пассажирских станций и остановочных пунктов, в то время, как место их расположения необходимо определить. В зависимости от этого можно устанавливать рациональную схему прикрепления пассажиропотоков к стыковым пунктам и в соответствии с объемом работы определять капитальные затраты на их сооружение или развитие, после чего окончательно принимать оптимальный вариант решения.

Методика выбора места размещения пассажирских станций или остановочных пунктов в городах основана на принципе обеспечения минимальных затрат на поездку пассажира. Основная трудность решения этой задачи состоит в установлении рационального распределения и схем передвижения пассажиропотоков между пассажирскими станциями или остановочными пунктами и районами города. Оптимальные решения могут выбираться ручным счетом или с помощью ЭВМ.

Методика решения задачи при ручном счете. Место размещения пассажирской станции или остановочных пунктов в городе определяется оптимальным прикреплением пассажиропотока к каждому стыковому пункту и распределением его между промышленными и селитебными районами в соответствии с их расчетными потребностями (в зависимости от числа работающих, пользующихся при перемещении к месту работы железной дорогой, расчетных бытовых поездов и т. д.). Для расчета схемы потоков, обеспечивающей оптимальное расположение пассажирской станции по отношению к существующей целесообразно воспользоваться методом линейного программирования.

Прежде чем приступить к выбору оптимального распределения пассажиропотоков между станциями и районами города, рассмотрим элемент

$\sum_1^n (k_1 N_{\text{пас}}^{\text{ст}} t_{\text{ст}} + k_2 N_{\text{пас}}^{\text{н}} t_{\text{н}}) c_2$ формулы (12), представляющий суммарные затраты на поездку пассажиров от старой и новой пассажирской станции в нужные районы города. Минимизируя его значения, легко определить для оптимального режима и другие, зависящие от него элементы общей расчетной формулы (12).

Если предположить, что число промышленных или селитебных районов в городе равно n ($n=1, 2, 3 \dots$) и зная, что

$$N_{\text{пас}} = N_{\text{пас}}^{\text{ст}} - N_{\text{пас}}^{\text{н}} \quad (41)$$

можно записать, что

$$\begin{aligned} \sum_1^n (k_1 N_{\text{пас}}^{\text{ст}} t_{\text{ст}} + k_2 N_{\text{пас}}^{\text{н}} t_{\text{н}}) c_2 = & [k_1' N_{\text{пас}}^{\text{ст}} L_1^{\text{ст}} + k_1'' N_{\text{пас}}^{\text{ст}} L_2^{\text{ст}} + \\ & + k_1''' N_{\text{пас}}^{\text{ст}} L_3^{\text{ст}} + \dots + k_1^n N_{\text{пас}}^{\text{ст}} L_n^{\text{ст}} + k_2' (N_{\text{пас}} - N_{\text{пас}}^{\text{ст}}) L_1^{\text{н}} + \\ & + k_2'' (N_{\text{пас}} - N_{\text{пас}}^{\text{ст}}) L_2^{\text{н}} + k_2''' (N_{\text{пас}} - N_{\text{пас}}^{\text{ст}}) L_3^{\text{н}} + \dots + \\ & + k_2^n (N_{\text{пас}} - N_{\text{пас}}^{\text{ст}}) L_n^{\text{н}}] c_2. \end{aligned} \quad (42)$$

Для каждого конкретного варианта известны значения $L_1^{\text{ст}}, L_2^{\text{ст}}, L_3^{\text{ст}}, \dots, L_n^{\text{ст}}$ и $L_1^{\text{н}}, L_2^{\text{н}}, L_3^{\text{н}}, \dots, L_n^{\text{н}}$, которые могут быть получены непосредственным изменением маршрутов следования городского транспорта от вокзала к заданным промышленным районам (из плана города и движения транспорта) или приняты в зависимости от типа рассматриваемого города с учетом коэффициента непрямолинейности (отношение расстояния, проходимого транспортом по улицам между рассматриваемыми пунктами, к длине прямой, соединяющей эти пункты). Этот коэффициент зависит от схемы уличной сети и составляет для прямоугольной, прямоугольно-диагональной, радиально-кольцевой и смешанной схем сетей магистральных улиц соответственно величины $1,30 \div 1,25$, $1,10 \div 1,08$; $1,15 \div 1,10$, $1,10 \div 1,08$.

Таблица 9

Станция отправления	Районы назначения						Количество пассажиров, едущих в город с расчетной станции
	Π_1	Π_2	...	Π_j	...	Π_n	
A_1	n_{11}	n_{12}	...	n_{1j}	...	n_{1n}	N_1
A_2	n_{21}	n_{22}	...	n_{2j}	...	n_{2n}	N_2
...
A_m	n_{m1}	n_{m2}	...	n_{mj}	...	n_{mn}	N_m
Количество пассажиров, едущих в каждый промышленный район	n_1	n_2	...	n_j	...	n_n	$\sum n_j = \sum N_i$

Требуется определить оптимальные размеры пассажиропотоков, прикрепляемые к старой $N_{\text{пас}}^{\text{ст}}$ и новой $N_{\text{пас}}^{\text{н}}$ станциям и установить доли в каждом из потоков $k'_1, k''_1, k'''_1, \dots, k^n_1$ и $k'_2, k''_2, k'''_2, \dots, k^n_2$, идущие в расчетные районы города 1, 2, 3, ..., n , т. е. нужно рассчитать оптимальный план перевозки пассажиров, определить количество пассажиров, отправляемых в каждый из районов города с каждой станции.

Если имеется m объектов (станций), из которых пассажиры отправляются в n районов города, то схема перевозок может быть выражена матрицей перевозок (табл. 9).

Принимая стоимость доставки одного пассажира к месту назначения пропорционально затрате времени, можно записать условие минимизации в таком виде:

$$S = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} n_{ij} t_{ij}. \quad (43)$$

Если принять, что $t_{ij}c = c_{ij}$, т. е. поставить стоимость доставки в зависимость от расстояния перевозки L и типа выбираемого вида транспорта, то можно записать:

$$\begin{aligned} & n_{11}c_{11} + n_{12}c_{12} + n_{13}c_{13} + \dots + n_{m1}c_{m1} + n_{21}c_{21} + n_{23}c_{22} + n_{23}c_{23} + \\ & + \dots + n_{m2}c_{m2} + n_{31}c_{31} + n_{32}c_{32} + n_{33}c_{33} + \dots + \\ & + n_{mn}c_{mn} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n n_{ij}c_{ij}. \end{aligned} \quad (44)$$

Отсюда условие минимизации выразится следующей зависимостью:

$$S = \min \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n n_{ij} c_{ij}. \quad (45)$$

При ограничениях

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m n_{ij} &= n_j; & \sum_{j=1}^n n_{ij} &= N_i; \\ n_{ij} &\geq 0. \end{aligned} \quad (46)$$

Оптимальный вариант размещения второй пассажирской станции в городе выбирается в следующей последовательности:

намечают возможные территории для размещения второй станции (или посадочных платформ);

устанавливают расстояния по прямой между корреспондирующими пунктами;

составляют таблицу расстояний (таблица истинных расстояний); между корреспондирующими пунктами с учетом типа города;

используя метод потенциалов для каждого из вариантов, находят наиболее рациональные схемы движения пассажиропотоков; выбирают лучший вариант, обеспечивающий минимум;

рассчитывают затраты для существующей схемы пассажиропотоков в городе, где учитывают дополнительное время ожидания пассажирами городского транспорта на привокзальной площади, задержки транспорта из-за несоответствия пропускных способностей вокзального комплекса и т. д.;

рассчитывают капиталовложения для конкретных условий оптимального варианта;

определяют сроки окупаемости.

Метод ручного счета имеет ряд недостатков:

проверка всех возможных вариантов не осуществима (исключенный вариант может оказаться оптимальным);

потоки между станциями приходится распределять методом перебора, рассматривая и рассчитывая поочередно каждую новую комбинацию. При больших интервалах (5—10 тыс. пассажиров) допустимы случаи выбора неоптимального варианта. При малых — значительное усложнение расчетов;

не учитываются дополнительные затраты времени на проезд пассажиров по железной дороге, возникающие в связи с корреспондированием пассажиропотоков в город с двух станций;

все дальнейшие расчеты выбранного варианта приходится считать вручную, что требует значительных затрат инженерного труда;

метод не универсален и не обеспечивает использование его в других решениях усиления транспортных связей (метрополитен, скоростные линии, расширение площадей).

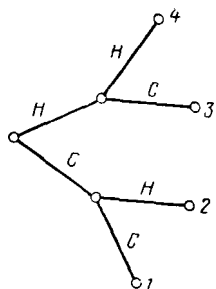


Рис. 91. Граф количества вариантов при двух нераспределенных потоках (*H* и *C* — прикрепление потоков соответственно к новой и старой станциям)

Применение метода ручного счета возможно лишь при наличии нескольких вариантов (три-четыре) решений. Во всех остальных случаях целесообразно решать поставленную задачу более совершенными способами, используя ЭВМ.

Решение задачи с помощью ЭВМ. Так как строительство новых станций, вторых пассажирских станций (остановочных пунктов) или перенос существующих станций на новое место в городе требует сложных технико-экономических обоснований выбора их месторасположения и определения рационального объема работы, перекладываемого на каждый из стыковых пунктов, методически целесообразно решать поставленную задачу комбинаторным способом. Этот способ заключается в определении сравнительной технико-экономической эффективности нескольких вариантов месторасположения станции или остановочных пунктов, к которым рацио-

нально прикрепляют пассажиропотоки, и выборе наилучшего варианта из числа сравниваемых. Основное условие прикрепления пассажиропотоков к станциям (пунктам) состоит в том, что пассажиру обеспечивается возможность выбора наиболее удобного пути с минимальными затратами времени на поездку.

Даже при наличии нескольких станций для каждого пассажира может появиться только два конкурентоспособных варианта следования в жилую или промышленную зону с каких-то двух смежных станций (пунктов). Поэтому достаточно разработать методику выбора рационального распределения пассажиропотоков между двумя смежными станциями или пунктами, чтобы в дальнейшем решать подобную задачу для большого числа станций (остановочных пунктов).

Предположим, что в городе имеется станция (привокзальная площадь, улицы), не справляющаяся с поступающим пассажиропотоком, возникает необходимость в строительстве новой станции. Для удобства рассуждений примем условно направление от старой станции к новой четным, а от новой к старой — нечетным. При наличии в городе n условных промышленных и жилых районов в самом общем случае может быть n четных и n нечетных пассажиропотоков (с каждой стороны в каждый район). Очевидно, что для нескольких из имеющихся $2n$ потоков время следования через старую и новую станцию будет одинаковым или отличающимся очень незначительно. Для этих потоков возникает задача отыскания наиболее рационального их прикрепления, определяющего, в конечном итоге, объем работы станций, число поездов между ними и количество единиц автотранспорта, отправляющихся с привокзальных площадей.

Общее количество вариантов при расчете распределения пассажиропотоков между двумя станциями равно 2^n , где n — количество неприкрепленных потоков. При двух нераспределенных потоках количество вариантов прикрепления их к старой и новой станциям выражается графом, изображенным на рис. 91.

При трех и четырех потоках количество вариантов соответственно возрастает (рис. 92, 93) и при восьми достигает 256.

Для производства расчетов перебор всех вариантов, представляемых графом, соответствующим числу нераспределенных потоков, можно осуществить следующим образом. В качестве шкалы распределения потоков берется n -разрядное двоичное число (по числу нераспределенных потоков). В этом числе условно принимается, что единица означает принадлежность потока (позиция которого в множестве невыделенных потоков соответствует позиции двоичного разряда шкалы) к старой станции, а ноль — к новой. Например, невыделенных потоков оказалось 4. Шкалой распределения будет четырехразрядное двоичное число. Пусть в начальный момент все разряды шкалы представляют собой единицы (1111). Это означает, что все четыре невыделенные потока прикрепляются к старой станции (ветвь 1 на графе, рис. 93). При вычитании из шкалы единицы в младшем разряде, новое ее значение (1110) будет обеспечивать прикрепление к старой станции трех первых потоков, а к новой — одного четвертого (ветвь 2 на графе, рис. 93). Последовательное вычитание из шкалы единицы в младшем разряде будет давать схемы прикрепления потоков в остальных вариантах:

№ варианта . . .	3	4	5	6	7	8	9
Схема	1101	1100	1011	1010	1001	1000	0111
№ варианта . . .	10	11	12	13	14	15	16
Схема	0110	0101	0100	0011	0010	0001	0000

Описанный порядок распределения полностью охватывает возможные варианты в случае, если среди потоков нет хотя бы одной пары таких, которые поступают в один селитебный или промышленный район с разных направлений (с четного и нечетного). При наличии хотя бы одной пары потоков с разных направлений в один район, число вариантов, подлежащих рассмотрению, уменьшается на 2^{n-2} . Как видно из рис. 94, нет смысла рассматривать вариант направления двух потоков в один район через противоположные станции. Поэтому необходимо выработать систему упорядоченного исключения заведомо нерациональных вариантов из числа сравниваемых. Для этой цели рассмотрим сначала на конкретном примере, какие варианты подлежат исключению и попытаемся установить

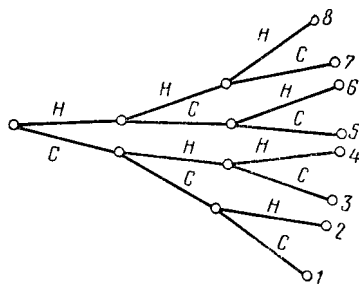


Рис. 92. Граф количества вариантов при трех нераспределенных потоках

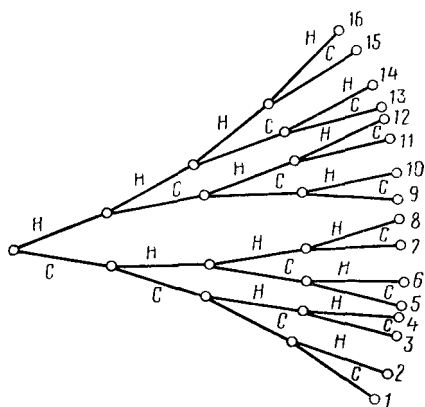


Рис. 93. Граф количества вариантов при четырех нераспределенных потоках

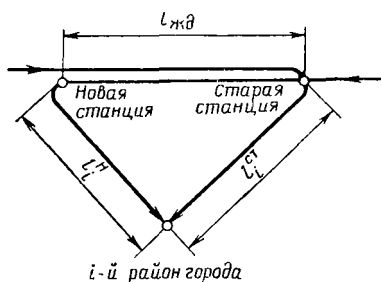


Рис. 94. Схема исключения из сравнения вариантов двух потоков, прибывающих в один район через противоположные станции

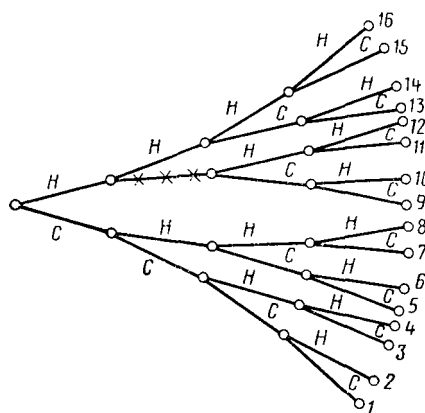


Рис. 95. Граф количества вариантов при четырех нераспределенных потоках

определенные закономерности в расположении этих вариантов относительно остальных (подлежащих сравнению), а в случае их отсутствия — отыскать возможность упорядочения неприкрепленных потоков таким образом, чтобы система исключения нерациональных вариантов была сравнительно простой.

Пусть имеются четыре нераспределенных потока, из которых первые два имеют одно назначение, но поступают с разных направлений: первый поток с четной стороны (со стороны старой станции), а второй — с нечетной. В этом случае все варианты, которые предусматривают направление потока через новую станцию, а второго — через старую, должны быть исключены. Изобразив графически четырехпоточный граф (рис. 95), видно, что вариантов, начинающихся с сочетания: 1 поток — новая станция, 2 поток — старая станция, четыре. Это варианты 9, 10, 11, 12, т. е. целая ветвь от второго потока (см. рис. 95). Если в числе невыделенных окажется, что на один пункт с разных направлений следуют 2 и 3-й потоки, исключению будут подлежать варианты 5, 6 и 13, 14, а при следовании 3 и 4-го — варианты 3, 7, 11, 15. Если же из числа невыделенных потоков 1 и 2-й следуют в один район, а 3 и 4-й — в другой, нужно исключить варианты 3, 7, 9, 10, 11, 12, 15.

Практически на каждый случай можно было бы в качестве стандартной шкалы (константы) иметь двоичный код, в котором единицами отмечать рассматриваемые варианты, а нулями — исключаемые. Тогда перед осу-

ществованием перебора вариантов по невыделенным потокам необходимо было бы определить наличие потоков, следующих в один пункт и их месторасположение относительно других. Исходя из этого необходимо выбрать требуемую шкалу (двоичный код), определяющую порядок исключения из рассмотрения отдельных вариантов. Однако даже при четырех невыделенных потоках потребовалось бы иметь в качестве шкал-констант пять шестнадцатиразрядных кодов, а при восьми потоках — 17 двухсотпятидесятишестиразрядных кодов, т. е. примерно 420 неполных ячеек оперативной памяти. Эти соображения ведут к необходимости поиска более удобного способа исключения из сравнения нерациональных вариантов.

Если невыделенные потоки перегруппировать таким образом, чтобы потоки на один пункт стояли вначале данного множества, необходимое количество кодов значительно уменьшится. Для четырехпоточного графа, например, потребуется не пять, а три шкалы, а для восьмипоточного, вместо семнадцати — пять. Перегруппировка невыделенных потоков не только сокращает в два с половиной раза потребный объем памяти машины под шкалы схем исключения нерациональных вариантов, но и упрощает программное решение задачи перебора вариантов прикрепления пассажиропотоков к той или иной станции.

В данной задаче метод шкал наиболее удобен, так как практически маловероятен город с числом крупных промышленных и жилых районов более 10; для определенной группы пассажиров вопрос о прикреплении их к той или иной станции будет решен простым сопоставлением двух вариантов следования, по явной неконкурентоспособности одного из них. Таким образом, если принять, что максимальное возможное число неприкрепленных потоков равно восьми (именно потому, что большее число маловероятно при десяти районах города), то число вариантов распределения потоков между станциями составит 256. Применение каких-либо методов теории графов для направленного перебора такого числа вариантов не дало бы никаких преимуществ по сравнению с методом шкал и только усложнило бы программирование задачи.

Рассмотрим предлагаемую систему вариантных технико-экономических расчетов с целью рационального распределения пассажиропотоков между двумя станциями на примере. Предположим, в городе имеется десять условных районов тяготения пассажиропотоков, в которые прибывают $n_1^q; n_2^q; n_3^q; \dots; n_{10}^q$ пассажиров с четной стороны и $n_1^n; n_2^n; n_3^n; \dots; n_{10}^n$ пассажиров с нечетной стороны. Расстояние между старой и новой станциями равно $l_{жд}$, а от новой и старой $l_1^{ст}$ станции до промышленных или жилых районов соответственно $l_1^{ст}, \dots, l_{10}^{ст}; l_1^n, l_2^n, \dots, l_{10}^n$. Допуская, что скорость движения автотранспорта во все районы города одинакова, можно считать, что каждый пассажир, прибывающий с четной стороны, выберет наименьший путь из следующих двух: $l_i^{ст}$ или $t_{жд} v_{ав} + l_i^n$,

а пассажир, прибывающий с нечетной стороны — l_i^n или $Zt_{\text{жд}}v_{\text{ав}} - l_i^{\text{ст}}$. Здесь $t_{\text{жд}}$ — время проезда в поезде между станциями; $v_{\text{ав}}$ — скорость городского автотранспорта; $t_{\text{жд}}v_{\text{ав}}$ — приведенное расстояние между станциями для соизмеримости с расстояниями $l_i^{\text{ст}}$.

Однако при оценке конкурирующих вариантов путей следования пассажиров нельзя руководствоваться только прямым сопоставлением их по времени, отдавая предпочтение наиболее короткому. Если два пути следования в определенный район города равны или отличаются незначительно, необходимо их прикрепление ставить в зависимость от экономической целесообразности. Для того, чтобы рассмотреть, по возможности, большее число вариантов прикрепления потоков к той или иной станции (оценить работу автотранспорта, площадей, улиц и станций в различных условиях), методика предусматривает включение в число неприкрепленных потоков и такие, для которых пути следования через новую станцию отличаются на $\Delta t_{\text{кр}} \text{ мин.}$ Причем в расчетах эта величина может быть задана любой, но очевидно брать ее более 5—7 мин нереально, так как в практических условиях рекомендовать пассажиру путь следования значительно длиннее возможного только из-за экономических соображений не имеет смысла.

Решение задачи отделения пассажиропотоков, прикрепление которых к той или иной станции не вызывает сомнения, можно представить операторной схемой, приведенной на рис. 96. Операции, выполняемые данным блоком, следующие: вычисляют разность между расстояниями от новой и старой станций до i -го селитебного или промышленного района; из полученной величины вычитают приведенное расстояние между станциями. Выполненные действия позволяют выяснить, какой из сравниваемых путей лучше для пассажира. Если результат этих действий положительный, то путь для четного потока (со стороны старой станции) через старую станцию длиннее, чем через новую. В этом случае выясняется, как велика эта разница. Если эта величина мала и не превышает $\Delta t_{\text{кр}}v_{\text{ав}}^1$ и $l_i^{\text{ст}} - l_i^n - t_{\text{жд}}v_{\text{ав}} - \Delta t_{\text{кр}}v_{\text{ав}} \leq 0$ то, как уже условлено выше, для данного потока не следует давать окончательного решения относительно его прикрепления к той или иной станции, включая (оставляя) его в число неприкрепленных. Если путь следования пассажиров четного направления через старую станцию намного длиннее, чем через новую ($l_i^{\text{ст}} - l_i^n - t_{\text{жд}}v_{\text{ав}} - \Delta t_{\text{кр}}v_{\text{ав}} > 0$), то i -й поток прикрепляется к новой станции.

В том случае, когда разность $l_i^{\text{ст}} - l_i^n - t_{\text{жд}}v_{\text{ав}}$ получится отрицательной и модуль этой разности намного превышает величину $\Delta t_{\text{кр}}v_{\text{ав}}$, четный поток в i -й селитебный или промышленный район будет прикреплен к старой станции. Если же величина $l_i^{\text{ст}} - l_i^n - t_{\text{жд}}v_{\text{ав}} + \Delta t_{\text{кр}}v_{\text{ав}}$ окажется положительной, решение о прикреплении потока к той или иной станции также не будет принято. Другими словами, если два варианта следования пассажира в район тяготения отличаются по времени не более чем на $\Delta t_{\text{кр}}$ (5—7 мин),

то данный поток включается в число временно неприкрепленных, и вопрос о его прикреплении будет решаться технико-экономическими сопоставлениями. Аналогичные рассуждения отражены в схеме на рис. 96 и для нечетного потока с той разницей, что знак величины $(l_i^{ct} - l_i^n)$ меняется на обратный, т. е. в расчетах используется разность $(l_i^n - l_i^{ct})$ и сопоставляются пути следования l_i^n и $l_i^{ct} - t_{жд} v_{ав}$.

Неприкрепление того или иного потока фиксируется счетчиком. В случае, если число таких потоков превысит восемь, что почти невероятно, уменьшается величина $\Delta t_{кр}$. Эта мера при повторном сравнении конкурирующих путей следования пассажиропотоков уменьшает число неприкрепленных потоков. Таким образом,

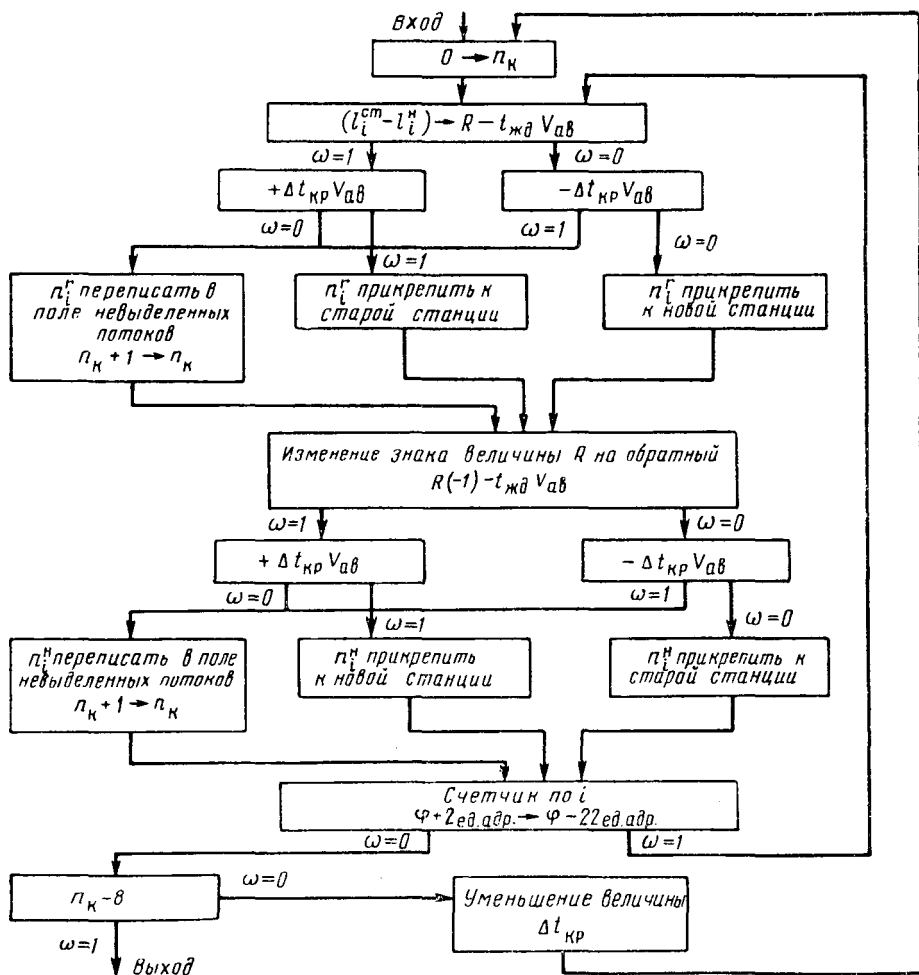


Рис. 96. Операторная схема прикреплении потоков к станциям

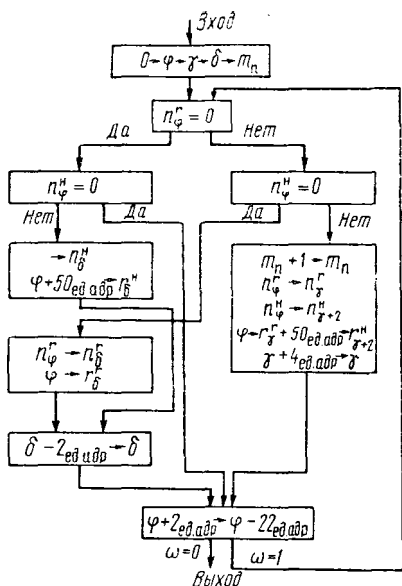


Рис. 97. Операторная схема перегруппировки неприкрепленных потоков

стороны $n_\varphi^н$; при отсутствии в этой графе (ячейке памяти) информации определяется наличие одноименного потока с нечетной стороны: при $n_\varphi^н = 0$ (нет в φ -й графе и нечетного неприкрепленного потока), управление передается на переадресацию по φ для выбора очередной графы таблицы.

Если $n_\varphi^ч$ есть, а $n_\varphi^н$ нет (в табл. 10,3 $n_4^ч$ есть, а $n_4^н$ нет), то $n_\varphi^ч$ необходимо расположить в нижней части таблицы неприкрепленных потоков (табл. 10,4). Так как для рассматриваемого примера до $n_4^ч$ не встречалось неприкрепленных потоков, он будет послан в последнюю графу табл. 10,4. (Табл. 10,4 имеет 8 граф, так как принято ограничивать число неприкрепленных потоков через величину $\Delta t_{кр}$ до восьми.) Одновременно во втором столбце табл. 4. запоминается адрес потока $n_4^ч$ в табл. 10,2, при условии его прикрепления к старой станции. В рассматриваемом случае он будет равен содержимому ячейки φ .

Если $n_\varphi^ч$ нет, а $n_\varphi^н$ есть (в табл. 10,3 $n_6^ч$ нет, а $n_6^н$ есть), то $n_\varphi^н$ также надо расположить в нижней части табл. 10,4. Адрес же потока $n_\varphi^н$ в табл. 10,2 при отсчете от начальной клетки таблицы $n_1^ч$ будет равен содержимому ячейки φ , сложенному с 50 единицами адреса, так как третья колонка табл. 10, отличается от первой на 50 единиц адреса. Эта величина и проставляется во втором столбце табл. 10,4.

в результате функционирования блока, приведенного на рис. 96, пассажиропотоки во все промышленные и селитебные районы разделяются на прикрепленные и неприкрепленные.

Для наглядности покажем в таблицах операции, выполненные данным блоком с информацией о пассажиропотоках (табл. 10,1 преобразована в табл. 10,2 и 10,3). Очередной задачей является перегруппировка неприкрепленных потоков таким образом, чтобы потоки одного назначения, не поступающие с разных направлений, стояли в начале нераспределенного множества. Программная реализация этой операции схематически показана на рис. 97. Операции, выполняемые блоком, следующие: проверяется наличие в φ -й графе таблицы неприкрепленного потока с четной

Таблица 10

1 2 3 4

Исходная информация о потоках				Прикрепленные к станции потоки				Неприкрепленные потоки				Упорядоченные неприкрепленные потоки	
Потоки в l-й район				Потоки в l-й район				Потоки в l-й район				пассажиро-поток	адрес в таблице
№ потока (района)	с четной стороны	с нечетной стороны		с четной стороны		с нечетной стороны		с четной стороны	с нечетной стороны	с четной стороны	с нечетной стороны		
				к старой станции	к новой станции	к старой станции	к новой станции						
1	$n_1^ч$	$n_1^н$		$n_1^ч$			$n_1^н$				$n_5^ч$	10	
2	$n_2^ч$	$n_2^н$		$n_2^ч$			$n_2^н$				$n_5^н$	60	
3	$n_3^ч$	$n_3^н$		$n_3^ч$			$n_3^н$						
4	$n_4^ч$	$n_4^н$					$n_4^н$		$n_4^ч$				
5	$n_5^ч$	$n_5^н$							$n_5^н$				
6	$n_6^ч$	$n_6^н$			$n_6^ч$					$n_5^н$			
7	$n_7^ч$	$n_7^н$			$n_7^ч$	$n_7^н$							
8	$n_8^ч$	$n_8^н$			$n_8^ч$	$n_8^н$							
9	$n_9^ч$	$n_9^н$			$n_9^ч$	$n_9^н$					$n_6^н$	62	
10	$n_{10}^ч$	$n_{10}^н$			$n_{10}^ч$	$n_{10}^н$					$n_4^ч$	6	

Если есть $n_{\varphi}^{\text{ч}}$ и $n_{\varphi}^{\text{н}}$ (в табл. 10,3 есть $n_5^{\text{ч}}$ и $n_5^{\text{н}}$) оба потока располагаются в верхней части табл. 10,4. Факт наличия двух неприкрепленных потоков в один район фиксируется счетчиком m_n . К содержимому ячейки, хранящей m_n , прибавляется единица и результат снова засылается в ячейку φ , а потоки переписывают в верхнюю часть табл. 10,4. Вначале переписывают поток $n_{\varphi}^{\text{ч}}$ и на две единицы адреса ниже — поток $n_{\varphi}^{\text{н}}$ в следующую графу (табл. 10,4). Против потока $n_{\varphi}^{\text{ч}}$ во втором столбце проставляются адрес данного потока в табл. 10,2 — равный содержимому ячейки φ , а против потока $n_{\varphi}^{\text{н}}$ — адрес, равный $\varphi + 50$ единиц адреса.

После выполнения операций каждого из трех рассмотренных случаев управление передается на изменение содержимого переадресующей ячейки φ . Эта операция выполняется до тех пор, пока в ячейке φ не накопится 24 единицы адреса, это означает, что проверены все десять граф табл. 10,3 и упорядочение неприкрепленных потоков закончено.

Следующий блок, представленный на рис. 98, осуществляет направленный перебор возможных вариантов прикрепления пассажиропотоков к той или иной станции. Каждый вариант оценивается экономически и результаты расчетов выдаются на печать.

Максимальное количество неприкрепленных потоков может быть равно восьми, поэтому количество рассматриваемых вариантов находится в пределах от 81 до 256. Первая цифра соответствует случаю, когда восемь потоков следуют в 4 района, т. е. по два в каждый с разных направлений, вторая — когда восемь потоков следуют в 8 районов. Выполненная предыдущим блоком перегруппировка неприкрепленных потоков, как уже отмечалось, сокращает число шкал, изображающих двоичными разрядами рассматриваемые варианты прикрепления потоков к станциям (1) и исключаемые (0). При восьми неприкрепленных потоках таких шкал будет пять, причем одна шкала состоит из 256 двоичных разрядов.

Если восемь потоков следуют в восемь районов, то рассматриваются все 256 вариантов, и шкала содержит единицы в 256 разрядах. Аналогично подобраны шкалы и для остальных четырех случаев, когда есть одна, две, три и четыре пары потоков в один район и рассматриваются не все 256 возможных вариантов (шкалы содержат и единицы и нули). В рассматриваемом примере (см. табл. 10) имеется одна пара потоков в один район, что зафиксировано счетчиком m_n , поэтому при переборе вариантов будет использована вторая 256-ти разрядная шкала.

Начальной операцией блока, приведенного на рис. 98, является очистка ячейки θ — счетчика неполных ячеек шкалы количества вариантов. Затем выбирается первая ячейка этой шкалы и выделяется ее первый разряд. Если в этом разряде будет единица, должен рассматриваться первый вариант распределения потоков между станциями. Очередность вариантов, исключая повторение, определяется двоичной шкалой, число разрядов которой равно

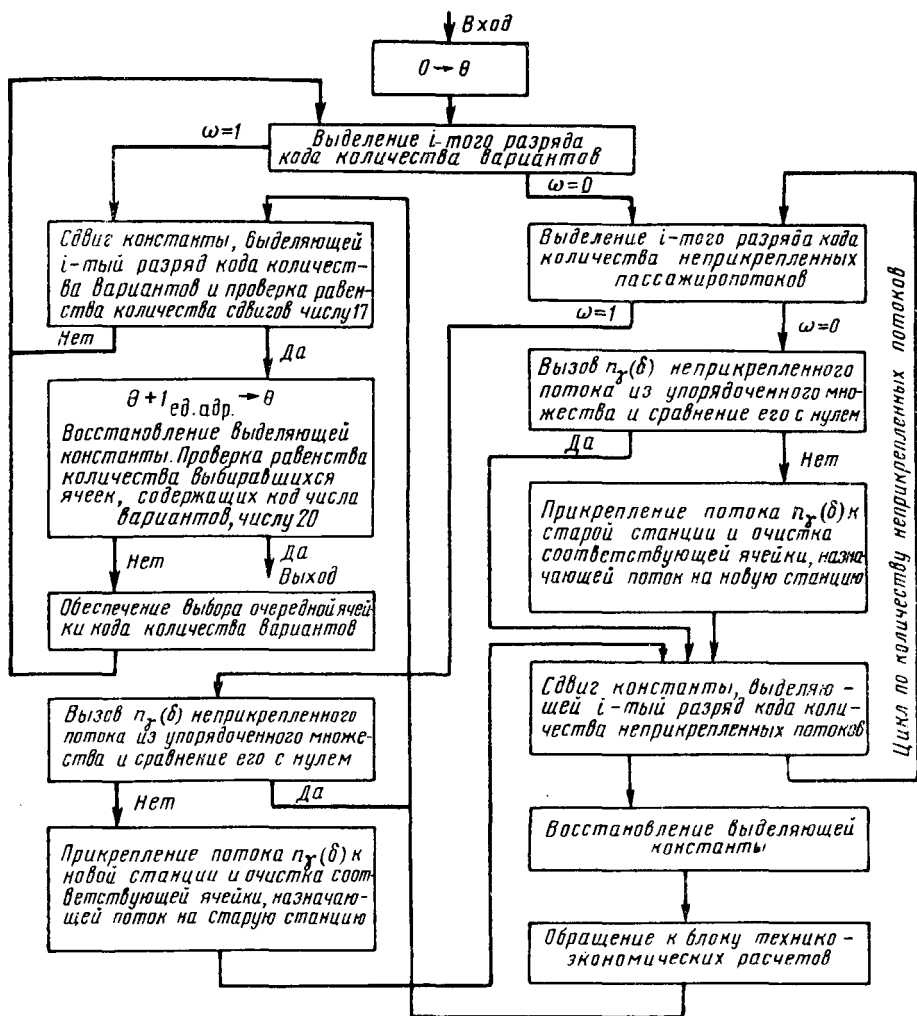


Рис. 98. Операторная схема перебора вариантов прикрепления потоков к станциям и их экономической оценки

числу неприкрепленных потоков (восьми). Принято, что если в каком-то разряде данной шкалы находится единица, соответствующий по номеру поток из табл. 10,4 переписывается в табл. 10,2, с условием прикрепления его к старой станции, если 0 — к новой. Начальное состояние шкалы принято единичным (в каждом разряде его стоят единицы). Таким образом, первым будет рассматриваться вариант прикрепления потоков к старой станции. Затем последовательно вычитают единицу из младшего разряда шкалы и полученные ее новые значения дают варианты прикрепления потоков к старой и новой станциям.

Например.

1 вариант	11111111	Восемь потоков к старой станции;
2 вариант	11111111 — 00000001 11111110	семь потоков к старой станции, восьмой поток — к новой;
3 вариант	11111110 — 00000001 11111101	шесть первых потоков и восьмой — к старой станции, седьмой — к новой и т. д.

Следовательно, в первом такте работы рассматриваемого блока, если имеется единица в первом разряде шкалы количества вариантов, выбирается код количества потоков (11111111) и с помощью выделяющей константы сравниваются поочередно его разряды с единицей. Сравнив между собой восемь случаев, все потоки из табл. 10,4 неравные нулю переписываются в табл. 10,2, с условием прикрепления к старой станции. В нашем примере первым будет вызван поток n_5^4 (неравный нулю), который прикрепляется к старой станции (переписывается в пятую строку первого столбца табл. 10,2), а ячейка, назначающая этот поток на новую станцию, будет очищена (пятая строка второго столбца). Аналогичные операции будут выполнены с остальными потоками. Место записи каждого потока в табл. 10,2 определяется по адресу, хранящемуся во втором столбце табл. 10,4. Как только все потоки переписаны из табл. 10,4 в табл. 10,2, управление передается блоку технико-экономических расчетов, который оценивает первый предложенный вариант прикрепления потоков.

Далее из шкалы количества неприкрепленных потоков вычитают единицу (11111111 — 00000001 = 11111110), и выделяющаяся константа, по которой проверяется состояние, сдвигается на один шаг очередного разряда в шкале количества вариантов. Одновременно проверяют, не проделан ли уже 17-й сдвиг. При отрицательном ответе по-прежнему используется первая ячейка шкалы количества вариантов. Предположим, что и следующий ее разряд равен единице, что указывает на необходимость рассмотрения второго варианта прикрепления пассажиропотоков. В этом случае снова выбирается шкала количества потоков (теперь уже 11111110) и с помощью выделяющей константы рассматриваются поочередно ее разряды. Если в разряде единица, поток из соответствующей графы табл. 10,3, переписывается в табл. 10,4 с условием прикрепления к старой станции. Если — 0, соответствующий поток будет переписан в табл. 10,4 с условием прикрепления к новой станции.

Выделение будет производиться восемь раз, в результате чего в нашем примере потоки n_5^4 ; n_5^5 ; n_6^4 переписутся в табл. 10,4, с условием прикрепления к старой станции, а поток n_4^4 — к новой станции. Если будет определено, что какой-то поток должен прикрепляться к новой станции, а значение этого потока равно нулю, то вариант из сравнений исключается, так как аналогичный вариант уже рассмотрен. В самом деле, если, например, из четырех по-

токов один равен нулю, то распределяя три потока на старую станцию, а один, нулевой, на новую, тем самым предлагается такой же вариант, как если бы все потоки прикреплялись к старой станции, а этот вариант рассматривался первым. Итак, после прикрепления потоков управление передается экономическому блоку для оценки полученного второго варианта.

Если при выделении i -го разряда в шкале количества вариантов окажется, что этот разряд равен нулю, вариант не рассматривается. Управление передается на изменение шкалы количества неприкрепленных потоков (поочередно вычитают единицу из младшего разряда кода) и сдвиг выделяющий константы для определения по ней состояния очередного разряда шкалы количества вариантов.

Семнадцатый сдвиг выделяющей константы указывает на использование всех рабочих разрядов первой ячейки шкалы количества вариантов, по которым определяется необходимость просчета варианта и первая ячейка шкалы требует замены на вторую. Одновременно увеличивается содержимое ячейки 0, в которой ведется счет использованных ячеек шкалы. Перебор всех двадцати ячеек шкалы означает окончание рассмотрения 256 вариантов прикрепления потоков к станциям.

Таким образом, рассмотрены основные положения методики перебора вариантов прикрепления пассажиропотоков к станциям с использованием вычислительной машины, на основе которых разрабатывался алгоритм программы.

Алгоритм предусматривает, кроме того, расчет капитальных затрат на расширение привокзальной площади и реконструкции улиц при сохранении одной станции в городе и стоимости строительства этих устройств (площадей и улиц) при сооружении новой станции (по формуле 32).

Пробег автотранспорта в *машино-км* и пассажиро-часы за время проезда в нем, исходя из числа районов тяготения пассажиров для случая использования только одной существующей станции, капитальные затраты на автотранспорте определялись по таким основным расчетным формулам:

$$[R] = n_i^y + n_i^h; \quad (47)$$

$$[R_1] = \frac{(n_i^y + n_i^h) l_i^{cr}}{N_{пас}^{rop} \eta}; \quad (48)$$

$$\sum Ml = \sum_{i=1}^{10} \frac{(n_i^y + n_i^h) l_i^{cr}}{N_{пас}^{rop} \eta}; \quad (49)$$

$$\sum N_{пас} t_{cr} = \sum nt = \sum_{i=1}^{10} \left[\frac{l_i^{cr}}{v_x} + \left(\frac{l_i^{cr}}{l_0} - 1 \right) t_0 \right] (n_i^y + n_i^h); \quad (50)$$

$$K_a^c = \frac{\sum_{i=1}^{10} \frac{(n_i^y + n_i^h) l_i^{cr}}{N_{пас}^{rop} \eta} c_a}{365 t_p v_\phi}, \quad (51)$$

где $n_i^ч$ — поток с четной стороны в i -й район;

$n_i^н$ — поток с нечетной стороны в i -й район;

R — ячейка памяти машины, хранящая суммарный поток в i -й район (запись $[R]$, означает «содержимое ячейки R »);

ΣMl — *машино-км* пробега;

$l_i^{ст}$ — расстояние от старой станции до i -го района в км;

K_a^c — капиталовложения в автотранспорт;

c_a — расходная ставка за 1 *машино-км* пробега;

$\Sigma N_{пас} t_{ст} = \Sigma ct$ — пассажиро-часы за время проезда в автотранспорте;

$N_{пас}^{гор}$ — вместимость единицы автотранспорта;

η — коэффициент, учитывающий заполнение машины;

v_a — эксплуатационная скорость автотранспорта;

t_p — время работы одной машины в течение суток;

l_o — среднее расстояние между остановками;

t_o — время стоянки.

По *машино-км* пробега и пассажиро-часам за время проезда на автотранспорте рассчитываются эксплуатационные расходы, пропорциональные этим величинам. Далее определяются эксплуатационные расходы, связанные с задержкой пассажиров ожиданиями из-за большой загрузки привокзальной площади и улиц. Величина этих затрат принимается наименьшей из возможных, если варьировать количеством единиц автотранспорта. Расчет остальных составляющих эксплуатационных расходов рассматриваемого варианта не требует особых пояснений. Эксплуатационные расходы приводятся к виду, сопоставимому с капитальными затратами по общеизвестным рекомендациям, после чего на печать выдаются все показатели, характеризующие исходный вариант.

При расчетах, учитывающих строительство новой станции, вначале определяются капитальные затраты на сооружение железнодорожного подхода и эксплуатационные расходы на его содержание, а также содержание путепроводов, предусматриваемых в связи с этим строительством. Эти расходы не связаны с размерами пассажиропотоков и с вариантом распределения его между новой и старой станциями, поэтому расчеты начаты с них.

Следующие три блока программы уже описывались. Назначение первого — разделить потоки, прикрепление которых к той или иной станции не требует экономических обоснований. Назначение второго — упорядочить неприкрепленные потоки таким образом, чтобы рассмотрение вариантов распределения их между станциями осуществлялось с наименьшей затратой машинного времени. Третий блок обеспечивает перебор всех конкурентоспособных и не противоречащих здравому смыслу вариантов прикрепления пассажиропотоков к станциям. Порядок перебора вариантов прикрепления потока строго определен. Математические закономерности, с помощью которых исключаются из расчетов нереальные и повто-

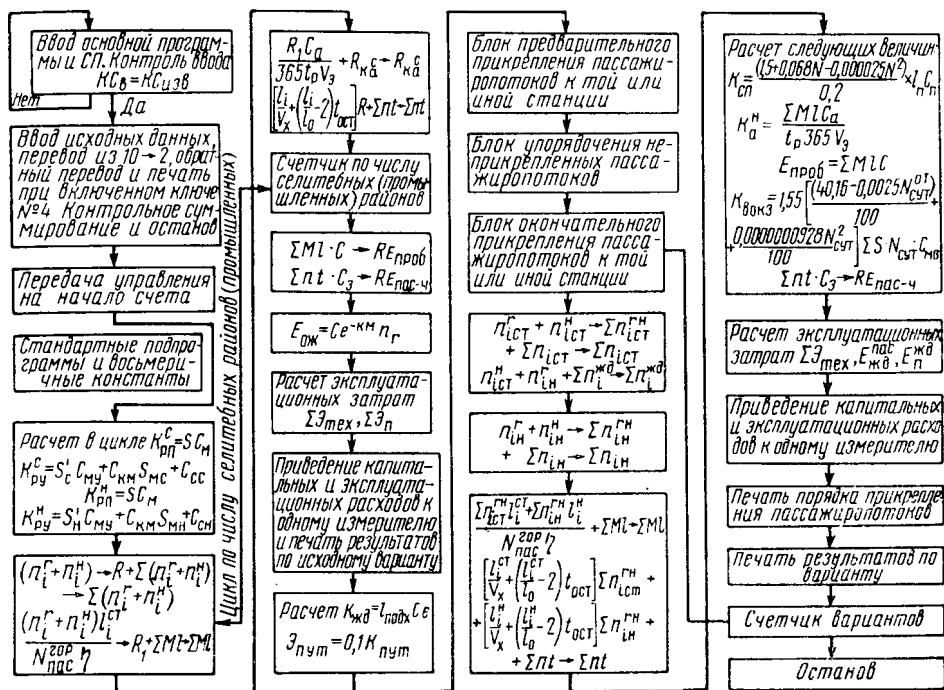


Рис. 99. Общая операторная схема для расчетов вариантов

ряющиеся варианты, описаны выше. После того как в описываемом блоке будет сформирована табл. 10,2, т. е. в нее будут вписаны неприкрепленные потоки согласно очередному варианту прикрепления, управление передается на расчет затрат, связанных с величиной пассажиропотока и вариантом распределения его между станциями. Вначале определяются потоки через старую и новую станции в i -й промышленный или селитебный район, суммарные потоки через старую станцию и суммарный поток по железнодорожному участку между станциями.

Далее рассчитываются машино-км пробега автотранспорта при развозе пассажиров по промышленным и селитебным районам и пассажиро-часы за время проезда по формулам (49, 51). Затем по формулам (35, 39, 50) определяются:

- капитальные затраты на строительство станции;
- капитальные затраты на строительство вокзала;
- капитальные вложения в автотранспорт;
- эксплуатационные расходы, связанные с пробегом автотранспорта

$$\mathcal{E}_{проб} = \sum M_i C_a; \quad (52)$$

эксплуатационные расходы, связанные с задержкой пассажиров поездками в автотранспорте,

$$\mathcal{E}_{пч} = \sum n t c_2. \quad (53)$$

Кроме того, рассчитываются эксплуатационные затраты, связанные с обработкой пассажирских поездов, задержкой пассажиров поездкой между двумя станциями и затраты, пропорциональные пробегу поездов между двумя станциями. Далее определяются приведенные затраты по варианту, выдается на печать распределение пассажиропотоков между станциями и результаты экономических расчетов.

Блок-схема программы производства технико-экономических сравнений вариантов показана на рис. 99.

Рассмотренная методика позволяет устанавливать необходимость, выбирать месторасположение второй станции в существующих городах, решать вопрос о переносе пассажирских станций на новое место в городе (при условии сохранения одной станции), устанавливать оптимальное месторасположение пассажирской станции при сооружении ее впервые, определять число и местонахождение остановочных пунктов. Данная методика применима также для выбора других вариантов решений (строительство новых транспортных линий, реконструкция площадей и т. д.) при незначительных изменениях программы.

7. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ В ГОРОДАХ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПАССАЖИРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛОВ

Эффективность капиталовложений при выборе системы транспортного обслуживания железнодорожных пассажиров во многом зависит от рационального развития всего комплекса городского пассажирского транспорта. Варианты решений транспортного обслуживания пригородных потоков должны разрабатываться только в комплексе с городскими пассажиропотоками и для всех видов транспорта, так как нецелесообразно иметь оптимальные решения для отдельных схем транспортной сети без оптимума для всей системы в целом.

Одним из важнейших вопросов, требующим дальнейших разработок, является составление методики долевого учета (при расчетах городов) железнодорожных и городских пассажиров, так как просчет вариантов транспортного обслуживания для изолированного пригородного потока может допускаться лишь для вариантов чисто железнодорожных решений. Например, при устройстве второй пассажирской станции, расширении привокзальной площади или сооружении второй площади, т. е. таких решений, на выбор которых городские потоки оказывают незначительное влияние. Когда решается вопрос о выборе метрополитена или диаметра, то в этом случае учет городских пассажиров часто имеет решающее значение.

К основным данным, позволяющим разрабатывать различные варианты выбора пассажирского транспорта для массовых перевозок, относятся объемные схемы и направления следования пассажиропотоков между опорными пунктами или условными

районами города (промышленными и селитебными). Наличие схем движения потоков и их размеры позволяют установить основные потоки. Для железнодорожных пассажиров выгодно, если они совпадают с городскими потоками, так как облегчается выбор решения скоростной опорной сети, мест остановок транспорта в городе и выбор стыковых пунктов магистрального и внутреннего транспорта, хотя общая методика их определения остается прежней.

Рассматривая, например, схему распределения пассажиропотоков между условными центрами промышленных и селитебных районов и вокзалами города Ча (рис. 100) видим, что при общей значительной величине этих потоков выделяются несколько особенно крупных, следующих от V и VI районов города к центру, где эти потоки сливаются с другими городскими потоками и, еще более увеличиваясь, идут в сторону III и IV районов. Следовательно, в этом случае очевидны два основных направления скоростных видов транспорта: от вокзала VI через I район в сторону IV района и от вокзала V через центр I в сторону III района. При таком ярко выраженном характере и совпадении путей следования городских и пригородных потоков их можно обеспечить скоростным транспортом, а остальные внутрирайонные передвижения и более мелкие потоки обслуживать автобусом, троллейбусом или трамваем.

Анализ работы многих пассажирских станций, привокзальных площадей, планировочные решения городов и расчеты позволяют отметить, что в каждом крупном городе транспортные связи развиваются по-своему, так как в каждом городе много индивидуальных черт развития и особенностей распределения пассажиропотоков. Поэтому задача обеспечения транспортными связями железнодорожных пассажиров не может решаться в отрыве от конкретных условий рассматриваемого города, со всеми его планировочными архитектурными и транспортными индивидуальностями.

Пути развития узлов пассажирского транспорта в крупных городах во многом зависят от расположения промышленных и селитебных центров, схем и места размещения пассажирских станций в планировочной структуре города.

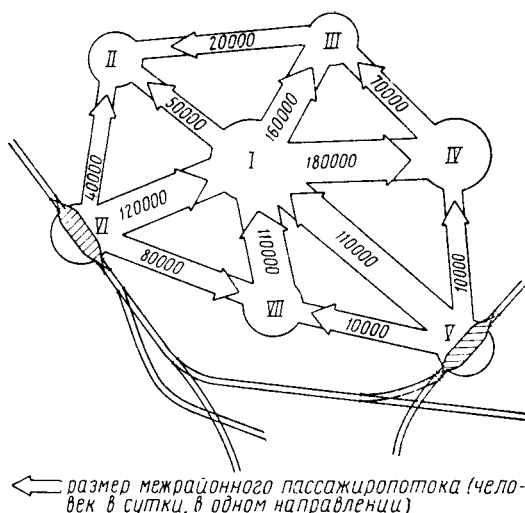


Рис. 100. Схема распределения пассажиропотоков в городе Ча

Пассажирские станции в крупных городах обычно располагаются по трем схемам:

в отрыве от города (рис. 101, а), с которым связывает их одна городская магистраль (Брянск, Курск, Кострома и др.);

на окраине города (рис. 101, б), замыкая собой одну из важнейших городских магистралей (Полтава, Ярославль, Симферополь и др.);

в центральной части города (рис. 101, в — Харьков, Краснодар, Волгоград и др.).

Для пассажирской станции, расположенной в отрыве от города, характерны несколько схем, влияющих на выбор типа городского транспорта.

В средних городах, развивающихся по компактным схемам, связь между городом и привокзальной площадью остается автобусной или троллейбусной. Затраты времени на поездку весьма значительны, но из-за небольшого потока пассажиров переход на скоростной транспорт нерентабелен. Если город развивается в длину или резко возрастает пригородный пассажиропоток, в ряде случаев целесообразно перемещать пассажирскую станцию на новое место или расширять городскую транспортную магистраль, если она не проходит в стороне от плотно застроенных городских кварталов. Таким путем может быть доведено до минимума время ожидания пассажирами транспорта, хотя время поездки по городу часто возрастает. В отдельных случаях в часы «пик» можно организовать пропуск скоростных автобусов, следующих от вокзала к центру города или его отдельным районам. В обычные часы суток в таких городах пассажиропотоки очень малы даже при наличии пригородов. В некоторых городах перенос пассажирской станции необходим из-за условий развития города на новой территории, удаленной от существующих районов на значительное расстояние или отделенной водной преградой. Пример такого решения дан на рис. 102. При новой схеме размещения пассажирской станции вблизи городских массивов (жилых и промышленных) потоки железнодорожных пассажиров в городе целесообразно обслуживать существующими видами транспорта (автобусом или троллейбусом).

Если пассажирская станция расположена на окраине города, то получается много различных решений обслуживания железнодорожных пассажиров городским транспортом. Так, при компактной схеме развития города и незначительных потоках пригородных пассажиров обслуживать их целесообразно автобусом или троллейбусом. Увеличение объема перевозок может быть освоено за счет усиления пропускной способности городских магистралей или скоростным транспортом. Если в городе компактной формы бурно развивается промышленность, то целесообразнее, с точки зрения транспортного обслуживания, иметь два (или несколько) крупных района ее концентрации, так как (рис. 103, б) железная дорога может при наличии достаточного числа остановочных пунктов полностью или частично разгрузить

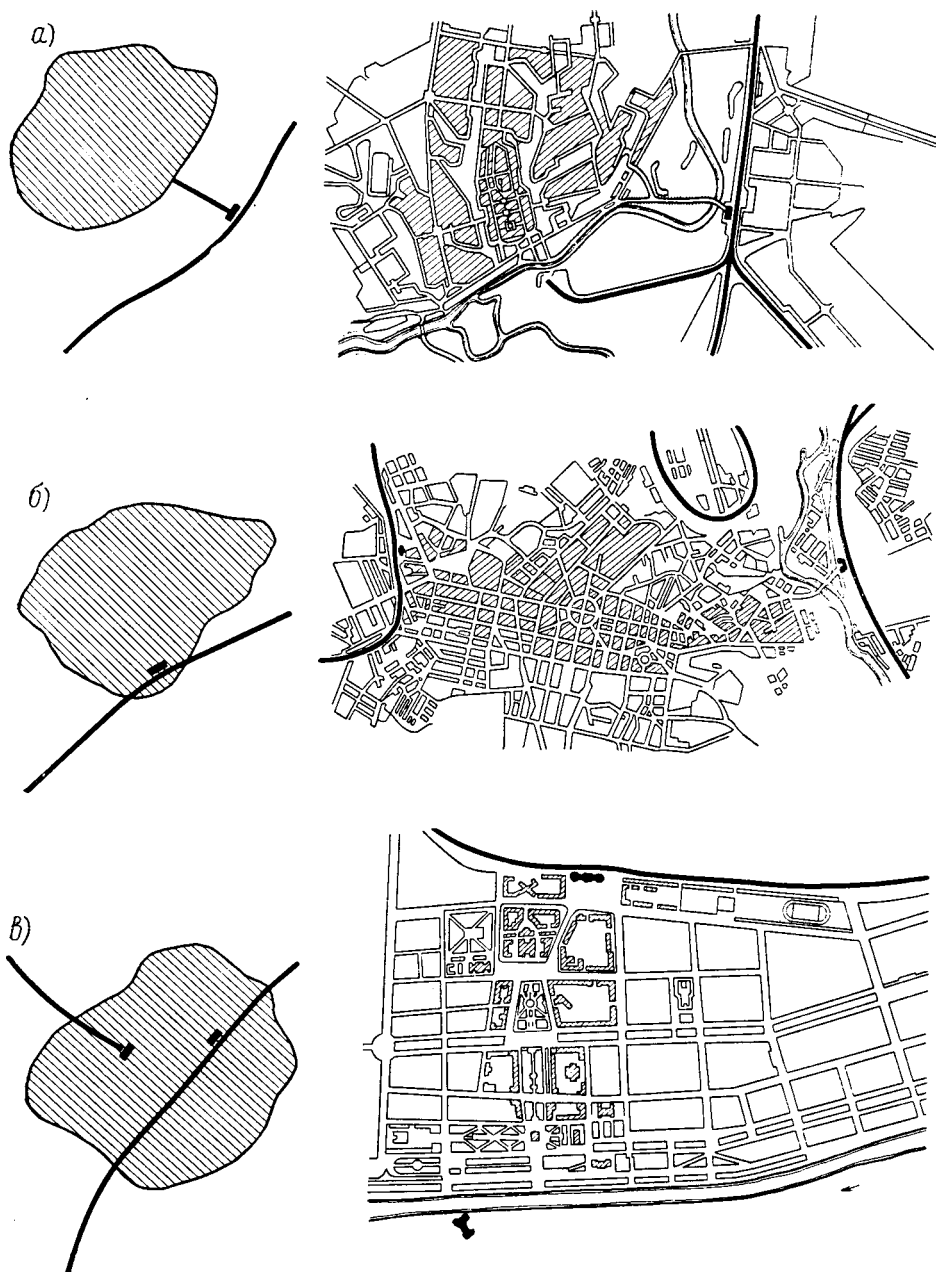


Рис. 101. Принципиальные схемы взаимного расположения пассажирских станций и городских территорий

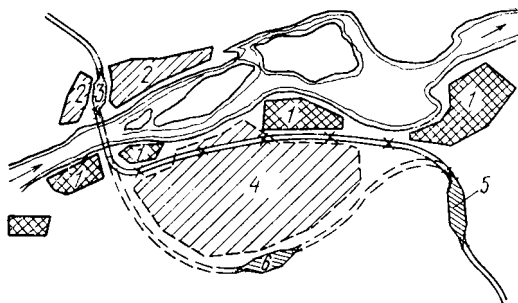


Рис. 102. Схема предполагаемого переноса пассажирской станции на новое место:

1 — новые промышленные районы; 2 — существующая селитба; 3 — существующая пассажирская станция; 4 — проектируемая селитба; 5, 6 — проектируемые соответственно сортировочная и пассажирская станции

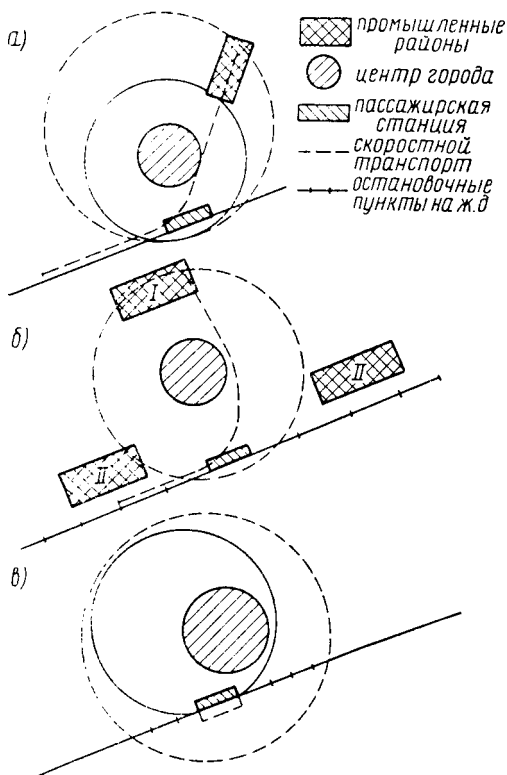


Рис. 103. Схемы размещения промышленности и селитбы при расположении пассажирской станции на окраине города:

а — при одном промышленном районе; б — при двух районах; в — при развитых заливных районах города

городской транспорт от пригородного потока.

Если развитие города происходит по другую сторону железнодорожной линии, то последняя постепенно превращается в городской диаметр, для полного использования которого целесообразно создавать вторую привокзальную площадь, снимающую все пассажиропотоки заливного района. Это разгрузит основную площадь и резко сократит пробеги городского транспорта. В ряде случаев даже на первых этапах развития целесообразно открывать ряд остановочных пунктов на территории города, предусматривая для этого хорошие транспортные магистрали, связывающие их с городскими распределительными транспортными узлами. На рис. 104 приведена схема взаимного размещения магистрального транспорта и основных городских районов. Город компактной формы, районы I, III и IV развивались в таких условиях, что прямая связь с привокзальной площадью отсутствует. Пробег автобусов от привокзальной площади до центров I, III и IV районов составляет 8—12 км, в то время как пробег до основного района города II равен лишь 3—4 км. При создании второй привокзальной площади по другую сторону парка расстояние от нее до расчетных районов не превысит 4—5 км. Учитывая возможный дальнейший рост

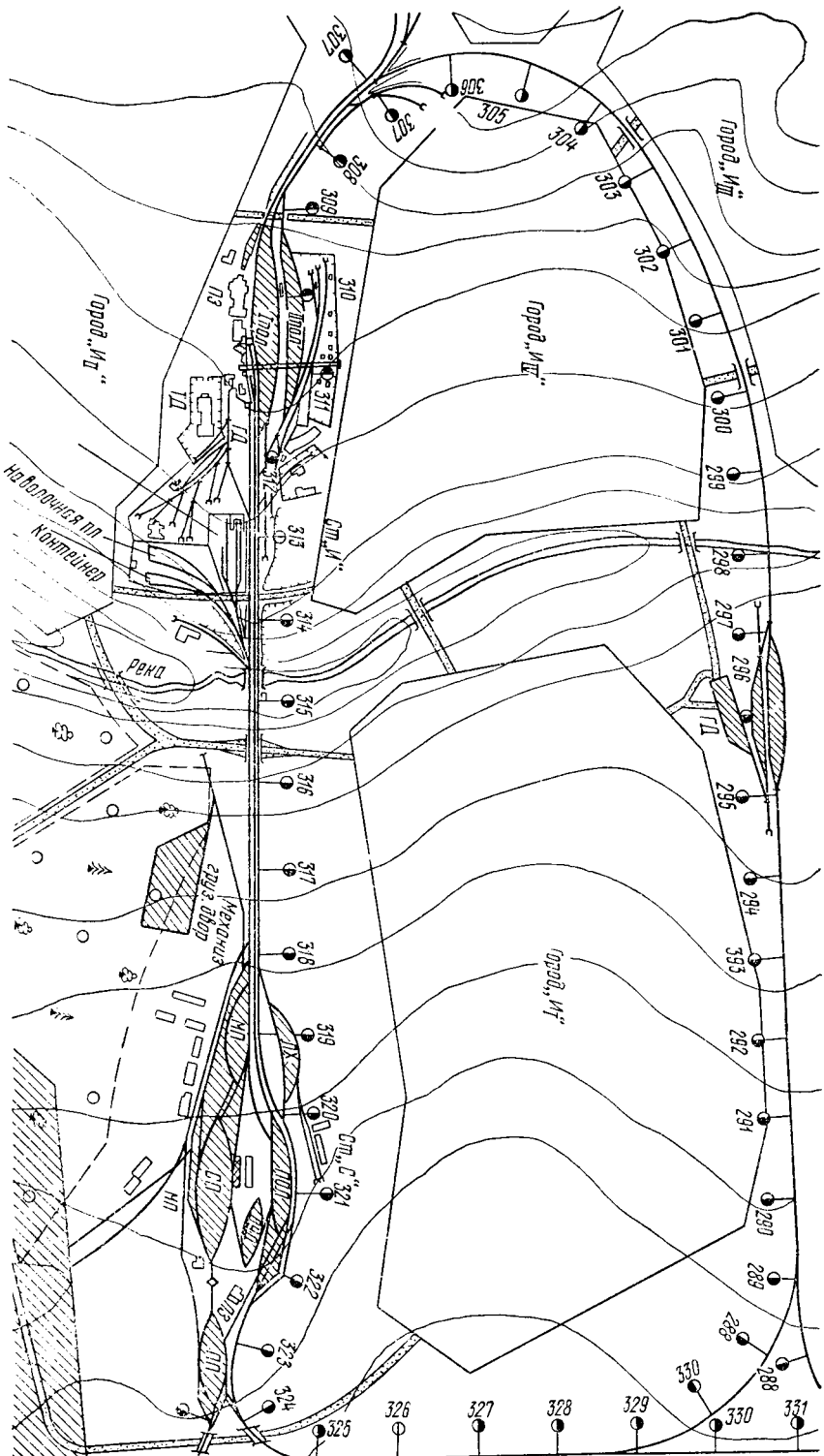


Рис. 104. Схема расположения пассажирской станции на территории города:
 I под II под — парки пассажирской станции

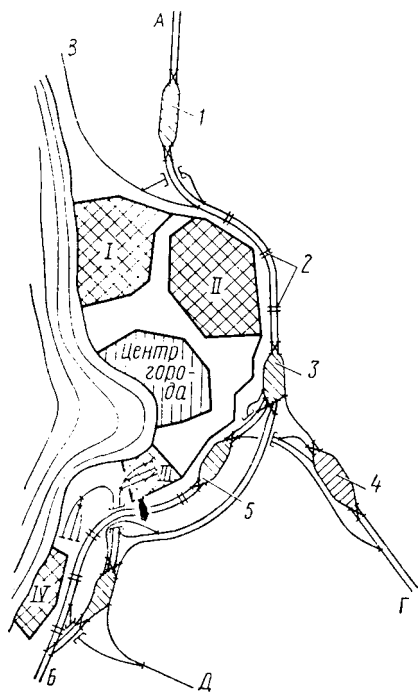


Рис. 105. Схематический план города, использующего железную дорогу в системе городского транспорта:

I, II, III, IV — промышленные районы; 1 — дополнительная сортировочная станция; 2 — остановочный пункт; 3 — грузовая станция; 4 — сортировочная станция; 5 — пассажирская станция

В городах такого типа важнейшая проблема — это обеспечение хорошей связи между станциями (остановочными пунктами) пригородной линии и городскими транспортными узлами, лежащими на пересечении главной городской магистрали. Эта связь наиболее выгодно осуществляется автобусным сообщением. В случае снятия с железнодорожной линии грузового движения и специализации путей только под пригородное движение транспортные затруднения в городе не испытываются даже при 1—1,5 млн. человек. Однако в ряде случаев, в городах, вытянутых в длину, целесообразно предусматривать метрополитен, проходящий через весь город, а на параллельных линиях автобусно-троллейбусное сообщение вдоль основных районов с большими пассажиропотоками. Это наиболее характерно для городов, имеющих значительные размеры территории и по ширине.

Для городов, расположенных возле больших рек или морского побережья, имеющих компактную схему, также желательно использовать железную дорогу как городской вид транспорта, соорудив ее полукольцом, охватывающим весь город (рис. 105). На

города и его темпы, можно отметить, что решение проблемы транспортных связей обеспечит нормальный режим обслуживания на ближайшие 10—15 лет. Если учесть только затраты на перепробег городского транспорта, не считая затрат на ожидание его на вокзале, такая реконструктивная мера полностью окупается через 4—5 лет.

Для городов, вытянутых в длину (Волгоград, Ростов-на-Дону, Архангельск), где линия железной дороги проходит вдоль главной уличной магистрали, наиболее целесообразно размещать на ней достаточное число остановочных пунктов (при условии их размещения с минимальными суммарными затратами), чтобы пригородная железная дорога использовалась как основной вид городского транспорта. Так, в Волгограде, например, тракторный завод и мачто-завод, две диаметрально удаленные точки города, расположенные друг от друга почти на 60 км, соединены железнодорожной линией, проходящей через центр города.

главном пригородном направлении, а это, как правило линия железной дороги, идущая вдоль побережья или реки, сооружается расчетное число пунктов (рис. 105 линия АБ). Остановочные пункты значительно разгрузят главный вокзал города и создадут большие удобства пригородным и городским пассажирам: резко уменьшится загрузка улиц, связывающих вокзал с центром города и основными промышленными районами. Для обеспечения хорошей связи остановочных пунктов с нужными районами города должны предусматриваться радиально-кольцевые магистрали.

В отдельных городах такого типа при очень больших пригородных потоках в направлении А—ВВ (рис. 106) и размещении промышленности в одном районе со стороны линии А целесообразно, в ряде случаев, сооружение диаметра. Такое решение выгодно для города, население которого превышает 700 тыс. человек и размеры суточного пригородного потока, следующего в город, свыше 100 тыс. чел. Характерным примером может служить г. Рига, где железная дорога имеет несколько остановок на территории города, а на станции Рига-Пассажирская построены две площади: основная площадь имеет очень сложную конфигурацию (рис. 107, 1) не измененную даже после реконструкции, и незначительную пропускную способность, так как в районе распределительного привокзального узла пересекаются маршруты городских видов транспорта (трамвая, автобуса, троллейбуса, такси) и значительных грузовых потоков, следующих к вновь сооруженному на станции почтамту (рис. 107, 2). На второй привокзальной площади размещен автовокзал, который резко снижает загрузку главной площади. Однако, как видно из схемы (см. рис. 107), обе привокзальные площади Риги соединены между собой путепроводом, обеспечивающим хорошую транспортную связь между двумя районами города, разделенными железной дорогой.

Расположение пассажирских станций вблизи центральных районов характерно для очень многих городов. В отличие

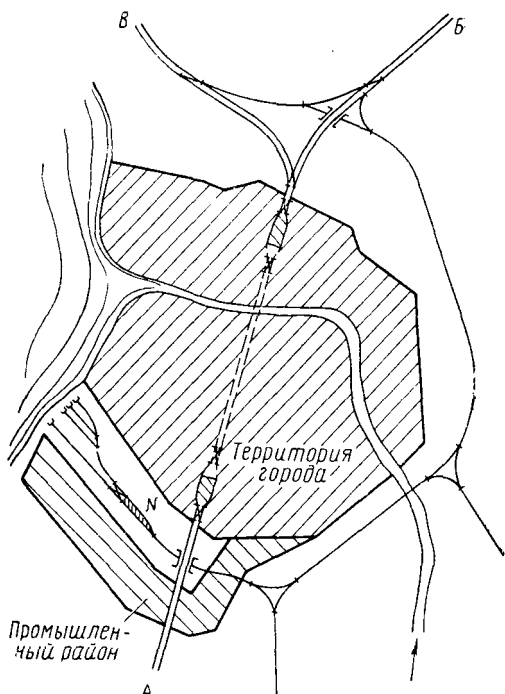


Рис. 106. Схема трассы железнодорожного диаметра в большом городе

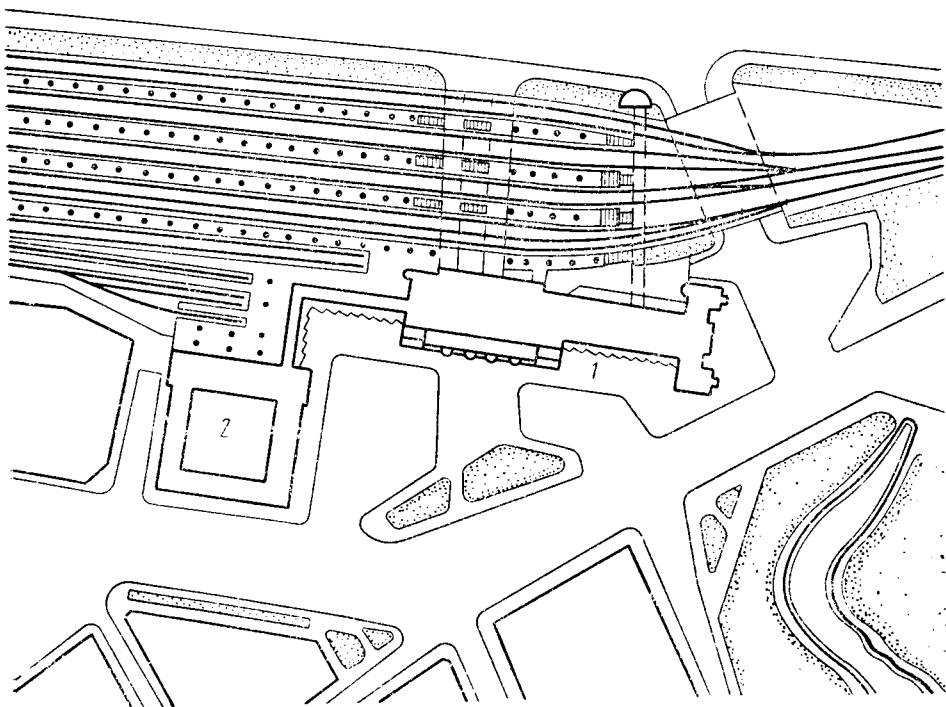


Рис. 107. Планировка привокзальной площади в г. Риге

от большинства рассмотренных случаев пассажирская станция бывает развита по проходной и тупиковым схемам.

Для тупиковых пассажирских станций характерно значительное несоответствие пропускных способностей отдельных элементов пассажирского транспортного узла и проблема перевозки железнодорожных пассажиров в городе не может быть решена усилением таких видов транспорта, как автобус, троллейбус или реконструкцией привокзальных районов. Для таких городов, как правило, следует рассматривать в качестве вариантов решений метрополитен, глубокий ввод, диаметр с переустройством станции в сквозную и созданием второй пассажирской станции и остановочных пунктов на диаметре, а также сооружение линий скоростного трамвая.

Следует отметить, что несмотря на большое преимущество метрополитена для перевозки городских пассажиров, использование его для пригородных менее выгодно, так как даже при создании вылетных линий, поездки без пересадки обеспечиваются лишь долей пригородных пассажиров, проживающих в зоне, до которой проложена вылетная линия (рис. 108). Все остальные пассажиры могут изменять пункт пересадки с железнодорожного транспорта на линию метро. Кроме того, вылетные линии метрополитена, разгружая в целом тупиковые станции, не снимают необходимость

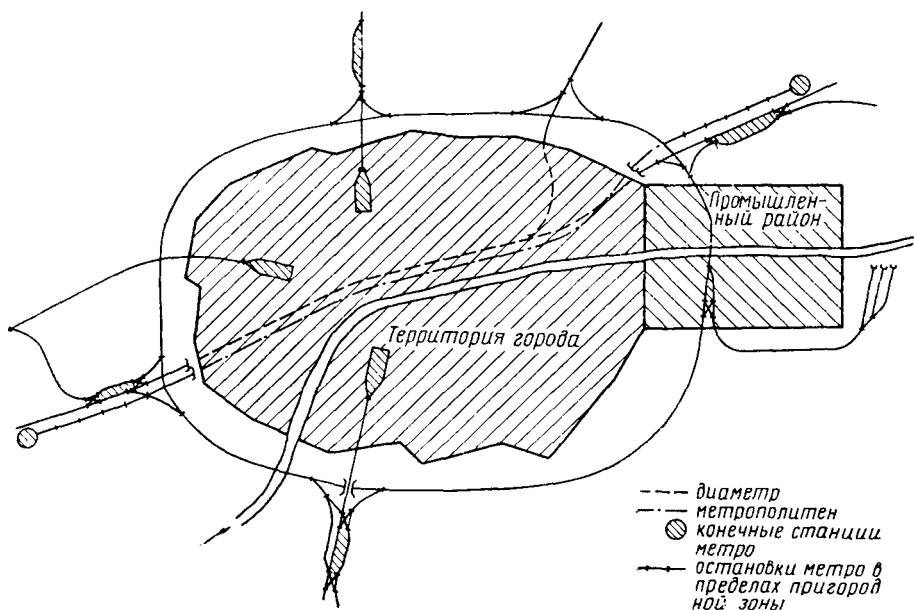


Рис. 108. Варианты расположения вылетных линий метрополитена или железнодорожного диаметра в крупном городе

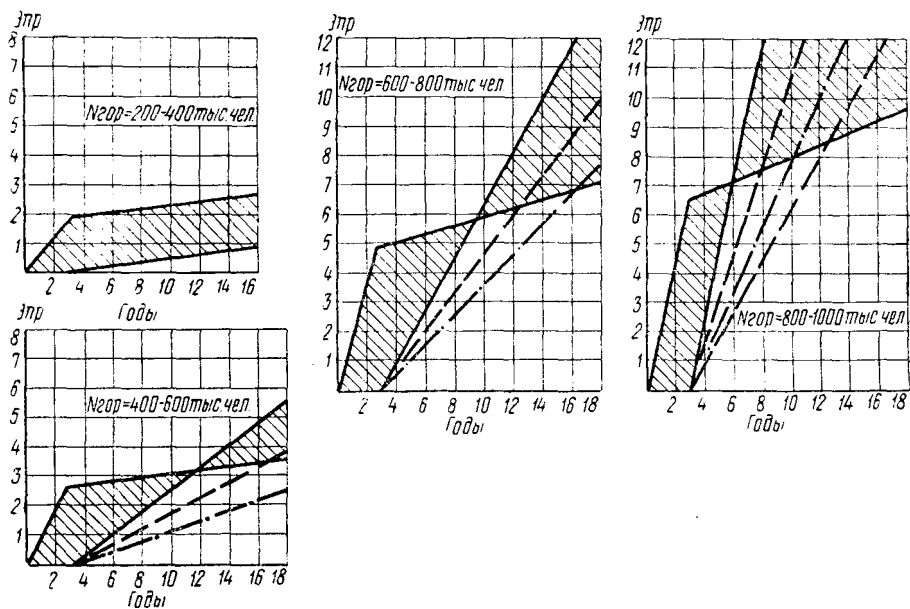


Рис. 109. Графики экономической целесообразности сооружения вторых пассажирских станций в крупных городах различной величины

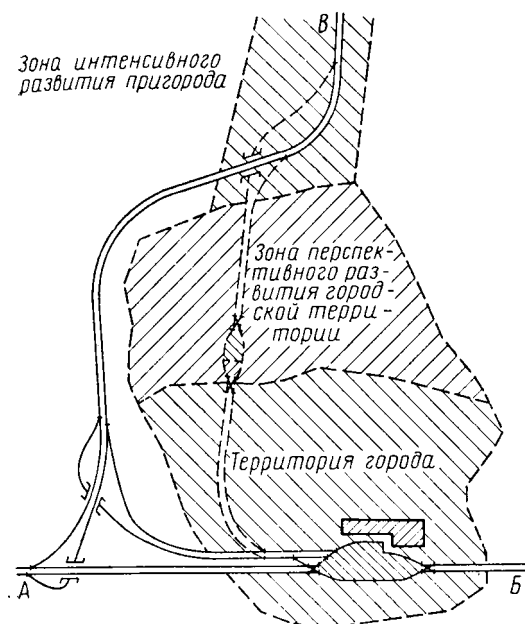


Рис. 110. Схема расположения второй пассажирской станции в городе

их реконструкции или сооружения дополнительных станций в городе. В этом отношении при прочих равных условиях и больших пригородных двусторонних пассажиропотоках (см. рис. 108) целесообразно сооружение диаметра, который полностью снимает пересадки для пригородных пассажиров, доставляя их в центральные районы города, создает большие удобства для городских пассажиров, разгружает городской транспорт, снимает необходимость реконструкции центральных городских магистралей.

В городах компактной формы, где пассажирская станция размещена в центральных районах по сквозной схеме, чаще всего необ-

ходимо также создание второй привокзальной площади и открытие городских остановочных пунктов. В тех случаях, когда город развивается в одну сторону, наряду со второй привокзальной площадью иногда необходимо сооружение линии метрополитенов, скоростных линий городского транспорта или второй пассажирской станции.

Для многих городов с населением от 600 тыс. до 1 млн. человек целесообразно строительство второй пассажирской станции, сооружение которой окупается за 6—10 лет (рис. 109). Следует отметить, что для крупнейших городов приведенные расходы на сооружение второй пассажирской станции на 25—35% меньше, чем на реконструкцию существующего пассажирского транспортного узла (площадь, станция, улицы).

В отдельных городах (рис. 110) направление главной линии (АБ) обслуживается одной сквозной пассажирской станцией, расположенной на окраине города. Развитие промышленности в районе ветви В расширило пригородную зону, в связи с чем на станции пришлось увеличить число тупиковых путей, обслуживающих пригородное движение. Территория города значительно выросла в сторону линии В, в результате увеличилось время поездки пассажиров от станции до нужных районов города, а также время ожидания транспорта в связи с перегрузкой привокзального района. В конечном счете потребовалась реконструкция всего пассажирского узла. В этом случае наиболее целесообразно было бы вместо создания обходного пути и сооружения на существующей

станции тупиковой группы путей предусмотреть строительство новой пассажирской станции в районе зоны перспективного развития города. Такое решение обеспечило бы значительное сокращение времени поездки пригородных пассажиров в город и разгрузило бы район главного вокзала и основные уличные магистрали. При дальнейшем росте города возможно было бы построить диаметр и превратить новую тупиковую станцию в сквозную, что позволило бы в случае роста пригорода со стороны *Б* организовать маятниковое движение поездов.

На рис. 111 приведена схема расположения пассажирской станции в крупном городе, имеющем три основные промышленные районы, куда ежедневно прибывает на работу из пригородов более 150 тыс. человек. Городской пассажиропоток следует в направлении *I—II* через центр и не совпадает с направлением следования пригородного. Расстояние от вокзала до районов *I*, *II* и *III* равно 14, 11 и 12 км. Несоответствие в пропускных способностях привокзальной площади и пассажирской станции создает большие очереди в ожидании городского транспорта и требует проведения реконструктивных мероприятий, в числе которых для данного города могут быть рассмотрены: сооружение второй привокзальной площади (2), строительство второй пассажирской станции (3) на расстоянии 4 км от существующей и отклонение на нее всего потока, следующего в *I* и *II* районы города, создание диаметра и петли в районе центральной части города с размещением на ней остановочных пунктов (4). Стоимость сооружения второй станции со всеми устройствами и привокзальной площадью составляет около 34 млн. руб.; диаметра и кольца — около 70 млн. руб.,

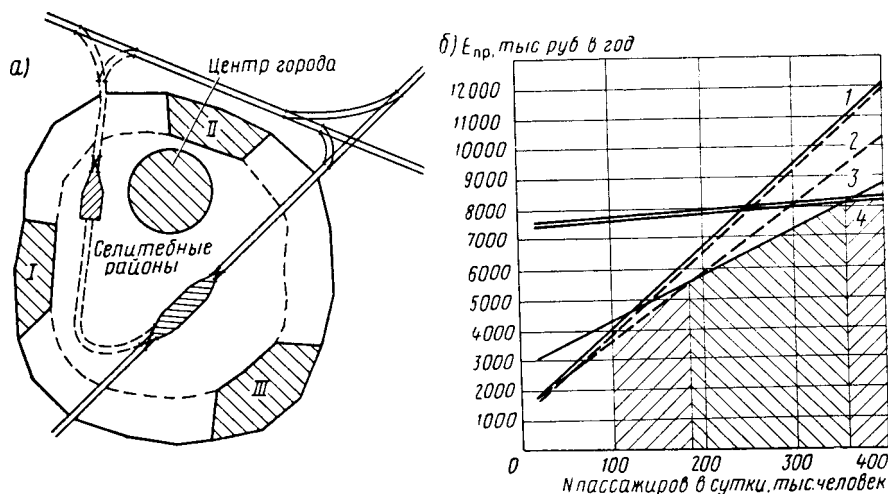


Рис. 111. Схематический план города (а) и экономическая целесообразность различных вариантов усиления транспортных связей города (б):

I, *II*, *III* — промышленные районы; 1 — реконструкция площади; 2 — сооружение второй площади; 3 — вторая пассажирская станция; 4 — сооружение диаметра

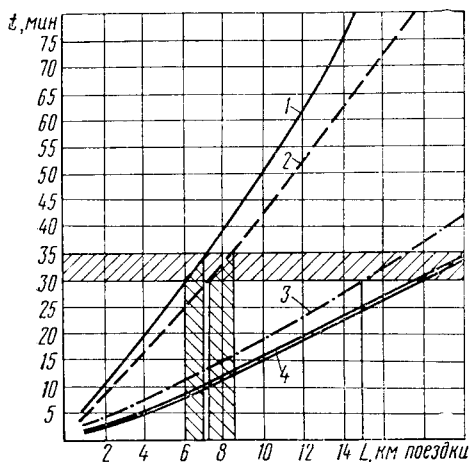


Рис. 112. Сферы целесообразности использования различных видов транспорта для перевозки пассажиров в зависимости от затрат времени на поездку:

1 — трамвай; 2 — автобус; 3 — метро; 4 — диаметр

Сооружение кольца и диаметра целесообразно лишь при потоках свыше 370 тыс. пассажиров (без учета городских). Учитывая, что в перспективном развитии города и пригородов на ближайшие 15—20 лет не ожидается потока свыше 200—250 тыс. пассажиров, в рассматриваемом случае целесообразно строительство второй пассажирской станции. Несомненно, что приведенные

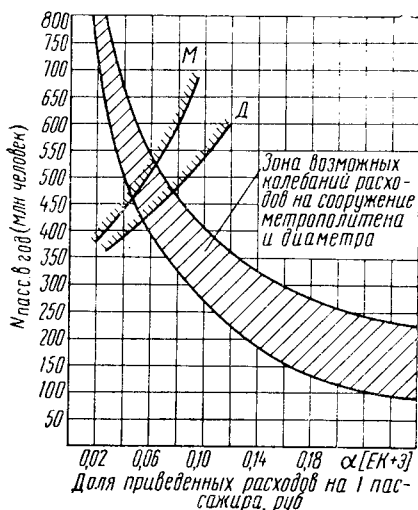


Рис. 113. Экономическая целесообразность сооружения в городах метрополитенов (М) и диаметров (Д)

однако оба варианта значительно сокращают капиталовложения в подвижной состав городского транспорта.

Ориентировочные расчеты вариантов с учетом дальнейшего роста перевозок пассажиров до 300—400 тыс. человек в сутки позволили получить сравнительные зависимости эффективности выбора решения для рассматриваемого города (рис. 111). Из графика видно, что сооружение второй привокзальной площади целесообразно даже при 50—60 тыс. пассажиров (из расчета, что только третья часть их следует в III район), а создание второй пассажирской станции дает эффект при перевозке 180—370 тыс. человек.

Сооружение кольца и диаметра целесообразно лишь при потоках свыше 370 тыс. пассажиров (без учета городских). Учитывая, что в перспективном развитии города и пригородов на ближайшие 15—20 лет не ожидается потока свыше 200—250 тыс. пассажиров, в рассматриваемом случае целесообразно строительство второй пассажирской станции. Несомненно, что приведенные цифровые данные не могут служить материалом для конкретного сравнения вариантов, так как они получены с известным допуском и служат в основном для пояснения излагаемого материала.

Если принять, что среднее время поездки пассажира в пригородном сообщении не должно превышать 20—25 мин, а затраты времени на городской транспорт не выше 30—35 мин, так, чтобы суммарные затраты в пригородно-городском сообщении для постоянных массовых поездок пассажиров не превышали 60 мин, то, как видно из рис. 112, использование трамвая для внутригородского перемещения

пригородного пассажира целесообразно до 6—7 км, автобуса до 7—9 км, после чего необходимо предусматривать скоростной транспорт. Однако такая рекомендация не учитывает объема перевозки пассажиров, т. е. не имеет под собой экономического обоснования.

По очень ориентировочным подсчетам экономическая целесообразность перехода на сооружение метрополитена в крупных городах наступает при объеме перевозки около 450—520 млн. пассажиров в год (рис. 113). При меньших объемах метрополитен не окупается в установленные расчетные сроки. Использование диаметра несколько эффективнее, так как значительно сокращаются затраты на пересадки пригородных пассажиров в районе стыка двух видов транспорта. Следует особо подчеркнуть, что при открытии метрополитена часто ухудшается использование двух видов транспорта в общем транспортном комплексе города, поэтому в таких случаях особенно важны четкие технологические и организационные мероприятия, обеспечивающие эффективность работы каждого вида транспорта.

Если учесть, что пригородный поток не свыше 70—100 млн. пассажиров в год (исключая такие города, как Москва и Ленинград, имеющие значительно большие потоки, но развивающиеся по индивидуальным схемам, не подчиненным обычным законам развития), то линия метрополитена должна располагаться на территории города таким образом, чтобы вместе с городскими потоками составила не менее 380 млн. пассажиров в год. Следовательно, в тех случаях, когда направление движения пригородных пассажиров в городе не совпадает с движением городских потоков (рис. 114), загрузка возможной линии метрополитена значительно снижается, не обеспечивается его рентабельность. Примерно такое положение сложилось с первой очередью метрополитена в Киеве, который вначале был почти не загружен. Только удлинение линии до Дарницы, где большой внутригородской и пригородный потоки, и сооружение Святошинского хода обеспечило возможность дополнительной загрузки.

Диаметр, так же как вылетная линия метрополитена, должен проходить на территории города по зонам большой концентрации пассажиропотока, так как в противном случае при его провозной способности около 40—50 тыс. пассажиров в час и максимальной мощности пригородного пассажиропотока около 20—30 тыс. (в часы «пик», что характерно лишь для городов с населением свыше 900 тыс. человек), его сооружение будет нерентабельно. В то же время необходимо отметить, что сооружение в крупном городе

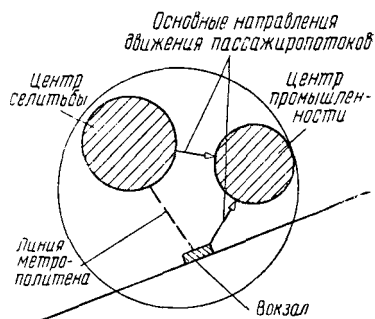


Рис. 114. Схема основных направлений и движения городских и пригородных потоков в крупном городе

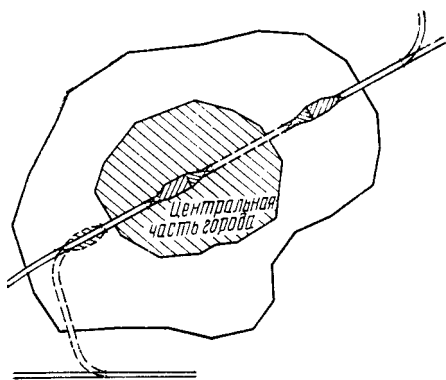


Рис. 115. Схема расположения железнодорожного диаметра в городе

диаметра создает реальную возможность для размещения на нем второй пассажирской станции, разгружающей основную станцию города. Такое решение облегчит также размещение технических станций, которые в этом случае можно переместить в районы пригородов в случае, если техническая станция предусматривается для каждой пассажирской станции.

В отдельных очень крупных городах, несмотря на ряд трудностей, когда две входящие линии имеют самостоятельные диаметрально противоположные

расположенные станции, целесообразно их соединить диаметром, прокладывая его через центральные районы города. Другие подходящие к городу линии могут примыкать к диаметру специальными короткими соединительными ветвями по схеме, изображенной на рис. 115. Превращение тупиковой станции в проходную, расположенную в центре города, обеспечивает большие удобства для пассажиров, значительно снижая их концентрацию в районе главного вокзала и обеспечивая возможность выноса на окраины города технические станции и другие устройства.

Как показывает опыт Берлина, одного из немногих городов Европы, не знающих массовых скоплений пассажиров, сооружение городских железнодорожных диаметров и окружной железной дороги является очень эффективной мерой решения транспортной проблемы.

Перспективное развитие городов, без учета транспортных факторов, недостаточное обоснование выбора транспортной сети приводит впоследствии к большим трудностям. Поэтому в растущих городах необходимо размещать промышленные и селитебные районы так, чтобы потоки основных городских и пригородных пассажиров совпадали и при дальнейшем росте города и пригородных зон было возможно использовать скоростной транспорт.

Развитие периферийных районов независимо от старого города приводит к очень большим затруднениям при перспективном планировании взаимных схем размещения пассажирских станций и привокзальных площадей и даже выборе места для расположения второй станции в городе. Поэтому в ряде районов города резко ухудшается обслуживание городских и пригородных пассажиров, направляющихся в такие районы к месту работы.

Таким образом, необходимость расширения привокзальных площадей и улиц возникает в случаях, когда пропускная способность пассажирской станции значительно превышает пропускные способности этих элементов вокзального комплекса. Практически

реконструкция улиц и площадей очень затруднена, так как требует сноса большого числа промышленных и жилых зданий или целых массивов и значительных денежных затрат на их восстановление. Поэтому такая реконструкция осуществима только при редкой, малозэтажной застройке привокзальных районов. Решение проблемы улучшения обслуживания пассажиров таким путем целесообразно лишь для городов с концентрированным расположением промышленности и селитьбы. Для других городов, в которых развитие промышленности и жилых массивов происходит в отдаленных районах, расширение привокзальных площадей и улиц не обеспечит достаточных удобств пассажирам и очень незначительно ускорит время на поездку.

Реконструкция привокзальных площадей и улиц требует капиталовложений на расширение или перестройку (перепланировку) привокзальной площади и улиц, строительство новых остановочных пунктов, коммуникаций, снос жилых зданий и промышленных сооружений и восстановление жилого фонда. При реконструкции площадей и улиц возможно некоторое сокращение капиталовложений за счет снижения парка машин городского транспорта. Эксплуатационные расходы при реконструкции площадей и улиц складываются из расходов на содержание городского транспорта и перевозку пассажиров с учетом затрат времени на поездку, расходов на дополнительное содержание привокзальных площадей и улиц. Частично или полностью в этом случае сокращаются расходы, вызываемые задержкой транспорта в районе вокзала и ожиданием пассажирами транспорта в часы «пик».

Создание новых транспортных линий (улиц) может быть рекомендовано для тех случаев, когда вокзал связан с городом одной улицей, имеющей ограниченную пропускную способность, при наличии резервов на привокзальной площади. Целесообразность такого решения также зависит от вида застройки привокзального района. Постройка новых улиц, вызывающая снос многоэтажных домов, как правило, экономически невыгодна.

Сооружение второй привокзальной площади, расположенной по другую сторону от перронных путей, наиболее характерно для городов с концентрированным расположением промышленности и селитьбы возле вокзала при постепенной застройке заливнейного района. Создание второй привокзальной площади позволяет снять значительную долю городского транспорта с основной площади, разгрузить ее и прилегающие улицы и отнести на более отдаленный период полную реконструкцию узла пассажирского транспорта. При создании второй привокзальной площади могут попутно решаться такие важные вопросы, как комплексное проектирование багажно-почтовых устройств, сооружение парков или путей для туристских поездов, строительство автовокзалов, гостиниц, филиалов агентств всех видов транспорта. В целом ряде случаев при таком решении целесообразно перекрытие всех путей перронного парка конкорсом шириной, обеспечивающей создание над его

территорией центрального распределительного вала с выходами (спусками или эскалаторами) на посадочные платформы.

Сооружение второй привокзальной площади целесообразно только при отсутствии ограничения пропускной способности перронного парка и посадочных платформ. Пропускная способность этих устройств должна быть выше других элементов пассажирского транспортного узла с условием, что при создании второй площади и полном использовании резервов территории для дальнейшего развития перронных путей пропускные способности всех основных элементов будут равны между собой.

Постройка второй привокзальной площади требует капиталовложений на ее строительство, планировку новых улиц или подъездов к площади, сооружение путепроводов, в отдельных случаях, на приобретение дополнительного количества единиц городского транспорта, а также затрат на строительство второго вокзала (или расширение существующего). Данное решение (если оно выбрано с учетом характерного для этого случая развития города) приводит к снижению расходов на перевозку пассажиров, так как расстояние поездки в один или несколько районов (залинейных) резко сокращается. При наличии второй привокзальной площади полностью или частично сокращаются расходы на ожидание транспорта и расходы, связанные с его задержками. Снижаются также расходы на обслуживание багажных и почтовых перевозок, так как создаются условия для сооружения комплекса объединенных почтово-багажных устройств.

Организация специальных скоростных линий, когда городской транспорт следует без остановок (или с сокращенным количеством остановок) до центров промышленных и селитебных районов города, оправдывается, если обеспечивается:

- полный вывоз всех прибывших с поездами пассажиров (без дополнительного времени ожидания);

- пропуск в район вокзала дополнительных транспортных средств;

- вывоз и ввоз пассажиров в район привокзальных улиц;

- рациональное использование транспорта, обслуживающего скоростные линии в «непиковые» часы суток;

- суммарные минимальные расходы на перевозку (или минимум затрат времени на поездку) пассажиров, прибывающих с поездами и живущих в районе между вокзалом и ближайшим городским транспортным узлом. Следовательно, в этом случае должно отсутствовать ограничение по пропуску дополнительных машин через привокзальную площадь и улицы и обеспечено их использование в периоды спада пассажиропотоков между вокзалом и районами города. При значительном удалении промышленности и селитьбы от вокзала оптимального решения для обслуживания пассажиров добиться трудно.

Создание специальных линий вызывает значительные капиталовложения на дополнительный парк машин и почти во всех случаях на расширение привокзальной площади и лимитирующих

перекрестков. Кроме того, возникают расходы, образуемые изменением режима эксплуатации из-за неполного использования парка машин в часы малоинтенсивного движения на направлении вокзал — центры промышленных и селитебных районов. Возможны также капиталовложения на снос зданий, восстановление жилого фонда, коммуникаций K_k , строительство новых остановочных пунктов и др.

Специальные скоростные линии, улучшая обслуживание пригородных пассажиров, могут ухудшить обслуживание дальних и местных, так как снижение числа машин городских видов транспорта, следующих к вокзалу (в связи с сокращением пригородного потока) приведет к увеличению интервалов между их отправлением в город (из города) и, следовательно, увеличит (или создаст) время ожидания пассажирами городского транспорта. При таком решении увеличиваются эксплуатационные расходы на содержание транспорта и привокзальных площадей и улиц, однако общие расходы на перевозку пассажиров с учетом затрат времени на поездку несколько сокращаются.

Строительство метрополитена, связывающего вокзал с промышленными и селитебными районами города или имеющего вылетные линии в пригородном участке, а также сооружение диаметров или вторых станций в городе, наиболее дорогостоящая мера обеспечения заданного объема перевозок пассажиров. Однако такие решения обеспечивают максимальный экономический эффект, принципиально изменяя систему обслуживания пассажиров в черте города.

Строительство метрополитенов (диаметров, глубоких вводов) характерно лишь для очень крупных городов (свыше 900 тыс. человек), так как вызывает большие затраты, связанные с сооружением линии и станций метрополитена, хотя в этом случае значительно сокращаются капиталовложения в городской транспорт. Для данного варианта решения должна быть еще разработана специальная методика учета капиталовложений с установлением доли затрат, принимаемой при выборе метрополитена как вида транспорта, разрешающего проблему вывоза пассажиров с вокзала.

При сооружении метрополитена должны учитываться капиталовложения и эксплуатационные расходы, относящиеся лишь к участку вокзал — первый городской транспортный узел (первая остановка метро). Все варианты при таком решении будут рассмотрены в равных условиях, так как реконструкция вокзала или привокзальной площади и прилегающих улиц практически обеспечивает улучшение режима работы лишь на участке до первого городского транспортного узла.

Создание метрополитена или диаметра значительно сокращает расходы по доставке пассажиров и расходы на городской транспорт, ликвидирует ожидания транспорта на привокзальных площадях. Однако метрополитен вызывает большие эксплуатационные расходы на содержание устройств, зависящие от типа метро,

его залегания, размеров движения по линиям и т. д. (в среднем около 350—450 тыс. на 1 км в год).

При учете капитальных затрат на строительство метрополитена, диаметра или городской железной дороги, следует учитывать не только непосредственные вложения в строительство и приобретение подвижного состава, но и ту экономию средств, которую пришлось бы вложить в случае отказа от сооружения указанных выше видов транспорта на строительство дополнительных автодорог, расширение улиц и снос жилого фонда, устройство сложнейших развязок в узловых пунктах городов и размещение автостоянок.

При решении транспортной проблемы, особенно в случае сооружения второй пассажирской станции, необходимо учитывать перспективные направления развития города. Снос и реконструкция старой, неплотно населенной части города вызывает возникновение на ее месте огромных промышленных и селитебных массивов, значительно изменяющих внутренние и внешние транспортные связи. Поэтому в городах, которые увеличиваются в результате внутренней реконструкции за счет сноса старых, малоэтажных домов в центральных районах города, создание второй пассажирской станции, например, не всегда может улучшить обслуживание населения, так как расстояния их перевозки могут возрасти. При реконструкции городов на новых территориях (расширение окраин), в целом ряде случаев, вторая станция, приближенная к новым промышленным и жилым районам, наоборот, создаст большие удобства при минимальных расходах. В городах с большим коэффициентом непрямолинейности (прямоугольная планировка) также может оказаться выгодным сооружением второй станции или даже перенос существующей на новое место. Это решение характерно и для городов, связанных с вокзалом одной улицей, особенно если нет возможности прокладывать дополнительную магистраль (улицу).

Выбор оптимального решения развития транспортных узлов в крупных городах в значительной степени зависит от соотношения капиталовложений, потребных для осуществления намечаемого варианта и эксплуатационных расходов, а также определяется особенностями развития конкретного города. Прежде чем приступить к выбору решения, необходимо рассмотреть изложенные выше требования, а также:

- установить пропускную способность привокзальной площади и определить число остановок;

- рассчитать максимальное число транспортных единиц, которые могут быть пропущены площадью в часы «пик»;

- определить количество пассажиров, которое можно вывезти данным транспортом, и установить затраты времени на ожидание при выбранном режиме работы;

- определить число поездов, которое может освоить привокзальная площадь в расчетный час с заданным временем ожидания пассажирами городского транспорта.

Если пропускная способность площади не обеспечивает освоение прибывающего пассажиропотока, следует переходить к выбору одного из вариантов усиления пропускной способности, обеспечивающему для пассажиров необходимое качество обслуживания.

Помимо изложенных выше основных требований строительства или переустройства пассажирских станций, а также методик их расчета следует учитывать некоторые общие соображения, основанные на практических наблюдениях.

При проектировании и строительстве пассажирских устройств в очень крупных городах особое внимание уделяется пригородному движению, густота и размеры которого особенно в часы «пик» достигают больших размеров. Остановочные пункты размещают, как правило, в местах концентрации городских видов транспорта. Это позволяет экономить время пассажира на проезд, улучшает связь между городом и пригородом и значительно разгружает городской транспорт.

В ряде зарубежных городов построены диаметры или вводы железнодорожных линий в город, которые обеспечивают пропуск пригородных поездов через город или подвод их к определенным районам, причем в некоторых случаях диаметры и глубокие вводы проходят под землей, а остановочные пункты, располагаемые на диаметре, соединены со станциями метрополитена.

Отличительная особенность станций, расположенных в крупных курортных центрах (Сочи, Кисловодск и др.), состоит в резко выраженной сезонности перевозок и, следовательно, неравномерности загрузки станционных устройств в течение года. Сооружение технических станций в этих пунктах осложняется трудностью выбора места (территории) для такой станции. Однако в связи с мягким климатом в таких районах появляется возможность строить вагоноремонтные и экипировочные устройства открытого типа.

Существующие пассажирские станции развивают при резком увеличении пассажирских перевозок, вызванном улучшением материального благосостояния населения или бурным развитием промышленности и ростом населения данного района.

При сооружении новых пассажирских станций тщательно изучают перспективные пассажирские перевозки и увязывают пассажирскую станцию с общей схемой развития железнодорожного и транспортного узлов. Особое внимание уделяют увязке работы железнодорожного и других видов транспорта (речного, морского, автомобильного, воздушного).

Пассажирские устройства размещают в городах с учетом планировки городских территорий. Эти устройства не относятся к категориям сооружений, выносимых за пределы городской территории. Более того, они развиваются в городской черте в зависимости от роста населения города. Поэтому при планировке городов, как правило, приходится считаться с их схемой

размещения и учитывать перспективу их развития, вызываемую ростом города.

Размещение пассажирских устройств в городе должно обеспечивать удобную связь станции с любым районом города.

При размещении пассажирских устройств вблизи центральной части города, что особенно характерно для тупиковых схем станций, железная дорога с городскими магистралями соединяется посредством путепроводов.

В тех случаях, когда железная дорога идет по городской территории на значительном протяжении, необходимо использовать железнодорожную линию и для внутригородских пассажирских перевозок. В этом случае в проекте планировки города предусматривают места остановочных пунктов на территории города в увязке с улицами и городским транспортом.

При развитии пассажирских станций, вызванном удлинением путей, увеличением их числа или какими-либо другими причинами, предварительно изучают всевозможные варианты и отдают предпочтение экономически более выгодному.

В застройке городских территорий стремятся к созданию красивых, живописных ансамблей, украшающих станцию и прилегающую городскую территорию. Целесообразно планировать между станцией и городом специальные бульварные полосы, которые придают городу красивый вид.

Нельзя допускать размещение домов в сторону пассажирской станции глухими фасадами, дворами, подсобными помещениями и постройками. Особенно важно соблюдение этого условия на пассажирских станциях, пропускающих большое количество пассажирских поездов. Такое же требование должно быть предъявлено и к пристанционным поселкам, расположенным на подходах к городу. Внешний вид и планировка их не должны отличаться от жилых районов города.

Одним из важнейших вопросов совместной планировки города и железной дороги является размещение вокзального комплекса (вокзала, багажного и почтового отделений, привокзальной площади и т. д.).

Вокзалы тупиковых пассажирских станций располагаются, как правило, вблизи центральной части города. Так, большинство московских вокзалов расположено вблизи Садового кольца. При таком размещении вокзалов обеспечивается хорошая связь пассажиров с центром города, создаются большие удобства для населения, так как время поездки к вокзалу от центра города незначительно, а расстояние между ними не превышает 1—2 км.

В городах, вытянутых в длину и занимающих сравнительно небольшую по ширине территорию (Волгоград и др.), обычно применяется прямоугольная планировка уличной сети и городского транспорта, при которой основные улицы идут по всей длине города. В таких городах упрощается движение городских видов транспорта. Вокзал размещают вблизи центральной части города, обеспечивая равномерную загрузку транспорта и удобства для

пассажиров. Расположение вокзала на окраине города неудобно, так как пассажирам противоположного района придется затрачивать на поездку к вокзалу значительное время.

На большинстве существующих станций сквозного типа вокзалы находятся между центром и окраиной города. Располагать вокзалы в удалении от города вообще нежелательно и такое решение принимают только при трудных топографических условиях.

В городах с небольшим населением расположение вокзала на окраине наиболее правильно. В связи с небольшим расстоянием внутригородских передвижений пассажиры не испытывают неудобств, а для города и железной дороги взаимно создаются возможности для беспрепятственного дальнейшего развития. В быстро растущих городах железная дорога часто отделяет селитебную часть города от промышленной. Такое деление позволит в будущем иметь удобную планировку городских территорий, создаст возможность красивого архитектурного оформления города и обеспечит транспортные и гигиенические удобства для населения и для железной дороги.

При застройке районов города, прилегающих к вокзалу, планировка должна быть такой, чтобы пассажир мог легко ориентироваться. Планировка вокзала и прилегающих улиц должна иметь архитектурный ансамбль. Однако это очень трудно осуществить при реконструкции существующих вокзалов; в этих случаях переустраивают вокзал и привокзальную площадь с учетом уже сложившейся конфигурации городских территорий и общей планировки города для того, чтобы сохранить многие жилые и промышленные здания.

В новом городе, а также в случаях, когда в районе вокзала имеется свободная территория, при сооружении вокзала принимают планировку, при которой центральная улица города замыкает привокзальную площадь, а со стороны города хорошо видно здание вокзала. Такое планировочное решение принято при реконструкции многих городов, разрушенных в период Великой Отечественной войны (Гомель, Петрозаводск и др.).

Реконструкция железнодорожных станций вызывает необходимость строительства новых вокзалов или переустройства существующих. Обычно в большинстве городов целесообразнее реконструировать существующий вокзал, добавляя вокзальные помещения, переустраивая и увеличивая привокзальную площадь. Это решение наиболее экономично по капитальным затратам и эксплуатационным расходам.

В крайне неблагоприятных по территориальным возможностям условиях, при необходимости сноса большого числа дорогостоящих городских зданий, создают второй, дополнительный вокзал, отводя от него значительную часть пассажиропотока. Второй вокзал в городе размещают в районе, имеющем удобные транспортные магистрали, в местах пересечения различных видов транспорта с таким расчетом, чтобы обеспечить загрузку его пассажирами.

Второй вокзал сооружают при отсутствии железнодорожных мостов через крупные реки (Горький), когда имеется несколько подходов к городу (Запорожье, Арзамас), а также при резком росте промышленности в отдаленном районе от города.

В крупных городах при нескольких пассажирских станциях размещение их зависит от сложившейся или переустраиваемой (с учетом перспективы) схемы узла, конфигурации территории города и числа жителей в различных районах города. При этом учитывается перспектива роста населения, размещение новых жилых районов и схема городских видов транспорта по различным районам города. Кроме пассажирских станций с вокзалами, для обслуживания дальних и пригородных пассажиров в проекте планировки города предусматривают специальные остановочные пункты для пригородных поездов, которые устраивают вблизи крупных предприятий, больших жилых массивов или в местах массовых пересадок пассажиров (вблизи метро, остановок автобуса, троллейбуса и т. д.).

РАСЧЕТЫ ПАССАЖИРСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И ПРИВОКЗАЛЬНЫХ ПЛОЩАДЕЙ

1. ПУТЕВОЕ РАЗВИТИЕ ПАССАЖИРСКОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Число путей на пассажирской станции определяется на основе графика движения поездов и технологического процесса работы станции графическим методом, позволяющим наиболее точно установить потребные размеры путевого развития станции на период интенсивного движения продолжительностью до 4—6 ч.

Ориентировочно путевое развитие пассажирской станции на период интенсивного движения можно рассчитывать аналитически.

Для новых и реконструируемых станций исходными материалами для расчета служат намечаемые размеры движения на перспективу.

Число путей зависит от продолжительности стоянки поезда на данной станции, характера графика движения поездов, интервала прибытия поездов на станцию, взаимного расположения путей и платформ, а также от времени занятия поездом отдельных элементов станции и времени приготовления маршрутов следования поездов.

Число перронных путей на пассажирских станциях сквозного типа может быть определено по формуле

$$m_{\text{пас}} = \frac{T_{\text{зан}}^{\text{пас}}}{I}, \quad (54)$$

где $T_{\text{зан}}^{\text{пас}}$ — время занятия пути пассажирским поездом;

I — интервал прибытия поездов.

Если пассажирские поезда прибывают на станцию пачкой, то при расчете числа путей должно быть учтено количество поездов в пачке. В связи с этим формула (64) должна удовлетворять следующему условию:

$$m_{\text{пас}} = \frac{T_{\text{зан}}^{\text{пас}}}{I} \geq n_{\text{пач}}, \quad (55)$$

где $n_{\text{пач}}$ — число пассажирских поездов в пачке.

В случае скрещения на рассчитываемой пассажирской станции пачек поездов противоположных направлений число перронных путей удваивают.

Помимо расчетного числа путей следует предусматривать один ходовой путь для обеспечения маневровых передвижений поездных и маневровых локомотивов.

Число путей в парках технической станции определяется в наиболее интенсивный период прибытия в течение суток в зависимости от интервала между прибывающими поездами и временем занятия пути одним поездом. Количество путей в соответствующих парках может быть рассчитано аналитическим и графическим методами. Составы к рейсу можно готовить на неспециализированных и специализированных путях.

Общее число неспециализированных путей в техническом парке при сравнительно равномерном прибытии и отправлении поездов можно определять по формуле

$$m_{\text{тех}} = \frac{\sum n_{\text{тех}} t_{\text{зан}}^{\text{тех}}}{1440 - t_{\text{пост}}^{\text{тех}}}, \quad (56)$$

где $n_{\text{тех}}$ — число составов всех категорий поездов, прибывающих на пути технического парка;

$t_{\text{пост}}^{\text{тех}}$ — продолжительность занятия каждого пути операциями, не связанными с приемом пассажирских составов (очистка междупутий от мусора, подвоз запасных частей и т. д.);

$t_{\text{зан}}^{\text{тех}}$ — время нахождения составов на путях технического парка по обороту, считая от момента приема поезда с пассажирской станции до момента подачи этого состава под посадку после обработки его на путях технического парка с учетом времени на приготовление маршрутов подачи и уборки.

При значительном объеме работы число путей в парках технической станции определяется с учетом коэффициента использования пути, который принимается в каждом конкретном случае в зависимости от графика движения пассажирских поездов и технологии их обработки на путях станции.

Для технической станции со специализированными парками для обработки пассажирских составов пути рассчитываются отдельно для каждого из них.

Число путей в парке приема или грубой очистки равно

$$m_{\text{п}} = \frac{t_{\text{зан}}^{\text{г.о}}}{t_{\text{ин}}} + 1, \quad (57)$$

где $t_{\text{зан}}^{\text{г.о}}$ — время занятия пути поездом соответствующей категории, равное сумме времени на прием состава в парк, выполнение технических операций на путях грубой очистки и времени на переформирование и уборку состава из этого парка;

$$t_{\text{зан}}^{\text{г.о}} = t_{\text{пр}} + t_{\text{тех}} + t_{\text{р-ф}} + t_{\text{уб}}; \quad (58)$$

$t_{\text{ин}}$ — интервал между составами, прибывающими в парк в интенсивный час (определяется по графику);

1 — ходовой путь для локомотива.

Число путей в ремонтно-экипировочном депо рассчитывается по формуле

$$m_3 = \frac{t_{\text{зан}}^3 N_3}{fa}, \quad (59)$$

где $t_{\text{зан}}^3$ — время нахождения состава на ремонтно-экипировочных путях (с учетом времени на подачу и вывод состава на пути отправления);

N_3 — число составов, требующих экипировки в течение суток;

T — продолжительность работы одной смены в ч (7 ч);

a — число рабочих смен за сутки (две-три).

Кроме того, число путей в парке отстоя можно определить как разность

$$m_0 = m_{\text{тех}} - (m_{\text{п}} + m_3). \quad (60)$$

При расчете путей для стоянки резервных вагонов учитывается такое условие: пассажирским вагонам приписного парка (около 10%) должно быть обеспечено место на этих путях.

В проекте реконструкции станций потребное число путей для стоянки составов на период спада движения (зимой) определяется по формуле

$$m_0 = \sum N_c n, \quad (61)$$

где n — число пар пассажирских поездов, снимаемых по отдельным направлениям по зимнему графику;

N_c — число пассажирских составов для обслуживания одной пары поездов, определяемое по обороту.

При проектировании новых технических станций число таких путей принимается по заданию. Поскольку существует большая неравномерность в движении пассажирских поездов по периодам суток, кроме аналитического расчета часто проверяют графически потребное путевое развитие.

2. ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПАССАЖИРСКОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ СТАНЦИЙ

Пропускной способностью пассажирской станции называется наибольшее число пассажирских поездов, которое может быть пропущено через данную станцию за расчетный период. Пропускная способность определяется по отдельному элементу станции (платформа, перронные пути, горловины, технические парки и т. д.), имеющему наименьшую пропускную способность.

При определении пропускной способности анализируют причины, ограничивающие пропускную способность отдельных элементов станции и разрабатывают организационно-технические мероприятия, направленные на ее повышение. Для повышения пропускной способности станции в целом иногда перераспределяют загрузку отдельных элементов.

Расчеты пропускной способности станции и ее элементов выполняются по установленным техническим нормам исходя из исправного технического состояния устройств. При этом также учитывают неравномерность прибытия и отправления поездов по часам суток, ширину платформ, способы развязки пассажиропотоков, технологию обработки поездов на станции и т. д.

Пропускная способность станции и отдельных ее элементов может быть рассчитана аналитическим и графическим методами.

Аналитически пропускная способность пассажирских платформ и перронных путей определяется по формуле

$$N = \sum_1^{m_{\text{пл}}} \frac{T_{\text{р}} n_{\text{пл}} - t_{\text{пост}}}{t_{\text{зан}}^{\text{пл}}}, \quad (62)$$

где $m_{\text{пл}}$ — наличное число пассажирских платформ;

$T_{\text{р}}$ — расчетный период, за который определяется пропускная способность, в ч;

$n_{\text{пл}}$ — число поездов, обслуживаемых пассажирскими платформами одновременно;

$t_{\text{пост}}$ — суммарное время занятия перронных путей в течение расчетного периода операциями, связанными с пропуском локомотивов, поездов других категорий (пригородных при расчетах для дальнего движения и дальних, если рассчитывается пропускная способность платформ для пригородных поездов), в ч;

$t_{\text{зан}}^{\text{пл}}$ — продолжительность занятия перронного пути пассажирским поездом в ч.

Время занятия платформы и перронного пути устанавливается как сумма времени на прием, отправление пассажирского поезда, на вход и выход пассажиров из вагонов и на проход пассажиров по платформе с учетом прекращения посадки за 1—2 мин до отправления поезда.

Время занятия платформ и путей пригородными поездами рассчитывается аналогично.

Если на путях приема станции сквозного типа выполняются технические операции по снабжению вагонов водой, углем, технический осмотр и ремонт, погрузка и выгрузка почты и багажа, смена локомотивов и т. д. и продолжительность их больше, чем посадка и высадка пассажиров, то в расчетах принимаются затраты времени на наиболее продолжительную операцию.

На конечных станциях время занятия платформ определяется, как правило, продолжительностью входа и выхода пассажиров из вагонов и прохода по платформе. Это время зависит от количества дверей, вместимости вагонов, времени на вход-выход одного пассажира, ширины платформы. Расчет этого времени нужно вести из условия освобождения платформы пассажирами, прибывающими в общих плацкартных вагонах.

Наиболее населенные вагоны располагаются в голове и хвосте поезда. При достаточной ширине платформы пассажиры двигаются

примерно со скоростью 1,3 м/сек. При уменьшении ширины платформы движение пассажиров затрудняется, время занятия платформы увеличивается. Продолжительность занятия платформы пассажирами в каждом конкретном случае определяется хронометражными наблюдениями.

Время занятия платформ и перронных путей постоянными операциями устанавливается технологическим процессом и должно быть минимальным в период максимального прибытия или отправления поездов.

Занятие платформ и перронных путей, на которые принимаются дальние и пригородные поезда, подсчитывается по максимальному времени, требующемуся на освобождение платформы. Пропускная способность парка приемо-отправочных путей определяется пропускной способностью отдельных путей и платформ. Пропускная способность горловин зависит от конструктивных особенностей, способа обслуживания стрелок, принятой технологии работы, характеризующей число одновременно совершаемых параллельных маршрутов, степени враждебности различных передвижений, возможности секционного приготовления и разделки маршрутов. Кроме того, учитываются продолжительность передвижений поездов различных категорий, передач локомотивов, характер и время занятия горловины постоянными операциями, не зависящими от общих размеров движения.

Аналитически пропускную способность горловины можно считать по формуле

$$n = \frac{1440 - \sum t_{\text{пост}}^r}{\sum t_{\text{зан}}^r + \varphi t_{\text{вр}}^r}, \quad (63)$$

где $\sum t_{\text{пост}}^r$ — время занятия расчетного элемента в течение суток выполнением постоянных операций (подача вагонов к почтово-багажным помещениям и др.);

$\sum t_{\text{зан}}^r$ — время занятия расчетного элемента выполнением комплекса поездных и маневровых передвижений, связанных с пропуском поездов, приходящееся на один прибывающий (или отправляемый) поезд или пару поездов;

$t_{\text{вр}}^r$ — время возможных перерывов в использовании расчетного элемента из-за враждебных передвижений по другим элементам, приходящееся на один поезд;

φ — поправочный коэффициент, учитывающий возможность совмещения враждебных передвижений по горловинам с тремя и более элементами.

К постоянным операциям относятся маневровые передвижения, связанные с подачей багажных и почтовых вагонов к соответствующим помещениям, постановкой пассажирских вагонов беспересадочного сообщения на пути отстоя, расположенные вблизи перронных путей и т. д. При расчете $\sum t_{\text{пост}}^r$ учитывают время на те

операции, в период выполнения которых занимаются стрелки расчетного элемента.

Если горловина наряду с пассажирскими поездами занята передвижением грузовых, то при расчете пропускной способности этой горловины учитывается время перерывов в использовании наиболее загруженного элемента из-за наличия враждебных маршрутов.

Время занятия расчетного элемента $\sum t_{\text{зан}}^{\Gamma}$ устанавливается как приходящаяся на один прибывающий или отправляющийся поезд (одну пару поездов) сумма продолжительности занятия расчетного элемента горловины поездными и маневровыми передвижениями, связанными с пропуском грузовых и пассажирских поездов.

При аналитическом расчете пропускной способности горловины станции необходимо пользоваться Инструкцией по расчету пропускной способности железных дорог.

Пропускная способность путей технической станции определяется наличием путевого развития, технологией обработки составов на этих путях, временем оборота составов. При этом учитываются потери в использовании путей из-за неравномерности движения, которые устанавливаются технологическим процессом работы станции и графиком движения поездов.

Время нахождения составов на неспециализированных путях технической станции определяется с учетом скользящей специализации путей.

Пропускную способность неспециализированных путей технической станции рассчитывают по формуле

$$n_{\text{тех}} = \frac{1440m_{\text{тех}} - T_{\text{пост}}^{\text{тех}}}{t_{\text{зан}}^{\text{тех}}(1 + \rho)}, \quad (64)$$

где $m_{\text{тех}}$ — наличное число технических путей;

$T_{\text{пост}}^{\text{тех}}$ — суммарная продолжительность занятия технических путей операциями с грузовыми поездами, очисткой междупутий и т. д.;

$t_{\text{зан}}^{\text{тех}}$ — время занятий пути составом от поступления с перронных путей до подачи на них, определяемое с учетом скользящей специализации составов пассажирских поездов;

ρ — коэффициент, учитывающий внутрисуточную неравномерность движения, влияние смежных устройств и т. д. ($\rho = 0,20 \div 0,30$).

Пропускная способность специализированных путей (экипировочных и ремонтных для вагономоечных установок, для дезинфекции вагонов и т. д.) может быть определена по формуле

$$n_{\text{э}} = \frac{1440N_{\text{с}}}{t_{\text{зан}}^{\text{э}}}, \quad (65)$$

где $N_{\text{с}}$ — количество одновременно обрабатываемых составов;

$t_{\text{зан}}^{\text{э}}$ — продолжительность обработки одного состава с учетом времени на подачу и уборку в мин.

Пропускная способность устройств станций проверяется графически для станций со значительным объемом работы при сложной конструкции горловин, большой неравномерности движения и фактическом использовании пропускной способности парков и горловин свыше 75%. Для новых станций графический расчет показывает, какое количество путей нужно уложить в парках, и позволяет проверить конструкцию горловин. Графическая проверка дает возможность разработать мероприятия для увеличения пропускной способности отдельных элементов станции, позволяет установить наличие резервов пропускной способности отдельных элементов или в целом станции и определять ее узкие места.

3. РАСЧЕТ РЕЖИМОВ ОЖИДАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ И ПРИВОКЗАЛЬНЫХ ПЛОЩАДЕЙ

Качество обслуживания, т. е. обеспечение пассажиру минимальных затрат времени и нужных удобств при передвижении и пересадке на различные виды транспорта, является натуральным показателем, оказывающим влияние на многие денежные показатели, определяющие выбор различных решений комплексного развития пассажирского транспорта в узле. Этот показатель следует учитывать как общий (удобства и сокращение времени проезда, увеличение производительности и, следовательно, общих доходов государства), так и для отдельных пассажиров в частности.

Улучшение качества обслуживания в месте стыка двух видов транспорта может быть достигнуто за счет сокращения времени прохода пассажира от пассажирских платформ до остановок городского транспорта, ликвидации ожидания пассажирами городского транспорта, удобств и быстрой пересадки.

Время прохода пассажира от поезда к остановке городского транспорта зависит от расположения платформ по отношению к вокзалу, наличия специальных переходных устройств (мостиков, тоннелей), их размеров, числа и месторасположения остановочных пунктов городского транспорта. В общем виде это время равно

$$t_0 = \frac{60L_{\text{пр}}}{v_{\text{п}}}, \quad (66)$$

где $L_{\text{пр}}$ — расстояние от середины поезда до остановки городского транспорта в м:

$$L_{\text{пр}} = \frac{L_{\text{п}}}{2} + l_1 + l_2 + l_3, \quad (67)$$

здесь $L_{\text{п}}$ — длина поезда в м;

l_1 — расстояние от платформы до входа на переходные устройства;

l_2 — длина переходных устройств;

l_3 — расстояние от выхода из вокзала до остановочного пункта городского транспорта;

$v_{\text{п}}$ — средняя скорость пешехода в км/ч.

При размещении станции по сквозной схеме и наличии тоннельного выхода на середине платформы величина $\frac{L_{\text{п}}}{2}$ будет снижена в два раза, так как соответственно сократится среднее расстояние, проходимое пассажиром.

Время, затрачиваемое пассажиром на проход к остановкам городского транспорта, в известной степени, определяется скоростью движения пешехода $v_{\text{п}}$. Скорости движения пассажиров очень различны и колеблются для дальних пассажиров от 2 до 4,5 км/ч, а для пригородных от 2 до 6 км/ч. Таким образом, для расчетов среднюю скорость пригородного пассажира можно принимать около 4 км/ч (1,1 м/сек), а для дальнего — 3,5 км/ч.

В пределах пешеходных переходов в современных вокзалах в часы «пик» скорости резко падают и достигают 1,5—2,5 км/ч. Это объясняется наличием на большинстве пассажирских станций одного тоннельного хода (исключение составляют Львов, Харьков и др.), ширина которого рассчитана без учета движения пассажиропотоков в часы «пик». На рис. 116 показана зависимость между скоростью движения пассажиропотока и его плотностью:

скорость движения пассажиров всех категорий возрастает до 4—4,2 км/ч при росте плотности потока от 100 до 400—500 пассажиров в 1 мин. Увеличение плотности до 600 человек и более в 1 мин приводит к резкому снижению скоростей движения до 1,5—2,0 км/ч.

Время прохода пассажиров от поезда до выхода на привокзальную площадь значительно увеличивается. Так, при плотности потока в 200 пассажиров в минуту, скорость его движения составляет около 3,7 км/ч, а затраты времени на проход при $L_{\text{пр}}=0,6$ км около 9 мин. При плотности 400—500 пассажиров скорость хода увеличивается до 4,5 км/ч, а время прохода сокращается до 7 мин. Увеличение плотности до 800 пассажиров снижает скорость до 1,8—2 км/ч, а время прохода достигает 16 мин. Еще более значительные различия в затратах времени на проход при росте расстояния прохода до 700—1000 м.

Следовательно, при определении времени прохождения пассажирами пути от пассажирских плат-

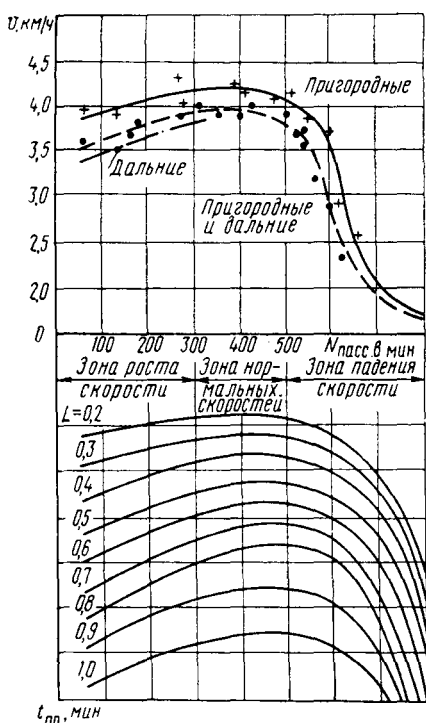


Рис. 116. Кривые зависимости скоростей движения от плотности потоков пассажиров (по наблюдениям автора)

форм к остановкам городского транспорта необходимо учитывать плотность потока, подставляя в расчетную формулу (66) среднее значение скорости, соответствующей пропуску числа пассажиров в минуту. Учет факторов различия во времени прохождения пассажиром расчетных расстояний позволит улучшить взаимное размещение отдельных устройств станций и повысить качество обслуживания.

Пассажиру приходится затрачивать какое-то время на проход от вокзала (тоннельного хода) до остановки городского транспорта.

Обследование ряда крупных станций сети (Новосибирск, Свердловск, Горький, Минск, Киев и др.) позволило сделать вывод, что удаление остановки на 300 м отдалит время прибытия к ней основного пассажиропотока на 3—4 мин по сравнению с остановкой, размещенной на расстоянии 150 м, а при остановке, удаленной на 600 м, это время возрастает на 7—8 мин. Однако удаление остановок может применяться лишь как исключительная мера, резко ухудшающая качество обслуживания пассажиров и приводящая к нарушению режимов работы привокзальных площадей.

Следовательно, возможность отдаления прибытия пассажиров от остановок подобным путем имеет лишь теоретическое значение. Наиболее целесообразно создание такого режима работы привокзальной площади, при котором максимальное скопление пассажиров может быть вывезено расчетным числом единиц городского транспорта.

Некоторое сокращение пассажиропотока в часы «пик» может быть достигнуто сдвижкой рабочего дня разных предприятий. Однако в этом случае, как показал опыт, не достигается желаемых результатов, а кроме того снижается свободное, личное время трудящихся и затрудняется работа торговой сети, культурных и других организаций.

Общее время, затрачиваемое пассажиром на прохождение пути от поезда до остановки городского транспорта в основном может быть сокращено рациональным размещением пешеходных переходов по отношению к посадочным платформам и вокзалу, уменьшением длины перехода, правильным установлением размеров его сечения (ширины), исключаяем снижение скорости движения, и размещением расчетного количества остановочных пунктов. При размещении остановок необходимо учитывать возможности городского транспорта (пропускную способность), выбирать такой вариант решения, при котором общие затраты времени на проход (с учетом дополнительного времени ожидания) будут минимальными.

Вывоз прибывших пассажиров с привокзальной площади должен осуществляться с минимальными затратами времени на ожидание транспорта. Однако в крупных и крупнейших городах это время еще очень велико.

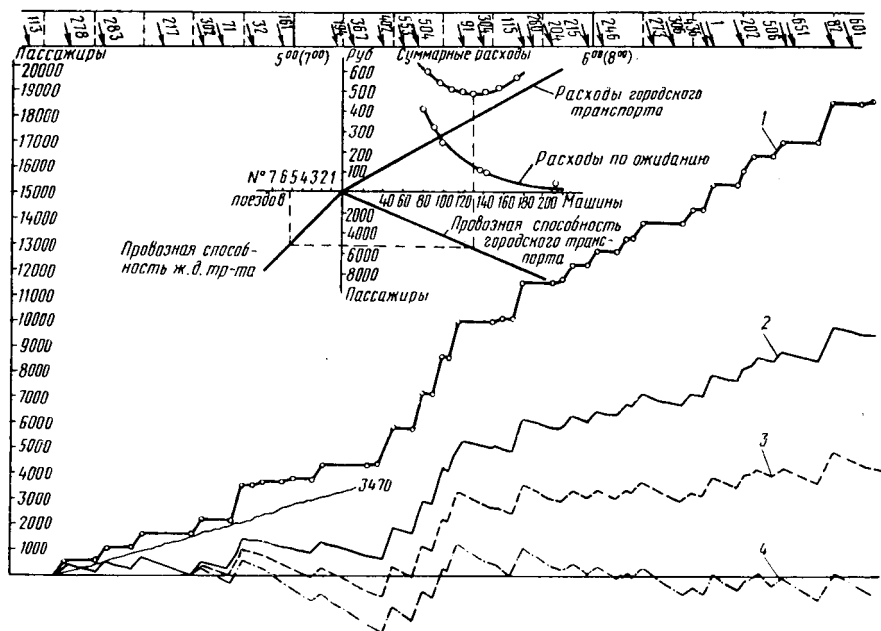


Рис. 117. График накопления и отправления пассажиров на привокзальной площади станции A_p и номограмма для определения суммарных расходов:
 1 — накопление пассажиров на площади; 2 — вывоз пассажиров при обычном режиме работы городского транспорта; 3 — вывоз пассажиров при сгущенном подводе транспорта; 4 — вывоз пассажиров потребным количеством городского транспорта

Чтобы установить время ожидания пассажиром городского транспорта и влияние на его величину режимов работы привокзальных площадей и улиц (городского транспорта), рассмотрим построенные графики накопления и развоза пассажиров в часы «пик» на примере привокзальной площади станции A_p , пропускающей в летний период свыше 145 пар в сутки пассажирских поездов, из них более 70 пар пригородных.

На рис. 117 видно, что количество пассажиров, вывозимых с привокзальной площади городским транспортом за рассматриваемый период, значительно меньше, чем поступление пассажиров с прибывших поездов; это вызывает увеличение времени нахождения пассажира на площади и оказывает большое влияние на величину среднего времени ожидания. Анализ полученных кривых ожидания на станциях сети (Киев, Минск, Львов, Харьков, Днепрпетровск, Новосибирск, Свердловск и др.) позволяет отметить, что среднее время ожидания транспорта одним пассажиром на большинстве станций составляет значительные величины 20—50 мин. В конкретных условиях города время ожидания несколько меньше за счет значительной перегрузки городского транспорта, а также за счет того, что часть пассажиров следует пешком до центральных городских магистралей, где использует для дальнейшей поездки менее загруженные маршруты.

Перегрузка конечных вокзальных маршрутов ухудшает условия поездки на работу большой группы пассажиров, живущих в зоне между вокзалом и ближайшими городскими транспортными узлами.

Кроме того, сокращается скорость движения транспорта, особенно за счет дополнительного времени на посадку и высадку пассажиров на промежуточных остановках.

Как показали расчеты и наблюдения за работой транспорта, для большинства крупных городов сгущение потока машин в часы «пик» возможно только с частичным сокращением времени ожидания пассажиров (табл. 11). Полная его ликвидация возможна лишь при значительной реконструкции площадей и улиц.

Анализ работы большого числа пассажирских станций и их привокзальных площадей и построенные графики ожидания и вывоза пассажиров позволили получить данные о пропускных способностях отдельных элементов вокзального комплекса (пассажирская станция, привокзальная площадь, улицы). Результаты исследования режимов работы отдельных элементов приведены в табл. 12.

Анализируя полученные данные, можно сделать следующие выводы:

в городах, имеющих население свыше 1 млн. человек, пропускная способность привокзальных площадей и прилегающих улиц ниже пропускной способности пассажирской станции;

во многих городах с населением от 600 до 800 тыс. пропускная способность пассажирской станции также выше пропускной способности остальных элементов вокзального комплекса;

в городах с населением менее 600 тыс. человек пропускная способность улиц и площадей выше пропускной способности станций.

Следовательно, сокращение времени ожидания сгущением подвода транспорта в часы «пик» может быть достигнуто лишь для городов с населением менее 600 тыс. человек. Для крупных и

Таблица 11

Вид транспорта	Существующий подвод городского транспорта				Сгущенный подвод городского транспорта			Потребное количество городского транспорта			
	часы «пик»	обычный час	среднее время ожидания в мин		часы «пик»	среднее время ожидания в мин		часы «пик»	обычный час	среднее время ожидания в мин	
			часы «пик»	после часа «пик»		часы «пик»	после часа «пик»			часы «пик»	после часа «пик»
Автобус	12	12	—	—	12	—	—	12	12	—	—
Трамвай	40	40	29	85	120	13	39	120	120	3	1
Троллейбус	30	30	—	—	42	—	—	70	42	—	—
Итого	82	82	29	85	174	13	39	202	174	3	1

Таблица 12

Население в тыс. чел.	Город	Пропускная способность отдельных элементов пассажирского комплекса				
		Пассажирская станция		Привокзальная площадь		Прилегающие улицы или ли- митирующий перекресток
		Макси- мальная при суще- ствующих устрой- ствах	Намечае- мая при рекон- струкции	Максимальная при суще- ствующих устройствах	При улучше- нии плани- ровки площа- ди и частич- ной рекон- струкции	Максимальная при суще- ствующей планировке
1001—1500	I_k	100	125	80,0	87,0	70,5
	$E_{ж}$	100	140	79,0	90,0	79,0
	A_c	100	130	80,0	88,0	83,0
	A_n	100	100	66,0	85,0	81,5
	$Ч_a$	100	110	81,0	91,0	72,0
801—1000	A_3	100	120	88,0	90,0	95,4
	A_p	100	115	39,0	92,0	54,0
	A_o	100	100	83,5	92,0	91,0
601— 800	$У_ф$	100	150	96,0	99,0	106,0
	M_n	100	110	90,0	93,0	118,0
	A_m	100	120	101,0	109,0	114,0
	H_o	100	140	90,0	96,0	102,0
	$З_n$	100	130	100,0	150,0	101,0
	$Г_d$	100	110	106,0	112,0	100,0
	$Д_e$	100	100	100,0	96,0	98,0
	$Ж_3$	100	100	94,0	96,0	103,0
	O_n	100	110	96,0	96,0	105,0
	A_d	100	110	98,0	103,0	108,0
401— 600	K_l	100	100	110,0	112,0	118,0
	B_6	100	100	130,0	138,0	138,0
	A_6	100	100	142,0	154,0	164,0
200— 400	A_x	100	100	106,0	112,0	120,0
	T_y	100	120	110,0	130,0	96,0
	C_r	100	110	148,0	164,0	170,0
	$П_p$	100	120	125,0	185,0	160,0
	P_c	100	140	130,0	200,0	150,0
	A_e	100	100	160,0	240,0	230,0
	A_l	100	100	150,0	210,0	210,0
	A_3	100	100	142,0	200,0	230,0
	Φ_x	100	140	110,0	180,0	110,0

крупнейших городов необходимы реконструктивные меры усиления пропускных способностей привокзальных площадей (перекрестков, улиц) и доведение их до размеров, соответствующих пропускным способностям станций. Для более мелких городов (менее 600 тыс. жителей) следует заранее предусматривать комплексность в развитии отдельных элементов, не допуская изолированного усиления пропускной способности одного из них.

Принимая, что поток пассажиров, прибывающих на привокзальную площадь, является простейшим, поступление заявок следует распределению Пуассона, число каналов обслуживания в системе конечное, а дисциплина обслуживания «первым поступил — первым обслужен», мощность средств обслуживания можно рассчитать, используя зависимость, существующую между средним временем ожидания и временем обслуживания,

$$T_{\text{ож}} = t_{\text{ср}} \frac{P(>0)}{M(1-U)}, \quad (68)$$

где $T_{\text{ож}}$ — среднее время ожидания для всех поступивших заявок;

$t_{\text{ср}}$ — среднее время обслуживания;

$P(>0)$ — вероятность возникновения очереди, которая может определяться по следующей формуле:

$$P(>0) = \frac{(MU)^M}{M!(1-U)} + \left[\sum_{i=0}^{M-1} \frac{(MU)^i}{i!} + \frac{(MU)^M}{M!(1-U)} \right], \quad (69)$$

где U — отношение, характеризующее загрузку каналов обслуживания;

$$U = \frac{at_{\text{ср}}}{M}, \quad (70)$$

где a — среднее число объектов в минуту (число заявок);

M — количество машин.

Так как приведенные формулы очень сложны и громоздки для применения, расчеты целесообразнее вести, пользуясь номограммами (рис. 118—120), с помощью которых можно определить сред-

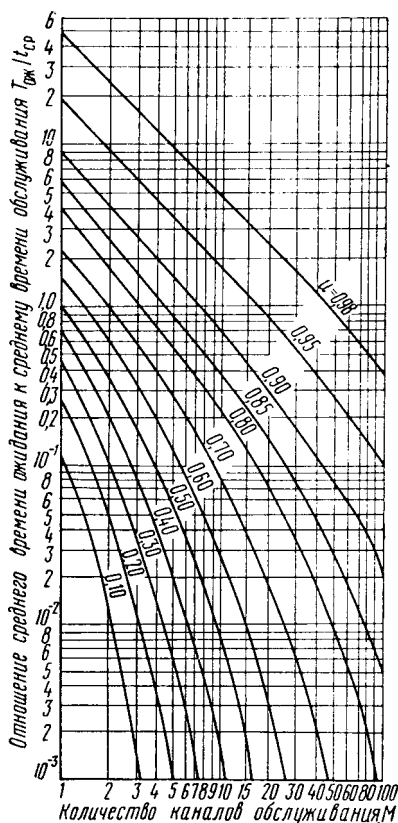


Рис. 118. Среднее время ожидания в системе массового обслуживания при различной плотности потока «заявок»

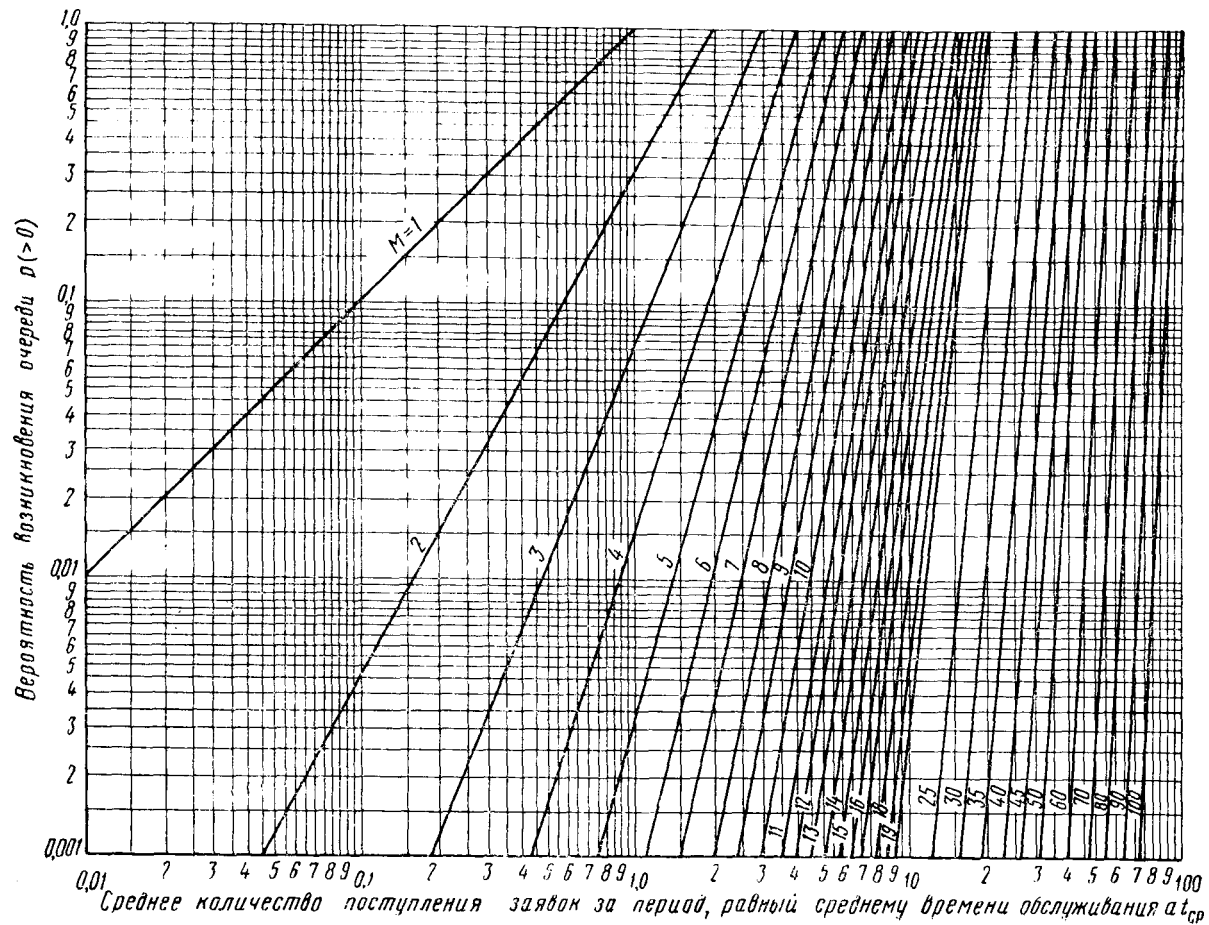


Рис. 119. Вероятность ожидания заявок

нее время ожидания $T_{ож}$, вероятность ожидания $P(>0)$, вероятность того, что ожидание превысит $t_{мин}$ [$P(>t)$] количество каналов обслуживания и т. д.

Пример. Имеется система с поступлением нелимитированного количества заявок (распределение Пуассона), $a=180$ заявок в час (под одной заявкой подразумевается вместимость одной машины — 60 человек). Распределение времени обслуживания показательное, $t_{ср}=2$ мин. Заявки обслуживаются по принципу «первым поступил — первым обслужен». Одна фаза обслуживания. Среднее время ожидания ограничено, $T_{ож}=6$ мин. Требуется определить число машин (каналов обслуживания), при котором будут соблюдены ограничения на время ожидания.

Решение. По номограмме (рис. 118) при $at_{ср} = MU = \frac{180 \cdot 2}{60} = 6$ и $\frac{T_{ож}}{t_{ср}} = \frac{6}{2} = 3$ получаем ряд значений U (табл. 13) для различных количеств каналов обслуживания. Очевидно, что для сохранения среднего времени ожидания транспорта в 6 мин ($T_{ож}=6$) необходимо иметь минимум 7 каналов обслуживания. Следовательно, в часы «пик» на привокзальной площади должны постоянно находиться 7 машин. Учитывая 0,5 мин на установку и отъезд машины и 2 мин на посадку пассажиров, количество машин в часы «пик» для рассматриваемых

условий должно быть равным $168 \left(M = \frac{60 \cdot 7}{2,5} = 168 \right)$.

С помощью номограмм можно рассчитывать доли пассажиропотока (заявок), которые могут ожидать транспорт более среднего времени ожидания. Зная $at_{ср}$ и величину дополнительного ожидания, определив $\frac{t}{t_{ср}} = \frac{t' \cdot 60}{t_{ср}}$ и найдя по номограмме (рис. 119) для различного числа каналов обслуживания (машин) величину $P(>0)$, можно затем по другой номограмме (рис. 120) рассчитать $F(z)$ и $P\left(>\frac{t' \cdot 60}{t_{ср}}\right) = P(>0) [F(z)]$.

Пример. Поступает $a=3,0$ заявки в минуту ($3,0 \times 60 = 180$ пассажиров в минуту), время обслуживания $t_{ср}=30$ сек; одна фаза обслуживания и две управляющиеся машины в минуту ($M=2$). Требуется найти: среднее время ожидания $T_{ож}$, вероятность ожидания $P(>0)$ и вероятность того, что ожидание превысит заданные 5 мин $P(>5)$.

Решение. С помощью номограммы (см. рис. 118)

определяем $U = \frac{3,0 \cdot 30}{2} = 0,75$. Так как линия $U=0,75$ пересекает вертикаль $M=2$ в точке с ординатой 1,5, $T_{ож}=1,5 \times 30 = 45$ сек. По номограмме (рис. 119) при $at_{ср} = 3,0 \cdot \frac{30}{60} = 1,5$, $M=2$ находим вероятность ожидания $P(>0) = 0,70$.

Таблица 13

М	3	4	5	6	7	8
U	0,91	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97
MU	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,8

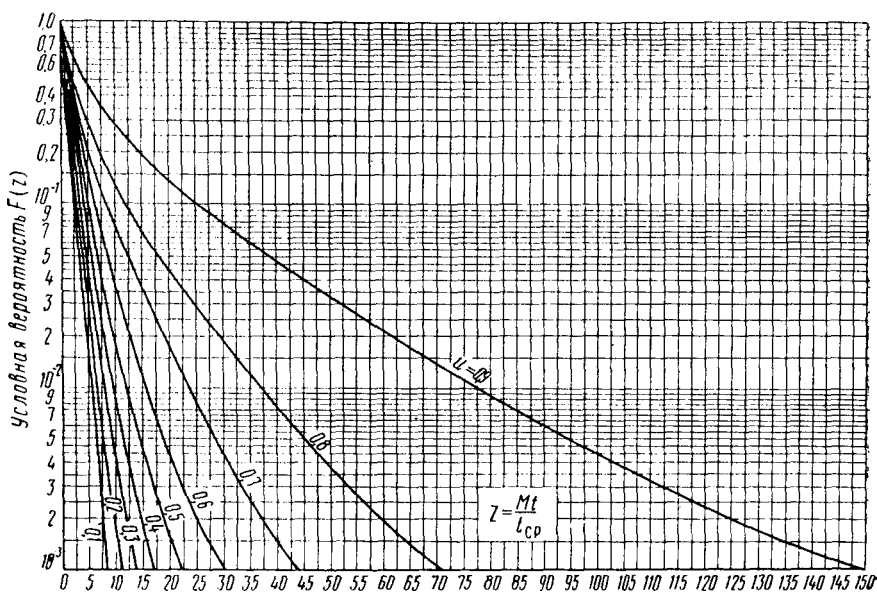


Рис. 120. Вероятность превышения обусловленного срока ожидания заявок

Затем зная, что $U=0,75$ и ограничение ожидания равно 5 мин, находим из рис. 120 $z = \frac{Mt}{t_{ср}} = \frac{2 \cdot 5}{30} = 20$. Тогда условная вероятность $P(>5) = P(>0)F(z) = 0,75 \cdot 0,03 = 0,0225$. Следовательно, вероятность ожидания автобуса свыше 5 мин при заданных условиях задач очень мала и практически ею можно пренебречь.

Подобным способом можно исследовать влияние различных факторов на режимы обслуживания пассажиров на привокзальных площадях, устанавливать расчетные и допустимые времена ожидания, определять количество машин, потребных для вывоза пассажиров с заданным ограничением ожидания.

Однако полученное в результате расчетов по рассмотренным формулам и номограммам потребное число машин обеспечивает заданный расчетом режим среднего времени ожидания пассажиром транспорта, не отвечает требованию минимизации общих эксплуатационных расходов. Кроме того, использование существующих расчетных теорий и изучение различных режимов обслуживания (число каналов, число фаз, характер поступления заявок, дисциплина очередей и т. д.) позволяет определять расчетные нормы или число транспортных единиц в несколько последовательных этапов, каждый из которых является самостоятельным и часто не связанным с предыдущим. Это усложняет использование вычислительных машин при многовариантных расчетах и заставляет искать другие, более простые схемы подсчета оптимальных условий перевозки пассажиров на привокзальных площадях.

Так как в рассматриваемых условиях задача состоит не только в отыскании возможного минимума времени ожидания транспорта, а в достижении суммарного минимума расходов на ожидание и транспорт, получение оптимума обеспечивается суммированием двух полученных статистическим путем зависимостей и общего уравнения на минимум.

Имеются два вида основных расходов, связанных с перевозкой пассажиров: расходы на эксплуатацию городского транспорта и расходы, вызываемые затратой времени пассажиров в пути следования, в которые входят и затраты на ожидание транспорта на привокзальных площадях. Следовательно, при нахождении оптимального решения должны комплексно учитываться оба вида расходов.

Полученные статистические данные по ряду городов (Киев, Харьков, Минск, Свердловск, Новосибирск, Воронеж, Днепропетровск и др.), характеризующие обслуживание пассажиров в различные периоды суток, позволили получить целые семейства однохарактерных кривых распределения времени ожидания (обслуживания) пассажирами городского транспорта. На характер кривых влияют два основных фактора: количество прибывающих в расчетный период (часы «пик») поездов и число единиц городского транспорта, обслуживающих пассажиров.

Как уже отмечалось, распределение времени обслуживания, а следовательно, и времени ожидания пассажирами городского транспорта изменяется по показательному закону. Расходы на ожидание зависят от подвода городского транспорта на привокзальную площадь. Так как эти расходы пропорциональны времени ожидания, они подчиняются также показательному закону, т. е. характеризуются зависимостью вида

$$Y = Cl^{-kx} \text{ или } E_{\text{ож}} = Ce^{-kM}, \quad (71)$$

где $E_{\text{ож}}$ — расходы на ожидание пассажиром городского транспорта в расчетный период (часы «пик»);

C — постоянная для расчетной стоимости пассажиро-часа;

e — основание натурального логарифма, равное 2,72;

k — коэффициент, характеризующий влияние числа прибывающих в расчетный период поездов на время ожидания, изменяется в зависимости от числа поездов;

M — число единиц городского транспорта, подводимых на привокзальную площадь за расчетный период.

Эксплуатационные расходы городского транспорта $E_{\text{эк}}$, как показали расчеты и статистические данные обследования городов, с увеличением числа машин изменяются по зависимости, приближающейся к уравнению прямой, типа $y = bx$ или $E_{\text{эк}} = bM$.

Таким образом, общие расходы на городской транспорт и ожидание его пассажирами определяются зависимостью вида

$$E_{\text{сут}} = E_{\text{ож}} + E_{\text{эк}} = Ce^{-kM} + bM. \quad (72)$$

Оптимальное количество единиц городского транспорта будет в том случае, когда общие суммарные расходы минимальны. Дифференцируя $\frac{dE}{dM}$ и приравняв первую производную нулю, определим оптимальное расчетное количество машин, обеспечивающих вывоз пассажиров с незначительным временем ожидания и минимальными общими расходами ($\frac{d^2E}{dM^2} > 0$):

$$M = \frac{\ln k + \ln C - \ln b}{k}. \quad (73)$$

Постоянную величину C и коэффициент k можно установить с помощью метода средних, который применяется для определения значений параметров таких эмпирических формул, которые линейны относительно этих параметров или легко могут преобразовываться в линейные (относительно параметров).

Зависимость $E_{\text{ож}} = Ce_{kM}$ легко преобразуется в линейный вид. Так как $\ln E_{\text{ож}} = \ln C - kM$ и обозначив $\ln E_{\text{ож}} = z$, а $\ln C = a$ получаем линейную зависимость

$$z = a - kM. \quad (74)$$

Принятый для расчета метод основан на допущении, что наиболее точно характеризующей рассматриваемую зависимость формулой будет та, для которой алгебраическая сумма отклонений разностей между табличными значениями функции и значениями, полученными по выбранной эмпирической формуле, путем подстановки в нее соответствующих аргументов X_i равна нулю. Поэтому для нахождения параметров эмпирической формулы подставляют все пары табличных экспериментальных значений X_i и Y_i (M и $E_{\text{ож}}$). Таким образом, для принятого значения стоимости одного пассажиро-часа, равного 0,1 руб., формула для определения оптимальных расходов принимает вид

$$E_0 = 4500e^{-kM}. \quad (75)$$

Проверка данной формулы на многих станциях показала, что различия в определении количества машин графическим способом и расчетом почти не наблюдается (например, на станции Минск 158 машин определены по формуле и 160 графическим методом). Один из основных элементов формулы (75) величина k изменяется в определенном диапазоне в зависимости от количества прибывающих пассажирских (пригородных) поездов в расчетную единицу времени. Поэтому целесообразно установить ее значения, соответствующие любому заданному числу поездов, прибывающих на станцию в рассматриваемый период времени. Для получения зависимости $k = f(N_{\text{п}})$ используется формула (71), откуда определяется величина k :

$$k = \frac{\ln C - \ln E_{\text{ож}}}{M}. \quad (76)$$

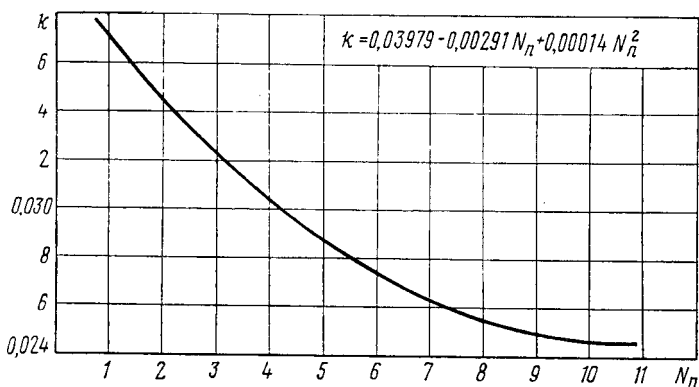


Рис. 121. Кривая зависимости расчетного коэффициента k от числа прибывающих поездов N_n

После преобразования этого выражения, получим:

$$k = \frac{\ln C - \ln E_{ож}}{M} = \frac{\ln C - \ln \frac{N_n}{N_n^c} E_{ож}^c}{M_c}, \quad (77)$$

где N_n^c — число поездов, прибывающих на станцию по графику движения в расчетный период (часы «пик»);

N_n — задаваемое различное число поездов за тот же период (1, 2, 3, 4 и т. д.);

M_c — число единиц городского транспорта, прибывающего на привокзальную площадь в расчетный период (часы «пик»);

$E_{ож}^c$ — расходы на ожидание при существующем подводе городского транспорта.

Выполненные расчеты позволили построить график зависимости $k=f(N_n)$, имеющий вид гиперболы (рис. 121). Определяя для заданных режимов работы коэффициент k и пользуясь формулами (75, 76), можно рассчитывать оптимальное число единиц городского транспорта на любой период времени и проверять соответствие пропускной способности привокзальных площадей и улиц. При этом выявляется целесообразность определенной схемы развития городских путей сообщения, обеспечивающих оптимальный режим развоза пассажиров в направлении вокзал — город (промышленные и селитебные районы). Величина C зависит от принятой стоимости пассажира-часа и не изменяется при различном числе прибывающих поездов.

Для определения числа машин для вывоза пассажиров может использоваться также полученная в результате исследования формула

$$E_o = C e^{-k \frac{M}{N_n}}. \quad (78)$$

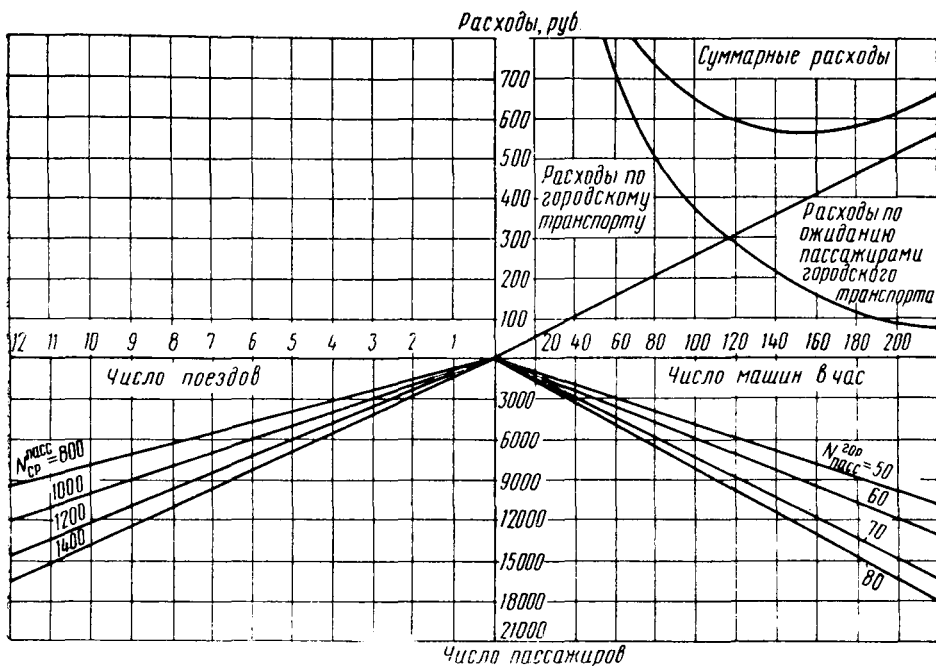


Рис. 122. Номограмма для определения основных параметров работы привокзальной площади и суммарных расходов на городской транспорт и ожидание

В этом случае, задаваясь величинами $N_{\text{п}}$ (1, 2, 3, ..., n), определяя E_0 , можно подсчитать постоянные коэффициенты C и k , а также оптимальную величину M для заданного количества поездов.

Приведенная на рис. 122 общая, характерная для городов с большим пригородным движением, зависимость, позволяет учитывать рассмотренные экономические факторы, обеспечивая минимум расходов и ликвидацию значительных потерь дополнительного времени ожидания на станциях. Приведенные зависимости, характеризующие определенные условия отдельных городов, представляют лишь обобщенную иллюстрацию характера закономерностей, показывая влияние целого ряда условий на обеспечение нормального режима работы транспорта и на затраты времени на трудовые поездки пассажиров.

Проверка полученных данных о необходимом числе машин путем расчетов по номограммам, по статистическим зависимостям и графическим способом показывает, что максимальные отклонения в расчетах разными методами (при заданном режиме ожидания) не превышает 6,2—6,4 %.

Так, для станций $A_p - 1,8 \div 5,0\%$; $A_{\text{и}} - 3,5 \div 5,1\%$; $A_c - 2,1 \div 6,2\%$; $I_k - 1,7 \div 1,8\%$; $3_{\text{и}} - 1,0 \div 6,4\%$; $Ч_a - 2,5 \div 4,0$; $K_{\text{л}} - 1,5 \div 3,2\%$. Такие незначительные расхождения в расчетах позволяют считать полученные результаты достаточно точными, отвечающими требованиям производства подобных расчетов.

Полученные зависимости дают возможность устанавливать оптимальные расходы, связанные с обслуживанием пассажиров, проверять расчетные пропускные способности отдельных элементов вокзального комплекса (площадь, перекрестки, прилегающие улицы), в определенной степени решать вопрос о необходимости и целесообразности его реконструкции. Кроме того, выведенные формулы и построенные графики позволяют устанавливать расчетное количество поездов, осваиваемых вокзальным комплексом при оптимальных режимах работы, а также проверять расчетами соответствие технического оснащения пассажирских станций и привокзальных площадей выполняемым объемам работы.

4. ПРИВОКЗАЛЬНЫЕ ПЛОЩАДИ

При расчете пропускной способности привокзальных площадей следует проверять обеспечение пропуска заданного транспортного потока по условиям пропускной способности перекрестков $M_{\text{пер}}$ для транзитных площадей и прилегающих улиц $M_{\text{ул}}$ или распределительных перекрестков для тупиковых.

Для транзитных привокзальных площадей лимитирующим пропускную способность элементом является прилегающий к площади перекресток, где встречаются все транзитные и конечные транспортные потоки. Пропускная способность площади определяется пропускной способностью перекрестка.

При расчете площадей могут быть три случая:

размеры транзитного движения транспорта больше конечного (рис. 123, а) $M_{\text{тран}} > M_{\text{кон}}$. Пропускная способность площади в этом случае определяется величиной $M_{\text{кон}}$ и ее увеличение возможно лишь при сокращении пропуска транзитных потоков путем переноса их на другие магистрали. Увеличение размеров площади и числа остановок при сохранении существующего режима работы нецелесообразно. При невозможности снятия или переноса транзита нужно исследовать вопрос о мерах усиления транспортных связей города с вокзалом;

размеры транзитного движения значительно меньше конечного и пропускная способность площади меньше наличной величины $M_{\text{кон}}$ (рис. 123, б). Для увеличения пропускной способности необходимо расширить территорию или увеличить количество посадочных пунктов на площади. Если расширение требует сноса значительного числа зданий, сооружений и переноса коммуникаций, целесообразно исследовать возможность перехода на одну из мер усиления транспортных связей вокзала с городом;

пропускная способность самой площади равна пропускной способности перекрестка по пропуску конечных транспортных потоков (рис. 123, в). В этом случае перенос транзитного движения не имеет смысла, а реконструкция площади может предусматриваться лишь на перспективу.

Таким образом, для рассматриваемого типа площадей, необходимо знать размеры транзитного движения, при котором будет

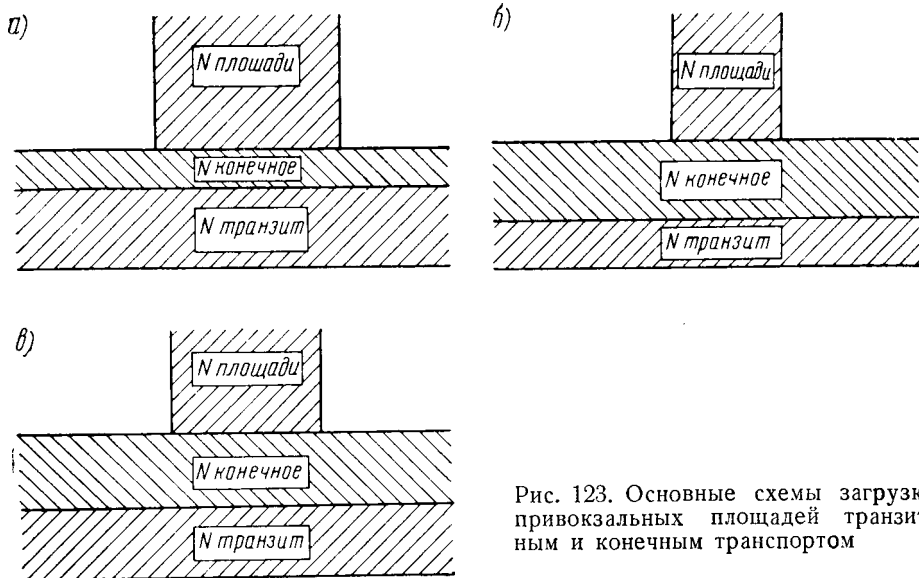


Рис. 123. Основные схемы загрузки привокзальных площадей транзитным и конечным транспортом

полностью пропускная способность площади использована, имеется в виду, что потребное количество остановочных пунктов должно устанавливаться исходя из условия комплексности развития устройств пассажирской станции (пути, платформы) и привокзальной площади. Размеры транзитного потока, который может быть сохранен на транзитной магистрали, идущей возле привокзальной площади, должны устанавливаться в зависимости от типа площади. Транзитные площади (см. рис. 123) практически можно рассматривать как перекрестки нормального типа (II) и Т-образные (I). Для перекрестков нормального типа максимальная пропускная способность проезжей части улицы шириной в n полос для условия пересечения с равноценной улицей (при равенстве потоков $M'_{\text{пр}} = M''_{\text{пр}}$) будет равна

$$M = 500 k_u n, \quad (79)$$

где k_u — коэффициент использования пропускной способности полос проезжей части улицы;

n — число полос проезжей части улицы, используемых для пропуска основных транспортных потоков.

В случае неравенства удельных плотностей транспортных потоков, когда $M'_{\text{пр}} : M''_{\text{пр}} = \beta$ и $\beta \neq 1$, пропускная способность определяется как

$$M = 500 k_u n_1 Z, \quad (80)$$

где

$$Z = \frac{\beta}{0,5(\beta + 1)} = \frac{2\beta}{\beta + 1}. \quad (81)$$

Учитывая, что на перекрестке имеются левые повороты, пропускная способность перекрестка снизится на некоторую величину, равную

$$\xi = \frac{2800 - (4M_{\text{л}} - 2E)}{3000}, \quad (82)$$

где ξ — коэффициент использования пропускной способности полос проезжей части, предназначенной для движения по прямым направлениям, снижающийся из-за левоповоротных потоков;

$M_{\text{л}}$ — число экипажей, совершающих левый поворот в течение часа по направлению, для которого выделен в цикле период d (третий такт), причем $M_1 = 2E$;

E — число циклов смены сигналов в течение часа.

Следовательно, с учетом левоповоротного движения пропускная способность на перекрестке нормального типа для исследуемого направления определится следующей формулой:

$$M = 500 k_{\text{л}} n_1 Z \xi. \quad (83)$$

Пропускная способность остановочного пункта на площади равна

$$M = \frac{3600}{T_{\text{с}} + \tau + r} = \frac{3600}{T}, \quad (84)$$

где M — число автобусов (троллейбусов), которое может быть пропущено через остановочный пункт в течение 1 ч в одном направлении;

r — дополнительный промежуток времени в 2—3 сек (период подъезда машины к остановочному пункту);

$T_{\text{с}}$ — средняя продолжительность стоянки транспорта при посадке и высадке пассажиров в сек;

τ — средняя затрата времени на ускорение при пуске и на замедление при торможении в сек.

Суммарная пропускная способность площади зависит от числа остановочных пунктов

$$M_{\text{пл}} = \sum_1^m \frac{3600}{T} k, \quad (85)$$

где m — число остановочных пунктов;

k — коэффициент, учитывающий задержки, возникающие из-за невозможности одновременного трогания транспорта с различных остановочных пунктов.

Учитывая, что на перекрестке нормального типа выход транспорта на все пути городской магистрали (транзитную в обе стороны и конечную) зависит от типа города, взаимного размещения вокзала, жилых и промышленных районов в городе, при расчете доли потока, выходящего на рассчитываемую транзитную магистраль в одном направлении, следует вводить коэффициент

Таблица 14

Число n	1	2	3	4	5
k_u	1	0,9	0,83	0,75	0,70
$k_u n$	1	1,8	2,5	3,0	3,5

величины потока p . Тогда потребная пропускная способность рассчитываемой улицы, необходимая для пропуска транзитного потока, идущего с вокзала (на вокзал), для данного направления составит

$$M = \sum_1^m \frac{3600}{T} k p. \quad (86)$$

На основании изложенного, можно установить следующее равенство:

$$500 k_u n_1 Z \xi - M_{\text{тран}} = \sum_1^m \frac{3600}{T} k p. \quad (87)$$

Отсюда допустимый размер транзитного потока (приведенных экипажей в час) будет равен:

$$M_{\text{тран}} = 500 k_u n_1 Z \xi - \sum_1^m \frac{3600}{T} k p. \quad (88)$$

Значения k_u следует принимать по табл. 14, величину k , установленную по данным хронометражных наблюдений на ряде станций сети — $0,7 \div 0,95$, p для городов с развитой периферийной промышленной зоной и сельтбой — $0,3 \div 0,5$, а для городов с концентрированной сельтбой и промышленностью $0,1 \div 0,2$.

Пользуясь формулой (88), можно, имея данные о транзитных потоках, рассчитывать пропускную способность площади и проверять соответствие числа остановочных пунктов различным режимам работы.

Пропускная способность площади типа I определяется пропускной способностью многополосной проезжей части Т-образного перекрестка по прямолинейному направлению. Следовательно, пользуясь формулой проф. А. А. Полякова, можно записать

$$M = M_1 k_u n_1 = \frac{960}{1 + 1,2(\gamma + \delta)} k_u n_1, \quad (89)$$

где M_1 — число приведенных экипажей, проходящих в течение часа по наиболее загруженным полосам проезжей части;
 γ и δ — коэффициенты соотношения между удельными плотностями потоков прямого и двух левоповоротных, $\gamma + \delta = 1 \div 2$, реже 0,5 или 3.

Пропускная способность площади в этом случае будет определяться долей пропускной способности проезжей части прямолинейного направления. Следовательно, будет выполняться следующее условие:

$$\frac{960}{1 + 1,2 (\gamma + \delta)} k_u n_1 - M_{\text{тран}} = \sum_1^m \frac{3600}{T} k_p$$

или

$$M_{\text{тран}} = \frac{960}{1 + 1,2 (\gamma + \delta)} k_u n_1 - \sum_1^m \frac{3600}{T} k_p. \quad (90)$$

В этом случае расчетная величина ρ для прямолинейного направления составляет от 0,5 до 1*.

При определении пропускных способностей транзитных площадей типов III—IV (см. рис. 125) следует пользоваться теорией расчета площадей сложного типа.

Пропускная способность тупиковых привокзальных площадей определяется пропускной способностью остановочных пунктов, улиц или распределительных перекрестков. Наиболее характерны следующие случаи:

пропускная способность остановочных пунктов выше пропускной способности улиц (распределительных перекрестков). В этом случае необходимо их расширение или выбор одной из мер усиления транспортных связей (вторая станция в городе, развязки в разных уровнях и т. п.);

пропускная способность улиц (распределительных перекрестков) больше наличной пропускной способности остановочных пунктов. Нормальный режим работы возможен лишь при сооружении дополнительных остановок для транспорта и соответствующего расширения площади.

При расчете пропускной способности тупиковых площадей необходимо проверять по условию пропуска расчетного потока на ближайшем транспортном узле (распределительном перекрестке), учитывая снижение пропускной способности из-за пересечений встречных (враждебных) потоков в районе их распределения по отдельным улицам.

Увеличение пропускной способности привокзальных площадей может быть достигнуто переносом транзитного движения; развязкой движения транспорта в разных уровнях;

разделением путей пешеходов и транспорта по вертикали;

устройством путей прибытия и отправления в разных уровнях; расширением площадей и улиц.

Устройство путепроводных развязок движения транспорта наиболее целесообразно при значительных транзитных потоках, как

* В случае расположения жилых и промышленных районов на одной из сторон транзитной магистрали.

эффективное средство увеличения пропускной способности привокзальной площади, перекрестков и прилегающих улиц. После сооружения развязки в разных уровнях в отдельных случаях пропускная способность площади возрастает на 25—40%. Экономическая эффективность сооружения устройств в разных уровнях определяется следующей зависимостью:

$$\Sigma Z > E(K_{\pi} - K_0) + (\mathcal{E}_{\pi} - \mathcal{E}_0), \quad (91)$$

где ΣZ — стоимость задержек транспорта в год в руб.;
 $K_{\pi} - K_0$ — разница в стоимости развязки и сооружения магистрали в одном уровне в руб.;
 $\mathcal{E}_{\pi} - \mathcal{E}_0$ — разница в эксплуатационных расходах при развязке в одном и разных уровнях в руб.

Задержки транспорта составляют значительные величины и суммарные экономические потери от них, определяются по формуле, предложенной проф. А. А. Поляковым для средней длительности задержки τ транспортной единицы в зоне перекрестка (при учете всех транспортных средств, включая проходящие без задержек)

$$\tau = \frac{(b_1 + 2,5)^2}{2A(p + q)}, \quad (92)$$

где b_1 — общая длительность сигналов — красного и двух желтых при двухтактных циклах, запрещающих движение в исследуемом направлении, в сек;

A — время одного цикла в сек;

q — средний интервал между автомобилями, выходящими на перекресток в одной ленте, зоне стоп-линии в сек;

$p = \frac{3600}{M}$ — средний интервал между расчетными приведенными транспортными единицами, подходящими к перекрестку по одной полосе проезжей части для исследуемого направления, в сек.

Отсюда суммарные задержки для исследуемого направления на одну полосу проезжей части в течение суточного рабочего времени равны:

$$T_{\text{сут}} = \tau M t_p = \frac{\tau t_p}{p} \quad (93)$$

(t_p — время работы транспорта за сутки в ч).

Следовательно, годовая стоимость задержек транспорта будет равна

$$\Sigma Z = 365 \frac{\tau t_p}{p} c \quad (94)$$

(c — стоимость часа простоя машины в руб./машино-ч).

В отдельных случаях, когда обеспечивается сравнительная легкость определения величин ΔT и β , стоимость задержек машин мо-

жет определяться по формуле, предложенной проф. А. Е. Страмен-
ТОВЫМ

$$\sum \mathcal{A}_\pi = \frac{365 \sum \mathcal{A} k_\pi}{\beta}, \quad (95)$$

где \mathcal{A} — задержки в течение часа «пик» отдельно для каждого
вида транспорта и для каждого направления в *ма-*
шино-ч/ч;

k_π — стоимость часового простоя транспортной единицы
в *руб/машино-ч*;

β — коэффициент суточной неравномерности движения для
расчетной магистрали $\left(\frac{P_{\text{час}}^{\text{max}}}{P_{\text{сут}}} \right)$, для вокзалов равный
0,08—0,10;

$P_{\text{час}}^{\text{max}}$ — интенсивность движения в часы «пик»;

$P_{\text{сут}}$ — суточная интенсивность движения.

Величина \mathcal{A} может быть подсчитана по формуле

$$\mathcal{A} = M \frac{t_k + 2t_{\text{ж}}}{2 \cdot 3600 T_{\text{ц}}} [(t_k + 2t_{\text{ж}}) + 0,56v], \quad (96)$$

где M — количество транспортных единиц данного типа, подлежа-
щих пропуску или проходящих пересечение за час в вод-
ном направлении;

$t_k, t_{\text{ж}}$ — продолжительность красной и желтой фаз регулирова-
ния в *сек*;

$T_{\text{ц}}$ — продолжительность цикла регулирования в *сек*.

При расчете площадей следует особо подсчитывать задержки,
возникающие для транзитного и конечного движения транспорта,
в связи с увеличением потока машин при концентрации их на од-
ной привокзальной площади (одной станции).

Полученные в результате расчетов (с учетом реальных условий
пропуска городского транспорта на площади) зависимости
(рис. 124) пропускных способностей площадей от населения горо-
дов¹ позволяют отметить, что в городах с населением свыше
600 тыс. жителей уже возникла проблема реконструкции транзит-
ных площадей или перехода на новую, более совершенную систему
обслуживания пассажиров. На тупиковых площадях (без учета
влияния на пропускную способность распределительных перекрест-
ков) такое же положение характерно для городов с населением
около 800 тыс. человек. Как видно из графика, 50 автомобилей на
1000 жителей (при загрузке одного автомобиля 1,70) еще более
снижают пропускную способность привокзальных площадей.

Приведенные графики (см. рис. 124) представляют собой лишь
ориентировочную обобщенную зависимость характера закономер-
ностей, показывают влияние загрузки перекрестков и прилегающих

¹ В ряде городов (Свердловск, Новосибирск, Минск и др.) полученные на-
турные наблюдения сверялись с расчетными данными проектных организаций.

— Кривая потребного числа машин;
 == кривая ограничения числа машин по перекрестку
 и прилегающим улицам

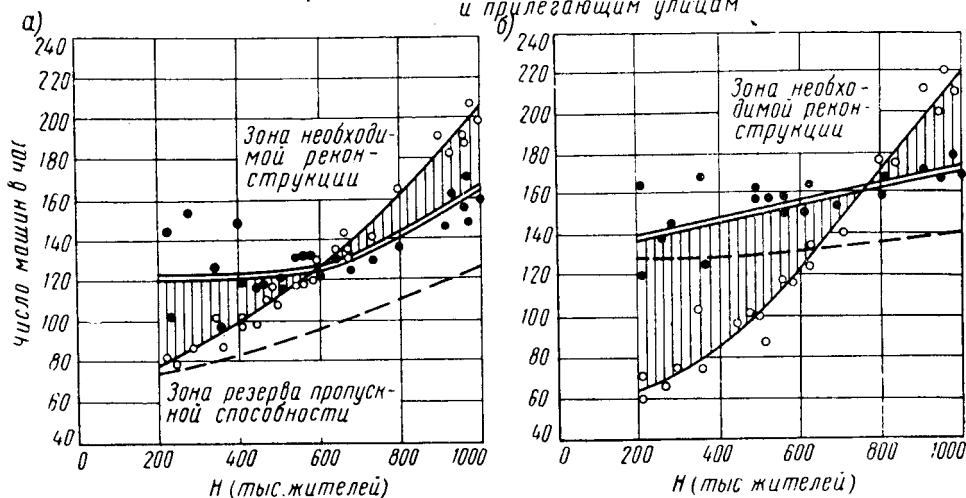


Рис. 124. Кривые зависимости объема движения и пропускной способности привокзальных площадей от населенности городов (по обследованным станциям):

а — транзитные площади; б — тупиковые площади

улиц грузовым и транзитным транспортом на размеры движения городского транспорта, осваиваемых площадью. В каждом отдельном случае необходим всесторонний анализ всех элементов вокзального комплекса и условий конкретной задачи с ее особенностями.

В крупных городах следует заранее предусматривать дальнейшее развитие площади и целесообразнее планировать места размещения остановок и схемы движения всех видов транспорта. Особенно важно улучшать планировочные решения площадей и создавать лучшие схемы, когда улицы и перекрестки имеют резерв пропускной способности.

Необходимость в более рациональной планировке возникает в случаях, когда на вокзал помимо городских видов транспорта заходят междугородные и пригородные автобусы. Как показали обследования многих привокзальных площадей (Куйбышев, Харьков, Волгоград, Свердловск, Новосибирск, Киев и др.), начиная с плотности движения 150—220 машин в час, пропускная способность площади несколько снижается, так как часть занята автотранспортом под стоянку, а перемещающиеся по площади значительные пассажиропотоки снижают скорость движения машин.

Работа привокзальных площадей определяется интенсивностью движения городского транспорта, как правило, зависящей от числа пассажирских поездов (дальних, местных и пригородных) и, следовательно, в значительной мере, от населения города. Размеры площади и технология ее работы зависят от числа остановок

городского транспорта, места их расположения по отношению к вокзалу, а также от размеров движения грузового транспорта, прибывающего на площадь для обслуживания багажа, почты, туристских поездов и т. д.

Число остановок транспорта на привокзальной площади определяется числом машин, прибывающих в часы «пик», и интервалами, с которыми эти машины следуют друг за другом. Городской транспорт занят в сутки 18—20 ч (с 5—6 утра до 12—1 ч ночи), следовательно общее время его работы T_p составляет 1080—1200 мин. При отсутствии помех городской транспорт мог бы обслуживать пассажиров на площади со средним интервалом I_{cp} , равным равномерному интервалу движения

$$I_{cp} = \frac{T_p}{M}, \quad (97)$$

где M — число машин, например автобусов или троллейбусов, по графику движения городского транспорта.

Однако часть возможного для движения транспорта времени расходуется на пропуск грузового транспорта, проход пассажиров, помехи от левоповоротного движения, несовпадения подхода машин к зеленому огню светофоров и др. Величина потери времени ΣT_n — величина непостоянная и зависит от типа города, площади, наличия транзитных потоков, общих размеров движения городского транспорта в районе привокзальной площади. В результате появления ΣT_n увеличивается загрузка площадей и улиц в период времени $T_{св} = T_p - \Sigma T_n$, что создает режим сгущенного подвода городского транспорта к привокзальной площади. Это приводит к тому, что теоретический (отнесенный к условному периоду суток, свободному от помех движению) равномерный интервал становится меньше среднего на величину $\frac{\Sigma T_n}{M}$, так как

$$I_p = \frac{T_p - \Sigma T_n}{M} = \frac{T_p}{M} - \frac{\Sigma T_n}{M}. \quad (98)$$

Таким образом, в формулу для расчетов интервалов необходимо вводить коэффициент неравномерности, величина которого равна $k_n = \frac{I_p}{I_{cp}}$ или, заменив I_p и I_{cp} их расчетными значениями, получим

$$k_n = \frac{T_p - \Sigma T_n}{T_p} = 1 - \frac{\Sigma T_n}{T_p}, \quad (99)$$

где $\frac{\Sigma T_n}{T_p}$ — коэффициент потери времени k_n .
Отсюда

$$k_n = 1 - k_n. \quad (100)$$

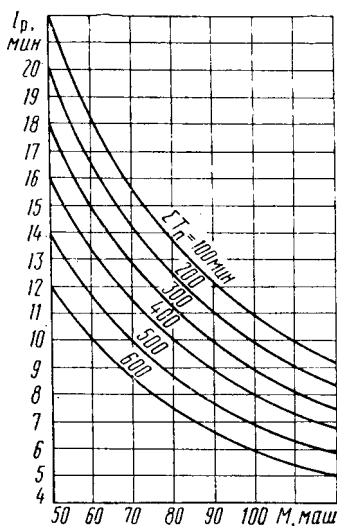


Рис. 125. График зависимости равномерных интервалов от числа работающих машин (города с населением 200—400 тыс.)

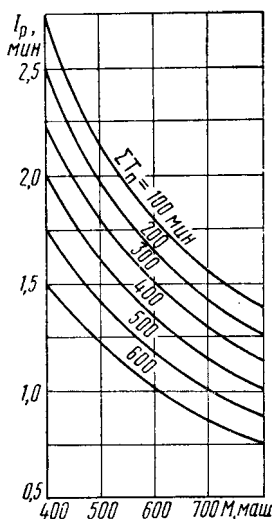


Рис. 126. График зависимости величин равномерных интервалов от числа работающих машин (города с населением 400—800 тыс.)

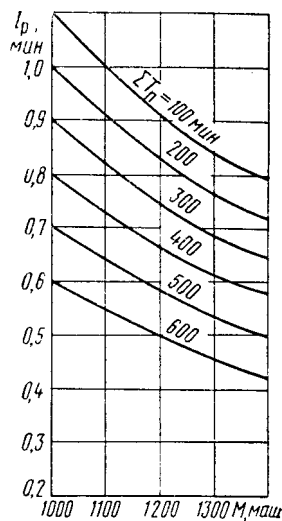


Рис. 127. График зависимости равномерных интервалов от числа работающих машин (города с населением более 800 тыс.)

Для установления зависимостей величин равномерных интервалов от числа прибывающих машин были исследованы условия взаимодействия привокзальных площадей в городах с различным количеством населения и различными величинами пассажиропотоков (рис. 125—127). Число машин от 50 до 120 характерно для городов с населением 200—400 тыс. человек, 400—800 для городов — 400—800 тыс. и 1000—1400 для городов более 800 тыс. жителей. Влияние неравномерности на коэффициент потерь показано на рис. 128. Очевидно, эта зависимость одинакова для всех городов.

Влияние потоков машин на загрузку привокзальных площадей и установление расчетных величин интервалов прибытия машин на площади исследовалось на основе теории массового обслуживания.

Поток машин, следующих на площадь, можно (исключая периоды суток, занятых суммарными потерями времени) принять стационарным, для которого вероятность поступления определенного количества требований (например прибытие машин на площадь) в течение определенного промежутка τ не зависит от места в периоде времени t , а зависит только от промежутка τ . Поток машин прибывающих на площадь, является потоком без последствия, так как очередная машина прибывает на площадь независимо от того, когда и сколько машин прибыло на площадь до рассматриваемого момента.

Если из расчетного времени исключить все периоды суток, когда привокзальная площадь бездействует, можно допустить, что процесс прибытия и отправления городского транспорта является дискретным стационарным процессом.

Поток машин, прибывающих на привокзальную площадь, ординарный, так как вероятность появления больше одной машины за малый промежуток времени есть бесконечно малая величина более высокого порядка чем t . Значит почти невероятно прибытие двух или нескольких машин на площадь за малый промежуток времени.

Таким образом, поток машин, прибывающих на площадь, обладая свойствами стационарности, ординарности и отсутствия последствия, является простейшим потоком.

Для полной характеристики потока машин достаточно знать параметр потока λ , так как для простейшего потока этот параметр равен математическому ожиданию числа машин, поступивших на площадь за единицу времени. Для полного описания потока машин, прибывающих на привокзальную площадь, достаточно вычислить математическое ожидание числа прибывающих на площадь машин за единицу времени.

Математическое ожидание, отражающее характер прибытия машин на площадь (число машин на любой интервал времени), равно

$$M(x) = \lambda t, \quad (101)$$

где λ — параметр потока;

t — рассматриваемый интервал времени при

$$t = 1, \quad M(x) = \lambda.$$

Параметр потока или плотность прибывающих на привокзальную площадь машин определяется как среднее число за единицу времени. Для M машин, занятых по 20 ч в сутки, плотность равна

$$\lambda = \frac{M}{20 - \sum T_{\pi}}. \quad (102)$$

Учитывая, что величина I_p определяется из условия $\frac{20 - \sum T_{\pi}}{M}$, можно отметить, что плотность потока машин, прибывающих на

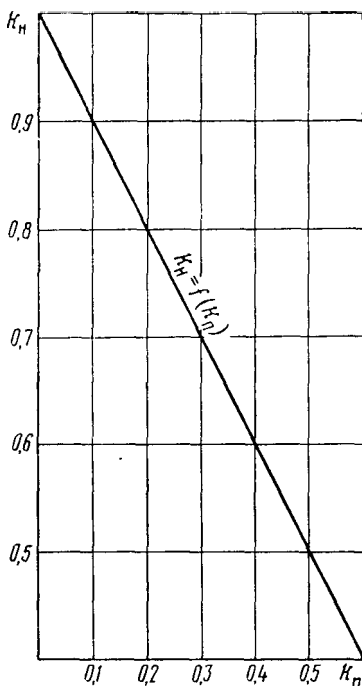


Рис. 128. График зависимости коэффициента неравномерности от коэффициента потерь времени

привокзальную площадь, — величина, обратная равномерному интервалу

$$\lambda = \frac{1}{I_p}.$$

Если период прибытия машин на площадь изобразить по оси абсцисс, то за отрезок времени t прибудет (или отправится) M_m машин. При условии деления отрезка t на n равных частей длиной $\Delta x = \frac{t}{n}$ вероятность занятости отрезка $\Delta x = \frac{t}{n}$ приближенно будет равна $\lambda \Delta x = \frac{\lambda t}{n}$, а вероятность свободности его занятия машинами — $1 - \frac{\lambda t}{n}$.

В связи с тем, что попадание точек в неперекрывающиеся отрезки независимы, попадание или непопадание машин в n отрезков может рассматриваться как результаты n независимых опытов. Поэтому используя известные закономерности, можно найти вероятности того, что среди n отрезков будет равно M_m занятых. Таким образом, вероятность прибытия на площадь за время t равно M_m машин будет определяться по формуле

$$P_m(M_m) = \frac{(\lambda t)^{M_m}}{M_m!} e^{-\lambda t}. \quad (103)$$

Заменяя в этом уравнении λ известным значением средней плотности потока и рассматривая отрезок времени равный часу «пик» $t=1$, получим зависимость, позволяющую для рассматриваемых условий определить вероятности поступления машин на площадь:

$$P_m(M_m) = \frac{\left(\frac{M}{20 - \sum T_{\Pi}} t \right)^{M_m}}{M_m!} e^{-\left[\frac{M}{20 - \sum T_{\Pi}} t \right]}. \quad (104)$$

Поскольку входящая в формулу величина $\frac{M}{20 - \sum T_{\Pi}} t$ есть среднее число машин, приходящееся на отрезок времени t , или математическое ожидание числа машин, прибывающих в этом отрезке времени, то ее можно условно обозначить величиной b . Тогда

$$P_m(M_m) = \frac{b^{M_m}}{M_m!} e^{-b}. \quad (105)$$

С помощью данной зависимости и учетом того, что при

$$M_m = 0, \quad \frac{b^{M_m}}{M_m!} = 1, \quad \text{а } P_0(M_m = 0) = e^{-b},$$

были определены значения $P_m(M_m)$ и построен график вероятности прибытия городского транспорта на привокзальную площадь при

различных средних плоскостях потока (рис. 129). Анализ графика позволяет отметить, что для режима работы городского транспорта на привокзальных площадях характерна большая вероятность прибытия в единицу времени числа машин выше средней плотности потока (см. рис. 129).

Полученные зависимости, характеризующие средние плотности потоков $\lambda=5, 6, 7$ машин в час, приближаются к симметричным холмообразным кривым, т. е. по существу полученное общее Пуассоновское распределение вероятностей очень близко к распределению Гаусса. В этом случае стремление данных кривых к пределу позволяет использовать для характеристики плотности вероятности формулу нормального закона

$$f(M_m) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(M_m - m)^2}{2\sigma^2}}, \quad (106)$$

где $\frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}}$ — максимальная ордината кривой при среднем квадратичном отклонении числа машин в единицу времени (характеризует не положение, а форму кривой распределения);

m — математическое ожидание величины M_m . В данном случае величина m может считаться условным центром разброса прибытия машин на привокзальную площадь в единицу времени.

Установление расчетных интервалов возможно лишь при условии определения степени отклонения числа машин, прибывающих на площадь в единицу времени с определенными интервалами, которое зависит от распределения вероятностей изменения интервалов между прибывающими машинами. С этой целью были рассчитаны вероятности поступления машин с различными интервалами I при известных равномерных интервалах I_p от 6 до 10 мин в период времени t . Зависимость I от P (рис. 130) позволяет анализировать вероятности поступления машин с интервалами меньше и больше равномерного, т. е. определять степень колебания в поступлениях машин на площадь в единицу времени и их характерные интервалы.

Для установления закономерностей распределения интервалов прибытия машин на привокзальную площадь и наиболее устойчивых значений интервалов, которые могли бы приниматься за расчетные, в городах с различным числом жителей и характером движения были проведены хронометражные наблюдения. Наблюдения проводились для привокзальных площадей с интенсивностью движения пассажирского городского транспорта от 50 до 1200 машин в сутки и более (Гомель, Минск, Свердловск, Новосибирск, Ярославль, Горький, Киев, Воронеж и др.).

Для исследования отобраны частоты хронометражных интервалов I_x , установленные, как сумма частот $I_x - 0,5$ (мин), $I_x + 0,5$ (мин) для площадей с незначительными размерами движения

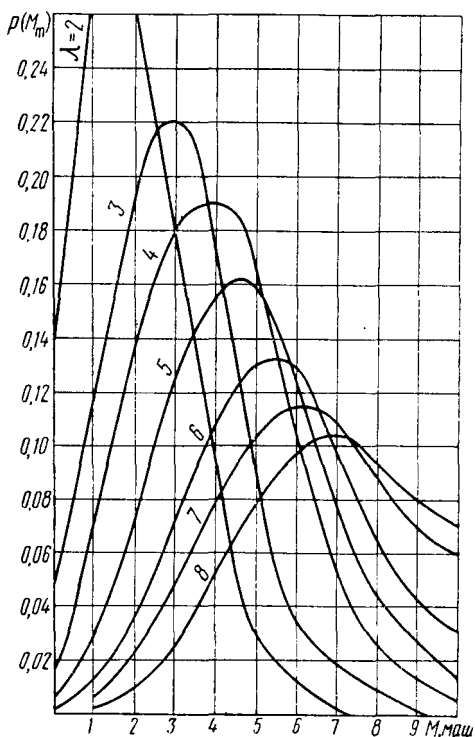


Рис. 129. Вероятность прибытия машин на площадь в часовом периоде при различном значении величины плотности потока

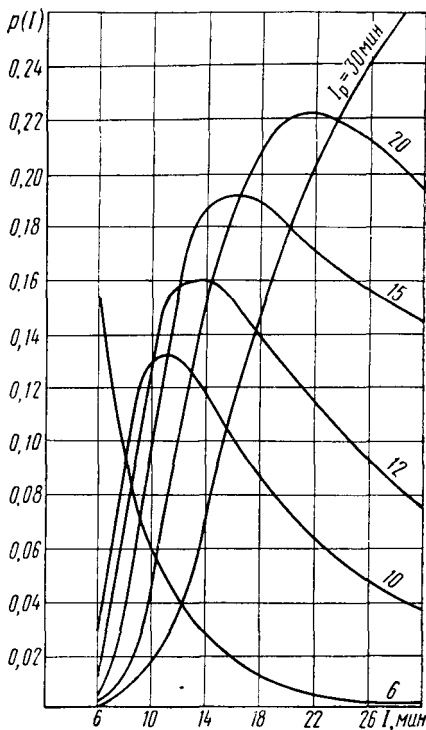


Рис. 130. График функции $p(I) = f(I)$

городского транспорта и $I_x = 0,1$ (мин), I_x и $I_x = 0,1$ (мин) — для больших размеров движения. Значения частот интервалов, установленные хронометражными наблюдениями, приведены в табл. 15.

Рассчитывая статистические вероятности интервалов соответствующей категории по формуле статистического ряда,

$$P_i = \frac{m_i}{n}, \quad (107)$$

где m_i — количество значений, приходящееся на каждую категорию интервалов;

n — общее число интервалов за наблюдаемый период;

получаем ее значения для различного числа машин (табл. 16), по которым определяется математическое ожидание

$$\left[M(I_i) = \sum_{i=1}^n I_i P_i \right],$$

дисперсия

$$\left\{ D(I) = \sum_{i=1}^n [I_{pc} - M(I_i)]^2 P_i \right\}$$

и среднее квадратическое отклонение,

$$[\sigma_i = \sqrt{D(I_i)}].$$

Как видно из табл. 16, дисперсия ряда распределения величин интервалов близка по своему значению к математическому ожиданию (например, для площади с размерами движения 1000 машин в сутки математическое ожидание составляет 0,783, дисперсия 0,9,

Таблица 15

Интервал	Значения частот интервалов при числе машин M									
	50	100	200	300	400	500	600	1000	1200	1400
0,4	—	—	—	—	—	10	5	75	77	77
0,6	—	—	10	12	14	25	15	71	57	40
0,8	—	—	21	28	25	34	21	55	32	32
1,0	—	10	34	40	30	40	47	27	20	15
1,2	—	—	—	—	38	58	39	19	11	10
1,4	—	—	—	47	35	42	20	13	9	9
1,6	—	—	—	—	30	22	12	8	6	6
1,8	—	—	—	40	24	20	7	3	5	3
2,0	—	31	45	—	18	12	4	2	3	3
2,2	—	—	—	29	16	8	—	—	—	—
2,4	—	—	—	—	13	7	—	—	—	—
2,6	—	—	—	14	10	5	—	—	—	—
2,8	—	—	—	—	7	5	—	—	—	—
3,0	10	45	30	12	5	2	—	—	—	—
4,0	15	32	24	10	—	—	—	—	—	—
5,0	20	26	18	8	—	—	—	—	—	—
6,0	35	20	10	—	—	—	—	—	—	—
7,0	47	15	8	—	—	—	—	—	—	—
8,0	55	10	—	—	—	—	—	—	—	—
9,0	52	7	—	—	—	—	—	—	—	—
10,0	48	4	—	—	—	—	—	—	—	—
11,0	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12,0	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13,0	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14,0	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15,0	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
А	420	200	200	240	265	290	170	272	220	180

Таблица 16

Интервал	Значения статистической вероятности при числе машин M									
	50	100	200	300	400	500	600	1000	1200	1400
0,4	—	—	—	—	—	0,035	0,029	0,276	0,350	0,422
0,6	—	—	0,050	0,030	0,053	0,086	0,088	0,260	0,260	0,283
0,8	—	—	0,105	0,117	0,094	0,117	0,123	0,202	0,146	0,112
1,0	—	0,050	0,170	0,167	0,114	0,138	0,276	0,099	0,091	0,062
1,2	—	—	—	—	0,143	0,200	0,230	0,070	0,050	0,044
1,4	—	—	—	0,196	0,132	0,145	0,118	0,047	0,041	0,028
1,6	—	—	—	—	0,113	0,076	0,071	0,028	0,027	0,022
1,8	—	—	—	0,167	0,091	0,069	0,041	0,011	0,023	0,016
2,0	—	0,155	0,225	—	0,068	0,041	0,024	0,007	0,016	0,011
2,2	—	—	—	0,121	0,060	0,028	—	—	—	—
2,4	—	—	—	—	0,049	0,024	—	—	—	—
2,6	—	—	—	0,058	0,038	0,017	—	—	—	—
2,8	—	—	—	—	0,026	0,016	—	—	—	—
3,0	0,018	0,225	0,150	0,050	0,019	—	—	—	—	—
4,0	0,034	0,160	0,120	0,041	—	—	—	—	—	—
5,0	0,045	0,130	0,090	0,033	—	—	—	—	—	—
6,0	0,080	0,100	0,050	—	—	—	—	—	—	—
7,0	0,107	0,075	0,040	—	—	—	—	—	—	—
8,0	0,125	0,050	—	—	—	—	—	—	—	—
9,0	0,118	0,035	—	—	—	—	—	—	—	—
10,0	0,105	0,020	—	—	—	—	—	—	—	—
11,0	0,097	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12,0	0,089	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13,0	0,076	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14,0	0,057	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15,0	0,045	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$\Sigma P(I_i)$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$M(I_i)$	9,332	4,96	2,62	1,80	1,49	1,29	1,115	0,783	0,71	0,66
$D(I_i)$	8,64	6,9	2,92	1,7	1,51	1,34	1,23	0,9	0,82	0,61
σ	2,93	2,62	1,7	1,3	1,18	1,15	1,1	0,97	0,9	0,75

среднее квадратическое отклонение — 0,97), что говорит о подтверждении Пуассоновского распределения величины интервала I . Таким образом, для городского транспорта, прибывающего на вок-

зал, величина математического ожидания может приниматься как расчетное значение интервала прибытия машин на привокзальную площадь, поэтому при расчетах площадей можно принимать

$$I_{pc} = M(I_i) = \sum_{i=1}^n I_i P_i. \quad (108)$$

Методика определения величины расчетного интервала для различных случаев заключается в следующем: величина I_{pc} определяется точкой касания прямой, проведенной из точки размещения на оси абсцисс равномерного интервала I_p к линии, характеризующей плотность вероятностей распределения интервалов, следовательно, величина расчетного интервала будет равна

$$I_{pc} = \frac{I_{min} + I_p}{2}. \quad (109)$$

Используя методику определения расчетного интервала и полученные данные, были построены графики зависимостей I от $P_m(I)$ (рис. 131) для различных значений I_p и величин минимальных интервалов, характерных для площадей заданного типа.

Пример. На площадь прибывает 200 машин в сутки, $\Sigma T_n = 300$ мин. Равномерный интервал, определяемый по формуле (98), составил 4,5 мин, минимальный в этом случае — 0,66 мин. Используя полученные зависимости по формуле (110), устанавливаем, что $I_{pc} = 2,58$ мин. По табл. 16 находим величину $M(I_i)$, соответствующую 200 прибывающим машинам, которая равна 2,62.

Таким образом проверка показала, что величина I_{pc} , рассчитанная по формуле, полностью совпадает с данными, полученными в результате хронометражных наблюдений. Это позволяет считать формулу применимой для практического решения задач.

В окончательном виде после подстановки значений I_p формула для расчета интервалов примет вид

$$I_{pc} = \frac{I_{min} M + T_p - \Sigma T_n}{2M}. \quad (110)$$

Анализ полученных графиков (рис. 131, 132) показывает, что при увеличении размеров движения предел величины I_{pc} сокращается, так как уменьшается отрезок времени между I_{min} и I_p (см. рис. 132). Абсолютное значение величины I_p стремится к I_{min} , расчетный интервал, равный $\frac{I_{min} + I_p}{2}$, также уменьшается, стремясь к I_{min} . Как видно из табл. 16 и рис. 132, при числе машин 1400 и $I_p = 0,66$, а $\Sigma T_n = 300$ мин значения величин I_p , I_{min} и I_{pc} совпадают. Касательную к кривой плотностей вероятности распределения интервалов из точки, характеризующей абсолютное значение I_p , провести нельзя. В этом случае данная прямая — перпендикуляр к оси абсцисс, это говорит о том, что $I_p = I_{min} = I_{pc}$. Такой же результат получается, если в формулу (109) подставить $I_{min} = I_p$.

Полученные выводы подтверждаются расчетными и составленными статистическими характеристиками, так как с увеличением

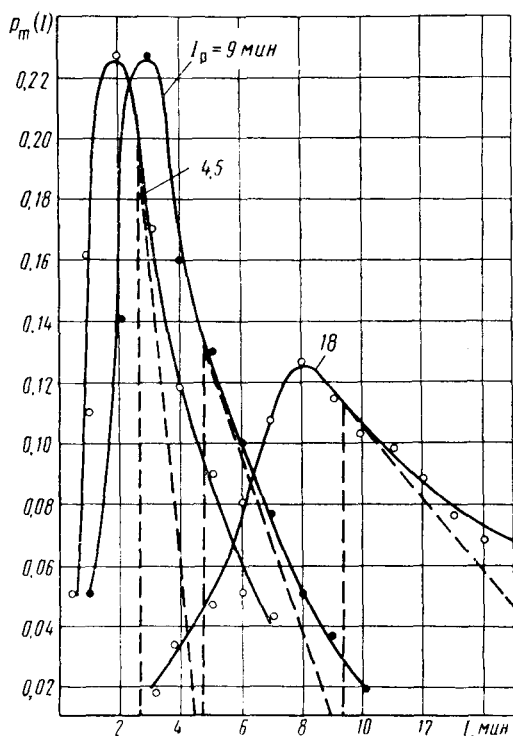


Рис. 131. Плотность вероятности распределения интервалов при равномерных интервалах от 4,5 до 18 мин

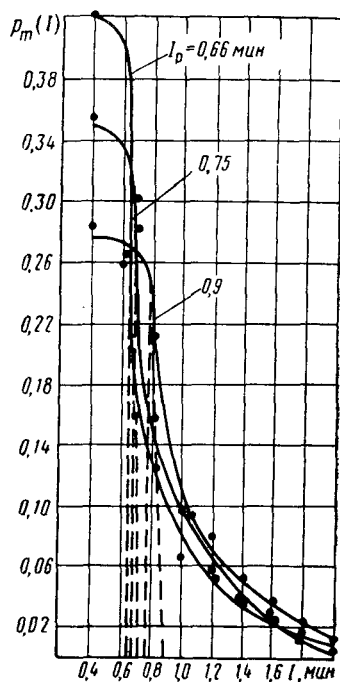


Рис. 132. Плотность вероятности распределения интервалов при равномерных интервалах от 0,66 до 0,9 мин

числа машин, для рассматриваемого примера свыше 1400, начинается резкое отличие значений математического ожидания и дисперсий распределения величины интервалов. Это указывает на то, что гипотеза о том, что случайная величина распределяется по закону Пуассона для этих условий, неверна. За установленной границей при больших размерах городского транспорта начинается сфера применения жесткого регулирования движения машин, определяемая допустимыми минимальными интервалами. Следовательно, в данном случае наблюдается свойство, характерное обычно для распределения типа III с параметрами κ и μ , связывающее случайность и регулярность. Причем, первое качество характерно в обычные часы суток, а второе присуще часам интенсивного движения, т. е. часам «пик». При увеличении числа машин до 1400—1800 (для разных площадей) дисперсия ряда распределения обращается в нуль, т. е. практически получается вырожденное распределение и случайная величина I сходится к постоянной, равной ее математическому ожиданию.

Вывод о том, что при определенной интенсивности движения наступает отклонение кривых распределения натуральных интервалов

от теоретических кривых Пуассона, получили и некоторые зарубежные исследователи, изучающие интенсивность автомобильного движения на магистральных дорогах. Из сказанного можно сделать несколько выводов:

поскольку вероятностные методы и формулы для условий движения транспорта по магистральным дорогам не дают достаточно точных результатов при расчете привокзальных площадей, то их применение не рекомендуется;

процесс прибытия машин на привокзальную площадь достаточно точно описывается распределением Пуассона, позволяющим принимать величину математического ожидания за расчетное значение интервала, поэтому расчет привокзальных площадей в крупных городах необходимо выполнять по расчетному интервалу входа машин на площадь, используя приведенные выше формулы.

В крупнейших городах, где число машин, прибывающих на площадь, очень велико, наступает предел использования метода расчета интервалов, основанных на теории вероятности. В этом случае расчет площадей должен производиться по минимальному интервалу прибытия машин. Границей перехода от вероятностных методов к расчету площадей по допустимому минимальному интервалу является 1400—1800 машин в сутки (по графику).

Так как привокзальная площадь в период закрытия сигналов с одного направления принимает машины с другого и наоборот, регулирование движения на перекрестке не нарушает непрерывности транспортного потока, то это обстоятельство следует учитывать при определении минимального интервала.

Величина минимального интервала зависит от типа площади и числа примыкающих к ней улиц, общих размеров движения городского транспорта и способов регулирования и потерь времени $\Sigma T_{\text{п}}$. Так при отсутствии задержек на ближайшем распределительном перекрестке (узле) величина I_{min} для тупиковых площадей определяется условием движения друг за другом двух единиц городского транспорта. Следовательно,

$$I_{\text{min}} = \frac{t_p v + \frac{v^2}{2b} + l + l_3}{v}, \quad (111)$$

где t_p — время реакции водителя в сек;

v — скорость движения на подходе к площади в м/сек;

b — замедление при экстренном торможении в м/сек²;

l — длина автобуса (троллейбуса) в м;

l_3 — промежуток безопасности в м.

Наблюдения, проведенные на ряде привокзальных площадей, и полученные данные о наблюдаемых средних минимальных интервалах (за десять дней июля в часы «пик») очень близки к результатам, полученным по предлагаемой формуле. Для примера в табл. 17 приведены наблюдаемые и рассчитанные интервалы по станциям Свердловск и Киев. Данные табл. 17 подтверждают

Таблица 17

Интервал прибытия машин, автобусов на площадь в часы „лик“ в сек	Станция Свердловск			Станция Киев		
	Число интервалов	Вероятность p	Расчетный интервал t по формуле в сек	Число интервалов	Вероятность p	Расчетный интервал t по формуле в сек
10—15	5	0,06	40	9	0,07	30
15—20	7	0,08		8	0,07	
20—30	15	0,17		20	0,16	
30—40	23	0,27		41	0,35	
40—50	22	0,25		38	0,31	
50	15	0,17		7	0,04	
Итого	87	1,00		123	1,00	

возможность расчета остановок по минимальному интервалу, определяемому по выведенной формуле.

Из изложенного следует, что для привокзальных площадей городов с населением 200—700—800 тыс. человек расчет числа остановок и площадей должен производиться на расчетный интервал прибытия городского транспорта I_{pc} , в крупных и крупнейших городах с населением свыше 700—800 тыс. человек — на минимальный интервал прибытия.

Расчетный интервал позволяет установить число единиц городского транспорта (машин), которое может быть пропущено на площадь в течение часа:

$$M = \frac{3600}{I_{pc}}. \quad (112)$$

В то же время число машин может быть выражено другой зависимостью

$$M = \frac{3600}{T_c + \tau + r} m.$$

Так как обе формулы определяют одну искомую величину и имеют одинаковое значение, можно записать, что

$$\frac{3600m}{T_c + \tau + r} = \frac{3600}{I_{pc}}. \quad (113)$$

Из полученного равенства (113) определяется значение величины m :

$$m = \frac{3600(T_c + \tau + r)}{3600 I_{pc}} = \frac{T_c + \tau + r}{I_{pc}}. \quad (114)$$

Учитывая, что время занятия остановки может несколько изменяться, так как это зависит от количества пассажиров, характера пассажиропотока и т. д., то для создания более устойчивого режима работы целесообразно иметь одну резервную остановку. Тогда формула (114) примет вид:

$$m = \frac{T_c + \tau + r}{I_{pc}} + 1. \quad (115)$$

Подставляя в это равенство значение величины I_{pc} , получаем окончательную формулу для определения числа остановок городского транспорта:

$$m = \frac{2M(T_c + \tau + r)}{I_{min}M + T_p - \sum T_n} + 1. \quad (116)$$

Формула (116) позволяет определять число остановок на привокзальной площади по ограничивающему критерию пропускной способности прилегающих улиц и вокзального перекрестка в интенсивный период времени. В дневные часы суток, когда транспорт поступает с равномерным интервалом I_p , потребное число остановок сокращается.

Для крупных и крупнейших городов, где наступает граница перехода на расчеты по минимальному интервалу I_{min} , число остановок будет определяться по следующей формуле:

$$m = \frac{T_c + \tau + r}{I_{min}} + 1. \quad (117)$$

Выведенные неравномерности движения городского транспорта формулы (116—117) позволяют достаточно точно определять число остановочных пунктов, однако целесообразно проверять полученные результаты по условиям обеспечения вывоза с привокзальной площади расчетного количества пассажиров, прибывающих в город по железной дороге в интенсивный период.

Количество пассажиров, которое может быть отправлено в город с одного остановочного пункта привокзальной площади $N'_{выв}$ зависит от его пропускной способности $\frac{3600}{T_c + \tau + r}$ и средней вместимости одной транспортной единицы $N_{пас}^{гор}$ (автобуса, троллейбуса, трамвая). Следовательно,

$$N'_{выв} = N_{пас}^{гор} \left(\frac{3600}{T_c + \tau + r} \right). \quad (118)$$

Общее количество пассажиров $N_{выв}^{об}$, вывозимых с площади в расчетный период, зависит от числа остановочных пунктов

$$N_{выв\text{ гор. тр}}^{об} = N_{пас}^{гор} m \left(\frac{3600}{T_c + \tau + r} \right). \quad (119)$$

В течение расчетного периода (час «пик») на станцию прибывают поезда, число которых определяется по формуле

$$N = \sum_1^{m_{\text{пл}}} \frac{n_{\text{пл}} (T_p - t_{\text{пост}})}{t_{\text{зан}}},$$

где $m_{\text{пл}}$ — наличное число платформ;

$n_{\text{пл}}$ — число поездов, обслуживаемых пассажирской платформой одновременно;

T_p — расчетный период, равный 3600 сек;

$t_{\text{пост}}$ — суммарное время (в сек) занятия перронных путей в течение расчетного периода операциями, связанными с пропуском локомотивов, поездов других категорий и т. д.;

$t_{\text{зан}}$ — продолжительность занятия перронного пути пассажирским поездом в сек.

Отсюда общее количество пассажиров, прибывающих в город по железной дороге, составит

$$N_{\text{выв ж. д.}}^0 = N_{\text{ср}}^{\text{пас}} \left[\sum_1^{m_{\text{пл}}} \frac{n_{\text{пл}} (T_p - t_{\text{пост}})}{t_{\text{зан}}} \right], \quad (120)$$

где $N_{\text{ср}}^{\text{пас}}$ — среднее число пассажиров, прибывающих с одним поездом, определяемое как средневзвешенное от общего количества прибывающих поездов всех категорий, с учетом доли пассажиров, прибывающих на данную станцию с проходящими поездами.

Для создания нормального режима работы городских видов транспорта и обеспечения максимальных удобств для пассажиров необходимо соблюдение равенства пропускной способности пассажирской станции и привокзальной площади.

Отсюда необходимое количество остановочных пунктов будет равно

$$m = \frac{N_{\text{ср}}^{\text{пас}} \left[\sum_1^{m_{\text{пл}}} \frac{n_{\text{пл}} (3600 - t_{\text{пост}})}{t_{\text{зан}}} \right]}{N_{\text{пас}}^{\text{гор}} \left(\frac{3600}{T_c + \tau + r} \right)}. \quad (121)$$

Зная количество остановочных пунктов, можно установить требуемые размеры привокзальной площади с учетом независимого и одновременного выезда транспорта с нескольких пунктов и соответствия пропускной способности прилегающих улиц и лимитирующих перекрестков. Таким же образом можно определить расчетное количество остановочных пунктов для каждого вида транспорта, используя данные о процентном соотношении пассажиров, пользующихся автобусом и трамваем.

Если интервалы прибытия машин на площадь будут превышать $I_{\text{пр}} > (T_c + \tau + r)$ суммарное время, необходимое транспортной единице на все виды операций, связанных с посадкой и высадкой пассажиров, то пропускная способность остановочного пункта несколько сократится:

$$M = \frac{3600}{T_c + \tau + r + t_d},$$

где t_d — интервал времени между отправлением от остановочного пункта одной машины и прибытием другой.

Тогда число остановок (121) с учетом обслуживания всех видов транспорта будет равно

$$m = \frac{\alpha_1 N_{\text{сп}}^{\text{пас}} \left[\sum_1^{m_{\text{пл}}} \frac{n_{\text{пл}} (3600 - t_{\text{пост}})}{t_{\text{зан}}} \right]}{N_{\text{пас}}^{\text{авт}} \left(\frac{3600}{T_c + \tau + r + t_d} \right)} + \frac{\alpha_2 N_{\text{сп}}^{\text{пас}} \left[\sum_1^{m_{\text{пл}}} \frac{n_{\text{пл}} (3600 - t_{\text{пост}})}{t_{\text{зан}}} \right]}{N_{\text{пас}}^{\text{трол}} \left(\frac{3600}{T_c + \tau + r + t_d} \right)} + \frac{\alpha_3 N_{\text{сп}}^{\text{пас}} \left[\sum_1^{m_{\text{пл}}} \frac{n_{\text{пл}} (3600 - t_{\text{пост}})}{t_{\text{зан}}} \right]}{N_{\text{пас}}^{\text{трам}} \left(\frac{3600}{T_c + \tau + r + t_d} \right)}, \quad (122)$$

где α_1 , α_2 и α_3 — процент пассажиров, пользующихся соответственно автобусом, троллейбусом и трамваем;

$N_{\text{пас}}^{\text{авт}}$, $N_{\text{пас}}^{\text{трол}}$, $N_{\text{пас}}^{\text{трам}}$ — количество пассажиров, вывозимых соответственно одним автобусом, троллейбусом и трамваем.

Полученное общее число остановок на площади необходимо распределить по отдельным маршрутам, учитывая размеры пассажиропотоков, интенсивность следования машин, месторасположение остановок по отношению к вокзальным помещениям и выходам с посадочных платформ.

При равенстве числа остановок, рассчитанных в зависимости от числа прибывших пассажиров и по расчетным интервалам, обеспечивается нормальный режим работы городского транспорта. Если $m(I_{\text{рс}}, I_{\text{min}}) > m$, то расчет следует корректировать или предусматривать резервные остановки на случай увеличения движения поездов. При $m(I_{\text{рс}}, I_{\text{min}}) < m$ необходимо исследовать размеры и величины очередей пассажиров, ожидающих транспорта и решать вопрос о переходе на одну из мер, усиливающих транспортные связи города с вокзалом.

Для установления нормального режима организации работы привокзальной площади и обслуживающего ее транспорта следует проверять соответствие установленных пропускных способностей площади (в зависимости от мест остановок) и прилегающих

выходов на улицы или на лимитирующие перекрестки. Если пересекаются две полосы дороги автомобилями, то число транспортных единиц, проходящих по пересекающимся полосам, составит

$$M_1 + M_2 = \frac{3600}{t_{cp}} \left[1 - \frac{2(t_{\varphi} + t_{ж} + t_{cp})}{T_{ц}} \right],$$

где t_{φ} — длительность реакции водителя и периода приведения в движение первого автомобиля после появления зеленого сигнала в *сек*;

t_{cp} — средний интервал между автомобилями, выходящими на пересечение (в одной ленте), в *сек*;

$t_{ж}$ — длительность периода желтого сигнала (периода освобождения перекрестка от последних автомобилей) в *сек*;

$T_{ц}$ — полная длительность двухтактного цикла смены сигналов в *сек*.

По рассмотренному условию число транспортных единиц, которые могут выйти с привокзальной площади в город в течение расчетного часа, составит

$$M = \frac{\frac{3600}{t_{cp}} \left[1 - \frac{2(t_{\varphi} + t_{ж} + t_{cp})}{T_{ц}} \right]}{2}. \quad (123)$$

Отсюда для обеспечения нормального вывоза расчетного числа пассажиров должно выполняться следующее условие:

$$N_{пас}^{гор} m \left(\frac{3600}{T_c + \tau + r} \right) = N_{пас}^{гор} \left\{ \frac{\frac{3600}{t_{cp}} \left[1 - \frac{2(t_{\varphi} + t_{ж} + t_{cp})}{T_{ц}} \right]}{2} \right\}. \quad (124)$$

Следовательно, имея данные по обеспечению вывоза заданного числа пассажиров, можно определить лимитирующие элементы, тормозящие выполнение расчетных режимов работы.

Так как расчеты привокзальных площадей с помощью теории массового обслуживания до сих пор не производились и возможны определенные возражения теоретического и практического характера относительно допущения и доказательства Пуассоновского распределения транспортного потока, целесообразны дальнейшие исследования этого вопроса. Кроме того, если допустить, что длительность нахождения автобуса (троллейбуса) на остановке имеет экспоненциальное распределение с параметром μ , а процесс прибытия — пуассоновский (параметр λ), можно изучать вероятности занятости и свободности остановок, пользуясь другими методами.

Рекомендуемые методы расчета площадей, устанавливая общие закономерности, представляют собой методическую схему, которой следует пользоваться с учетом конкретных условий и особенностей развития города и его привокзальной площади, принятой организации движения транспорта и системы регулирования.

5. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

При проектировании и реконструкции пассажирских станций прогнозирование пассажирских транспортных потоков является основным и наиболее ответственным моментом.

Для планирования и управления работой городского пассажирского транспорта и железнодорожной сети может быть принята следующая классификация прогнозов: краткосрочные — от нескольких часов до нескольких суток; среднесрочные — на срок 5—7 лет; долгосрочные, которые, как признает большинство специалистов, целесообразно разрабатывать на 15—20 лет.

Предсказание объемов пассажирских перевозок осуществляется легко только в случае, когда известна зависимость между величиной транспортной нагрузки Π и факторами ее определяющими x_i ($i=1, 2, \dots, n$), что математически можно изобразить так:

$$\Pi = f(x_1, x_2, \dots, x_i, x_n). \quad (125)$$

Попытка отыскать прогностическое правило с помощью различного рода моделей предпринималась рядом исследователей. Подобные модели в основном исходили из предположений, составляющих содержание гравитационных моделей. Такая модель формулируется так: между двумя крупными населенными пунктами существует транспортное «тяготение», прямо пропорциональное произведению численности населения этих пунктов и обратно пропорциональное квадрату расстояния между ними,

$$\Pi_{ij} = \alpha \frac{P_i P_j}{D_{ij}^2}, \quad (126)$$

где Π_{ij} — поток из пункта i в пункт j ;

P_i, P_j — численность населения соответственно в пунктах i, j ;

D_{ij} — расстояние между населенными пунктами;

α — коэффициент пропорциональности.

В этой модели вся сложность заключается в определении коэффициента пропорциональности, знание которого позволило бы в известной степени предсказывать размеры пассажирских перевозок. Основным недостатком указанной гравитационной модели и ее модификаций является сравнительно узкий круг показателей, что не позволяет учитывать индивидуальные особенности городов, экономические, демографические и другие факторы.

В последние годы наметилась тенденция все шире использовать методы факторного и корреляционного анализа для прогнозирования пассажирских транспортных потоков. Однако в своем непосредственном виде эти методы допускают весьма ограниченное использование для прогноза пассажирских перевозок. Кроме того, в этом случае необходимо научиться: описывать и кодировать транспортные потоки; отбирать и формировать признаки, наиболее существенные для прогноза, и отбрасывать признаки, не влияющие на его точность; использовать возможно меньшие массивы статистической информации.

Описание транспортных потоков представляет собой весьма сложную задачу, возможный уровень решения которой определяется современным состоянием многих наук и отраслей техники. Однако в этом комплексном вопросе есть и чисто математическая сторона. Она состоит в обнаружении скрытых функциональных или статистических связей, например между подвижностью населения и национальным доходом, между числом пассажиров, прибывающих в город, и транспортным положением города и т. д.

В статистическом плане решение указанной задачи составляет предмет факторного и корреляционного анализов. Основой теории корреляции служит закон больших чисел, и поэтому уже на стадии сбора данных необходимо учесть требования последнего. Наиболее важные из них:

регистрации должны подвергаться признаки, поддающиеся массовому наблюдению;

число наблюдений должно быть значительно больше количества переменных, входящих в расчетную модель.

Основные этапы анализа модели следующие:

изучение тесноты связей между прогнозируемой величиной пассажирских перевозок Π и факторами ее определяющими x_i ($i=1, 2, \dots, n$), между x_i и x_j ($i, j=1, 2, \dots, n$);

выбор формы связей;

определение силы влияния x_i ($i=1, 2, \dots, n$) на Π ;

получение аналитического выражения модели.

Величина общего влияния различных признаков x_i ($i=1, 2, \dots, n$) на Π измеряется с помощью показателя множественной корреляции:

$$R_{\Pi \cdot x_1 x_2 \dots x_n} = \sqrt{1 - \frac{\sum (\Pi - \bar{\Pi}_{x_1 x_2 \dots x_n})^2}{\sum (\Pi - \bar{\Pi})^2}}, \quad (127)$$

где $\bar{\Pi}_{x_1 x_2 \dots x_n}$ — прогнозируемые значения пассажирских перевозок, полученные по теоретической зависимости;

$\bar{\Pi}$ — среднее значение величины Π .

Методом корреляции возможно определить долю каждого фактора. Определение влияния факторов состоит в разложении функции рассеяния Π (или σ_{Π}^2 — дисперсии) на учитываемое колебание каждой переменной x_i ($i=1, 2, \dots, n$), т. е.

$$d_{\Pi \cdot x_1 x_2 \dots x_n} = \frac{1}{\sigma_{\Pi}^2} \sum_{i=1}^n a_i \left(\frac{\sum \Pi x_i}{\Pi} - \bar{\Pi} \bar{x}_i \right), \quad (128)$$

где σ_{Π}^2 — среднее квадратическое отклонение функции Π ;

a_i — коэффициент уравнения связи при соответствующих переменных x_i ($i=1, 2, \dots, n$).

Уравнение связи и вычисление аналитических коэффициентов a_i ($i=1, 2, \dots, n$) должно, с одной стороны, правильно отражать основную тенденцию в зависимости показателей, с другой, оно

В качестве признаков прежде всего следует использовать наиболее общие характеристики природы: техническую, экономическую, демографическую, географическую и т. д. Только испытывая такие крупномасштабные характеристики, можно переходить к другим, меньшего масштаба. Это требование должно быть согласовано с требованием надлежащего объема выборки, т. е. ряды должны иметь надлежащую длину. Кроме рассмотренных методов, для прогнозирования пассажирских перевозок могут использоваться:

метод экстраполяции, который базируется на основе того, что закон роста пассажирских перевозок, имевший место в прошлом, будет определять также и будущий рост. Незначительные модификации вносятся, если отмечаются насыщения. Например, высказывается мнение, что рост пассажирских перевозок в СССР с течением времени перейдет с экспоненты на более пологую логистическую кривую. Это предположение остается недостаточно обоснованным, если оно касается особенно пригородных перевозок, которые в последнее десятилетие развиваются быстрее, чем транзит. Это видно на примере роста пригородных и транзитных пассажирских перевозок в двух железнодорожных узлах сети, приведенном в табл. 18.

Т а б л и ц а 18

Наименование железнодорожного узла	Зависимость объема пригородных перевозок пассажиров от времени (за начало отсчета принят 1963 г.)	Коэффициент корреляции	Зависимость объема дальних перевозок пассажиров от времени (за начало отсчета принят 1963 г.)	Коэффициент корреляции
А	$\Pi = 159504 + 15773t$	$r = 0,96$	$\Pi = 42539 + 2303t$	$r = 0,68$
Б	$\Pi = 141284 + 67400t$	$r = 0,92$	$\Pi = 91790 + 3030t$	$r = 0,71$

Аналогичная зависимость наблюдается и для других крупных узлов, что позволяет сделать вывод о необходимости ускоренного развития устройств, обслуживающих пригородное движение. Задача сводится к выбору оптимального числа и размещения станций, остановочных пунктов, пунктов пересадки, диаметров, вылетных линий и т. п.;

балансовый метод. В прогнозировании пассажирских перевозок данный метод очевидно не найдет широкого применения из-за отсутствия достаточно тесной связи перевозок с численностью населения городов;

метод экспертных оценок. Этот метод может использоваться при прогнозировании далекой перспективы. Информацией для прогноза служит тщательно спроектированная программа индивидуальных опросов мнения квалифицированных специалистов, которые проводятся с помощью вопросников. Результаты экспертных оценок обрабатывают в большинстве случаев по следующей схеме.

1) Для прогнозируемой величины эксперт дает три оценки (иногда две):

$a_i^{\text{вер}}$ — наиболее вероятную;

$a_i^{\text{опт}}$ — оптимистическую;

$a_i^{\text{пес}}$ — пессимистическую.

2) По каждому эксперту вычисляют математическое ожидание M_i и дисперсию σ_i^2 .

3) Устанавливают математическое ожидание и дисперсию для всего коллектива из N экспертов

$$M = \frac{\sum_{i=1}^N a_i M_i}{\sum_{i=1}^N a_i}, \quad (132)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^N a_i} \left[\sum_{i=1}^N a_i \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^N a_i (M_i - M)^2 \right], \quad (133)$$

где a_i — коэффициент компетентности i -го эксперта.

4) Полученные значения M и σ^2 служат для принятия решения о прогнозируемых величинах.

Во всех рассмотренных методах прогнозирования пассажирских перевозок предполагается, что рассматриваемая величина перевозок не имеет колебаний. Однако такой подход, облегчая решение поставленной задачи, вносит довольно существенное упрощение и не позволяет разобраться в различных видах колебаний (сезонные, суточные, внутрисуточные и др.) и, в частности, в размахе колебаний пассажирских перевозок около прогнозируемого значения Π (среднего), которое меняется со временем по величине. На практике обычно с возрастанием среднего значения Π происходит и возрастание дисперсии. Одна из задач, возникающих в связи с колебаниями значения Π_i , состоит в установлении теоретического закона их колебаний около своего среднего значения, с помощью статистических критериев согласия.

Первым этапом при определении соответствия теоретического закона распределения экспериментальным данным о числе пассажиров, прибывающих в город по железной дороге, является группировка данных по частоте появления. Для исследования составляется таблица с числом интервалов 10—12. Шаг группировки определяется по формуле

$$\Delta = \frac{\Pi_{\max} - \Pi_{\min}}{10 \div 12}, \quad (134)$$

где Π_{\max} , Π_{\min} — соответственно максимальное и минимальное число пассажиров, прибывающих в город по железной дороге за исследуемый период.

Эти данные образуют эмпирические распределения, а затем делается вывод о соответствии им предполагаемого теоретического распределения. Такое сопоставление называется проверкой основной гипотезы. Для проверки основной гипотезы используются так

называемые критерии соответствия или критерии согласия. Если критерий для рассматриваемого случая не превосходит надлежащим образом установленный предел, то гипотеза принимается, в противном случае отвергается. В качестве критериев согласия обычно используются критерии Колмогорова $K(\lambda)$, критерий Пирсона χ^2 .

Критерий Колмогорова выражает предельную вероятность того, что значение $D_n \sqrt{n}$ не будет превосходить заданного числа λ , т. е.

$$\lim p(D_n \sqrt{n} \leq \lambda) = K(\lambda). \quad (135)$$

Применение критерия Колмогорова состоит в нахождении наибольшей разности D_n между интегральной функцией распределения, полученной из эксперимента и гипотетической функцией. После этого определяется $\lambda_0 = D_n \sqrt{n}$. Если значение, найденное из таблицы для данного λ_0 , будет мало, то гипотеза отвергается.

При использовании критерия Пирсона вся область изменения случайной величины разбивается на конечное число интервалов и определяется статистическая вероятность P_i попадания величины Π_i в некоторый интервал, т. е. определяется $P_i = \frac{n_i}{n}$, где n — объем выборки. В качестве меры расхождения данных выборки n_1, n_2, \dots, n_k с данными $nP_1, nP_2, \dots, nP_j, \dots, nP_k$, вычисленными из гипотетического распределения, принимается величина

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(n_j - nP_j)^2}{P_j n}, \quad (136)$$

$$(j = 1, 2, \dots, k).$$

Определив значение χ^2 по данным эксперимента и выбрав уровень значимости q (%), определяют значение χ_q^2 . Если гипотеза верна, то $\chi^2 < \chi_q^2$, в противном случае гипотеза отбрасывается.

Проверка с помощью критерия согласия Пирсона суточных колебаний пригородных пассажиропотоков показывает, что для достаточно широкого диапазона условий справедлив нормальный закон распределения. Плотность этого распределения имеет вид

$$P(\Pi_i) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\Pi_i - \bar{\Pi})^2}{2\sigma^2}} \quad (137)$$

Нормальное распределение с математическим ожиданием, равным нулю ($\bar{\Pi} = 0$), и дисперсией, равной единице ($\sigma^2 = 1$), табулировано. Для практического использования этих таблиц необходимо произвольные значения Π_i нормировать с помощью следующего выражения:

$$U = \frac{\Pi_i - \bar{\Pi}}{\sigma}. \quad (138)$$

Это позволяет определить вероятность прибытия на пассажирскую станцию пассажиропотока заданного вектор-столбцом в течение любого прогнозируемого года:

$$P_{t,i} \left\| \begin{array}{c} n_{1,t_i} \\ n_{2,t_i} \\ \Pi_{k,t_i} \\ \Pi_{n,t_i} \end{array} \right\| \left(\begin{array}{c} k = 1, 2, \dots, n \\ i = 1, 2, \dots, T \end{array} \right), \quad (139)$$

(T — продолжительность периода прогнозирования).

Величина Π_{k,t_i} определяется по формуле:

$$\Pi_{k,t_i} = \Pi_{k-1,t_i} + \Delta\Pi, \quad (140)$$

где $\Delta\Pi$ — шаг, влиянием которого на параметры работы пассажирской станции можно пренебречь.

Функция Лапласа, значения которой табулированы:

$$\begin{aligned} P &= (\Pi_{k-1,t_i} < \Pi_{k,t_i} < \Pi_{k+1,t_i}) = \\ &= \Phi \frac{\Pi_{k+1,t_i} - \bar{\Pi}_{t_i}}{\sigma} - \Phi \frac{\Pi_{k-1,t_i} - \bar{\Pi}_{t_i}}{\sigma}, \end{aligned} \quad (141)$$

где

$$\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{U^2}{2}} dU.$$

Продолжительность работы пассажирской станции с размерами пассажиропотока Π_{k,t_i} легко определяется из выражения:

$$t_{k,t_i} = \frac{365}{\sqrt{2\pi}} \int_{\Pi_{k-1,t_i}}^{\Pi_{k+1,t_i}} e^{-\frac{U^2}{2}} dU. \quad (142)$$

ОСНОВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И НОРМАТИВЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ

Пассажирские станции железных дорог СССР за годы Советской власти неузнаваемо изменились. Хорошо оборудованные, оснащенные новой техникой и автоматикой, станции выполняют огромный объем работы по пропуску пассажирских поездов и обслуживанию пассажиров. Однако пассажирские станции еще имеют ряд недостатков в схемах развития и техническом оснащении, что не позволяет полностью реализовывать их пропускные способности и получать минимальные затраты на обслуживание пассажирского

движения и пассажиров. Отсутствуют генеральные планы, в результате чего недоучитывается перспектива развития, ограничиваются площади для развития станций и привокзальных площадей, околостанционные территории застраиваются жилыми и промышленными зданиями. Коротко резюмируя изложенный в книге материал, необходимо сделать следующие основные выводы.

При установлении специализации станции следует учитывать ее местонахождение на линии, тип города, схему расположения жилых и промышленных районов, размеры промышленности и населенности. По экономическим показателям выгодны специализированные станции, обслуживающие все виды движения. Вопрос о специализации станций нуждается в дальнейших исследованиях.

Пассажирские станции необходимо строить или реконструировать с соблюдением следующих основных принципов:

развитие должно осуществляться по проходным схемам;

комбинированные схемы могут рекомендоваться для городов, где заканчивается движение дальних поездов и имеется большое транзитное пригородное движение или где ограничено развитие пригородных зон. В случае перспективного двустороннего развития пригородных зон комбинированная схема может проектироваться лишь при условии резерва территории для переустройства ее в проходную;

при расчете числа путей для крупнейших станций зарождения и погашения пассажиропотоков необходимо принимать максимальные размеры движения в часы «пик». Для станций с преобладанием транзитного движения нужно учитывать равномерность прокладки поездов в течение суток. Необходимо на основных направлениях вместимость путей повысить на 18—20 вагонов;

устройства для багажа и почты следует, как правило, размещать в одном районе станции, а при определенных условиях необходимо выполнять дополнительное требование — объединять их в едином комплексе сооружений;

при реконструкции горловин для большинства станций необходимо, пользуясь приведенными рекомендациями, комплексно переустраивать основные пассажирские устройства, не допуская несоответствия их развития;

значительное увеличение за последние годы числа туристских поездов вызывает необходимость предусматривать для них специальные группы путей. Место расположения этих путей должно выбираться с учетом схемы станции, загрузки основных устройств, наличия свободной территории, хороших подъездов автотранспорта, а также экономических соображений и рекомендаций, изложенных в книге;

переустройство отдельных элементов, реконструкция и создание новых специализированных станций должны приводить к типизации схем, обеспечивающей возможность автоматизации работы.

Только совершенствование основных устройств и схем их взаимного размещения на пассажирских станциях без коренной ре-

конструкции может повысить пропускную способность на 12—15%.

Предлагаемая в книге методика позволит упорядочить проектирование технических станций, обеспечивая размещение основных устройств и общую компоновку схемы с минимальными эксплуатационными расходами.

Размещение технических станций вблизи перронных путей целесообразно лишь при условии создания полной поточности обработки составов. Во всех остальных случаях выгоднее удаление технической станции и создание поточных схем. Удаление технической станции на 3 км от перронного парка экономически выгодно при 10 конечных поездах в сутки; на 5 км — при 13—14; на 6 и 7 км соответственно при 27 и 50 поездах.

Наиболее эффективно расположение технической станции внутри главных путей или вынос с помощью путепровода в сторону от главных путей, когда потери пропускной способности не превышают 5—8%. При расположении технической станции сбоку от главных путей потери увеличиваются до 12—21%, а расходы возрастают в 2,5—3,0 раза. Максимальные потери пропускной способности наблюдаются при параллельном расположении парков (станций) — 23—60%, а расходы в этом случае возрастают в 4,5—5,9 раза по сравнению с расположением станции между главными путями.

В технических парках в целом ряде случаев целесообразно все пути оборудовать устройствами для экипировки и ремонта. Моечные машины необходимо размещать для многопарковых схем за приемным парком, для однопарковых — перед ним. Расположение машин должно создавать поточность в обработке составов и минимальные эксплуатационные расходы. На станциях, обрабатывающих в сутки более 17 составов, следует переходить на закрытые моечные цехи, обеспечивающие круглогодичную работу моечных машин.

Пассажирские станции следует развивать только в едином комплексе с привокзальными площадями, с учетом развития всего привокзального узла городского транспорта.

Все привокзальные площади целесообразно разделить на транзитные и тупиковые и классифицировать в зависимости от характера выполняемой работы, пропускной способности, геометрической формы и планировочной структуры города. Основным признаком классификации должна быть пропускная способность.

В основу расчета привокзальных площадей следует закладывать интервалы следования городского транспорта, которые могут определяться для городов с различным числом жителей, с использованием теории вероятностей. Для городского транспорта, прибывающего на вокзал, величина математического ожидания может приниматься, как расчетное значение интервала прибытия машин на привокзальную площадь. Так как границы колебания интервалов составляют от I_{\min} до I_p , привокзальные площади в крупных городах (200—800 тыс. жителей) необходимо рассчитывать по расчетному интервалу, а в крупнейших (более 800 тыс. жителей) — по

минимальному. Границей перехода от вероятностных методов к расчету по допустимому минимальному интервалу являются 1400—1800 машин в сутки.

Рациональные схемы привокзальной площади должны выбираться с учетом:

- взаимного размещения вокзала и районов города;
- размеров всех видов пассажиропотоков;
- намечаемого вида транспорта для перевозки пассажиров;
- размеров транзитных потоков и возможности их изоляции;
- характеристики ближайших транспортных узлов и магистралей города;

- перспективного роста города;

- развития всего узла пассажирского транспорта города, не допуская несоответствия между развитием его отдельных элементов.

Наиболее эффективными мерами сокращения затрат времени на поездку (внутривокзальные потери, потери на ожидание транспорта на привокзальной площади и затраты на передвижение) являются сокращение расстояний между вокзалом и районами города, которое может быть получено, как правило, за счет более рационального размещения входных пунктов внешнего транспорта и увеличения скорости проезда пассажира за счет перехода на более скоростной вид транспорта.

Условия перевозки пассажиров в городах должны оцениваться минимальными затратами времени на поездку, при наличии необходимых удобств, т. е. качеством обслуживания. Однако для практической оценки выбираемых вариантов необходимо оценивать в деньгах все виды затрат времени пассажиров на поездку, вводя при выборе решений транспортных проблем в городах экономический показатель суммарной стоимости потерянных пассажиро-часов. Необходимо совершенствовать методики оценки стоимости пассажиро-часа в дальнем и пригородном сообщениях.

В городах, имеющих население свыше 1 млн. человек и во многих городах с населением от 600 до 800 тыс. человек, пропускная способность привокзальных площадей и прилегающих улиц ниже пропускной способности станций. В городах с населением менее 600 тыс. человек пропускная способность улиц и площадей выше пропускной способности станций. Следовательно, в городах, имеющих население менее 600—800 тыс. жителей, лимитирующим пропускную способность вокзального комплекса элементом является пассажирская станция. В более крупных (800—1000 тыс.) — привокзальная площадь и прилегающие улицы.

Основная причина несоответствия пропускных способностей отдельных устройств, обслуживающих пассажиров, состоит в отсутствии, в ряде случаев, единых, комплексных методов их развития.

Затраты времени на ожидание транспорта зависят от пропускной способности привокзальных площадей и прилегающих улиц.

Сокращение времени ожидания сгущением подвода транспорта в часы «пик» может быть достигнуто лишь для городов с населением меньше 600 тыс. человек. Для крупных и крупнейших горо-

дов необходимы реконструктивные меры усиления пропускных способностей привокзальных площадей (перекрестков, улиц) и доведение их до размеров, соответствующих пропускным способностям станций.

Для более мелких городов следует заранее предусматривать комплексность в развитии отдельных элементов, не допуская изолированное усиление пропускной способности одного из них, что может привести с ростом города к положению, характерному для сложившихся крупных и крупнейших городов.

Затраты на ожидание транспорта можно рассчитывать по методике, изложенной в книге, используя полученные формулы. Это позволит проверять сопоставимость пропускных способностей всех элементов вокзального комплекса и решать вопрос о необходимости и целесообразности их реконструкции. Используя эту методику, можно также устанавливать расчетное количество поездов, которое осваивается вокзальным комплексом при оптимальных режимах работы, а также проверять соответствие технического оснащения станций и площадей, выполняемым объемам работы.

Для производства технико-экономических сравнений различных вариантов улучшения транспортных связей в городах целесообразно пользоваться новой методикой денежной оценки пригородного пассажиро-часа. Основа ее состоит в определении зависимости производительности труда рабочего от затрат времени на его поездку к месту работы.

Увеличение затрат времени на поездку (ожидание) значительно влияет на производительность труда. Установлено, что при затрате времени на поездку в 60 *мин* каждый рабочий теряет около 24% от средней производительности. Выведенные зависимости позволяют считать стоимость пригородного пассажиро-часа в пределах до 0,3 руб. Колебание стоимости зависит от соотношения работающих на производстве людей, живущих вблизи, а также от процентного количества пригородных пассажиров, занятых в производственной сфере.

Предлагаемый учет затрат времени в деньгах позволит более точно решить вопрос о транспортной проблеме города с позиции выгоды для государства и пассажиров.

Транспортная проблема в крупных городах решается в зависимости от типа города и его населенности, планировки и перспективного направления развития и размещения внешнего транспорта и размеров пассажиропотоков. Расширение привокзальных площадей целесообразно лишь для городов с редкой, малоэтажной застройкой привокзальных районов. Создание новых транспортных линий (улиц) может рекомендоваться для случаев, когда вокзал связан с городом одной улицей, имеющей ограниченную пропускную способность, при наличии резервов на привокзальной площади. Организация линий скоростного транспорта оправдана только при определенных условиях. Сооружение второй привокзальной площади, расположенной по другую сторону от перронных путей, может производиться в городах с концентрированным распо-

ложением промышленности и селитьбы возле вокзала, при постепенной застройке заливной части района. В этом случае должно отсутствовать ограничение пропускной способности перронного парка и посадочных платформ. Строительство метрополитена целесообразно только для крупнейших городов с населением свыше 1,2—1,5 млн.

Выбору оптимального решения должны предшествовать:

установление пропускной способности привокзальной площади и определение числа остановок;

расчет максимального числа транспортных единиц, которые могут быть пропущены площадью в часы «пик»;

определение количества пассажиров, которые могут быть вывезены данным транспортом;

установление затрат времени на ожидание при выбранном режиме работы;

определение числа поездов, которое может освоить привокзальная площадь в расчетный час.

Строительство второй пассажирской станции целесообразно для ряда городов с населением 600—800 тыс. человек и для большинства — 800—1000 тыс. человек. Для крупнейших городов приведенные расходы в этом случае на 25—30% ниже расходов на реконструкцию существующего вокзального комплекса.

При выборе второй пассажирской станции в городе следует учитывать:

удобства связи жилых и промышленных районов;

возможность максимального сохранения жилых и промышленных фондов и улиц;

рассредоточение транспорта и пассажиров;

обеспечение условий для перспективного развития промышленной и жилой частей города.

Можно рекомендовать следующую методику выбора меры усиления транспортных связей в крупных городах:

устанавливают оптимальную пропускную способность городского транспорта с учетом оптимальных расходов, связанных с перевозкой пассажиров (расходы на городской транспорт и затраты на его ожидание);

проверяют пропускную способность привокзальной площади, пользуясь установленной оптимальной пропускной способностью;

устанавливают сферу возможного расширения или перепланировки площади без значительных капиталовложений в случаях ее недостаточной пропускной способности, учитывая возможное изменение технологии работы транспорта в этом районе;

определяют по выбранной оптимальной пропускной способности максимум прибытия поездов и устанавливают требуемое число приемо-отправочных путей, платформ и других устройств;

определяют разницу между необходимым количеством поездов, нужных для освоения заданного пассажиропотока в часы «пик», и допустимым по расчету.

При наличии разницы рассматривают два варианта решения: создание второй станции в городе, второй площади, метро и т. д.

или возможность реконструкции привокзальной площади и прилегающих улиц и дальнейшее развитие существующей станции. Наиболее выгоднейшее решение определяют на основе технико-экономических сравнений вариантов по изложенной в книге методике.

Следует особо изучить вопрос о возможности развития для крупных городов пассажирских станций под землей и на эстакадах по примеру крупнейших городов мира (Нью-Йорк, Монреаль, Токио, Осака).

Выбор решения о создании второй пассажирской станции или перенос существующей на новое место, а также выбор месторасположения станции в новом городе следует производить по методике, в основу которой заложен принцип обеспечения минимальных затрат времени на поездки пассажиров до расчетных промышленных и селитебных районов. Методологически решение данной задачи рекомендуется проводить комбинаторным способом, позволяющим определять сравнительную технико-экономическую эффективность всех рассматриваемых вариантов, с нахождением рациональной схемы прикрепления пассажиропотоков к отдельным пунктам внешнего транспорта (станции, остановочные пункты) и выборе, из числа сравниваемых вариантов, наилучшего в технико-экономическом отношении.

Разработанная программа расчетов позволяет для каждого конкретного города устанавливать сферы целесообразности того или иного решения, определять допустимые капиталовложения, размеры расходов, а также решать вопросы оптимальных условий перевозки заданных пассажиропотоков и технического оснащения всех элементов вокзального комплекса. Следует рекомендовать следующую классификацию пассажирских транспортных узлов. По расположению устройств: концентрированные и равномерно расположенные по всей городской территории. По характеру работы: проходные и конечные, нескольких или всех видов транспорта, с объединенными или отдельными устройствами.

Схемы пассажирских транспортных узлов, в значительной степени, определяются местом и взаимным расположением отдельных пассажирских сооружений (вокзал, аэропорт, порт и т. д.). В состав пассажирских транспортных узлов должны включаться: железнодорожная станция с вокзалом, автобусная станция, аэропорт, речной вокзал и вертолетная станция.

Основным элементом пассажирского транспортного узла следует считать пассажирскую станцию с вокзалом и при построении схемы узла целесообразно ориентироваться на железнодорожный вокзал как опорный пункт, размещая по отношению к нему все основные устройства и сооружения комплекса. Наиболее характерны три схемы расположения устройств: все устройства в разных районах города; частично объединенные или размещенные вблизи друг от друга; полностью объединенные и расположенные в одном месте. Сооружение объединенных устройств (вокзалов) экономически целесообразно лишь для городов с населением меньше 500 тыс. человек.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программа Коммунистической партии Советского Союза. Госполитиздат, 1961. 144 с.
2. Директивы XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. Политиздат, 1971. 79 с.
3. Бещева Н. И. Железнодорожные диаметры в больших городах. Труды ЦНИИ МПС. Вып. 75. М., Трансжелдориздат, 1953. 196 с.
4. Васильев Е. В., Шетинин Н. Н. Архитектура железнодорожных вокзалов. М., Стройиздат, 1967. 275 с.
5. Вопросы развития транспортных узлов. Труды ИКТП, вып. 5. М., 1967. 85 с.
6. Голубев Г. Е., Анджелини Г. М., Модоров А. Ф. Современные вокзалы. М., Стройиздат, 1967. 207 с.
7. Давидович В. Г. Планировка городов и районов. М., Стройиздат, 1964. 326 с.
8. Дахно В. П. Объединенные пассажирские станции и вокзалы. Киев, «Будивельник», 1965. 79 с.
9. Ежемесячный бюллетень Международной Ассоциации железнодорожных конгрессов. М., Трансжелдориздат за 1961—1963. М., «Транспорт», 1964—1972.
10. Инструкция по расчету пропускной способности железных дорог (методика расчетов). М., «Транспорт», 1968. 160 с.
11. Кочнев Ф. П. Пассажирские станции и вокзалы. М., Трансжелдориздат, 1950. 360 с.
12. Нормы технологического проектирования железнодорожных вокзалов. М., «Транспорт», 1971. 53 с.
13. Основы построения транспортных узлов. Под общей редакцией С. В. Земблинова, М., Трансжелдориздат, 1959. 467 с.
14. Падня В. А. Применение теории массового обслуживания на транспорте. М., «Транспорт», 1968. с. 208.
15. Поляков А. А. Городское движение и планировка улиц. М.—Л., Госстройиздат, 1953. 250 с.
16. Поляков А. А. Организация движения на улицах и дорогах. М., Стройиздат, 1965. 280 с.
17. Правдин Н. В. Основы взаимодействия пассажирских станций с городом. Труды БИИЖТа. Вып. 59. М., «Транспорт», 1967. 121 с.
18. Правдин Н. В. и др. Пассажирские и технические станции. М., «Транспорт», 1965. 224 с.
19. Савченко И. Е. Особенности реконструкции отечественных и зарубежных пассажирских станций в современных условиях. Труды ЦИНТИ. Вып. 15—16, 1965. 43 с.
20. Савченко И. Е., Скалов К. Ю. Развитие железнодорожных станций и узлов. М., Трансжелдориздат, 1960. 285 с.
21. Технические указания по проектированию станций и узлов на железных дорогах общей сети Союза ССР. М., Трансжелдориздат, 1961. 151 с.
22. Федоров В. А. Эксплуатационные требования к техническому оснащению и путевому развитию пассажирских технических станций. Труды ЦНИИ. Вып. 341. М., «Транспорт», 1967. 111 с.
23. «Железнодорожный транспорт». «Транспортное строительство». Ежемесячный журнал. М., Трансжелдориздат, 1947—1963; М., «Транспорт», 1964—1972.
24. Автоматика, телемеханика и связь. М., Трансжелдориздат, 1958—1963; М., «Транспорт», 1964—72.
25. Журналы: «Railway Age», «Railway Gazette», «Modern Transport», «Eisenbahntechnische», «Rundschau», «Roads and Bridges», «Verkehr und Technik», «Strasse und Autobahn», «Public Roads».

От автора	3
---------------------	---

Глава I

Общая характеристика пассажирских станций

1. Классификация пассажирских станций	4
2. Пассажирские станции тупикового типа	10
3. Пассажирские станции сквозного типа	14
4. Пассажирские станции комбинированного типа	24
5. Основные направления реконструкции пассажирских станций	27
6. Пограничные пассажирские станции	37
7. Основные требования к проектированию пассажирских станций	39

Глава II

Устройства для обслуживания пассажиров на станциях

1. Путевое развитие и горловины пассажирских станций	41
2. Пассажирские платформы	40
3. Переходные мосты и тоннели	54
4. Устройства для багажа и почты	52
5. Устройства для обслуживания туристских поездов	64

Глава III

Вокзалы и привокзальные площади

1. Классификация вокзалов	65
2. Основные типы вокзалов. Особенности решений вокзалов для различных пассажирских станций	65
3. Объединенные вокзалы и их применение	70
4. Привокзальные площади, схемы и особенности их планировки	81

Глава IV

Технические пассажирские станции

1. Путевое развитие и техническое оснащение	97
2. Размещение основных устройств	100
3. Особенности развития схем	104
4. Взаимное расположение пассажирских и технических станций	114

Глава V

Особенности развития пассажирских устройств на железных дорогах зарубежных стран

1. Роль железнодорожного и автомобильного транспорта в обслуживании городов	122
2. Особенности развития пассажирских и технических станций	127
3. Развитие вокзалов и привокзальных площадей и особенности их планировки	134

Глава VI

Размещение пассажирских станций в городах

1. Рост городов и перевозок пассажиров	140
2. Условия перевозки железнодорожных пассажиров в крупных городах	142
3. Стоимость пассажира-часа	148

4. Условия комплексного развития пассажирских станций и привокзальных площадей	152
5. Выбор взаимного размещения пассажирских станций и устройств города	155
6. Распределение пассажиропотоков между несколькими пассажирскими станциями или остановочными пунктами в городе	171
7. Основные принципы размещения пассажирских станций в городах и направления развития пассажирских транспортных узлов	190

Глава VII

Расчеты пассажирских и технических станций и привокзальных площадей

1. Путевое развитие пассажирской и технической станций	213
2. Пропускная способность пассажирской и технической станций	215
3. Расчет режимов ожидания в процессе взаимодействия пассажирских станций и привокзальных площадей	219
4. Привокзальные площади	233
5. Прогнозирование пассажирских транспортных потоков	257
Основные рекомендации и нормативы при проектировании пассажирских станций	263
Список использованной литературы	270



Николай Владимирович Правдин

ПАССАЖИРСКИЕ СТАНЦИИ

Обложка художника *В. В. Бородина*

Редактор *А. Н. Понамарева*

Технический редактор *Л. В. Воробьева*

Корректоры *В. А. Луценко* и *Л. А. Фролова*

Сдано в набор 22/XI 1972 г. Подписано к печати 11/VII 1973 г.
Бумага 60×90^{1/16}, типографская 1. Печатных листов 17. Учетно-изд.
листов 19,19. Тираж 3000. Т-08894. Изд. № 1-4-1/4. № 5030.
Цена 2 р. 06 к. Зак. тип. № 22.

Изд-во «ТРАНСПОРТ», Москва, Басманный туп., 6а

Ленинградская типография № 12 им. М. И. Лоханкова
Союзполиграфпрома при Государственном комитете
Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии
и книжной торговли
г. Ленинград 196 126, ул. Правды, 15

xp-3

2 р. 06 к.

44
5525