

Министерство образования Российской Федерации

Ульяновский государственный технический университет

Е.С.Киселев, В.В.Богданов

**ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЛАНИРОВОК
МЕХАНОСБОРОЧНЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЦЕХОВ
НА ПЭВМ**

Учебное пособие

Под редакцией заслуженного деятеля науки и техники РФ,
доктора технических наук, профессора Л.В.Худобина

Рекомендовано Учебно-методическим объединением по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлениям: «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», «Автоматизация и управление» и специальностям: «Технология машиностроения»; «Металлорежущие станки и инструменты»; «Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении)»

Ульяновск 2001

УДК 621.757.006.3.001.66 (075.8)

ББК 34.68-4-02я73

К48

Рецензенты: профессор, доктор техн. наук М.Г.Косов,
кафедра «Технология машиностроения» Самарского государственного технического университета

Одобрено редакционно-издательским советом Ульяновского государственного технического университета

Киселев Е.С., Богданов В.В.

К48 Выполнение технологических планировок механосборочных и вспомогательных цехов на ПЭВМ: Учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2001.–

96 с.

ISBN 5-89146-200-0

Пособие написано в соответствии с учебными планами дисциплин «Проектирование механосборочных цехов» и «Проектирование автоматизированных участков и цехов» специальности 1201 – «Технология машиностроения» и предназначено для использования при изучении теоретического курса, проведении практических занятий и выполнении соответствующих разделов дипломных проектов студентами всех форм обучения, в том числе дистанционного, а также инженерно-техническими работниками технологических служб машиностроительных предприятий.

Изложены методы выполнения технологических планировок современных механосборочных и вспомогательных цехов машиностроительных предприятий, а также малых предприятий механосборочного производства на ПЭВМ. Приведены справочно-нормативные данные, необходимые для выполнения планировочных работ. Уделено внимание задачам технического перевооружения и реконструкции производства.

УДК 621.757.006.3.001.66 (075.8)

ББК 34.68-4-02я73

ISBN 5 – 89146 – 200–0

© Е.С.Киселев, В.В.Богданов, 2001

© Оформление. УлГТУ, 2001

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЛАНИРОВОК ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ, ЦЕХОВ, МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	5
2. ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ НА ПОТОЧНЫХ УЧАСТКАХ КРУПНОСЕРИЙНОГО И МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	26
3. ПЛАНИРОВКА АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ.....	31
4. ПЛАНИРОВКА ГИБКИХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ УЧАСТКОВ НА ОСНОВЕ СТАНКОВ С ЧПУ	33
5. ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ ПОДЕТАЛЬНО-ГРУППОВЫХ УЧАСТКОВ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	36
6. ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ УЧАСТКОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕЛКОСЕРИЙНОГО И ЕДИНИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	40
.....	
7. ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ СБОРОЧНЫХ ЦЕХОВ, МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И УЧАСТКОВ.....	43
8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНИРОВОК В ПАКЕТЕ LCAD.....	45
8.1. Назначение программного комплекса.....	45
8.2. Общие сведения.....	45
8.3. Последовательность проектирования технологической планировки.....	47
.....	
8.4. Расстановка основного технологического оборудования.....	66
8.5. Расстановка вспомогательного оборудования.....	69
8.6. Создание темплетов оборудования.....	76
8.7. Оформление конструкторско-технологической документации.....	83
.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	87
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	89

ВВЕДЕНИЕ

Технологическая планировка является одним из завершающих этапов проектирования механосборочных и вспомогательных цехов машиностроительных предприятий, при разработке которой решают комплекс взаимосвязанных технических и организационных задач:

- установление состава производственных участков и отделений, вспомогательных служб, санитарно-бытовых и административно-конторских помещений;
- расчет площадей цеха;
- выбор типа, объемно-планировочных и конструктивных решений основного производственного и вспомогательного зданий;
- компоновка цеха, организация грузопотоков;
- выбор и расчет количества внутрицехового и межцехового транспорта;
- планировка производственных участков, поточных механизированных и автоматических (в том числе гибких) линий изготовления деталей, сборки узлов и изделий в целом;
- разработка общей технологической планировки цеха и ситуационного плана производственного корпуса.

Настоящее учебное пособие ставит целью ознакомить студентов с основными принципами выполнения технологических планировок механосборочных и вспомогательных цехов машиностроительных предприятий, а также возможностями выполнения графических работ на ПЭВМ с помощью разнообразных пакетов программ на примере пакета LCAD (версия 2.13, интермех, автокад).

Следует иметь в виду, что в настоящее время, в период перехода к рыночной экономике взамен крупных возникает много малых предприятий механосборочного профиля, по организационной структуре мало отличающихся от средних или малых механосборочных или вспомогательных цехов, как правило, с широкой номенклатурой выпускаемой продукции, гибко реагирующих на изменение потребностей рынка. В связи с этим задачи выполнения технологических планировок новых малых предприятий и реконструируемых цехов и участков все чаще встречаются в повседневной работе инженеров – технологов.

Предлагаемое учебное пособие позволит не только закрепить полученные знания, но и получить определенные профессиональные навыки выполнения технологических планировок механосборочных и вспомогательных цехов машиностроительных заводов и малых предприятий (в том числе инструментального и ремонтного профиля) на ПЭВМ.

Учебное пособие является логическим продолжением ранее написанных пособий [5, 6] и обобщением многолетнего опыта преподавания дисциплин "Проектирование механосборочных цехов" и "Проектирование автоматизированных участков и цехов" в УлГТУ, а также опыта других технических вузов.

При написании настоящего учебного пособия использованы разработки разных лет сотрудников кафедры "Технология машиностроения" УлГТУ (УлПИ) А.М.Бударина, Е.С.Киселева, Ю.М.Правикова.

1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЛАНИРОВОК ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ, ЦЕХОВ, МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Технологическая планировка – это графическое изображение на плане и разрезах оборудования, поточных и автоматических линий, рабочих мест, стендов, подъемно-транспортных средств и инженерных сетей, предназначенных для обслуживания технологических процессов. Планировка является одним из последних этапов разработки рабочего проекта цеха, а ее разработка представляет собой многовариантную задачу, требующую технико-экономического сравнения конкурирующих вариантов.

Рациональная планировка и организация рабочих мест имеют большое значение для достижения наибольшей производительности и наименьшей себестоимости выпускаемой продукции.

В рабочем проекте технологическую планировку оборудования участка, цеха, малого предприятия (МП) выполняют в масштабе 1 : 100; для цехов и МП, насчитывающих свыше 200 единиц оборудования, – в масштабе 1 : 200; для цехов и МП, насчитывающих менее 70 единиц оборудования, а также производственных участков – М 1 : 50.

Основой для разработки технологической планировки является ранее разработанная компоновка участка, цеха или МП (см. раздел 7 [6]).

Планировку выполняют в условных обозначениях, принятых в нормах технологического проектирования (см. приложение). Соблюдение стандартных условных графических обозначений обязательно.

Оборудование и рабочие места размещают с помощью темплетов, выполненных в масштабе планировки и находящихся в библиотеке программы LCAD (версия 2.15, интермех).

Габариты оборудования принимают по наиболее выступающим частям с учетом крайних положений движущихся частей. Темплеты выполняют по габаритам (размерам и форме), приведенным в паспортах оборудования.

При размещении оборудования на технологических планировках следует обеспечить свободный доступ к рабочим местам, удобство работы рабочих и транспортирования заготовок к месту работы, близость комнат курения и туалетов, раздевалок, медпунктов, душей, комнат приема пищи и столовых, хорошее освещение помещений и постоянный воздухообмен, удобное расположение фонтанчиков для питья и пожарных гидрантов.

Организация рабочего места должна обеспечить непрерывность работы при соблюдении максимально возможной производительности, минимальной себестоимости выпускаемой продукции при обеспечении заданного качества.

Расположение оборудования и рабочих мест координируется относительно колонн. При расстановке станков руководствуются нормальными размерами промежутков между станками в продольном и поперечном направлениях, расстояниями от стен и колонн, которые устанавливаются по нормам технологического проектирования [9]. При этом все расстояния указывают от крайних положений движущихся частей станка и от постоянных ограждений (приспособления включают в габарит станка). При обслуживании технологического оборудования мостовым краном расстояние станков от стен и колонн устанавливается с учетом нормального положения крюка крана над станком. Нормы расстояний между станками не учитывают площадок для хранения заготовок (деталей), а также устройств для транспортирования заготовок между станками (табл. 1).

Размер рабочей зоны по нормам технологического проектирования составляет не менее 800 мм. Транспортируемые изделия не должны выходить за пределы транспортных средств (на площадь прохода). Место расположения рабочего, обслуживающего оборудование обозначается кружком диаметром 5 мм с заштрихованной тыльной половиной.

Нормы расстояний универсальных станков от проезда, относительно друг друга от стен и колонн здания приведены на рис. 1 и в табл. 1.

Расстояния от фронта станка до проезда, равное 2000 мм, принимают только для продольно-фрезерных, продольно-строгальных и продольно-шлифовальных станков.

Нормы расстояний между прутковыми автоматами и полуавтоматами представлены на рис. 2 и в табл. 2.

Нормы ширины проездов между участками и цехами в производственном здании приведены в табл. 3.

Нормы расстояния между поточными линиями станков с механизированным межоперационным транспортом приведены в табл. 4 и на рис. 3 и 4.

Нормы расстояний сборочных мест (универсальных сборочных стендов) относительно друг друга, от проезда, от сети и колонн производственного здания представлены в табл. 5 и на рис. 5.

Если сборка осуществляется с использованием сборочных конвейеров и на автоматизированных поточных линиях, при выполнении технологических планировок следует руководствоваться нормами технологического проектирования, приведенными в табл. 6.

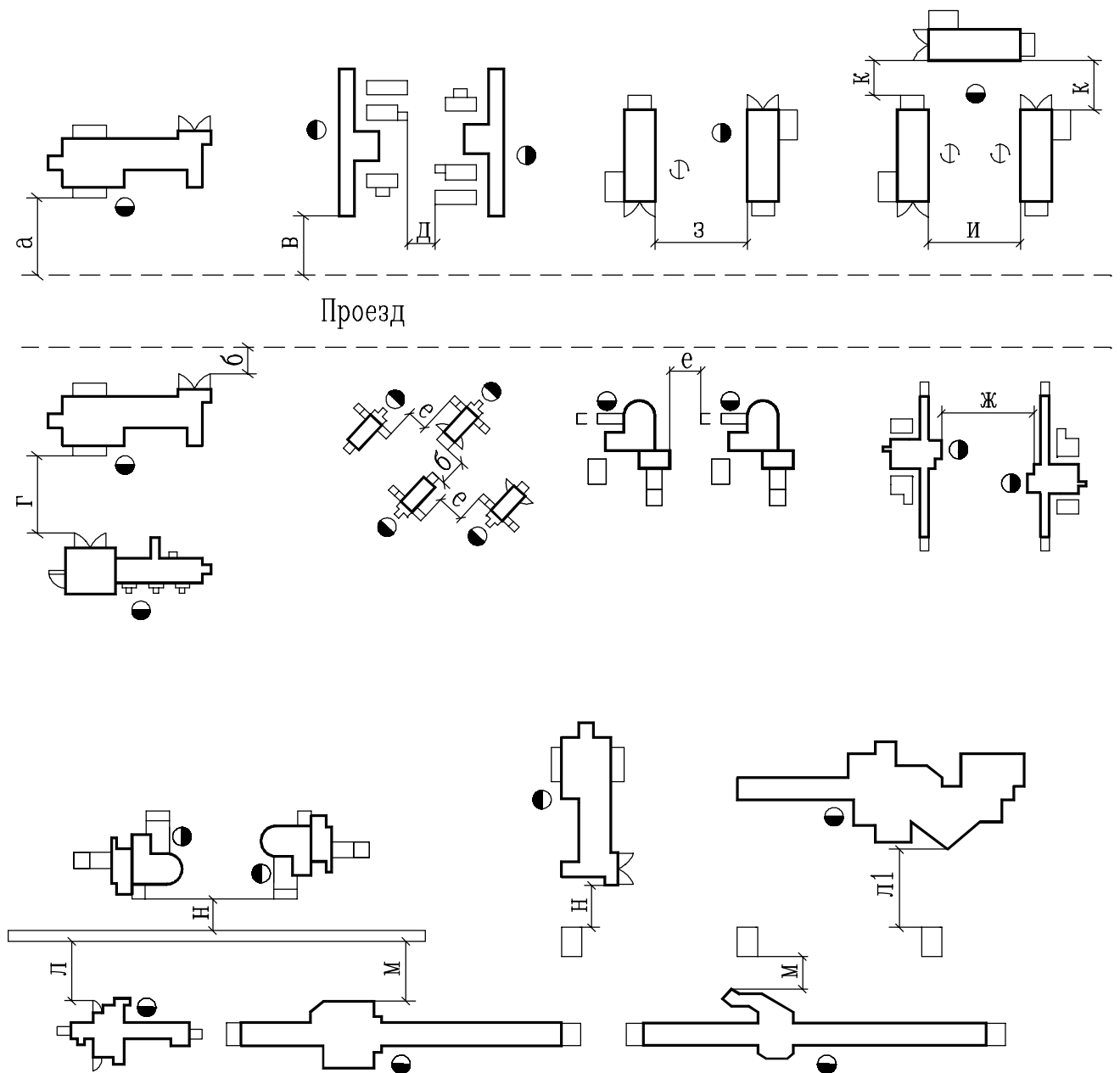


Рис.1. Схемы взаимного расположения универсальных станков друг относительно друга, относительно стен, колонн здания и проезда между участками: значения а, в, д, з, ... см. в табл. 1

В целях упрощения и удешевления уборки стружки планировку металлообрабатывающего оборудования иногда осуществляют по видам материала обрабатываемых заготовок: чугун, сталь, цветные металлы и сплавы. В этом слу-

1. Нормы расстояний универсальных станков от проезда, относительно друг друга, от стен и колонн зданий [9]

Расположение станков		Обозначение по рис. 1	Расстояние, мм							
			Единичное, мелкосерийное и среднесерийное производство			Крупносерийное и массовое производство				
			Наибольший из габаритных размеров станка в плане, мм							
			До 1800	От 1800 до 4000	От 4000 до 8000	Св. 8000	До 1800	От 1800 до 4000	Св. 4000	
От проезда до	фронта	а	1600		2000 2400		1000 1200			
	тыльной стороны	б	500		500		500			
	боковых сторон	в	500		700	1000	500			
	в "затылок"	г	1700		2600		1400	1600	1800	
Относительно друг друга	тыльными сторонами	д	700	800	1000	1300	700	800	1000	
	боковыми сторонами	е	900		1300	1800	900		1200	
	фронтом и при обслуживании одним рабочим	одного станка	ж	2100	2500	2600		1900	2300	2600
		двух станков	з	1700		-		1400	1600	-
	при П-образном расположении трех станков, обслуживаемых одним рабочим		и	2500		-		1400	1600	-
		к	700		-		700		-	
От стен и колонн до	фронта	л	1600		1600 2000		1300	1500		
		л1	1300		1500		1300	1500		
	тыльной стороны	м	700	800	900	1000	700	800	900	
	боковых сторон	н	1200				900			

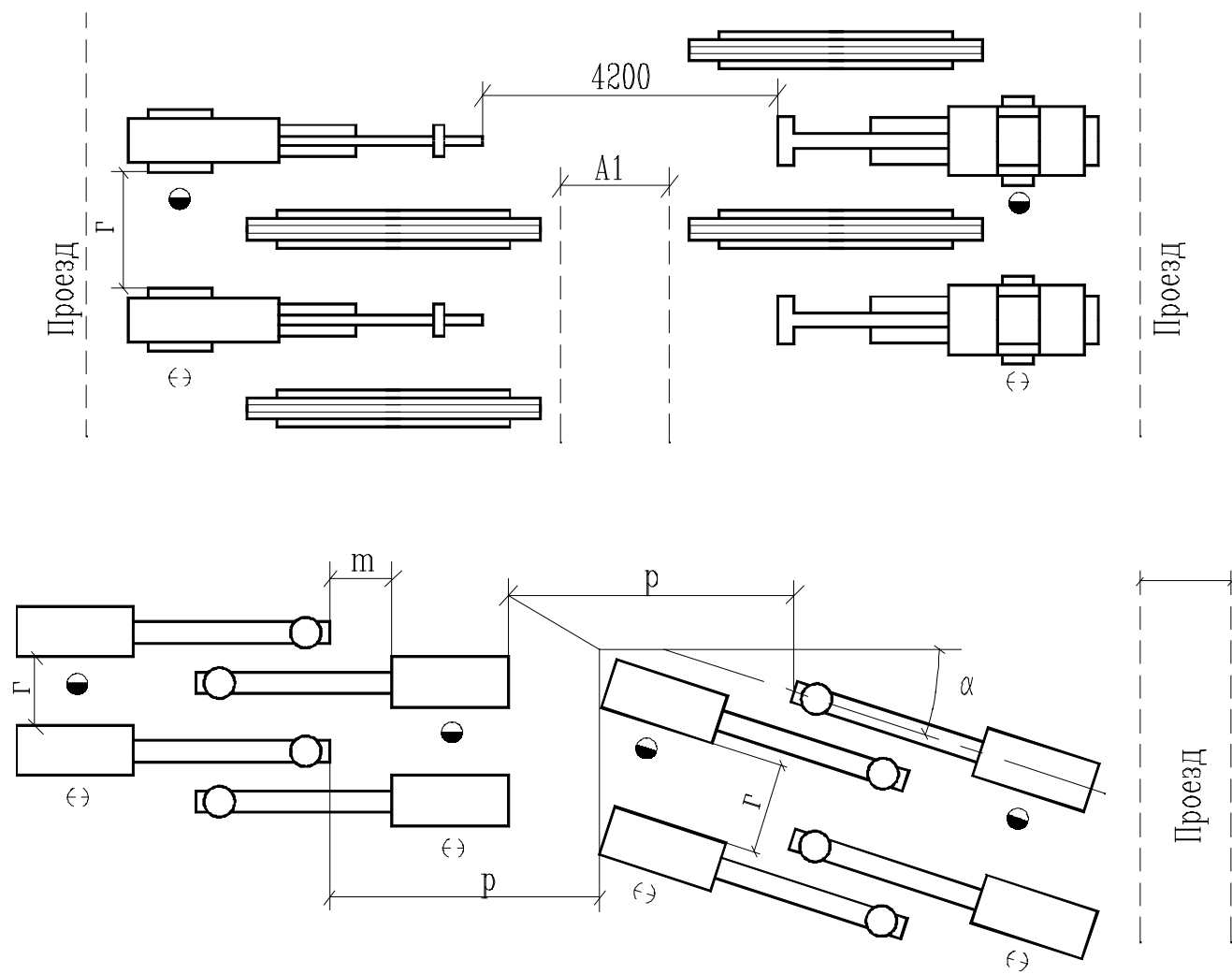


Рис. 2. Схемы взаимного расположения прутковых автоматов и полуавтоматов друг относительно друга, относительно стен, колонн здания и проезда между участками: значения буквенных обозначений см. в табл. 2

2. Нормы расстояний между прутковыми автоматами и полуавтоматами [9]

Наименование	Обозначение по рис. 2	Расстояние, мм		
		Одношпиндельные автоматы	Многошпиндельные автоматы	
			Диаметр обрабатываемого прутка, мм	
			До 65	Св. 65
Между станками при поперечном расположении к проезду	г	1200	1300	1500
От конца поддерживающей трубы до боковой стороны станка	т	500	-	-
Технологический проезд для транспортирования длиномеров к станкам	а1	1600	1600	1600
Зона заправки и раздачи прутков	$p = 4200 \times \cos \alpha$	$\alpha = 20^\circ$ $\alpha = 30^\circ$ $\alpha = 40^\circ$ $\alpha = 45^\circ$	$P = 3900$ $P = 3600$ $P = 3200$ $P = 3000$	
Примечание: остальные расстояния принимают по табл. 1.				

чае каждый вид стружки имеет свою отдельную транспортную систему. При любых вариантах планировки технологического и транспортного оборудования не допускают укладку заготовок и деталей на полу цеха. Снятые со станка детали следует укладывать на транспортные средства или в транспортную тару.

Техническая планировка оборудования должна обладать гибкостью. В связи с этим широкое применение находит установка оборудования на виброопорах на общем бетонном полу (плите) производственного корпуса. В этом случае у каждой колонны (а при большой ширине проектов и шаге колонн и между колоннами) располагают краны для подвода сжатого воздуха и смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и воронки в полу для слива в централизованные или групповые системы сбора, очистки, регенерации и утилизации СОЖ, подводы электрокабеля к оборудованию и др.

Технологическую планировку разрабатывают в следующей последовательности:

- наносят продольные и поперечные разбивочные оси унифицированных типовых секций (УТС) производственного и вспомогательного здания; если

обслуживаемые помещения располагают на нескольких этажах, то на планировке цеха изображают с некоторым интервалом разбивочные оси каждого этажа;

3. Нормы ширины проездов

Вид проезда	Транспортные средства	Ширина проезда, мм	
		при одностороннем движении	при двустороннем движении
Магистральный	Напольные: электротележки, электротягачи, электропогрузчики	-	4500
	автопогрузчики, автомашины, уборочные машины и др.	-	5500
Магистральный для приборостроительной промышленности	Все виды напольного электротранспорта	-	3000
Цеховой	Все виды напольного электротранспорта, кроме робокар	$A^* + 1400$	$2A + 1600$
	Робокары	$A^* + 400$	-
Железнодорожный ввод	Вагоны грузовые	6000	-
Пешеходный проход		-	1400

*А – ширина груза (транспорта) мм.

Примечания: 1. Магистральные проезды шириной 5500 мм для автотранспорта, уборочных машин и других транспортных средств применять при соответствующем обосновании. 2. Количество и расположение магистральных проездов определяется компоновкой корпуса и схемой грузопотоков. 3. Размещение пути рельсовой тележки вдоль магистрального проезда не допускается. 4. Ширина проезда вдоль наружных стен для протирки окон определяется шириной механизма для указанных работ + 400 мм. 5. Ширина канала стружкоуборки, размещенного вдоль проезда, не входит в ширину проезда. 6. При развороте транспорта в проезде на 90° ширина проезда определяется характеристикой транспорта. 7. Следует выбирать ширину цехового проезда (мм) из ряда чисел: 1400, 2000, 2200, 2600, 2800, 3000, 3200, 4000.

- вычерчивают капитальные стены и колонны производственного и вспомогательного зданий, лестничные клетки;
- производят разбивку оконных и дверных проемов в наружных стенах, показывают направление открывания дверей;

4. Нормы расстояний между поточными линиями станков с механизированным межоперационным транспортом

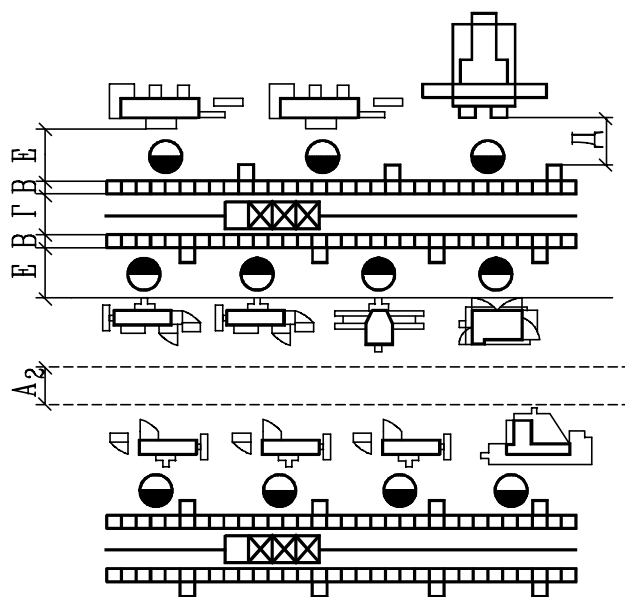
Вид транспорта	Расстояние, мм (см. рис. 3,4)				
	Между станком и передвижной консольной секцией приемопередаточного стола "д"	Ширина приемопередаточных столов стеллажного оборудования "в"	От станка до оргоснастки или транспортной установки "е"	Между приемопередаточными столами "г"	Между транспортными установками "ж"
Автооператор напольный с приемопередаточными столами для тары 400 x 600 мм	400	670	1070	900	-
Автоматизированная напольная транспортно-складская система для тары 400 x 600 мм	400	670	1070	900	-
Стационарный конвейер (роликовый, пластинчатый, ленточный и др.)	-	-	900	-	не менее 100
Подвесной конвейер или таль на монорельсе	-	-	900	-	не менее 300
Подвесной конвейер с применением манипуляторов	-	-	1200	-	не менее 300

Примечания: 1. Ширина механизированного межоперационного транспорта "к" принимается в соответствии с габаритами обрабатываемых деталей. 2. Ширина пешеходного прохода а₂ между тыльными сторонами станков, встроенных в поточные линии с механизированным межоперационным транспортом, - 1400 мм. 3. Расстояние между станками в поточных линиях с механизированным межоперационным транспортом следует принимать по табл. 1 для крупносерийного и массового производства

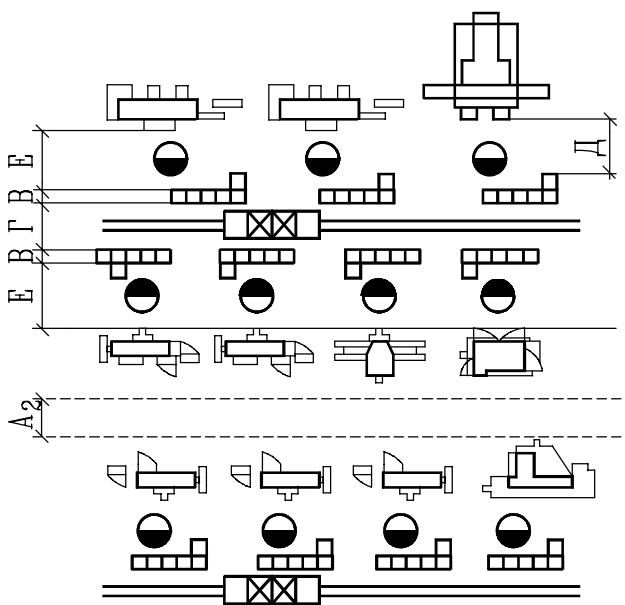
- на основе компоновки уточняют месторасположение магистральных проездов и проходов, производственных механических и сборочных участков, технологического оборудования, вспомогательных служб, трасс подъемно-транспортных средств, средств уборки стружки и наносят их на план производственного здания;

- выбирают типовое планировочное решение санитарно-бытовых и административно-хозяйственных помещений и наносят на план

соответствующего этажа вспомогательного здания внутренние стенки, перегородки, дверные проемы;



а)



б)

Рис.3. Взаимное расположение поточных механизированных линий и межоперационных транспортных средств: а) с автооператором напольным с приемно-передаточными стоками; б) с автоматизированной напольной транспортно-складской системой для тары

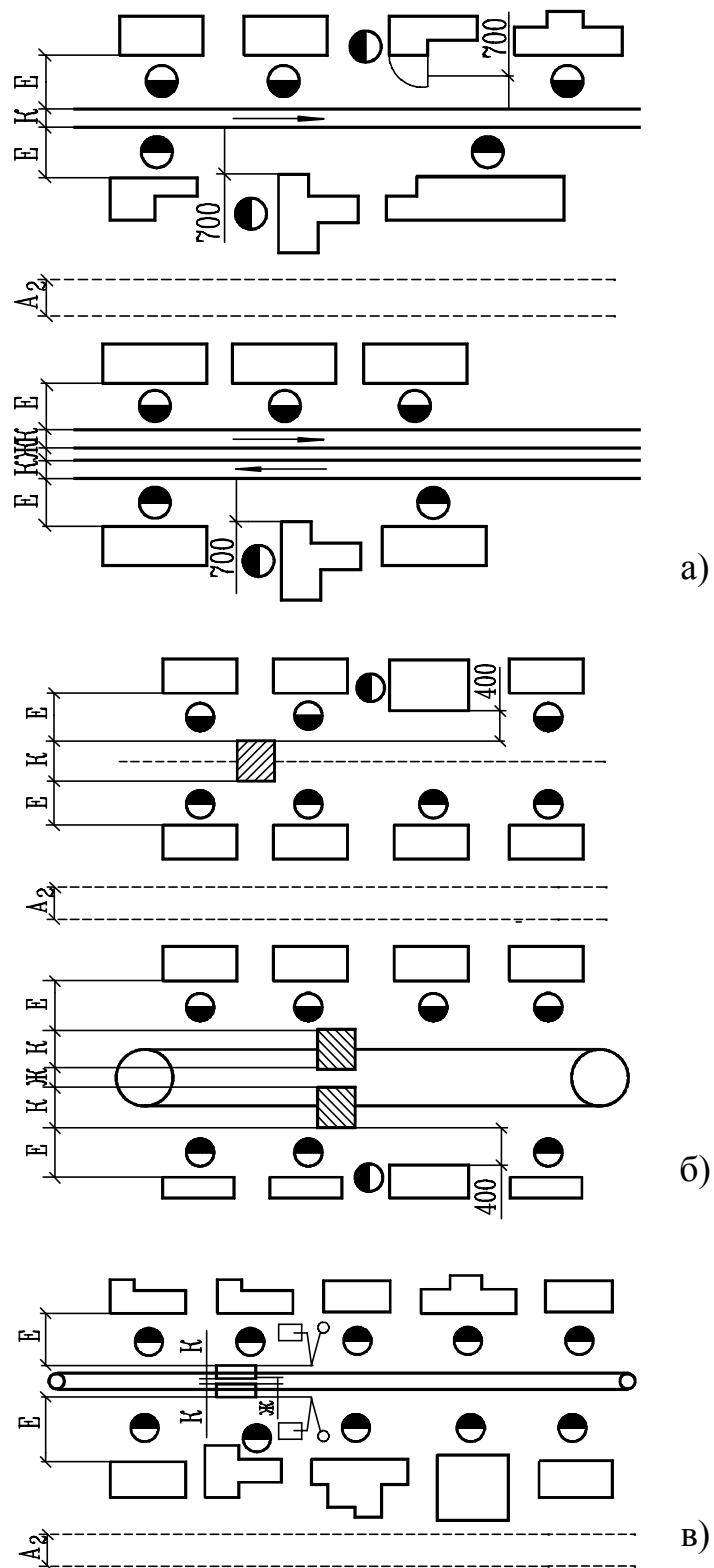


Рис.4. Взаимное расположение поточных механизированных линий и конвейеров: а) стационарного (роликового, пластинчатого, ленточного и др.); б) подвешеного или тали на монорельсе; в) подвешеного с применением манипуляторов

5. Нормы расстояний сборочных мест (универсальных сборочных стенов) от проезда, относительно друг друга, от стен и колонн здания [9]

Расположение сборочных мест (расстояния)		Обозначение по рис. 5	Единичное и мелкосерийное производство			Среднесерийное производство					
			На верстаках и сборочных столах	На сборочных столах		На верстаках и сборочных столах	На сборочных столах				
			Рабочая зона с одной стороны	Рабочая зона вокруг собираемого изделия		Рабочая зона с одной стороны	Рабочая зона вокруг собираемого изделия				
			Габариты собираемых узлов, мм						до	до	до
			до 1250x750	до 1250x750	до 2500x1000	до 1250x750	до 1250x750	до 2500x1000			
От проезда до	фронта	а	1500	2250	2250	1000	1000	1500			
	тыльной стороны	б	500	1000	1000	500	750	900			
	боковых сторон	в	1250	1000	1000	500	1000	1000			
	в затылок	г	1750	2750	2750	1000	1700	1700			
Относительно друг друга	тыльными сторонами	д	0	1500	1500	0	1000	1000			
	боковыми сторонами	е	1500	1500	1500	750	750	1200			
		е1	0	1500	1500	0	750	1200			
фронтом	ж	2750	3500	3500	2000	2500	2500				
От стен и колонн до	фронта	л	1500	1750	1750	1300	1500	1500			
	тыльной стороной	м	0	1000	1000	0	750	900			
	боковых сторон	н	750	750	750	750	750	750			

Примечания: 1. Нормы расстояний для приборостроительных предприятий следует принимать по нормам расстояний для среднесерийного производства. 2. Максимальные габариты собираемых узлов не должны превышать габариты верстаков и сборочных столов. 3. Для узлов с размерами более 2500x1000 мм расстояние между сборочными местами на монтажных стендах назначают и обосновывают в каждом конкретном случае. 4. Верстаки допускается устанавливать вплотную у стен или радиаторов. 5. Табличные данные могут быть изменены при соответствующих обоснованиях. 6. В нормы расстояний не включены площади для хранения собранных узлов. 7. Расстояния между местами складирования аналогичны расстояниям между рабочими местами сборщиков. 8. При применении сборочных автоматов и полуавтоматов нормы расстояний принимают в зависимости от их конструктивных параметров.

- на основе компоновки уточняют месторасположение магистральных проездов и проходов, производственных механических и сборочных участков, технологического оборудования, вспомогательных служб, трасс подъемно-транспортных средств, средств уборки стружки и наносят их на план производственного здания;

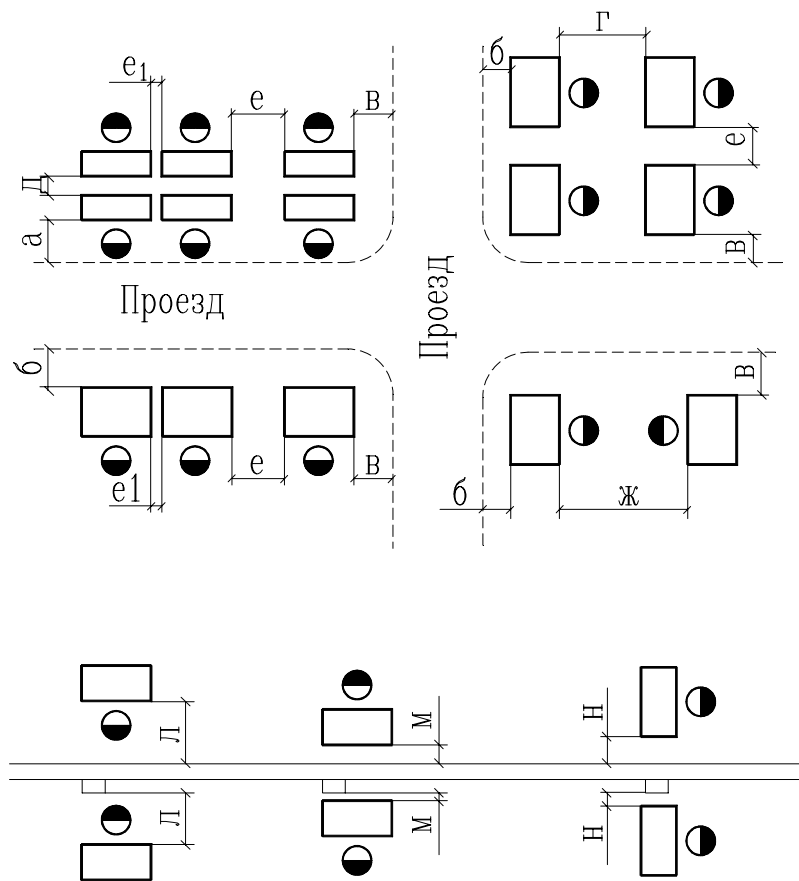


Рис.5. Схема взаимного расположения сборочных мест от проезда, относительно друг друга, стен и колонн здания

- выбирают типовое планировочное решение санитарно-бытовых и административно-хозяйственных помещений и наносят на план соответствующего этажа вспомогательного здания внутренние стенki, перегородки, дверные проемы;
- выбирают необходимые продольные и поперечные разрезы основного и вспомогательного зданий;
- наносят в верхнем правом углу листа ситуационный план корпуса;
- составляют сводную ведомость площадей цеха и размещают ее на поле чертежа;
- изображают в виде таблицы условные обозначения, принятые в планировке;
- на плане и разрезах проставляют все размеры, выполняют надписи (наименование участков, отделений, помещений и размеры их площадей, порядковые номера оборудования);
- составляют спецификацию оборудования.

Основные размеры здания в плане измеряются между разбивочными осями. Оси, идущие вдоль пролетов здания называют продольными. Оси, пересекающие пролеты, называют поперечными; система пересекающихся осей здания в плане образует сетку разбивочных осей (рис. 6, 7).

В каркасных зданиях, получивших наибольшее распространение в машиностроении, разбивочные оси проходят через геометрические центры сечений колонн внутренних рядов. При размещении колонн наружных рядов каркасных зданий следует руководствоваться следующими правилами привязки:

- привязка к продольным разбивочным осям – в зданиях без мостовых кранов и в зданиях, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью до 30 т включительно, наружные грани наружного ряда колонн и внутренние поверхности стен совмещают с продольными осями ("нулевая привязка", см. рис. 8, а);

- привязка к поперечным разбивочным осям – геометрические оси торцовых колонн основного каркаса нужно смещать с поперечных разбивочных осей внутрь здания на 500 мм, а внутренние поверхности торцовых стен должны совпадать с поперечными разбивочными осями ("нулевая привязка", см. рис. 8, б).

Поперечные температурные швы располагают на парных колоннах. Ось температурного шва совмещают с поперечной разбивочной осью, а геометрические оси парных колонн смещают с разбивочной оси на величины, равные размеру привязки торцовых колонн основного каркаса (рис. 8, в).

Колонны, примыкающие к продольному температурному шву, и колонны, устанавливаемые в месте перепада высот пролетов одного направления, следует привязывать к продольным разбивочным осям следующим образом:

- при шаге колонн средних рядов, равном шагу колонн крайних рядов (6 или 12 м), колонны привязывают к продольным разбивочным осям (рис. 8, г);

- при шаге колонн средних рядов 12 м, а крайних – 6 м колонны температурного шва устанавливают по рис. 8, д.

Сетка разбивочных осей представляет собой единую систему координат для здания в целом. Поэтому каждая разбивочная ось основных колонн каркаса должна иметь только одно обозначение. Разбивочные оси продолжают за пределы планировки и разреза и по колоннам заканчивают кружками диаметром

10 мм, в которых записывают обозначения осей (рис. 6, 7, 8). При этом продольные разбивочные оси обозначают буквами русского алфавита, а поперечные – цифрами.

Размеры на технологической планировке проставляют в миллиметрах.

Все выносные и размерные линии проводят тонкими сплошными линиями. В местах пересечения размерных линий с выносными линиями ставят засечки под углом 45° к размерной линии, снизу вверх. Размерные линии должны выступать за крайние выносные линии на 1 – 3 мм.

На планах обозначения разбивочных осей размеры проставляют слева и внизу. При сложной конфигурации планировки обозначения соответствующих осей и размеры между ними повторяют с правой стороны.

Площади участков, отделений и помещений проставляют в квадратных метрах с двумя десятичными знаками с чертой снизу.

Ситуационный план производственного и вспомогательного зданий вычерчивают в масштабе 1 : 1000 в следующей последовательности (см. рис. 9):

- наносят сетки разбивочных осей УТС производственного и вспомогательного зданий (оси обозначаются буквами и цифрами, колонны кружочками или крестиками);
- контурными линиями изображают капитальные стены производственного и вспомогательного зданий;
- проставляют габаритные составы УТС, производственного и вспомогательного зданий;
- редкой штриховкой отмечают месторасположение в корпусе проектируемых цехов, участков, МП, в том числе вспомогательных помещений, площадей для размещения административно-конторских и санитарно-бытовых помещений;
- указывают масштаб ситуационного плана.

Сводную ведомость площадей цеха и спецификацию оборудования следует оформлять по форме табл. 8 и рис. 10.

На технологической планировке необходимо указать стрелками пути движения по участкам и отделениям обрабатываемых заготовок и собираемых изделий, начиная от входа в здание и кончая выходом готовой продукции за пределы здания.

8. Сводная ведомость площадей участка, цеха, МП

№	Наименование площадей	Общая площадь	
		расчетная	принятая
1	Производственная обрабатывающих участков и отделений		
2	Производственная сборочных участков и отделений		
3	Вспомогательные службы		
Итого производственного здания:			

4	Санитарно-бытовые		
5	Административно-конторские		
Итого вспомогательного здания:			
Всего:			

№ по плану	Наименование оборудования	Модель	Основные размеры, мм	Мощность, кВт	Количество	
6	Кран подвесной	-	Q = 5 т.с	12,5	2	
5	Верстак	СД-3701-07	1200x800x1100	-	18	
4	Стеллаж инструментальный	СД-3701-10	1200x800x1300	-	8	
3	Решетка под ноги	ОСБ-40	1200x850	-	48	
2	Тара ящичная для деталей	-	1600 x 1200	-	100	
1	Горизонтально-расточной станок	2А614	∅ 80	6,0 + 3,23 + 0,27 + 0,12 + 6,0	2	
Основной штамп						

Рис. 10. Спецификация к технологической планировке механосборочного цеха (пример заполнения)

2. ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ НА ПОТОЧНЫХ УЧАСТКАХ КРУПНОСЕРИЙНОГО И МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

В цехах и МП крупносерийного и массового производства участки создают по наименованию основного узла или детали. Например, в цехе по изготовлению двигателей создают отдельные участки: "Блок цилиндров", "Коленчатый вал", "Поршни", "Головка блока", "Шатун" и др. Каждый участок разделяется на поточные и автоматические линии изготовления отдельных деталей данного узла или деталей, близких по технологии изготовления. Так, участок "Блок цилиндров" имеет линии: "Блок", "Направляющие втулки клапана", "Крышка коренных подшипников". Участок "Коленчатый вал" в своем составе имеет поточные линии "Коленвал" и "Распредвал".

В условиях крупносерийного и массового производства на каждой поточной линии обрабатывают одну или несколько заготовок различных типоразмеров, имеющих (за исключением небольшого количества операций) практически одинаковую технологию обработки. В этом случае последовательность установки оборудования соответствует выполнению операций по технологическому процессу.

Транспортирующие устройства выбирают в зависимости от конфигурации, размеров и массы заготовок, а скорость их движения – в зависимости от такта работы поточной линии. Для конвейерного транспорта непрерывного действия

$$V = Z / T_{\tau},$$

для конвейера периодического действия

$$V = Z / (T_{\tau} + T_{\pi}),$$

где Z – шаг конвейера (расстояние между рабочими местами), м; T_{τ} – такт выпуска, мин; T_{π} – время на перемещение конвейера от одного рабочего места до другого.

Выбирая транспорт для межоперационных перевозок, проводят анализ всей работы поточной линии с точки зрения однородности выполняемых операций. При большом количестве оборудования, выполняющего одинаковые операции, целесообразно объединить его в отдельные группы, обслуживаемые горизонтально-замкнутыми конвейерами, что позволяет компенсировать возможные задержки выполнения операций на отдельных станках (рис. 11). Целесообразно выделить специальный транспорт для моечного оборудования, установок для нанесения покрытий, термообработки ТВЧ и другого не механического оборудования.

По возможности целесообразно каждую поточную линию размещать в отдельном пролете, между двумя перпендикулярными проездами. Первый из них служит для подачи заготовок к началу линии, второй – для транспортирования обработанных деталей к месту сборки. Смежные поточные

линии

располагают в цехе параллельно или последовательно одна за другой. Линии механической обработки располагают перпендикулярно сборочным линиям (см. рис. 7.6 [6]).

Если на механических участках созданы длинные поточные линии (50 и более метров), то предусматривают (как правило, между предварительными и окончательными операциями или между различными типами оборудования) поперечные разрывы (проходы) шириной 1 – 3 м. Кроме того, поперек всех пролетов в конце механических участков располагают поперечный проезд шириной 3 – 5 м. Расстояние между поточными линиями принимают равным 1 – 3 м.

В цехах и МП поточного производства станки можно располагать в два, три и более рядов вдоль пролета в зависимости от ширины и габаритных размеров оборудования. При продольном расположении оборудования облегчается обслуживание станка рабочим и подача заготовок к станку (см. рис. 12, а, б, в).

При многостаночном обслуживании станки можно расположить и поперек пролета (см. рис. 12, д, е). Однако в этом случае затрудняется подача к станкам заготовок, так как транспортному средству приходится осуществлять поворот из продольного в поперечные проходы.

Для лучшего использования площади производственного здания токарно-револьверные станки, токарные одно- и многошпиндельные прутковые автоматы располагают под углом. Под углом устанавливают и крупные станки для обработки объемных заготовок корпусных и базовых деталей. Не следует устанавливать крупные станки вдоль окон, так как это затемняет производственное здание и создает неблагоприятные условия для работы. На рис. 13 показаны наиболее распространенные варианты планировок станков в поточных линиях.

При разработке технических проектов участков цехов, МП поточного производства расстояния между станками устанавливают с учетом заделов на поточных линиях. Это дает возможность определить размеры складских площадей, емкости транспортных средств, число единиц производственной тары и др.

С целью обеспечения бесперебойной работы поточной линии предусматривают площадки для хранения задела заготовок и готовых деталей, а также для межоперационного хранения оборотного задела заготовок.

Задел заготовок определяют по формуле

$$Z_3 = \text{до } T_3 / T_T,$$

где $T_3 = 2 - 8$ ч – интервал времени между завозами заготовок.

По величине задела заготовок, их габаритным размерам и характеру складирования определяют необходимые размеры площадок складирования заготовок.

Оборотный задел заготовок образуется между станками вследствие разной продолжительности операции и является результатом их несинхронности. Число заготовок оборотного задела, а затем и занимаемую ими площадь, можно определить по графикам (рис. 14) в зависимости от соотношения штучного времени обработки на i -ой и $(i - 1)$ -й операциях.

3. ПЛАНИРОВКА АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

Технологическую планировку автоматических линий (АЛ) разрабатывают на основе операционного технологического процесса и компоновки.

При разработке технологических планировок АЛ необходимо руководствоваться следующим:

- оборудование и рабочие места следует размещать в строгой последовательности выполнения операций технологического процесса. При этом предварительные и окончательные операции размещают на различных концах линии: последние окончательные операции механической обработки должны примыкать к сборке, первые предварительные операции – к проезду, питающему линию заготовками. Между предварительными и окончательными операциями следует включать операции обработки мелких отверстий. Операции нарезания резьбы в отверстиях и доводочные операции следует располагать в конце линии. При проектировании АЛ необходимо стремиться к прямоточности движения объектов производства;

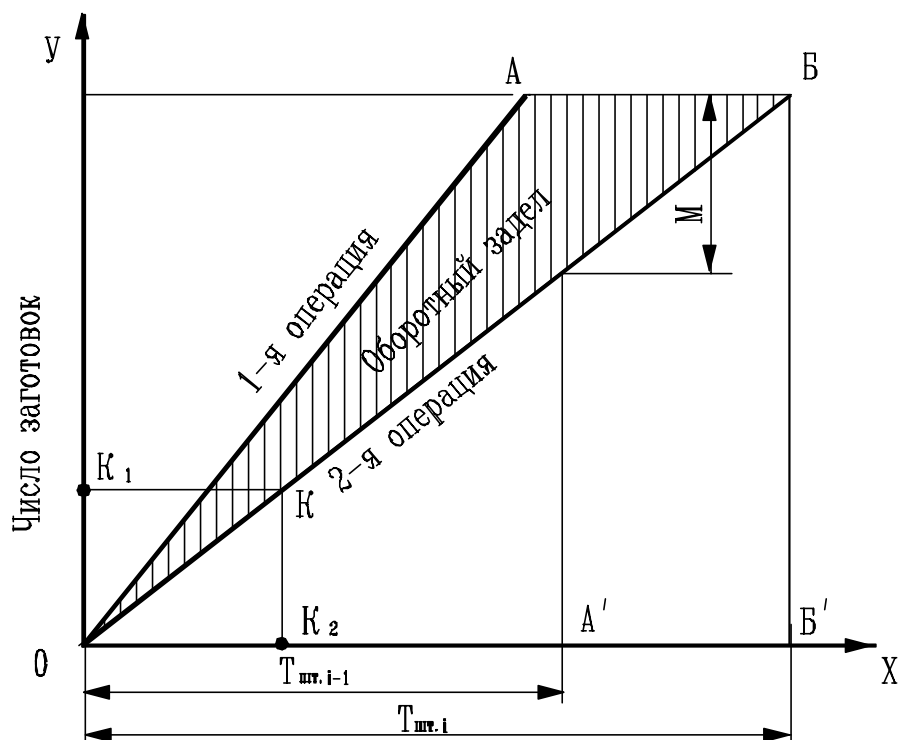
- для повышения надежности работы АЛ, состоящих из большого числа станков, их разделяют на секции, между которыми размещают накопители. В каждой секции необходимо предусмотреть резервные позиции для последующего добавления станков. Линии делят на секции либо по технологическому признаку, либо по признаку равновеликих потерь (чтобы каждая секция имела одинаковую вероятность длительности простоев по организационно-техническим причинам).

Планировка АЛ существенно зависит от вида транспортных средств и способа межоперационной передачи объектов производства. При этом должны быть выдержаны минимально допустимые расстояния между станками, узлами и механизмами АЛ.

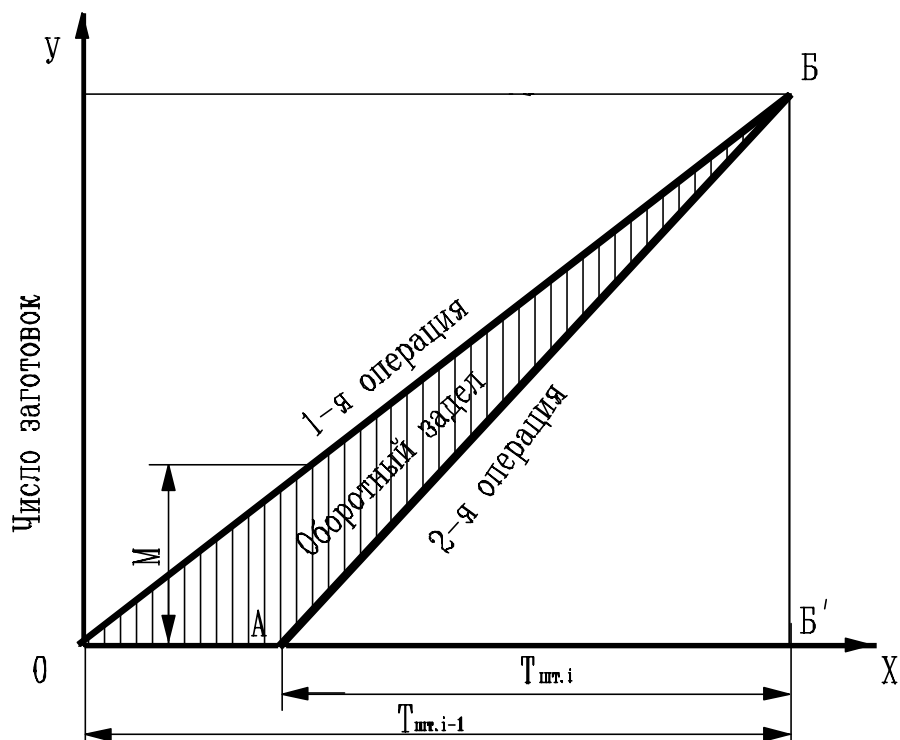
Расстояния между позициями определяют по шагу транспортирования, который рекомендуется выбирать минимальным с целью уменьшения времени на перемещение заготовки.

При соразмерности габаритов заготовки и габаритов шпиндельных головок расстояние между соседними рабочими позициями будет равно шагу транспортирования.

При габаритах заготовки, значительно меньших, чем габариты шпиндельных головок, расстояние между рабочими позициями принимают равным шагу



а)



б)

Рис.14. Графики расчета заделов двух смежных операций:
 а – при $T_{шт. i-1} < T_{шт. i}$; б – при $T_{шт. i-1} > T_{шт. i}$; М – число заготовок оборотного задела