Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ МЕХАНИЧЕСКИХ И МЕХАНОСБОРОЧНЫХ ЦЕХОВ

Методические указания к выполнению практических работ
по дисциплине «Проектирование холодноштамповочных цехов» и
«Проектирование цехов высокотехнологичной обработки»
для студентов направления

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

очной и заочной форм обучения

Энгельс 2024

Введение

Проектирование любого производства на стадии технического проекта включает: разработку технологии в виде технологических карт на обработку деталей; определение количества оборудования по отделениям и цеху в целом и его загрузки; расчет количества работающих в цехе и на участках; выбор сетки колонн и высоты цеха с учетом подъемно-транспортных средств; определение площади отделений, участков и разработка .компоновки цеха; определение площади всего корпуса, включая вспомогательные помещения.

1. Определение типа производства

Тип производства по ГОСТ 3.1121-84 характеризуется коэффициентом закрепления операций) – $К_{30}$. При $К_{зо}$ = 1 - 10 - массовое и крупносерийное производство; $К_{зо}$ = 10 - 20 - среднесерийное. В единичном производстве $К_{зо}$ не регламентируется.

$$K_{зо} = \frac{\Phi_{доб} \cdot 60}{Q \cdot T_{ш-кср}}, \quad (1)$$

где $Ф_{д\ об}$ - действительный годовой фонд времени работы оборудования, час;

Q- годовая программа выпуска изделий, шт. ;

$Т_{ш-к\ ср}$ - среднее штучно-калькуляционное. время операций по изготовлению изделия.

Существуют две формы организации технологических процессов: групповая и поточная. При поточной форме определяется такт производства

$$\tau_в = \frac{\Phi_{доб} \cdot 60}{Q}, \quad (2)$$

где Q – программа выпуска изделий в планируемый период, шт.

При групповой форме организации производства запуск изделий производится партиями с определенной периодичностью, что является признаком серийного производства. Количество деталей в партии для одновременного запуска определяется по формуле:

$$n = \frac{Q \cdot a}{F} \quad (3)$$

где F – число рабочих дней в году (254 дня).

а – число дней на которое необходимо иметь запас деталей. Рекомендуется 3, 6, 12, 24 дня. Меньшее число дней - для крупных деталей, большее - для мелких.

Корректировка величины партии осуществляется следующим образом:

- определяется расчетное число смен на обработку всей партии деталей

$$C = \frac{T_{ш-кср} \cdot n}{480 \cdot 0{,}8} \qquad (4)$$

- расчетное число смен округляется до ближайшего целого числа $C_{пр}$;
- определяется принятое число деталей в партии;

$$n_{пр} = \frac{C_{пр} \cdot 480 \cdot 0{,}8}{T_{ш-кср}}, \qquad (5)$$

где 480 - расчетный фонд времени работы станка в смену, мин;

0,8 - коэффициент загрузки станка.

2. Методы определения трудоемкости и станкоемкости обработки сборки

Трудоемкостью изделия называют время, затраченное на его изготовление и выраженное в человеко-часах ($T_{чел-ч}$). Определяют трудоемкость по нормативам. Расчетная трудоемкость включает все нормируемое по тех. процессу время обработки на станках и ручных операциях, причем, при многостаночном обслуживании суммарное время обработки на станках, обслуживаемых одним рабочим, для определения трудоемкости делят на число обслуживаемых станков.

При расчете количества оборудования необходимо иметь данные о станкоемкости изделия, т.е. о времени, затраченном на изготовление изделия и выраженном в станко-часах работы оборудования ($T_{ст-ч}$).

Ориентировочно связь между трудоемкостью и станкоемкостью выражается через среднее значение коэффициента многостаночного обслуживания $К_м$ - среднее число станков, обслуживаемых одним рабочим:

$$T_{ст-ч} = T_{чел-ч} \bullet К_м \qquad (6)$$

Трудоемкость изготовления детали или изделия в условиях серийного производства определяется по штучно-калькуляционному времени $T_{шт-к}$;. в условиях массового производства – по штучному времени $T_{шт}$, а продолжительность операций должна быть равна или кратна такту.

При дипломном проектировании расчетную станкоемкость на годовую программу участка или цеха можно определить по формуле

$$T_{\Sigma} = T_{\Sigma з} \cdot K_p \cdot K_y, \qquad (7)$$

где $T_{\Sigma з}$ - годовая станкоемкость изготовления деталей по заводским данным;

$К_р$ - коэффициент изменения станкоемкости на годовой проектный объем

$$K_p = \frac{Q_{пр}}{Q_п}$$

$Q_{пр}$ - программа выпуска в проектном варианте;

$Q_б$ - программа в базовом производстве;

$К_у$ - коэффициент ужесточения, представляющий собой отношение станкоемкости изготовления деталей на участке или в цехе после внедрения новой технологии $Т_{пр}$ к станкоемкости изготовления аналогичных деталей по действующей на заводе технологии.

$$K_p = \frac{T_{npi}}{T_i} \qquad (8)$$

Трудоемкость разметочных, моечных, слесарных и прочих дополнительных работ при механообработке (в % от станкоемкости) зависит от типа производства: 8 - I5% - для единичного и мелкосерийного; 5 – 10% - для среднесерийного; 3 – 6% - для крупносерийного и массового.

3. Определение количества основного производственного оборудования

К основному производственному оборудованию механического цеха относится оборудование, выполняющее технологические операции по обработке деталей и сборке узлов и являющееся главным образом металлорежущими станками.

В зависимости от типа производства, стадии проектирования и требуемой точности расчет ведется точно или укрупненно.

Расчеты оборудования точным способом ведутся при разработке технического проекта цехов серийного и массового производства, когда трудоемкость определяется по подробно разработанным технологическим процессам. В этом случае для серийного (непоточного) производства расчет ведется по каждому типоразмеру станков, а для поточно-массового и поточно-серийного по каждой операции.

Укрупненный способ расчета оборудования применяется при проектировании цехов единичного и мелкосерийного производства, когда программа цеха разнообразна.

Студенты выполняют расчет участка точным способом, а цех - по укрупненным показателям.

3.1. Расчет в серийном производстве

При определении количества оборудования точным способом расчет ведется во каждому типоразмеру станка на основе под счета годовой трудоемкости обработки всех деталей, закрепленных за данным типом станка, и действительного фонда времени работы оборудования при принятом

числе смен его работы. Проектные расчеты основного количестве станков ведут для двухсменного режима работы, а для уникальных, крупных и тяжелых станков - для 3-х сменного.

Расчетное количество станков данного типа определятся по формуле:

$$C_p = \frac{T_{шт-к}}{Ф_{д.об}}, \qquad (9)$$

где $C_р$ – расчетное количество станков данного типоразмера;

$T_{шт-к}$ – трудоемкость годового количества всех деталей на станках данного типоразмера в станко-часах.

$Ф_{д.об}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования при 2-х сменной работе в часах.

$$T_{шт-к} = \frac{T_{шт-к1} \cdot Д_1}{60} + \frac{T_{шт-к2} \cdot Д_2}{60} + \ldots + \frac{T_{шт-кn} Д_n}{60}$$

где $T_{шт-к1}$, $T_{шт-к2}$, …, $T_{шт-кn}$ – штучно-калькуляционное время 1, 2, …, n деталей на станках данного типа в мин.

$Д_1$, … - соответственно годовое количество одноименных деталей, обрабатываемых на станке.

Данные по трудоемкости обработки деталей на участке заносятся в табл. 1.

Табл. 1.

Наим. детали	Годовая программа	Наим. станков и их моделей по ТП										Итого $T_{шт-к}$	
		Пр. фрез. 6602		Рад. сверл. 2Н55		Ток-винт. 1К62		Верт. фрез 6Т82					
		$T_{шт-к}$		$T_{шт-к}$		$T_{шт-к}$		$T_{шт-к}$					
		на 1 дет., мин	на год. пр., ч	на 1 дет., мин	на год. пр., ч	на 1 дет., мин	на год. пр., ч	на 1 дет., мин	на год. пр., ч			на 1 дет., мин	на год. пр., ч
Дет. №1													
Дет №2													
Итого		-	X_1	-	X_2	-	X_2	-	X_3			-	X

Согласно таблице общее количество станков на участке и по видам оборудования будет определяться:

$$C_{pi} = \frac{X_i}{Ф_{доб}}$$

Полученное расчетом количество станков округляетется до целого числа, называемого принятым числом станков $C_п$. Для определения степени загруженности по времени станков данного типоразмера пользуются коэффициентом загрузки оборудования, который определяется отношением расчетного числа станков к принятому:

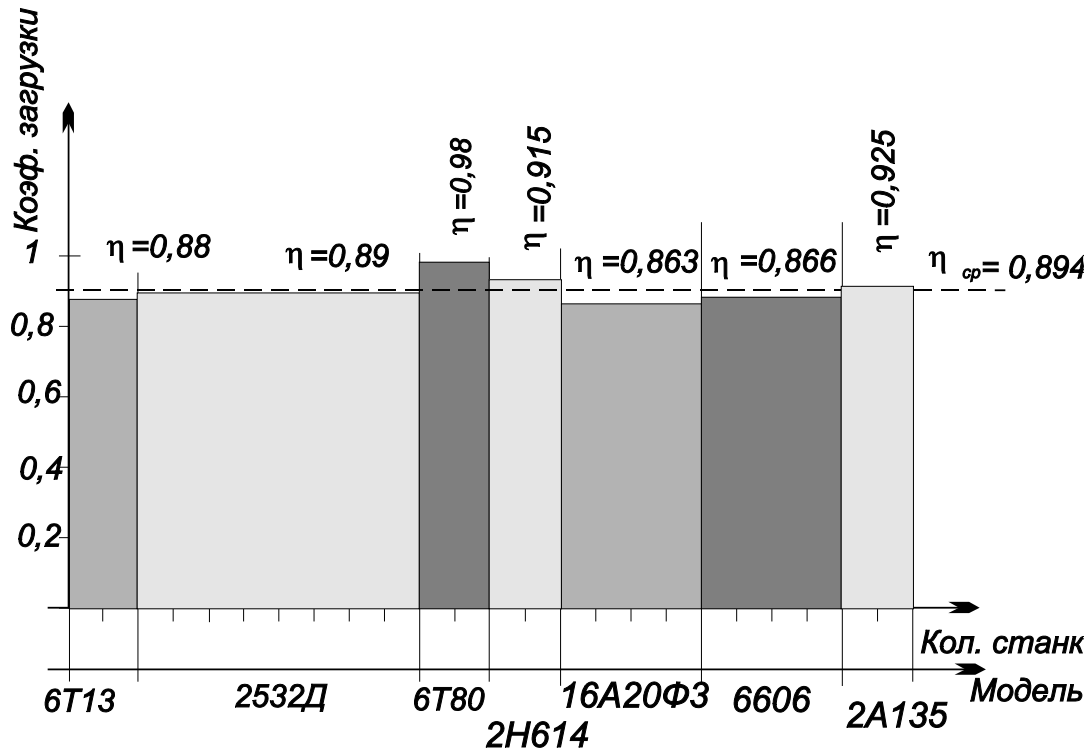


Рис. 1 Пример построения графика загрузки оборудования.

$$\eta_з = \frac{C_р}{C_п} = \frac{T_{шт-к}}{Ф_{д.об} \cdot C_п} \tag{11}$$

Средний коэффициент загрузки оборудования по участку, отделению или цеху:

$$\eta_{ср} = \frac{\sum C_р}{\sum C_п} \tag{12}$$

$\eta_{ср}$ принимается: для единичного и мелкосерийного производства 0,8 - 0,85 и выше; для серийного производства 0,75— 0,85. Если по отдельны»! типам станков коэффициент загрузки получается более низким, то необходимо работу перераспределить с наиболее нагруженных станков. Рекомендуемое число станков машиностроения и приборостроения на участке 18 - 30 единиц, в цехе 120 - 300 единиц.

По результатам расчета $\eta_{ср}$ строится график загрузки оборудования (рис. l).

Число рабочих мест при непоточной сборке определяют по формуле

$$M_{сб} = \frac{T_{сб}}{Ф_{рм} \cdot П} \tag{13}$$

где $Ф_{рм}$ - фонд времени рабочего места сборщика = 4140 ч.

П - плотность работы, т.е. среднее число рабочих на одном месте; зависит от габаритных размеров собираемого изделия, характера

выполняемых работ, определяющих возможность одновременной работы сборщиков с разных сторон изделия.

3.2. Расчет в поточном производстве

Количество станков в непрерывно-поточной линии определяется для каждой операции по такту выпуска деталей с линии:

$$C_p = \frac{T_ш}{\tau} \qquad (14)$$

где $T_ш$ - штучное время обработки, мин.,

τ - такт выпуска деталей с линии, мин.

Расчетное количество станков округляется по ближайшего целого числа, однако при превышении его не более, чем на 0,1, следует изыскать возможность округления в меньшую сторону, пересмотрев условия выполнения операции с целью уменьшения штучного времени.

Средний коэффициент загрузки оборудования всей линии определяется отношением расчетного числа станков линии к принятому. Результаты расчетов следует принять удовлетворительными, если средний коэффициент загрузки станков линии будет не ниже 0,65 - 0,75. При этом для отдельных высокопроизводительных станков допускают коэффициент загрузки 0,5 и менее (например, протяжные станки).

Расчет количества станков и загрузка оборудования в многодетальных поточных линиях (переменно-поточных) при разной программе выпуска каждой детали производится по фонду времени и трудоемкости обработки с учетом дополнительного времени на переналадку.

$$C_p = \frac{T_{Ш1} \cdot Д_1 + \ldots + T_{Шn} \cdot Д_n}{60 \cdot Ф_{до} \cdot K_n} \qquad (15)$$

где $K_п$ - коэффициент, учитывающий время на переналадку линии с одного наименования детали на другое = 0,95.

Когда на линии обрабатываются детали, мало различающиеся по трудоемкости, то устанавливается единый такт для обработки всех деталей.

Количество станков в групповых поточных линиях определяется для каждой операции по формуле. применяемой при расчете числа станков в переменно-поточной линии, но без применения коэффициента переналадки.

В линиях с жестким тактом, т.е. с применением тяговых транспортеров, время холостых перемещений транспортера и деталей, фиксации, зажимов и разжимов деталей или приспособления-спутника, быстрого подвода и отвода инструмента определяется максимальным временем в операции по одному из станков линии.

В линиях из агрегатных станков время всех холостых движений и перемещений составляет 0,25-0,3 мин. Это время соответствует вспомога-

тельному времени - $t_в$. Загрузка автоматических линий составляет в среднем около 70%. Поэтому расчет можно вести не по штучному времени, а по рабочему циклу $t_{рц}$, который в однопоточном процессе равен оперативному времени - $T_{оп}$.

$$C_p = \frac{t_{рц}}{\tau} \tag{16}$$

Часовая производительность определяется

$$П = \frac{60 \cdot C_{пр}}{t_{рц}} \tag{17}$$

где $C_{пр}$ - принятое количество станков.

По формуле (11) рассчитывается коэффициент загрузки оборудования и строится график (рис. 1).

Число рабочих мест на сборочной позиции поточной линии сборки определяется исходя из ее содержания, штучного времени $T_ш$ и такта выпуска τ:

$$M_{сб} = \frac{T_Ш}{\tau \cdot P} \tag{18}$$

где P - число рабочих на данном рабочем месте.

3.3. Укрупненный способ определения количества основного технологического оборудования

В соответствии с общей цеховой трудоемкостью обработки деталей или сборки узлов рассчитывается количество производственного оборудования или рабочих мест по формуле

$$C_p = \frac{\Sigma(T_{прi} Д_i)}{Ф_{до} \cdot K_з} \tag{19}$$

где $T_{прi}$ - проектная трудоемкости изготовления i деталей.

$$T_{прi} = T_i \cdot K_у \tag{20}$$

T_i - трудоемкость на базовом заводе;

$K_у$ - коэффициент ужесточения (8).

Полученное значение $C_р$ округляется до целого в большую сторону, рекомендуемое количество станков в цехе 80 - 120 - 300 единиц.

Для определения состава оборудования общее количество станков $C_р$ распределяют по группам и типам, пользуясь процентным отношением, определяемым по данным проектов и заводов (табл.2).

4. Определение количества работающих

К производственным рабочим механических цехов относятся станоч-

ники, операторы и наладчики автоматических линий, разметчики, слесари по промежуточным слесарно-сборочным работам, мойщики деталей.

Табл. 2

Типы станков	% состав оборудования механических цехов			
	Приборо-строение	Станко-строение	Автомоби-лестроение	Тяжелое машино-строение
Токарные, токарно-револьверные	28	23	25	23
Расточные	10	3	2	35
Сверлильные	15	10	21	17
Агрегатные	5	3	10	-
Строгальные, долбежные	1	4	-	5
Фрезерные	15	15	7	7
Протяжные	-	1	3	2
Зубообрабатывающие	8	6	9	1
Шлифовальные и хонинговальные	10	12	11	1
Резьбонарезные	2	3	1	1
Отрезные	1	1	-	1
Специальные автоматы и п/автоматы	5	10	11	7

В единичном, мелкосерийном и серийном производствах количество производственных рабочих определяется по общей трудоемкости:

$$P = \frac{T}{\Phi_{др}}, \qquad (21)$$

где Т - трудоемкость годового выпуска деталей;

$\Phi_{др}$ - действительный годовой фонд времени работы рабочего в часах.

Количество рабочих станочников P_c определяется по трудоемкости механической обработки:

$$P_c = \frac{T_{мех} \cdot Q}{\Phi_{др} \cdot K_м}, \qquad (22)$$

где $T_{мех}$ - трудоемкость механической обработки в ст-час

Q - годовая программа в штуках;

$К_м$ - коэффициент многостаночного обслуживания

Количество станочников рассчитывается по каждому виду оборудования: токарей, фрезеровщиков, сверловщиков и т.п. Коэффициент многостаночного обслуживания равный для каждого типа оборудования. Например,

- для универсальных станков: токарных, фрезерных, шлифовальных, сверлильных и др. $К_м = 1$.
- для полуавтоматов: многорезцовых, револьверных, многошпиндельных и др., у которых действия рабочих состоят лишь в установке детали $К_м = 1,5\text{-}2$
- для многошпиндельных автоматов $К_м = 2 - 3$
- для одношпиндельных автоматов $К_м = 3 - 4$
- для зубообрабатывающих станков $К_м = 3 - 5$
- для круглошлифовальных п/автоматов $К_м = 1\text{-}2$
- для поточного производства $К_м = 1,1\text{-}1,5$

Число станочников можно определить также по числу станков $С_п$ цеха или участка:

$$P_{ст} = \frac{Ф_{д.об} \cdot С_п \cdot К_з \cdot К_и}{Ф_{д.р} \cdot К_м} \qquad (23)$$

где $К_з$, $К_и$ - коэффициенты загрузки и использования оборудования; для единичного, мелкосерийного и среднесерийного производства принимаются = 0,85, для крупносерийного и массового = 0,8.

Число сборщиков по числу рабочих мест $М_{сб}$ определяют по формуле:

$$P_{сб} = \frac{М_{сб} \cdot Ф_{рм} \cdot К_и \cdot П}{Ф_{др}} \qquad (24)$$

где П - плотность работы;

$К_и = 0,8$ - для сборочных работ.

В условиях крупносерийного, массового производств и при использовании гибких производственных систем (ГПС) для обслуживания станков в составе производственных рабочих предусматривают наладчиков для каждого типа оборудования. Так, например, один наладчик обслуживает 11 - 18 токарных станков; 5 - 12 агрегатно-сверлильных; 8 - 13 - шлифовальных; 4 -10 - токарных о ЧПУ; 8 - 16 - фрезерных и сверлильных с ЧПУ; 2 - 6 - многоцелевых станков и роботизированных технологических комплексов (РТК); 5 - 8 - сборочных автоматов и п/автоматов.

Число операторов-наладчиков ГПС рассчитывают в зависимости от числа гибких производственных модулей (ГПМ) в их составе. Один оператор-наладчик обслуживает следующее число ГПМ: токарных - 3-4; карусельных - 2; сверлильно-фрезерно-расточных - 2 - 3; шлифовальных - 2-3; зубообрабатывающих - 3-4 и т.д.

При расчетах числа рабочих-станочников, обслуживающих поточные линии, станки с ЧПУ и ГПМ рассматривают возможность обслуживания одним рабочим нескольких станков одной, либо смежной линии. Основное условие для использования многостаночного обслуживания в том, чтобы за время автоматической работы одного станка - $t_{ма}$ рабочий смог выполнить работу по обслуживанию других станков т.е.:

$$t_{ма} \geq \sum_{i=1}^{C_h - 1} t_{вi}$$

При обслуживании станков-дублеров, выполняющих одинаковую операцию, число станков, обслуживаемых одних рабочим, рассчитывается по формуле

$$C_p = \frac{t_{ма} + t_{вн}}{t_{вн} + t_{вп} + t_{пер}} \qquad (25)$$

где $t_{вн}$ - вспомогательное, не перекрывающееся время;

$t_{вп}$ - вспомогательное. перекрывающееся машинным время;

$t_{пер}$ - время переходов рабочего от станка к станку.

В этом случае строится циклограмма многостаночной работы (рис.2).

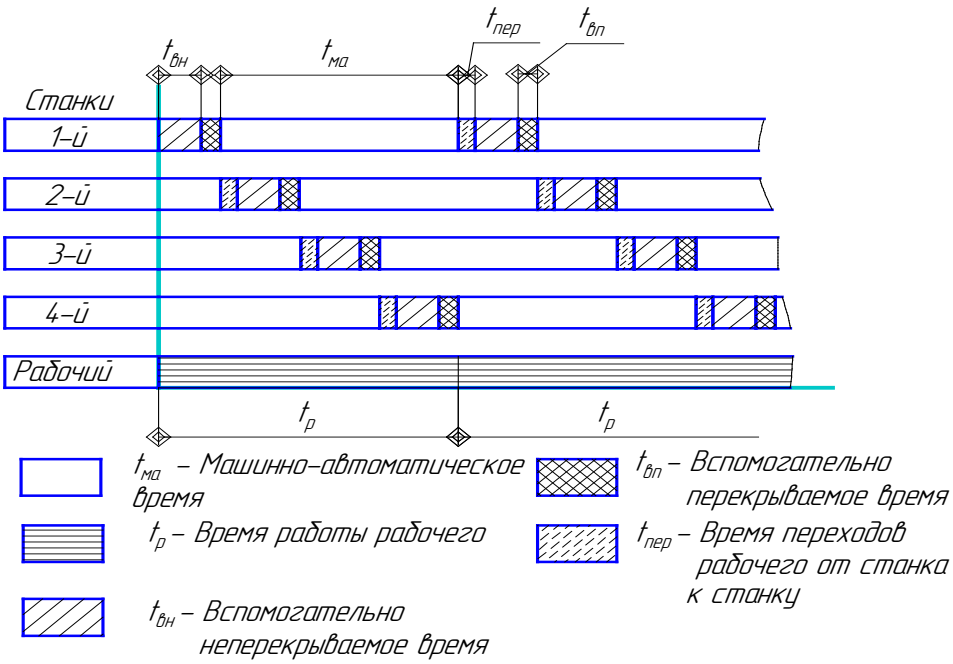


Рис. 2 Циклограмма многостаночной работы

Длительность цикле $T_ц$ складывается из машинно-автоматического времени $t_{ма}$ и вспомогательного не перекрывающегося $t_{вн}$ времени, т.е.

$$T_ц = t_{ма} + t_{вн} \qquad (26)$$

Длительность цикла обслуживания должна быть равна или кратна действительному такту выпуска. Каждому рабочему присваивается определенный разряд и рассчитывается средний разряд рабочих по участку. Средний разряд для серийного и мелкосерийного производства 3,2 - 4,2. Все принятое количество производственных рабочих должно быть разбито по сменам: для серийного и мелкосерийного производств в первую смену назначают 55% всех рабочих; для автоматических и поточных линий - 50%.

Укрупненно количество вспомогательных рабочих составляет: в серийном производстве 18-25% от количества производственных; ИТР -9,5 - 11%; служащих - 1.4 - 2%, МОП 1,1 - 1.5%; работников технического контроля - 4 - 6%. Кладовщики и раздатчики - один рабочий на 40-60 производственных рабочих. Количество водителей электрокар и крановщиков берется в соответствии с количеством единиц кранового оборудования. Уборщики помещений - 1 человек на 700 - 1200 $м^2$ убираемой площади; уборщики стружки - 1 человек на 0,7-2 т стружки в зависимости от уровня механизации.

Количество браковщиков и контролеров - 10 - 15% от количества производственных рабочих. Количество ИТР ОТК при двухсменной работе составляет 7 - 10% количества всех рабочих цеха.

В цехах крупносерийного производства число вспомогательных рабочих составляет 35 - 50%, ИТР - 7 - 10%, служащих 2 - 1%, МОП - 1,5-0,8% от общего количества всех работающих.

5. Планировка оборудования на участке

Планировка участка - это план расположения производственного, подъемно-транспортного и др. оборудования, рабочих мест, проездов и проходов и др. Основным принципом при составлении плана расположения оборудования на участке и в цехе является обеспечение прямоточности движения деталей в процессе их обработки в соответствии с технологическим процессом.

Расстановка оборудования по типам применяется в цехах единичного и мелкосерийного производства, а также для отдельных деталей серийного производства. Наиболее современная планировка станков получается в автоматических в непрерывно-поточных линиях - в порядке выполнения тех. процесса. Здесь станки расположены в порядке выполнения операций так, чтобы не было возвратных движений. Однако, отдельные детали могут обрабатываться не на всех станках и поэтому допустимо зигзагообразное движение деталей.

План расположения оборудования составляется в масштабе 1:100 или 1:50, Ширина пролетов (L) для среднего машиностроения принимается 18 м, для приборостроения 12 м, для тяжелого машиностроения 24 м; шаг

колонн t (в продольном направлении) - 6 или 12м (рис. 3).

Таким образом, применяют следующие сетки колонн:

12 × 6; 18 × 6; 18 × 12; 24 × 6; 24 × 12.

Перед планировкой оборудования вырезают карточки габаритов станков - темллеты в выбранном масштабе, а на миллиметровой бумаге наносится сетка колонн и проезды. Карточки располагают на плане и прикалывают их булавками. При рассмотрении нескольких вариантов выбирают

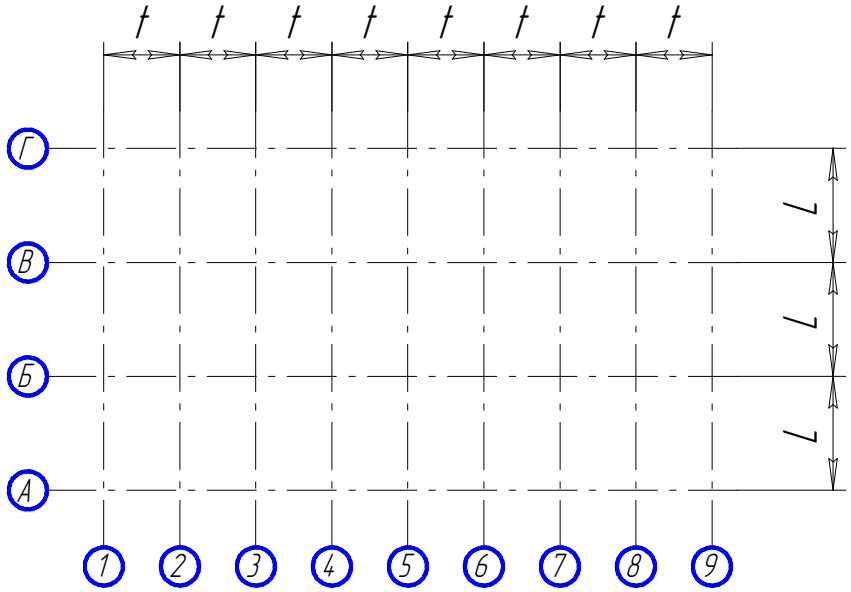


Рис. 3. Сетка колонн

оптимальный и после согласования его с руководителем вычерчивают и оформляют на чертежной бумаге.

Правила размещения оборудования:

1. Участки, занятые станками должны быть по возможности короткими (40 - 80 м). Рекомендуемое число станков 18-30 единиц.
2. Технологические линии на участке желательно располагать вдоль пролетов.
3. Станки вдоль участка могут быть расположены в два, три и более рядов, а также по отношению к проезду вдоль, поперек и под углом (Рис. 4).
4. В поточных линиях станки располагают в 1 или 2 ряда (рис. 5).
5. Расстояние между станками и проезды выбираются при весе транспортируемых деталей до 1 т электротележками, талями на монорельсе и мостовыми и подвесными кранами - 2,5 м при одностороннем движении и 3,5 при двухстороннем.
6. Ширина магистральных проездов от 3 до 4,5 м для грузов до 1 т перевозимых электротележками и грузовыми машинами и от 4 до 5,5 м

для грузов до 5т.

Нормы расстояний между станками и от станков до стен и колонн зданий приведены в таблице 3.

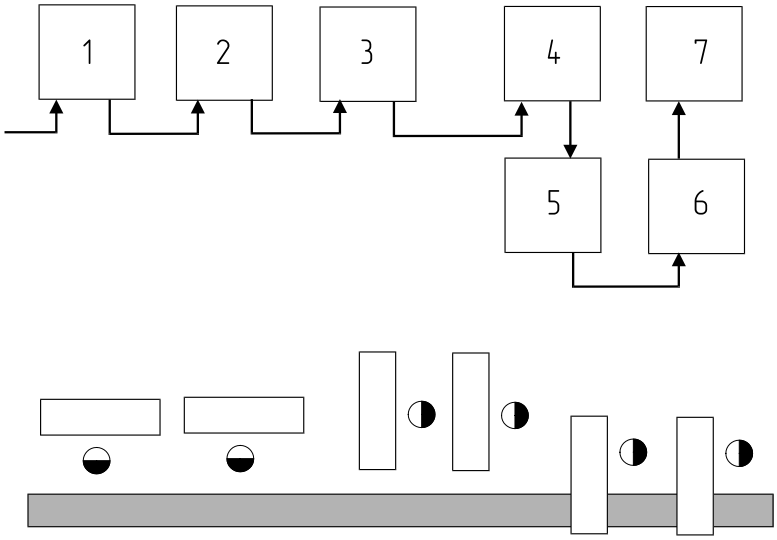


Рис. 4 Расположение станков в поточных линиях

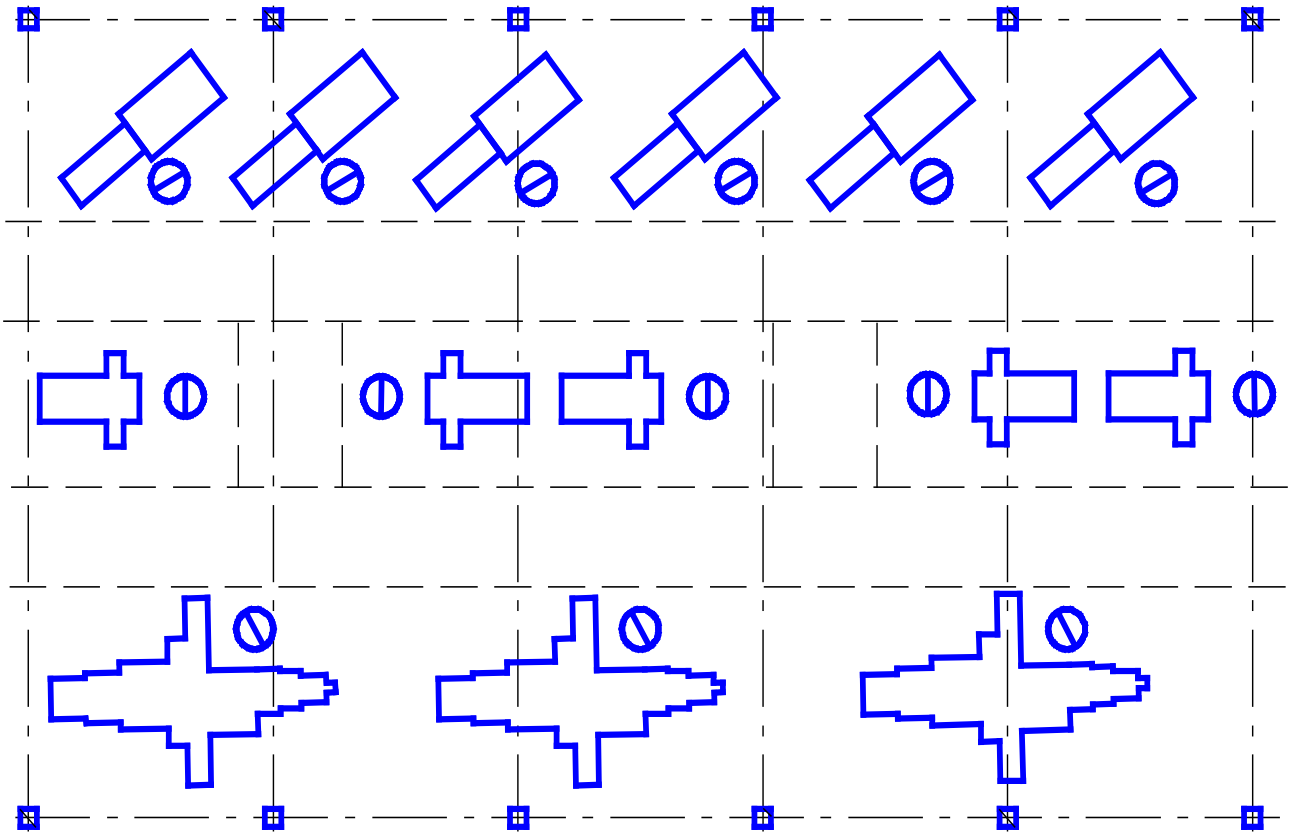


Рис. 5. Расположение станков в пролете

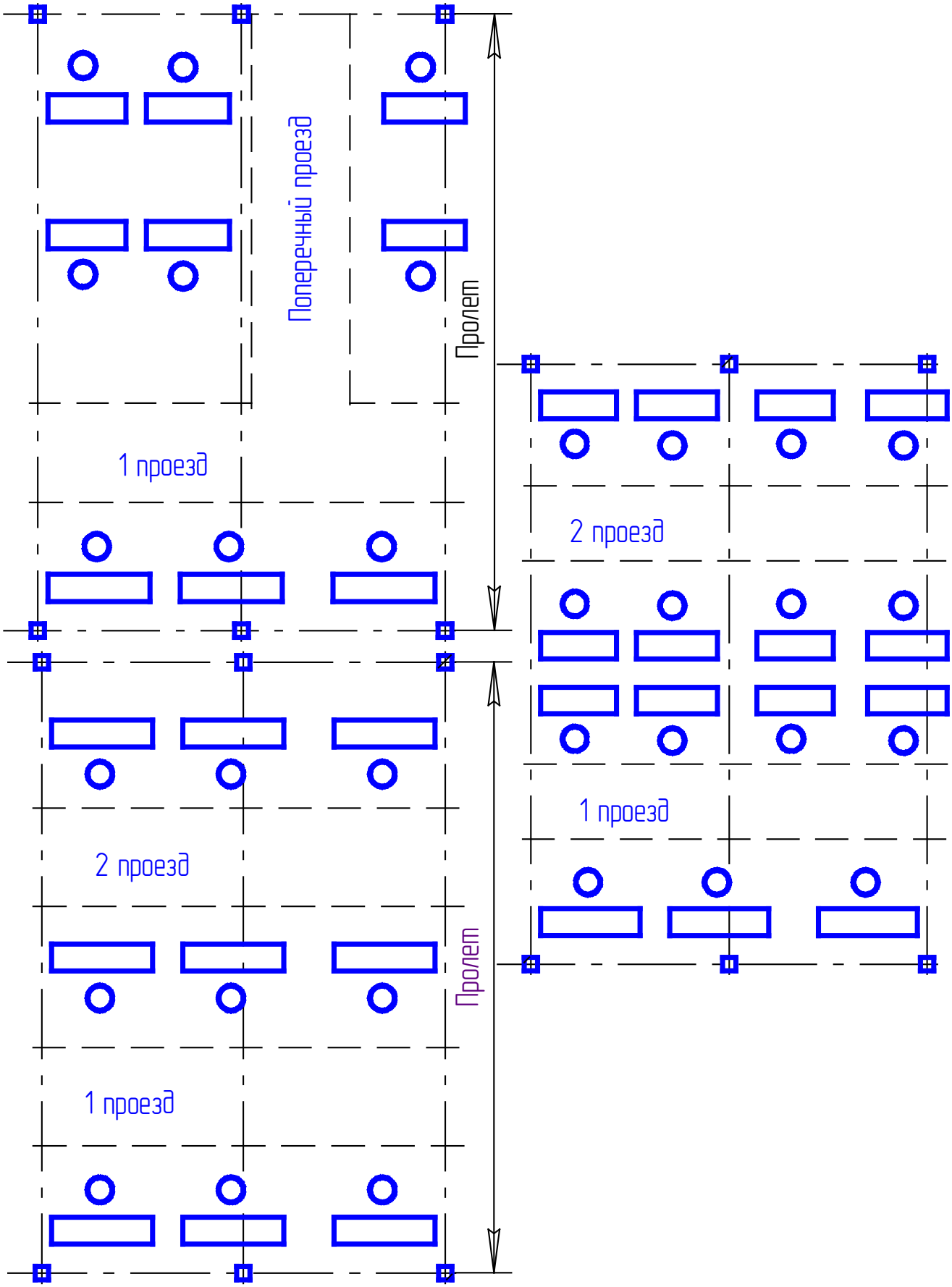


Рис. 5 Расположение станков в пролете (продолжение)

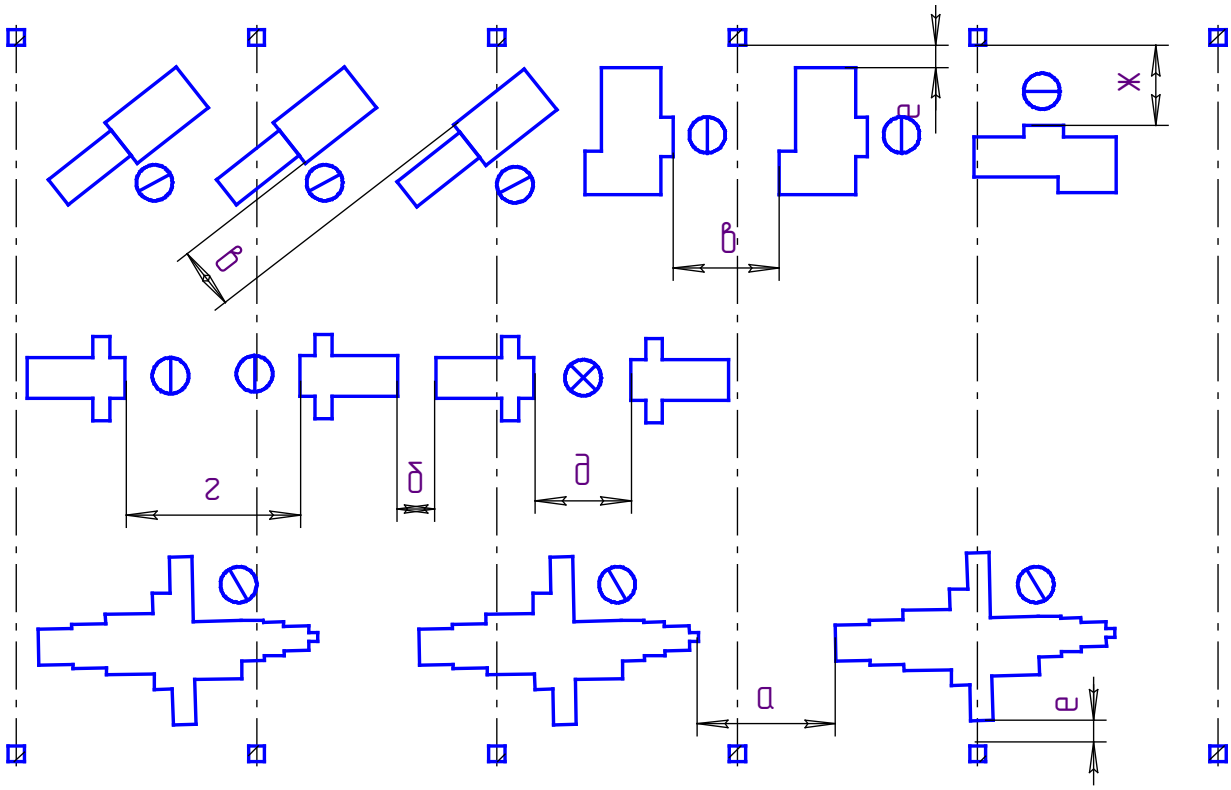


Рис. 6 Схемы к нормам расстояний между станками

Табл. 3

Нормы расстояний между станками и от станков до стен и колонн.

Расстояния			Нормы расстояний между станками при их размерах в мм			
			До 1800×800	До 4000×2000	До 8000×4000	До 16000×6000
Между станками по фронту «а»			700	900	1500	2000
Между тыльными сторонами станков «б»			700	800	1200	15000
Между станками при поперечном расположении к проезду	При расположении станков «в затылок» «в»		1300	1500	2000	-
	при расположении станков фронтом друг к другу и обслуживании 1 рабочим	одного станка «г»	2000	2500	3000	-
		двух станков «д»	1300	1500	-	-
От стен или колонн здания до	тыльной или боковой стороны станка «е»		700	800	900	1000
	фронта станка «ж»		1300	1500	2000	-

При окончательном оформлении плана расположения оборудования следует указать все виды транспортировки и подъема детали, уборки

стружки, размеры главных проездов и проходов, сетку колонн, расстояния фронтальных линий станков от колонн, стен и т.д.

6. Проектирование складских и вспомогательных помещений цеха

В зависимости от масштаба производства, размера цеха и организации работы определяется состав вспомогательных отделений цеха. В этот состав входят: инструментальная служба цеха (заточное отделение, отделения ремонта и оснастки, инструментально-раздаточные кладовые); кладовые приспособлений и абразивов; контрольные пункты и отделения; цеховая ремонтная база; склады; отделения для приготовления и раздачи СОЖ; отделения сбора и переработки стружки, а также помещения цеховых энергетических и санитарно-технических установок. В зависимости от конкретных условий некоторые отделения могут объединяться и быть общими для нескольких цехов одного корпуса.

Заточное отделение предусматривается для централизованной переточки режущего инструмента. Основным его оборудованием являются заточные станки. Расчет числа заточных станков производится точно или укрупненно.

При укрупненном расчете число заточных станков определяется в процентах от количества металлорежущего оборудования, обслуживаемого заточным отделением (за вычетом шлифовальных и полировальных станков). При 200 станков в цехе в массовом производстве заточные станки составляют 5%, а в серийном и м/серийном - 4%. При 200-500 станков в цехе массового производства - 4% заточных станков, а в серийном и мелкосерийном - 3%.

Кроме основных станков в заточных отделениях устанавливается вспомогательное оборудование в количестве 20% от числа станков отделения. В этот состав входят: обдирочно-шлифовальный станок; настольное точило; ручной пресс; заточной станок для дисковых пил; заточной станок для центровочных сверл.

Число рабочих заточников определяется по числу станков заточного отделения:

$$P_{зат} = \frac{C_{зат} \cdot Ф_{до} \cdot K_{зср}}{Ф_{др} \cdot K_{м}}, \qquad (27)$$

где $C_{зат}$ - число основных станков заточного отделения;

$K_{зср}$- средний коэффициент загрузки;

$K_{м}$ - коэффициент многостаночного обслуживания.

Общая площадь заточного отделения составляет 8 - 10 м^2 (при мелких изделиях), 10-12 м^2 (при средних) и 12-14 м^2 (при крупных изделиях) на один основной станок отделения.

Заточное отделение следует располагать в производственном здании по возможности рядом с раздаточными кладовыми режущего инструмента. Отделение оборудуется приточно-вытяжной вентиляцией.

Рекомендуется создавать централизованные заточные отделения для обслуживания всех цехов завода.

Отделение ремонта инструмента и оснастки целесообразно централизовать для обслуживания всех цехов в корпусе или в нескольких корпусах. Расчет см. [2].

Инструментально- раздаточная кладовая -ИРК. Расчет площадей кладовых производится по нормам, приведенным в табл. 4.

Таблица 4.

Нормы для расчета площади цеховых кладовых

Кладовые	Объекты хранения	Норма площади кладовой в м^2 на один производственный металлорежущий станок при работе в цехе в две смены при типе производства			
		массовом	крупносерийном	серийном	мелкосерийном
Инструментально раздаточные	Режущий и вспомогательный инструмент	0,1-0,2	0,2 - 0,6	0,25-0,7	0,4 - 0,9
	Измерительный инструмент	0,1-0,2	0,1-0,2	0,15-0,3	0,3-0,5
	Режущий, вспомогательный и измерительный инструмент	0,2-0,3	0,3-0,8	0,4-1,0	0,7-1,4
Приспо спо-собле-	Приспособлений для установки деталей на станках	0,15-0,2	0,25-0,6	0,35-0,5	0,6-1.2
Инструментальной оснастки	Приспособления и все виды инструмента	0,35-0,5	0,55-1,4	0,75-1,9	1.3-2,6

Примечание: Меньшие значения относятся к малым станкам, большие - к крупным станкам.

Контрольные отделения и пункты следует размещать рядом с обслуживаемыми участками по ходу технологического процесса. В зависимости от формы организации работ контроль может производиться: на рабочем месте на станке или около станка; на контрольных пунктах; в контрольном отделении цеха.

Укрупненно площадь контрольного отделения определяют по норме 5 - 6 м^2 на одного работника-контролера с применением коэффициента 1,5-1,75 на расположение оборудования, инвентаря и проходов. Число работников ОТК составляет 4 -65 от общего количества рабочих. Обычно пло-

щадь контрольного отделения составляет 3 - 5% от площади станочного отделения. Размеры площадок для контрольных пунктов принимают равными 2 × 2 или 2,5 × 2,5 м.

Контрольное отделение располагают в механическом цехе по пути движения деталей в сборочный цех, перед промежуточным складом и выгораживают перегородками.

Складские помещения.

Для обеспечения нормального хода производства в цехе должны иметься склады металла, заготовок, межоперационные склады и склады готовых деталей. Размеры складов определяются масштабом и характером производства.

Склад металла целесообразно устраивать единый, обще заводской. Склады, заготовок должны размещаться при соответствующих заготовительных цехах, а в механическом цехе на складе должен быть запас заготовок на 5 - 20 дней. Для достижения прямого и кратчайшего пути движения заготовка цеховые склады должны размещаться в начале соответствующих технологических потоков. В цехах поточного производства для хранения заготовок предусматривают площадки в начале линии.

Межоперационные склады устраивается только в непоточном производстве. В поточном производстве необходимый межоперационный запас деталей-полуфабрикатов хранится непосредственно у станка.

Склады готовых деталей располагают в конце участков или линий механической обработки, за контрольным отделением, по пути движения деталей на сборку. В поточном производстве склады готовых деталей представляют собой выделенные складские площадки, расположенные в концах поточных линий иди подвижные склады-конвейеры.

Величину площади складов определяют исходя из необходимости хранения определенного количества запаса металла, заготовок, полуфабрикатов или деталей с учетом допустимой грузонапряженности пола складского помещения:

$$S_0 = \frac{Q_0 \cdot a_{cp}}{\Phi \cdot g_{cp} \cdot K_и} \qquad (28)$$

где Q_0 – общий черновой вес материалов или заготовок, подлежащих механической сборке в течение года, т.

$a_{ср}$ – среднее количество дней, на которое принимается запас материала (от 3-х до 20 дней в зависимости от типа производства);

Ф – количество рабочих дней в году;

$g_{ср}$ – среднедопустимая нагрузка на площадь цеха, т/м^2 (принимается 2 - 3 т/м^2);

$К_и$ – коэффициент использования площади склада – отношение полезной площади склада к его общей площади, включая проходы, проезды $К_и$ = 0,4 – 0,5

Для снабжения станков смазочно-охлаждающей жидкостью в механическом цехе предусматривают эмульсионную станцию и склад масел. Эмульсионная станция обслуживает все механические цеха и часто выносится в пристройку или строится отдельно на территории завода. В механических цехах масло расходуется на заливку и смену масла в емкостях станков, на доливку и ручную смазку трущихся элементов станков.

Нормы расхода сказочных материалов (индустриальные масла марок 20, 30, 45) на один металлорежущий станок ($q_м$):

- для мелкого оборудования - 0,25 кг в сутки;
- для среднего оборудования - 0,44 кк в сутки;
- для крупного оборудования - 0,7 кг в сутки.

Годовой расход масел для смазки оборудования (т/год):

$$Q = \frac{\sum_i q_i \cdot C_n \cdot 253}{1000}, \qquad (29)$$

где $q_{мi}$ – расход масла на 1 станок в сутки, кг;

$C_п$ – количество станков;

253 – число рабочих дней в году.

Площадь склада масел составляет 10 - 20 м^2. Эмульсионную станцию и склад масел располагают в помещениях у наружной стены с отдельным выходом наружу.

Современные высокопроизводительные станки, оснащенные десятками режущих инструментов и работающие на высоких скоростях, дают до 100 кг стружки в час. Это сделало необходимым разработку специальных средств для сбора и утилизации стружки.

Средний процент отходов в стружку по всем видам заготовок можно принять равным 15% от массы готовых деталей годовой программы. Наиболее эффективный способ переработки стружки - ее брикетирование. Особые трудности вызывает сбор и транспортировка стальной витой стружки, которая для брикетирования должна быть измельчена. Предварительное дробление ее производят на станке путем применения стружколомательных элементов на инструменте - стружколомов, экранов и т.д. Для уборки стружки из рабочей зоны станка современные станки имеют специальные устройства шнекового, скребкового или инерционного типа, которые перемещают стружку в короб или люк, расположенные с тыльной стороны станка. Транспортировка стружки - см. транспортные устройства.

Переработка стружки производится в централизованном отделении, которое размещают у наружной станы здания: в подвальном помещении или в отдельном.

Площадь отделения для переработки стружки определяется в зависимости от количества производственного оборудования цеха по таблице.

Табл. 5

Кол-во станков	до 60	60 – 100	100 – 200	200 – 300	300 – 400
$S_{отд}$, м2	65 – 75	75 – 85	85 – 105	110 – 125	130 – 180

7. Подъемно-транспортное оборудование цеха

Выбор того или иного вида цехового транспорта зависит от характера продукции, ее веса и размеров, вида производства и формы организации работы; размеров грузооборота (количества перемещаемых грузов), назначения транспорта.

7.1. *Транспортное оборудование в серийном производстве*

Удобным транспортом являются электрические тележки; они просты в управлении и бесшумны, благодаря чему их широко применяют на заводах. Приводятся они в движение электродвигателем, питающимися током от аккумуляторной батареи. Они строятся грузоподъемностью 0,75; 1,0; 1,5; 2; 3 и 5 т с подъемными платформами и подъемными кранами или без них. Скорость движения - 6 - 15 км/ч. (100 - 250 м/мин). Применяются и автотележки, но они имеют существенные недостатки; выделение отработанных газов и использование дорогого горючего.

Расчет потребного количества электротележек и др. транспорта определяется в зависимости от веса деталей, перевозимых в течение года, времени пробега и времени на ее загрузку и разгрузку.

$$K_m = \frac{Q \cdot i}{q \cdot 60 \cdot \Phi \cdot m \cdot K_p}\left(\frac{l_{cp}}{v_{cp}} + t_з + t_p\right), \qquad (30)$$

где $К_т$ - расчетное количество электротележек

Q - вес деталей, транспортируемых в год, т;

q - заполнение электротележки за один рейс, т (≈75% от её грузоподъёмности);

i - среднее количество транспортных операций на одну деталь (с учетом переходов одной детали со станка на станок, расположение оборудования и перевозок заготовок из цехового склада и обработанных деталей в промежуточный склад);

Ф - номинальный годовой фонд времени электротележки при работе в одну смену, ч. (≈ 2070 ч.);

m - количество смен работы электротележки в сутки;

$К_р$ - коэффициент, учитывающий простой тележки из-за ремонта (≈0,97);

$V_{ср}$ - средняя скорость электротележки (≈ 150 м/мин),

$Т_з$ $Т_р$ - время на загрузку и разгрузку электротележки за

каждую операцию (по 5-10 мин).

При дробном числе оно округляется до целого и называется принятым количеством $К_{т\ пр}$.

Данные по расчету производительности и стоимости транспортировки грузов на автотягачах, электротягачах, электрокарах и электропогрузчиках приведены в табл. 7.5; 7.6 - 7.9. и П7.1[5].

Для подъема на станок тяжелых деталей, а также для передачи деталей со станка, находящегося в одном пролете, на станок. расположенный в другом пролете, используют поворотные краны в виде простой стрелы с талью либо тельфером или в виде крана на колонне.

Консольные электрические краны, перемещающейся вдоль стен по рельсам, применяются для обслуживания цеховых складов и пролетов крупных цехов. Они обслуживают зону вдоль цеха; ширина зоны зависит от вылета консоли, которая доходит до 5 м.

Наиболее распространенным средством верхнего транспорта в цехе являются электрические мостовые краны, которые служат и грузоподъемным, и транспортным средством. Управление ими может быть верхнее (из кабины) и нижнее. Скорость передвижения с верхним управлением до 120 м/мин; управляемых с пола - не более 30 м/мин.

При небольшом объеме грузовых работ применяют ручные одно- и 2-х балочные мостовые краны.

7.2. Подъемно-транспортное оборудование в автоматизированном производстве

В автоматическую поточную линию транспортные устройства входят в качестве составной части всего комплекта оборудования линии и поставляются станкостроительными заводами комплексно с входящими в линию станками.

Удобными транспортно-подъемными средствами являются монорельсы, рольганги или их сочетание с транспортерами и гибкими подвесками.

Корпусные детали, имеющие хорошие поверхности, перемещаются по рольгангу непосредственно, без тары. Круглые детали помещают в специальные ящики. Наклонные рольганги имеют уклон 3°.

Транспортные конвейеры для межоперационной передачи деталей широко применяют в массовом и крупносерийном производстве. Они могут быть напольными, подвесными. Напольный пластинчатый или ленточный конвейер в однодетальных линиях используется так же, как и рольганг в сочетании с монорельсами. Скорость регулируется в соответствии с тактом выпуска изделий с помощью вариатора и составляет:

- ленточного рабочего конвейера 6 - 30 м/мин;
- транспортного 30 - 60 м/мин.;
- пластинчатого рабочего-1-5 м/мин;

- транспортного - 7 - 20 м/мин.

Для передачи деталей типа тел вращения (маховиков, фланцев и т.п.) применяют наклонные желоба, устраиваемые короткими секциями от одного станка к другому, главным образом на однодетальных поточных линиях. Их выполняют с уклоном 1:10 - 1:15.

При групповой обработке и в поточных линиях в качестве межоперационного транспорта могут служить различные манипуляторы и промышленные роботы.

Создаются автоматизированные участки на безе станков с ЧПУ и транспортными средствами от ЭВМ. Схема ГПС см. стр.321 [4].

7.3. Транспортирование стружки

Транспортирование стружки от станков к сборным коробам или бункерам, расположенным у проездов цеха, производится при помощи авто- и электротележек и погрузчиков, электротельферов на монорельсах, мостовых кланов, кран-балок и транспортеров. Наиболее целесообразно производить транспортирование стружки непосредственно от станка в отделение ее переработки системой транспортеров или конвейеров, расположенных под полом. В таких транспортных системах применяют следующие конвейеры и транспортеры: винтовые (шнековые), скребковые, ершово-штанговые, цепные, пластинчатые, ленточные, инерционные, гидравлические и др. Техническая характеристика конвейеров в табл. 7.13. 7.14 [5].

8. Определение общей площади цеха и его компоновка

Основным показателем, характеризующим использование производственной площади, являются величины удельной общей и производственной площади на один станок. Общая площадь предусматривает размещение контрольных пунктов ОТК, магистральных проездов, ИРК, кладовых приспособлений, абразивов, вспомогательных материалов. Средние размеры удельной производственной и общей площадей:

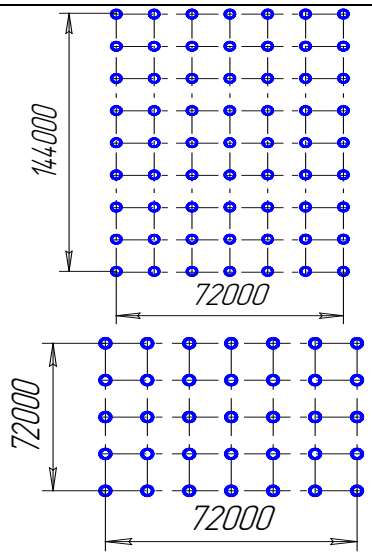
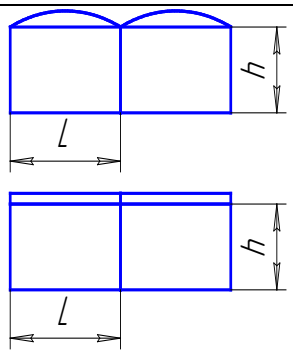
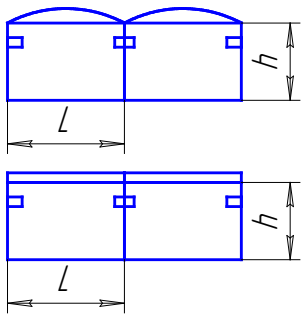
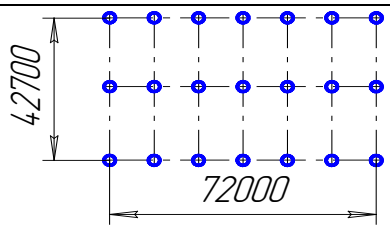
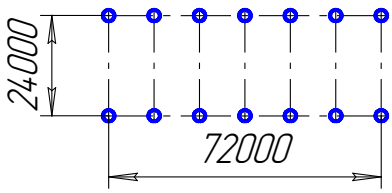
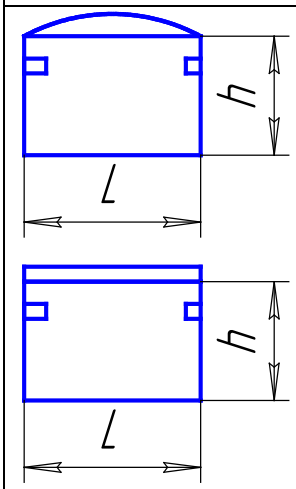
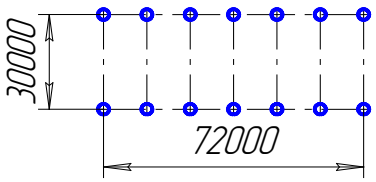
- для малых станков (массой до 1 т) - 10 - 12 м^2 и 18 - 21 м^2,
- для средних станков (массой 1 - 10 т), - 15 - 25 м^2 и 26 - 29 м^2,
- для крупных станков (массой 10 - 30 т) - 30 - 45 м^2 и 50 - 100 м^2.

Рассчитав производственную площадь цеха по известному количеству станков (см.п.3.3) и площади вспомогательных помещений и складов, приступают к компоновке цеха.

Компоновка - это схематический план здания с изображением отделений участков, вспомогательных и служебно-бытовых помещений. При разработке компоновочного плана должны быть учтены общие требования: прямоточность производства, начиная от склада или места поступления заготовок и кончая отправкой готовой продукции; кратчайшие пути, движения продукции на всей протяженности процесса производства; раз-

мещение участков с вредными выделениями и опасных в пожарном отношении у наружных стен здания.

Таблица 5

Категория секций	Планы секций	Сетка колонн, м	Площадь секций, м^2	Наличие кранов	Схема поперечных разрезов секций	Высота пролета, грузоподъемность
Основные		18×12	10638	Бескрановые		6 и 7,2 м, (5 т)
		24×12	5184	Крановые		10,8 (20 т); 12,6 (30 т)
Дополнительные		24×12	3456			10,8 (20 т);
		24×12	1728			12,6 (30 т)
		30×12	2160			

В целях сокращения сроков проектирования и строительства и уменьшения капитальных вложений разработаны унифицированные типовые секции (УТС), которые рекомендовано использовать при проектировании. Оптимальные размеры секций и их площадей выбраны на основе анализа ранее применявшихся проектов производственных зданий. Так, длина секции (размер вдоль пролета) для предприятий машиностроения не превышает 72 м, максимальная ширина принята 144 м. Высота пролетов принимается в зависимости от вида транспортного, оборудования. Схематические планы и разрезы унифицированных типовых секций промышленных зданий см. табл. 5 или стр. 36, 37 [2]. Из типовых секций можно компоновать различные производственные здания.

При оформлении компоновочных планов здание в плане изображают в виде сетки продольных и поперечных разбивочных осей. При этом продольные оси, образующие пролеты здания, обозначают заглавными буквами русского алфавита, а поперечные - арабскими цифрами (рис. 3).

Торцевые колонны здания смещают внутрь относительно разбивочных осей на 500 мм. Это необходимо для того, чтобы пропустить колонны фахверка, шаг которых обычно равен 6 м. Фахверк - легкий каркас, необходимый для размещения на нем стеновых панелей, длина которых равна 6 м.

Все отделения цеха на плане необходимо располагать по ходу общего производственного процесса в следующем порядке.

1. В серийном производстве цеховой склад металла и заготовок вместе или смежно с заготовительным отделением размещаются в начале цеха (поперек пролетов цеха или в отдельном пролете, перпендикулярном пролетам цеха); при поточном производстве складские площадки для заготовок располагают в начале каждой поточной линии.
2. Вдоль склада или складских площадок поперек пролетов цеха устраивают проезд шириной от 4-х и более метров в зависимости от применяемых транспортных средств.
3. Станочное отделение располагается на основной площади цеха; при значительной длине технологической линии устраивают поперечные проходы шириной 4 м.
4. В конце станочного отделения поперек всех пролетов также устраивают поперечный проезд шириной не менее 4 м в зависимости от применяемых средств транспорта.
5. В удобных местах располагают контрольное отделение или контрольные пункты при поточном производстве.
6. В серийном производстве параллельно контрольному отделению, поперек пролетов размещается склад готовых деталей и смежно с ним - межоперационный, если он предусмотрен; в поточном производстве для готовых деталей предусматривают складские площадки или подвесные или напольные конвейеры.

7. В поточном производстве далее располагается узловая сборка как на стендах, так и на конвейерах.
8. Вспомогательные отделения цеха размещают в производственном здании у наружных стен, или в пристройках шириной 6 (кратно 6 м).

Пример схемы компоновки корпуса механосборочного цеха показан на рис.7. Все механические участки цеха расположены вдоль пролетов. Сетка колонн 12 × 18 м. Технологический поток идет от склада заготовок, через участки механической обработки, через контрольное отделение на промежуточный склад, а затем на сборочный участок. В пристройке к производственному зданию расположены служебно-бытовые помещения Вдоль складских помещений и в конце механического отделения предусматривают поперечные проезды шириной не менее 4 м.

Компоновки выполняют в масштабе 1:100 или 1:200, а планировки отдельных участков 1:100 или 1:50 [2, стр. 116, 117; 4, стр. 292].

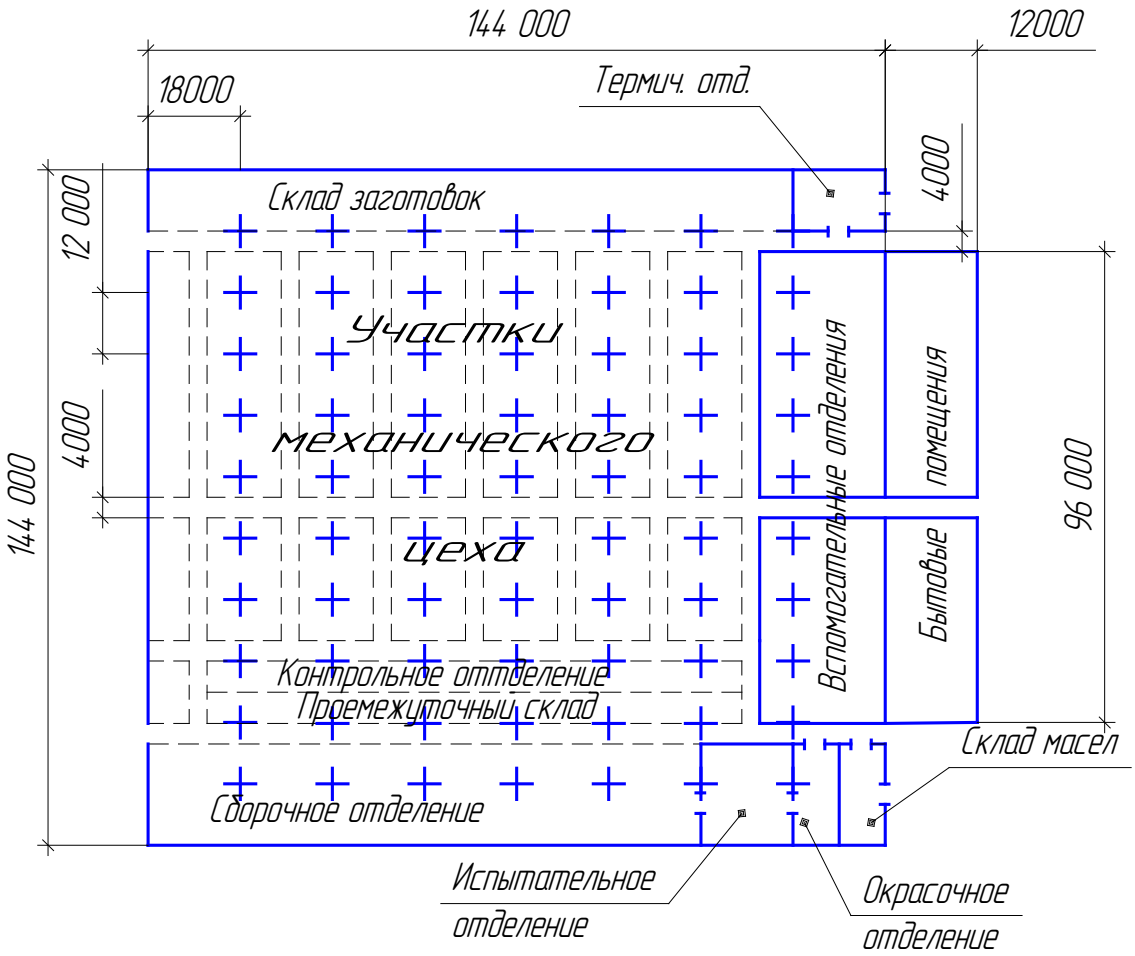


Рис. 7 Схема компоновки механосборочного цеха.

В поточном производстве строят в основном одноэтажные здания с бескрановыми пролетами. Только отдельные пролеты, где ведется обработка крупных корпусных деталей или производится сборка тяжелых уз-

лов, могут потребоваться пролеты с крановым оборудованием, но и в этом случае можно ограничиться подвесными кран-балками грузоподъемностью 0,5 - 5 т.

Административно-технические службы и бытовые помещения цехов размещают в пристройках к производственным зданиям или в отдельных зданиях. Для этого разработаны унифицированные типовые секции с сеткой колонн 6 × 6 м. Ширина пристройки составляет 12 м. Длина секций унифицированного ряда составляет 36, 48 и 60 м. Предусмотрены варианты 2-х, 3-х и 4-х этажных пристроек, причем, первые этаж может быть использован для размещения вспомогательных отделений. Высота первого этажа в этом случае может быть 4,2 м. При размещении административных и бытовых помещений высоту этажа (от пола до пола) принимают равной 3,3 м. Располагать пристройку рекомендуют в торцевой части здания.

Разработка графической части проекта участка и цеха с использованием САПР «Компас-график»

Удобным инструментом при разработке компоновки цеха и построения строительной части плана участка и цеха является прикладная библиотека отрисовки зданий и сооружений, входящая в состав САПР «Компас-График» (АО «АСКОН»).

Библиотека отрисовки планов зданий и сооружений предназначена для выпуска несложных поэтажных планов как при новом проектировании, так и при реконструкции, при этом редактирование возможно производить на основе имеющегося плана, выполненного в любой CAD-системе, включенного в пространство чертежа при использовании встроенного в КОМПАС-ГРАФИК конвертера файлов форматов DXF/DWG, или на основе сканированного плана, помещенного в пространство чертежа как растровая подложка.

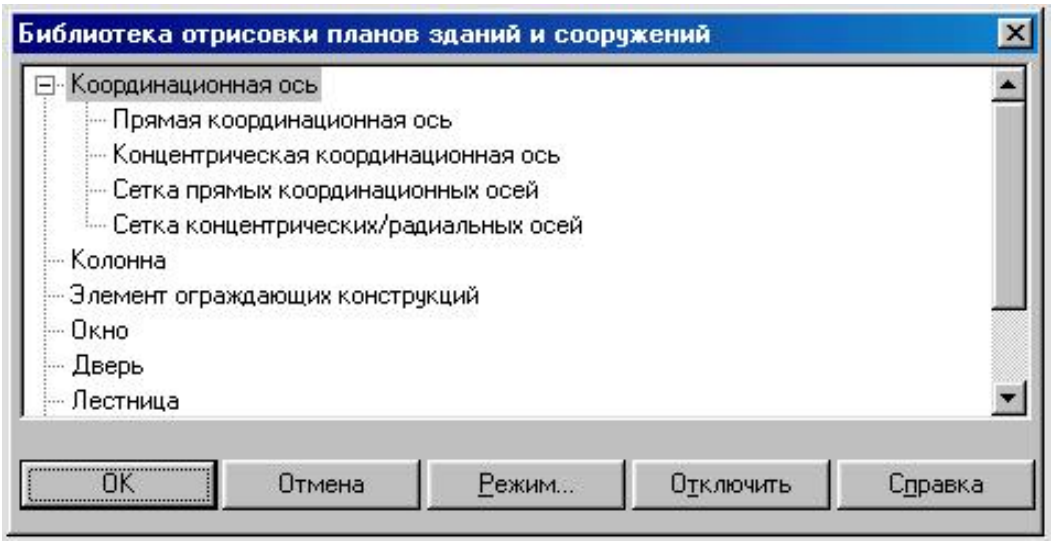


Рис. 8 Диалоговое окно библиотеки отрисовки планов зданий и сооружений

Имеющийся инструментарий позволяет выполнить:

- Разбивку осей (для любого по сложности здания) – проектировщик может использовать сетки прямых и концентрических/радиальных осей и одиночные оси;
- Установить колонны круглого или прямоугольного сечения. В поставке библиотеки сделана выборка колонн из размерного ряда колонн, определяемого ГОСТ 25628-90 “Колонны железобетонные для одноэтажных зданий предприятий. Технические условия“ и ГОСТ 18979-90* “Колонны железобетонные для многоэтажных зданий. Технические условия“.
- Отрисовывать ограждающие конструкции: на планах – стены, на разрезах – стены, перекрытия и кровли с использованием инструмента Элемент ограждающих **конструкций**. При этом проектировщик может произвольно определять структуру стены, набирая ее из штриховок, отождествляемых с определенными материалами, и задавая толщину каждого образующего конструкцию стены слоя материала.

Для задания параметров сетки колонн проектируемого цеха или участка используется диалог «Сетка прямых координационных осей» который вызывается выбором команды **Сетка прямых координационных осей** в окне библиотеки.

Диалог позволяет определить параметры отрисовки сетки прямых координационных осей. Диалог включает в себя две панели, имеющие одинаковую структуру и позволяющие задавать шаг параметры законцовки и обозначения для поперечных и продольных осей, образующих сетку: **Продольная разбивка**, **Поперечная разбивка**.

Для отрисовки на плане участка и цеха колонн используется диалог «Колонна» библиотеки отрисовки планов зданий и сооружений.

Диалог вызывается выбором команды **Колонна** в окне библиотеки, либо выбором одноименной кнопки, подключенной к одной из пользовательских панелей. Диалог позволяет осуществлять выборку стиля колонны из библиотеки стилей, задавать точку привязки колонны к стенам или разбивочным осям и задавать параметры отрисовки (полное или упрощенное изображение).

Поставка библиотеки отрисовки планов зданий и сооружений включает данные по сечениям колонн, определяемым в соответствии с ГОСТ 25628-90 “Колонны железобетонные для одноэтажных зданий предприятий. Технические условия“ и ГОСТ 18979-90* “Колонны железобетонные для многоэтажных зданий. Технические условия“. Кроме того, проектировщик может сам создавать любые колонны круглого и прямоугольного сечения и сохранять их в библиотеке стилей как для использования в текущем проекте, так и в дальнейшей проектной практике.

При необходимости включения в состав проекта колонн таврового

или коробчатого сечения из профилей металлопроката, используйте библиотеку фрагментов “Строительные конструкции. Профили” КОМПАС-ГРАФИК.

Диалог включает в себя окно с перечнем активированных в библиотеке стилей колонн, доступных для установки в пространстве чертежа. Перечень стилей может быть изменен (сужен, расширен) при помощи **Организатора**, вызываемого выбором кнопки **Организатор** панели **Стили** диалога, или же выбором команды **Стили** в окне библиотеки / кнопки **Стили**, подключенной к одной из пользовательских панелей.

Для отрисовки на плане стен используется диалог «Элемент ограждающих конструкций». Диалог вызывается выбором команды **Элемент ограждающих конструкций** в окне библиотеки, либо выбором одноименной кнопки, подключенной к одной из пользовательских панелей.

Диалог позволяет осуществлять выборку стиля элемента ограждающих конструкций (стены, перекрытия, кровли) из библиотеки стилей, задавать способ построения и параметры отрисовки элементов ограждающих конструкций (стен).

Поставка библиотеки отрисовки планов зданий и сооружений включает данные по плитам перекрытий и стеновым панелям, определяемым в соответствии с ГОСТ 9561-91 “Плиты перекрытий железобетонные многопустотные для зданий и сооружений. Технические условия“, ГОСТ 12767-94 “Плиты перекрытий железобетонные сплошные для крупнопанельных зданий. Общие технические условия“, ГОСТ 23486-79 “Панели металлические трехслойные стеновые с утеплителем из пенополиуретана. Технические условия“, ГОСТ 24524-80 “Панели стальные двухслойные покрытий здания с утеплителем из пенополиуретана. Технические условия“. Кроме того, проектировщик может сам создавать любые одно- и многослойные структуры стен, перекрытий, кровель и сохранять их в библиотеке стилей как для использования в текущем проекте, так и в дальнейшей проектной практике.

Простановка окон, дверных проемов, ворот и лестничных маршей на компоновочных чертежах выполняется с использованием соответствующих пунктов диалога прикладной библиотеки отрисовки планов зданий и сооружений (рис. 8). Основные приемы работы с диалоговыми окнами библиотеки при построении оконных дверных и др. проемов аналогичны работе с описанными выше диалогами построения осей, колонн и элементов ограждающих конструкций.

Примечание: Использование прикладной библиотеки отрисовки планов зданий и сооружений позволяет автоматически строить пересечения стен, колонн, а также оконных, дверных проемов и ворот. Для использования этой возможности необходимо, чтобы во всех диалогах библиотеки кнопка **Перестроить** была нажата (при этом перестроение объектов бу-

дет происходить автоматически после вставки элементов в чертеж), либо после расстановки элементов на чертеже выбрать пункт **Перестроить** в меню библиотеки и в появившемся диалоговом окне (рис. 9) указать какие из элементов чертежа необходимо перестроить.

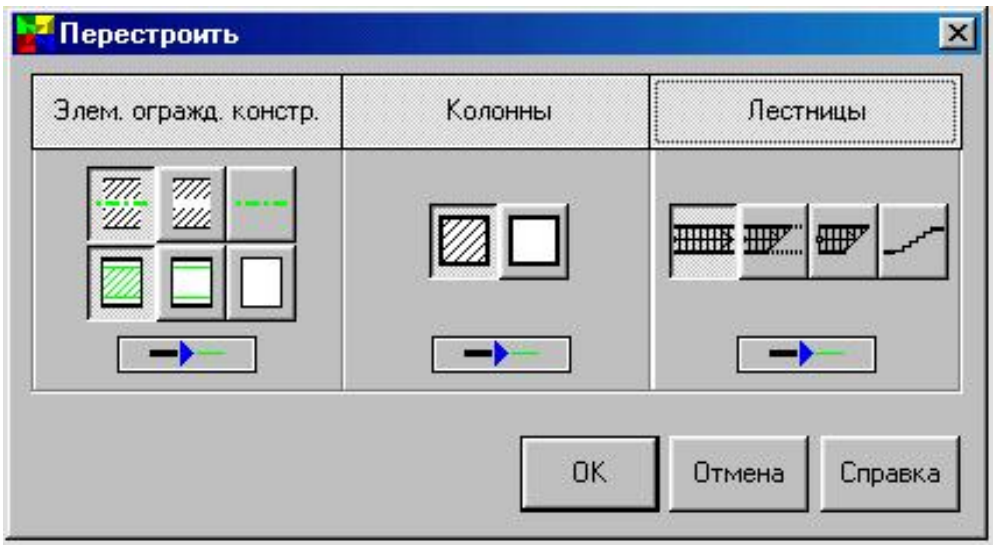


Рис. 9 Диалоговое окно выбора элементов чертежа для перестроения

Для ускоренной отрисовки на плане участка металлорежущего, подъемно-транспортного и вспомогательного оборудования можно использовать библиотеку фрагментов «Разработка компоновок машиностроительных цехов», в которой собраны габаритные изображения станков в соответствии с каталогом ЭНИМСа, а также условные обозначения вспомогательных и строительных элементов в соответствии с нормативно-технической документацией. Порядок работы с этой библиотекой анало-

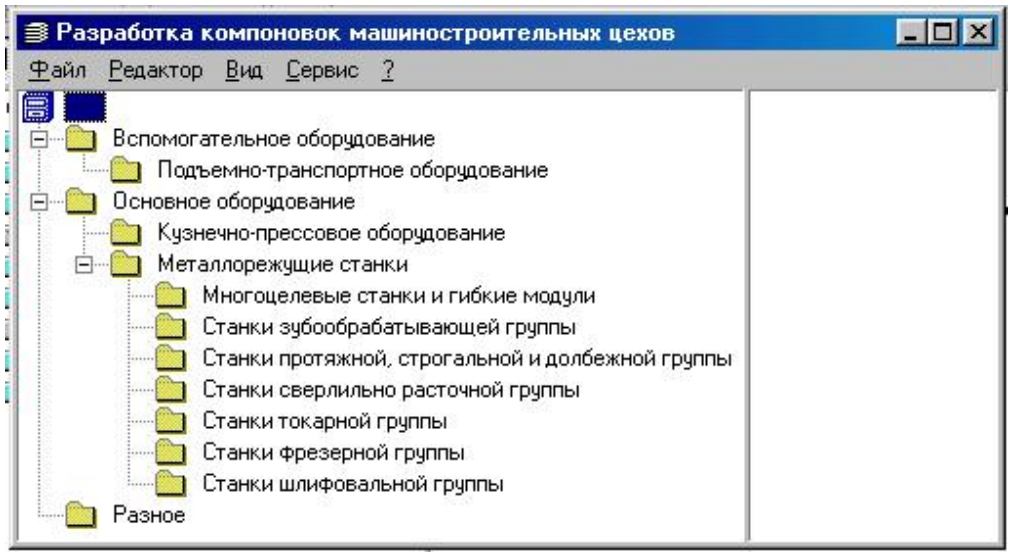


Рис.10. Окно библиотеки фрагментов «Разработка компоновок машиностроительных цехов»

гичен общему порядку работы с библиотеками фрагментов в системе «Компас-график». Сведения о нем можно получить из справочной системы программы в разделах: «Работа с библиотеками» и «Использование фрагментов». Внешний вид диалогового окна библиотеки фрагментов «Разработка компоновок машиностроительных цехов» приведен на рис.10

.

Порядок выполнения работы

Задание: Спроектировать механический (механосборочный) цех с подробной разработкой участка обработки деталей типа …….

Исходные данные:

1. Чертеж детали и технические условия на её изготовление (можно использовать задание на курсовой проект по ТМС) .
2. Годовая программа выпуска в условиях серийного и поточного (или автоматизированного) производств.
3. Трудоемкость годового выпуска изделий механического (или механосборочного) цеха.

Перечень вопросов, подлежащих разработке:

1. Составить технологический процесс обработки детали в условиях
   - серийного производства;
   - поточного производства (или автоматизированного на основе ГПМ, или группового).
2. Определить трудоемкость обработки детали.
3. Подобрать номенклатуру деталей, обрабатываемых на участке, заполнив табл.1.
4. Рассчитать участок и поточную линию (или автоматизированный участок): количество оборудования, число работающих; вычертить планировку оборудования.
5. Спроектировать механический или механосборочный цех;
   5.1. Рассчитать количество оборудования в цехе.
   5.2. Определить производственную площадь цеха.
   5.3. Рассчитать количество работающих в цехе и распределить их по сменам.
   5.4. Определить площадь вспомогательных помещений цеха и подъемно-транспортное оборудование.
   5.5. Выбрать сетку колонн, тип здания, начертить компоновочный план цеха.

Перечень вопросов, подлежащих разработке в дипломном проекте см. [6].

Использованная литература

1. Егоров М.Г. Основы проектирования машиностроительных заводов. М.: Высшая школа, 1969. - 480 с.
2. Мамаев В.М., Осипов Е.Г. Основы проектирования машиностроительных заводов. М.; Машиностроение,1974. - 295 с.
3. Чаренко Д.В., Хабаров Н.Н. Основы проектирования механосборочных цехов. М.: Машиностроение, 1975. - 349 с.
4. Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов. М.: Машиностроение, 1990. 351 с.
5. Дипломное проектирование по технологии машиностроения. Под ред. В.В. Бабука. Минск: Высшая школа, 1979. 464 с.
6. Методические указания к дипломному проектированию. Кошкин В.А., Козлов Г.А. Саратов: СГТУ. 1999. 23 с.

РАСЧЕТ УЧАСТКОВ
МЕХАНИЧЕСКИХ И МЕХАНОСБОРОЧНЫХ ЦЕХОВ

Методические указания
для практических работ
для направления «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств» 151900.62

Составили: Двойнев Алексей Геннадьевич
Стекольников Максим Владимирович