



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Технология машиностроения»

Учебно-методическое пособие по дисциплине

«Проектирование машиностроительного производства»

Авторы
Тамаркин М.А.,
Гордиенко А.В.,
Чава М.М.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Учебно-методическое пособие по дисциплине «Проектирование машиностроительного производства» предназначено для студентов заочной формы обучения по направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» профиль «Технология машиностроения».

Авторы

д.т.н., профессор Тмаркин М.А.,
к.т.н., доцент Гордиенко А.В.,
к.т.н., доцент Чаава М.М.

Оглавление

1. Проектирование участка механической обработки	5
1.1. Определение объема выпуска деталей.....	5
1.2. Расчет производственной программы.....	5
1.3. Предварительное определение типа производства	7
1.4. Выбор организационной формы работ на участке механической обработки.....	7
1.5. Расчет численности основного производственного оборудования.....	7
1.6. Расчет численности производственных рабочих.....	8
1.7. Выбор тары и подъемно-транспортных средств.....	10
1.8. Определение числа вспомогательных рабочих.....	11
1.9. Предварительное определение производственной площади участка механической обработки.....	12
1.10. Уточнение типа производства на участке	12
2. Проектирование участка сборки.....	13
2.1. Расчет численности рабочих мест сборки.....	13
2.2. Расчет численности сборщиков	13
2.3. Определение числа вспомогательных рабочих.....	14
2.4. Определение производственной площади участка сборки.....	14
3. Определение общей и производственной площадей цеха	15
4. Проектирование вспомогательной системы механосборочного производства.....	16
4.1. Проектирование заготовительного отделения.....	16
4.2. Проектирование отделение по восстановлению режущего инструмента.....	16
4.3. Проектирование мастерской по ремонту инструментальной и технологической оснастки.....	17
4.4. Проектирование отделения по приготовлению и раздаче СОТС.....	18
4.5. Проектирование отделения по переработке стружки	19
4.6. Проектирование складской системы.....	20
4.7. Инструментально-раздаточная кладовая.....	22
4.8. Кладовая технологической оснастки	23
4.9. Определение численности ИТР, служащих и МОП	24

5. Выбор здания под строительство	26
6. Проектирование служебно-бытовых помещений	27
7. Разработка компоновки цеха	28
8. Разработка планировки участка механической обработки.....	30
Приложение 1. Условные обозначения, применяемые на планировке	33
Приложение 2. Исходные данные для проектирования...34	
Список Литературы	39

1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

1.1. Определение объема выпуска деталей

Количество деталей данного наименования, типоразмеров и исполнения, подлежащих изготовлению можно определить из

следующей формулы:
$$N_{\partial} = N_{ce} \cdot k \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100}\right) \quad (1),$$

где: N_{ce} – количество сборочных единиц подлежащих изготовлению на проектируемом производстве, в которую входит изготавливаемая деталь; k – количество деталей данного наименования, типоразмеров и исполнения в составе одной сборочной единицы; α - процент деталей изготавливаемых в запасные части; β - процент бракованных деталей (следует отметить, что проектирование брака недопустимо, однако, использование некоторых методов получения заготовок позволяет выявить брак только в процессе механической обработки).

1.2. Расчет производственной программы

1.2.1. Приведенная программа для условий серийного производства

В условиях мелко- и среднесерийного производства, т.е. при значительной номенклатуре выпускаемых изделий трудоемкость расчетов значительно возрастает. Для ее сокращения реальную многономенклатурную программу заменяют приведенной, выраженной ограниченным числом представителей, эквивалентной по трудоемкости (станкоемкости) фактической. С этой целью все детали и сборочные единицы разбивают на группы по конструктивным и технологическим признакам. В каждой группе выбирают изделие представитель, по которому далее ведут расчет.

В качестве изделия представителя выбирают изделие, характеризующееся наибольшей программой выпуска и трудоемкостью изготовления. Рекомендуются формировать группы деталей отличающихся по массе не более чем в 2 раза, а по годовой программе выпуска не более чем в 10 раз.

В соответствии с методикой определения приведенной программы любой объект производства может быть приведен по трудоемкости к представителю с учетом различия по массе, про-

грамме выпуска, сложности обработки или сборки и других параметров. Общий коэффициент приведения: $K_{пр} = K_1 K_2$, где:

$K_1 = \sqrt[3]{\left(\frac{M_i}{M_{пр}}\right)^2}$ – коэффициент приведения по массе для геометрически подобных деталей, где $M_i, M_{пр}$ – массы деталей рассматриваемого изделия и изделия представителя. $K_2 = \left(\frac{N_{пр}}{N_i}\right)^{0.15}$ – коэффициент приведения по серийности, где $N_{пр}$ и N_i – программа выпуска соответственно изделия представителя и приводимого изделия.

Приведенная программа определяется как произведение объема выпуска на $K_{пр}$. Полученные результаты расчета приведенной программы необходимо занести в ведомость.

Заданная программа				Приведенная программа				
Наименование детали	Объем выпуска	Масса, кг		Наименование детали представителя	K_1	K_2	$K_{пр}$	Приведенное число деталей
		Одной детали	Всех деталей					
Итого	-	-		-	-	-	-	

Рассчитанную приведенную программу для дальнейших расчетов необходимо увеличить, умножив на количество моделей изготавливаемых редукторов.

1.2.2. Точная поддетальная для условий массового производства

Для условий массового производства определение точной по детальной программы выпуска заключается в заполнении ведомости годовой производственной программы.

Заданная программа				Приведенная программа				
Наименование детали	Объем выпуска	Масса, кг		Наименование детали представителя	K_1	K_2	$K_{пр}$	Приведенное число деталей
		Одной детали	Всех деталей					
Итого	-	-		-	-	-	-	

1.3. Предварительное определение типа производства

Для предварительного определения типа производства, возможно, использовать коэффициент серийности:

$$K_c = \frac{\tau}{t_{шт.ср.}} \quad (2),$$

где τ - такт выпуска, $t_{шт.ср.}$ - среднее штучное время изготовления изделия.

$$\tau = \frac{\Phi \cdot 60}{N} \quad (3) \quad - \text{ такт выпуска (промежуток времени, за}$$

трачиваемый на изготовление детали или сборки узла) который зависит от эффективного годового фонда времени работы оборудования (Φ) в часах и годовой программы выпуска (N) в шт.

Единичное производство	$K_c > 40$
Мелкосерийное производство	$20 < K_c < 40$
Среднесерийное производство	$10 < K_c < 20$
Крупносерийное производство	$1 < K_c < 10$
Массовое производство	$K_c \leq 1$

1.4. Выбор организационной формы работ на участке механической обработки

Для выбора формы организации работы на участке механической обработки необходимо руководствоваться материалом, изложенным в курсе лекций или учебном пособии.

1.5. Расчет численности основного производственного оборудования

В зависимости от типа производства и его организационной формы используют различные методы расчета необходимого количества производственного оборудования.

Число станков непрерывно-поточной линии для каждой операции технологического процесса: $C'p = \frac{t_{шт}}{\tau} \quad (4),$

где: $t_{шт}$ – штучное время выполнения операции

При переменном-поточном производстве число станков на каждую технологическую операцию определяется следующей

формулой:

$$C'p = \frac{T_{c\Sigma}}{\Phi} \quad \text{или} \quad C'p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шкi} \cdot N_i}{\Phi \cdot 60} \quad (5) \quad \text{при} \quad \text{отсут-}$$

ствии данных о подготовительно-заключительном времени расчет

можно производить по $t_{шт}$:
$$C'p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шкi} \cdot N_i}{\Phi \cdot 60 \cdot Kп} \quad (6),$$

где: $t_{шкi}$ $t_{штi}$ – штучное и штучно-калькуляционное время выполнения операции с i деталью, N_i – программа выпуска i детали, Φ – эффективный годовой фонд времени оборудования, $Kп$ – коэффициент переналадки ($Kп=0,95$ – для групповых поточных линий)

Таблица 1. Рекомендуемые значения коэффициентов загрузки и использования для отдельных видов станков.

ГРУППА ОБОРУДОВАНИЯ	Коэффициент загрузки	
	максимальный	средний
Универсальные станки	0,95-1,0	0,8
Автоматы и полуавтоматы: Одношпиндельные	0,95-1,0	0,85
Многошпиндельные	0,9	0,9
Специальные и агрегатные станки	0,95	0,9
Станки с ЧПУ		

Полученное расчетное значение $C'p$ округляют до большего целого числа, получая принятое число станков C_p для данной операции.

После этого определяют коэффициент загрузки станков на данной операции, который равен отношению фактического времени работы станка к эффективному фонду времени:
$$\kappa_3 = \frac{C'p}{C_p} \quad (7)$$

1.6. Расчет численности производственных рабочих

К производственным рабочим механических и сборочных

производств относят: станочников и наладчиков оборудования, слесарей для выполнения ручных и механизированных операций обработки, пригонки и сборки, мойщиков деталей и других рабочих, непосредственно занятых выполнением операций технологического процесса обработки деталей и сборки машин.

В зависимости от организационной формы производства число станочников может быть определено по трудоемкости работ (для непоточного производства) и по числу производственного оборудования (для условий поточного производства).

Расчет числа станочников по станкоемкости работ:

$$P_{ст} = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_p \cdot K_m} \quad (8), \text{ где } T_{\Sigma} \text{ – суммарная годовая станкоемкость из-}$$

готовления деталей на станках данного типа, Φ_p – эффективный фонд времени работы станочника, K_m – коэффициент многостаночного обслуживания (среднее число станков обслуживаемое одним рабочим), (в данной работе принять $K_m=1$)

Число станочников можно определить также по числу станков одного типа $C_{п.}$ $P_{ст} = \frac{C_{п.} \cdot \Phi_o \cdot K_z \cdot K_u}{\Phi_p \cdot K_m} \quad (9),$

где: Φ_o – эффективный годовой фонд времени работы оборудования.

В условиях крупносерийного и массового производства для обслуживания станков в составе производственных рабочих предусматривают наладчиков, число которых определяют по нормативам обслуживания, установленным для каждого типа оборудования. Так, например: один наладчик обслуживает: 11-18 токарных станков, 5-12 агрегатных станков, 8-18 универсально-шлифовальных станков, 4-10 токарных станков с ЧПУ, 8-16 сверлильных и фрезерных с ЧПУ, 3-6 многоцелевых станков и роботизированных технологических комплексов, 5-8 сборочных автоматов и полуавтоматов, 4-6 сборочных ГПМ.

В условиях мелко- и среднесерийного производства использовать наладчиков на универсальном оборудовании не рекомендуется. В этих условиях наладку оборудования осуществляют высококвалифицированные рабочие.

1.7. Выбор тары и подъемно-транспортных средств

Для межоперационного транспортирования в механосборочных производствах широко используют тележки, авто и электрокары, напольные конвейеры и транспортеры. Наиболее широкое распространение получили: рольганги, скаты и склизы, ленточные, пластинчатые, тележечные, цепные, шагающие и др. конвейеры.

Таблица 2. Назначение и область применения конвейеров.

конвейер	Грузоподъемность	назначение
Ленточный	До 50 кг.	Для межоперационной передачи единичных изделий в таре
Пластинчатый	25-125кг.	Для передачи единичных изделий и изделий, укрепленных в спутниках
Роликовый	30-500кг.	Для межоперационной передачи изделий укрепленных на спутниках на расстояние менее 50м

В зависимости от вида и размеров заготовок и полуфабрикатов применяют различные способы хранения. Штабелями хранят крупные и тяжелые отливки, сварные конструкции, а также в небольших складах заготовки одинаковой номенклатуры. Штучные заготовки, а также резаный прокат хранят в таре. Для средних и крупных цехов, особенно при большой номенклатуре заготовок, более целесообразно хранение заготовок в таре на стеллажах.

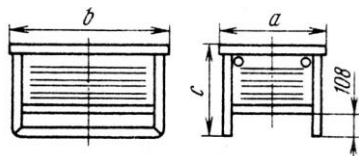


Рис. 1. Схемы ящичных поддонов конструкции НПО "Оргстанкинпром"

мод. 1МП-2А

Количество тары, необходимое для обслуживания рабочих мест: $T = P \cdot B$,

где: P – количество рабочих мест, обслуживаемых тарой;
 B – количество единиц тары, необходимое для каждого рабочего места.

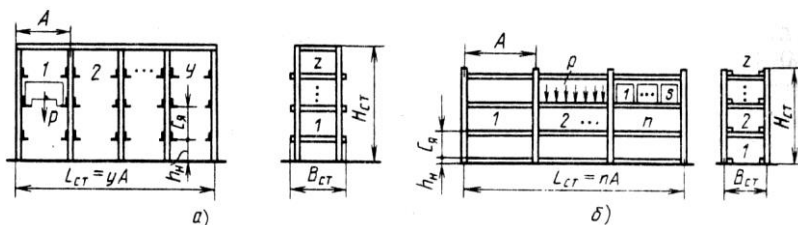


Рис. 2. Схемы клеточных стеллажей по ГОСТ 14757-81.

а) без потолочного, б) каркасного

В зависимости от типов и размеров изготавливаемых изделий, а также условий транспортирования и складирования размеры тары (ящичных металлических поддонов конструкции НПО "Оргстанкинпром" грузоподъемностью до 200 кг ГОСТ 14861-74) в плане выбирают из следующего стандартного ряда: 150×200, 200×300, 300×400, 400×600, 600×800, 800×800, 800×1200, 1000×1200, 1600×1000, 1600×1200.

Таблица 3. Основные параметры без потолочных и каркасных стеллажей по ГОСТ 14757-81

стеллаж	Длина ячеек A , мм	Ширина стеллажа $B_{ст}$, мм	Нагрузка на ячейку, Н
Беспотолочный	485,710,950, 1320, 1800	450, 670, 850, 900, 1120, 1250	500,1000, 2500, 5000, 10000
Каркасный	450,950 , 1320, 1800, 2650	45 450, 670, 850, 900 111 1 120, 1250	20000
Примечание. Высота стеллажей $H_{ст}$, м, следующая: 1,8; 2,4; 3,0; 3,6; 5,1; 5,7; 6,3; 6,9; 7,8; 8,4; 9,3; 9,9; 10,5; 12,3; 14,4; 16,2.			

1.8. Определение числа вспомогательных рабочих

Численность вспомогательных рабочих при укрупненных расчетах определяют в зависимости от числа производственных рабочих (для механосборочных производств число вспомогательных рабочих составляет 20-25% от числа производственных рабочих). При детальном проектировании вспомогательных служб число вспомогательных рабочих определяют по нормам обслуживания,

либо в зависимости от трудоемкости выполняемого объема работ.

1.9. Предварительное определение производственной площади участка механической обработки

Предварительно производственную площадь участка механической обработки можно определить исходя из количества станков размещаемых на участке - $C_{п} : S_{пр} = C_{п} \cdot S_{уд.пр.}$, где: $S_{уд.пр.}$ - удельная производственная площадь, приходящаяся на один станок участка механической обработки.

1.10. Уточнение типа производства на участке

В соответствии с ГОСТ 3.1108-74 тип производства определяется с помощью коэффициента закрепления операции:

$$K_{з.о.} = \frac{n_{оп}}{M} \quad (10)$$

где: $n_{оп}$ – число различных технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению на участке, линии или в цехе в течение месяца,

M – число рабочих мест соответственно участка, линии или цеха.

Тип производства определяется по значениям приведенным в п. 1.3.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ

Предварительное определение типа производства на участке сборки проводится в соответствии с п. 1.3.

Для выбора формы организации работы на участке сборки необходимо руководствоваться материалом, изложенным в курсе лекций или учебном пособии.

2.1. Расчет численности рабочих мест сборки

При проектировании сборочного производства число рабочих мест для выполнения каждой операции поточной линии сборки:

$$M'_{сб} = \frac{t_{ш}}{\tau \cdot \Pi} \quad (11), \text{ где } \Pi - \text{ число рабочих на одном рабочем}$$

месте.

В случае выполнения технологического процесса сборки на периодически движущимся конвейере: $M'_{сб} = \frac{t_{ш}}{(\tau - t_n) \cdot \Pi} \quad (12),$

где: t_n - время на перемещения собираемых на конвейере изделий между соседними рабочими местами. ($t_n = V/l$, где: V - скорость движения конвейера, l - расстояние между центрами собираемых изделий на двух соседних рабочих местах.)

Общее количество рабочих мест сборки на конвейере увеличиваю на 5% с целью создания резервных постов, которые возможно использовать в случае изменения технологического процесса.

$$\text{Число рабочих мест при непоточной сборке: } M'_{сб} = \frac{T_{сб\Sigma}}{\Phi_{рм} \cdot \Pi}$$

(13), где: $\Phi_{рм}$ – эффективный годовой фонд времени работы рабочего места,

Π – плотность работы, под которой понимают число рабочих на одном рабочем месте.

Как и в случае определения числа станков, расчетное значение $M'_{сб}$ округляют до принятого числа $M_{сб}$ и определяют коэффициент загрузки.

2.2. Расчет численности сборщиков

$$\text{Расчет числа сборщиков и слесарей: } P = \frac{T}{\Phi_p} \quad (14),$$

где T – трудоемкость соответствующего вида работ в чел.ч.

Число сборщиков по числу рабочих мест $M_{сб}$ определяют по формуле:
$$P_{сб} = \frac{M_{сб} \cdot \Phi_{р.м} \cdot K_{и} \cdot \Pi}{\Phi_{р}} \quad (15),$$
 где: $\Phi_{р.м}$ - эффектив-

ный годовой фонд времени работы рабочего места, Π – плотность работы, $K_{и}$ – коэффициенты использования рабочего места (для сборки $K_{и}=0,8$)

При поточной сборке необходимо предусматривать до 5% "скользящих" рабочих для замены временно отсутствующих по отношению к общему числу производственных рабочих.

2.3. Определение числа вспомогательных рабочих

Численность вспомогательных рабочих, работающих на участке сборки определяется в соответствии с п. 1.8.

2.4. Определение производственной площади участка сборки

Производственную площадь участка сборки можно определить исходя из количества рабочих мест сборки размещаемых на участке - $M_{сб} : S_{пр} = M_{сб} \cdot S_{уд.пр.}$, где: $S_{уд.пр.}$ - удельная производственная площадь, приходящаяся на одно рабочее место сборщика участка сборки.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЛОЩАДЕЙ ЦЕХА

Площадь производственной системы по своему назначению подразделяют на производственную, вспомогательную и служебно-бытовую.

К производственной площади относится территория, занятая: производственным оборудованием; рабочими местами для выполнения слесарных и сборочных операций, оборудованных верстаками, специальными стендами, и др.; транспортным оборудованием; заготовками, деталями и узлами у рабочих мест и у оборудования; рабочими местами мастеров, контролеров; испытательными стендами и участками окраски; участками консервации и упаковки деталей; проходами и проездами между рядами оборудования за исключением магистральных транспортных проездов.

К вспомогательной площади - относятся площади занятые вспомогательными службами, магистральными и пожарными проездами.

Предварительно общую и производственную площадь механосборочного производства можно определить по нормам общей и производственной площади, приходящейся на один станок или одно рабочее место: $S_{об} = C_{п} \cdot S_{уд.об.} + M_{сб} \cdot S_{уд.об.}$, $S_{пр} = C_{п} \cdot S_{уд.пр.} + M_{сб} \cdot S_{уд.пр.}$ где; $S_{об}$, $S_{уд.об.}$ – общая площадь технологической системы и удельная общая площадь приходящаяся на один станок, $S_{пр}$, $S_{уд.пр.}$ – производственная площадь технологической системы и удельная производственная площадь приходящаяся на один станок, $C_{п}$ и $M_{сб}$ – общее число станков расположенных на всех участках механической обработки и рабочих мест сборки расположенных на участке сборки.

Вспомогательная площадь определяется как разность общей и производственной площадей: $S_{всп} = S_{об} - S_{пр}$

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МЕХАНОСБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

4.1. Проектирование заготовительного отделения

Заготовительное отделение размещается в непосредственной близости от склада материалов и заготовок и используется для разрезания и центрования заготовок из пруткового материала, обдирки прутков и труб, из которых изготавливают детали. Номенклатуру и потребное количество оборудования заготовительного отделения определяют на основании операционных карт на заготовительные операции.

Число рабочих станочников определяется по трудоемкости выполняемых работ.

При расстановке оборудования следует учитывать, что прутковый материал имеет длину от 3 до 6 м, поэтому необходимо предусмотреть соответствующее место около станков. Участок должен быть оборудован подвижными транспортными устройствами, кран-балками.

Удельная площадь заготовительного отделения определяется исходя из норм площади ($S=25-30 \text{ м}^2$) на один станок заготовительного отделения с учетом проходов и проездов.

4.2. Проектирование отделение по восстановлению режущего инструмента

Отделение по восстановлению режущего инструмента предназначено для централизованной повторной заточки и текущего ремонта режущих инструментов. Отделение организуется при количестве основного производственного оборудования не менее 150. Одно отделение по ремонту режущего инструмента обслуживает до 300 станков.

В случае использования в качестве основного оборудования одношпиндельных станков число универсально-заточных станков в процентах от числа обслуживаемых станков: в поточном производстве 3-5%; в непоточном производстве 3-4%

В случае применения многошпиндельных или агрегатных станков эти проценты определяют от числа "приведенных" станков по числу имеющихся шпинделей по формуле:

$$Cп = Cо + (Шт - Ст) \cdot K_1 + (Ша - Са) \cdot K_2$$

где: $Cп$ – приведенное число станков; $Cо$ – общее число

станков без учета многошпиндельных; $Ст$ – число многошпиндельных станков с общим количеством шпинделей $Шт$; $Са$ – число агрегатных станков с общим количеством шпинделей $Ша$; $K_1=0,4$ и $K_2=0,15$ – коэффициенты, учитывающие неодновременность работы шпинделей.

В отделении по восстановлению инструментов необходимо иметь специальные станки, применяемые для заточки сложного режущего инструмента.

Таблица 4. Нормы обслуживания специальных заточных станков.

Затачиваемый инструмент	Станки, обслуживаемые одним специализированным заточным станком	
	наименование	Кол-во
Червячные фрезы	Зубофрезерные: одношпиндельные	10
Протяжки	Протяжные: одноплунжерные	15
Долбяки	зубодолбежные	20

Кроме того, в отделении по восстановлению режущего инструмента устанавливают вспомогательное оборудование – 20% от числа всех заточных станков.

Число рабочих станочников определяется по числу основных станков с учетом, что коэффициенты загрузки и использования оборудования в отделении составляют $K_3-K_4=0,5-0,7$.

Площадь отделения по восстановлению режущего инструмента можно определить на основе норм площади на один заточной станок - 10-12 м²

Указанная средняя площадь на один станок учитывает всю необходимую производственную площадь отделения, включая площадь, занимаемую не только оборудованием, но и верстаками, заточными приспособлениями и т.п.

Отделение по восстановлению режущих инструментов располагают в непосредственной близости с инструментально-раздаточными кладовыми. Кроме того, в отделении монтируется мощная вентиляционная система.

4.3. Проектирование мастерской по ремонту инструментальной и технологической оснастки

Мастерская по ремонту инструментальной и технологической оснастки предназначена для малого ремонта приспособлений и

технологической оснастки, для ухода и надзора за действующим оборудованием и проведения планово-предупредительного ремонта технических средств всех видов. Такая мастерская организуется в производстве при числе станков более 100 штук.

Таблица 5. Количество основных станков ремонтной мастерской.

Число обслуживаемого оборудования	Число основных станков		
	Массовое, крупносерийное	Серийное	Мелкосерийное, единичное.
100-150	3	3	3
151-200	4	4	3
201-300	6	5	4

Количество основных станков ремонтной мастерской определить по нормам в зависимости от числа единиц обслуживаемого технологического и подъемно-транспортного оборудования.

В состав мастерской входит вспомогательное оборудование (обдирочно-шлифовальные станки, гидравлический или ручной прессы, сварочные трансформаторы, шлифовальные станки с гибким валом, электроэрозионный станок для извлечения сломанного инструмента из отверстий и т.д.). Численность вспомогательного оборудования составляет до 40% от числа основных станков этого отделения, но не более 11 единиц.

Площадь мастерской определяют по норме 20-26м² на один основной станок отделения. Полученную площадь увеличивают на 25-30% под склад запасных частей.

Число рабочих станочников определяется по числу основных станков с учетом, что коэффициенты загрузки и использования оборудования в мастерской составляют $K_z \cdot K_{и} = 0,5-0,7$. Количество слесарей принимается в размере 40-100% от числа станочников. Численность подсобных рабочих составляет 18-20% от общего числа станочников и слесарей.

4.4. Проектирование отделения по приготовлению и раздаче СОТС

С целью снижения изнашивания режущего инструмента, улучшения качества обрабатываемой поверхности и повышения производительности труда в механических производствах используют смазочно-охлаждающие технологические средства.

Площадь отделения для приготовления и раздаче СОТС составляет 40-200 м² при числе станков соответственно 50-400.

Численность рабочих 2-4 человека.

Емкости для сбора и фильтрации СОТС размещают в подвалах и тоннелях. Площадь склада масел определяют из расчета 0,1-0,12 м² на один обслуживаемый станок.

Учитывая пожарную опасность, отделение для приготовления и раздачи СОТС располагают у наружной стены здания с отдельным выходом наружу. В отделении предусматривают подвод воды, пара для подогрева и стерилизации, а также сжатого воздуха для перемешивания растворов.

Для размещения и работы смазчиков выделяют помещение площадью 10-20 м². Количество смазчиков определяется из условия, что один смазчик обслуживает 120-150 станков. В помещениях для смазчиков устанавливают один или два верстака и шкафы для хранения масленок.

4.5. Проектирование отделения по переработке стружки

Организация удаления и переработки стружки должна обеспечивать сбор и переработку стружки с наименьшими приведенными затратами.

Выбор технического решения по организации сбора и транспортировки стружки зависит от годового количества стружки, образованного на 1 м² производственной площади.

При количестве стружки до 0,3 т в год на 1 м² производственной площади, целесообразно собирать стружку в специальные емкости и доставлять к месту сбора и переработки напольным транспортом. Кроме того, такой способ удаления стружки применяется при обработке заготовок из разнородных материалов.

При количестве стружки 0,3-0,65 т в год на 1 м² предусматривают линейные конвейеры вдоль станочных линий со специальной тарой в конце конвейера в углублении на подъемнике. Заполненная стружкой тара вывозится на накопительную площадку или участок переработки.

При количестве стружки 0,65-1,2 т в год на 1 м², при общем количестве не менее 3000 т в год, рекомендуется создавать систему линейных и магистральных конвейеров, которые транспортируют стружку на накопительную площадку или бункерную эстакаду, расположенную за пределами цеха.

При количестве стружки более 1,2 т в год на 1 м² при общем количестве более 5000 т в год экономически целесообразно создавать комплексно-автоматизированную систему

линейных и магистральных конвейеров с выдачей стружки в отделе переработки.

Линейные конвейеры размещают в каналах глубиной 600–700 мм, а магистральные – в проходных тоннелях глубиной до 3000 мм.

Следует учитывать, что стружкоуборочные конвейеры, располагаемые вдоль проезда, должны находиться за его пределами.

Для облегчения транспортирования длина стружки не должна быть более 200 мм, а диаметр спирального витка – не более 25–30 мм.

Таблица 6. Назначение и размеры конвейеров для уборки стружки

Материал стружки	Линейные конвейеры		Магистральные конвейеры	
	Вид	Ширина, мм	Вид	Ширина, мм
Сталь	Пластинчатые, винтовые, с бегущим магнитным полем	400–500	Пластинчатые	800
Чугун	Скребковые	180–500	Скребковые, ленточные	800
<i>Алюминий</i>	Лотковые с гидросмывом	250–450	Пластинчатые	600

При размещении станков на участке необходимо группировать линии по видам обрабатываемых материалов, располагая линейные конвейеры с тыльной стороны линии.

Отделения по сбору и переработке стружки размещают у наружной стены здания, вблизи от выезда. Площадь отделения для сбора и переработки стружки можно ориентировочно определить по числу обслуживаемых станков: Число станков. 100–300 300–700 700–1200

Площадь на один станок, м² 1–0,5 0,5–0,3
0,3–0,25

Для хранения стружки без ее переработки удельная площадь снижается в два раза.

4.6. Проектирование складской системы

Любой процесс производства начинается и заканчивает-

ся на складе. Основная цель создания и функционирования склада – преобразование параметров входящего и выходящего грузопотоков с минимальными приведенными затратами.

Структура складской системы во многом определяется организационной формой производства, типом и функциональными возможностями транспортной системы, технологическими особенностями производства изделий.

В поточно-массовом производстве, где работа подчинена единому такту выпуска, необходимость в межоперационных складах отпадает. В серийном производстве, где на одном и том же оборудовании последовательно изготавливают партиями детали, необходимо иметь достаточно мощные межоперационные склады деталей и заготовок.

Для обеспечения эффективного взаимодействия транспортной и складской систем должна быть выбрана оптимальная схема размещения складов, производственных участков и транспортных трасс. Параметры складов и их структура во многом зависит от конструктивных особенностей изготавливаемых изделий и характера технологических процессов их изготовления. От габаритных размеров и формы деталей зависят размеры применяемой тары и ячеек складов.

Склады механосборочного производства можно классифицировать функциональному назначению: склад металла и заготовок, межоперационный склад, склад готовых деталей, склад комплектующих изделий, склад готовых изделий с экспедицией упаковки и отправки.

Площадь складов определяются следующим соотношением:

$$S_{СК} = \frac{m_{\Sigma} \cdot t}{D \cdot q \cdot K_u}$$

В случае многократного перемещения полуфабрикатов между рабочими местами и складом площадь склада: $S_{СК} = \frac{1.1 \cdot m_{\Sigma} \cdot t \cdot i}{D \cdot q \cdot K_u}$,

где: m_{Σ} - масса заготовок, полуфабрикатов, деталей, проходящая в течение года, т; t – нормативный запас хранения грузов на складе, 3-5 дней; i – число доставок полуфабрикатов деталей на склад; D – число календарных дней в году; $q=2$ т/м² – средняя грузонапряженность пола, K_u – коэффициент использования площади, учитывающий проходы и проезды (при обслуживании напольным транспортом

$K_i=0,25-0,3$, при обслуживании стеллажными и мостовыми кранами-штабелерами $K_i=0,35-0,4$).

Число кладовщиков обслуживающих склады механосборочного производства укрупнено можно определить из норм обслуживания одним кладовщиком приведенных в таблице.

В условиях практической работы проектируются только склад материалов и заготовок, склад готовых деталей и склад готово продукции.

Таблица 7. Нормы обслуживания кладовщиками различных по назначению складов

СКЛАД	Число производственных станков или рабочих сборщиков обслуживаемое одним кладовщиком при производстве			
	Единичное, мелкосер.	Средне-серийное	Крупно-серийное	Массовое
МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА				
Заготовок	125	135	180	-
Межоперационный	65	80	105	-
СБОРОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО				
Готовых деталей	65	80	105	105
Готовых узлов	180	270	360	360
комплектующих	90	160	270	270

4.7. Инструментально-раздаточная кладовая

Инструментально-раздаточная кладовая предназначена для хранения, выдачи и проверки режущего, слесарно-сборочного и абразивного инструмента. Площадь ИРК состоит из площадей хранения лезвийного и абразивного инструмента

Нормы площади ИРК на один производственный станок для хранения лезвийного инструмента:

Единичное и мелкосерийное производство – 0,7-1,4 м²

Среднесерийное производство – 0,4-1,0 м²

Крупносерийное производство – 0,3-0,8 м²

Массовое производство – 0,5-0,3 м²

В случае использования в производстве шлифовальных станков создается отдельная кладовая абразивных инструментов, площадь которой определяют из расчета 0,4-0,5 м² на один станок для поточного производства и 0,5-0,8 м² для непоточного производства.

Для обеспечения нормальной работы инструментального хозяйства предусматривается 1-3 ИТР, 1-3 служащих и один человек младшего обслуживающего персонала.

4.8. Кладовая технологической оснастки

Кладовая технологической оснастки предназначена для хранения и комплектации специальных, универсально-сборных приспособлений, универсально-сборной переналаживаемой оснастки и вспомогательных материалов.

Площадь кладовых определяют по нормативам на один производственный станок или одного сборщика.

Таблица 8. Нормы площади кладовых на один производственный станок для механического производства или одного производственного рабочего для сборочного производства.

	Норма площади м ² , на один производственный станок или на одного сборщика.			
	Единичное и мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	массовое
Механическая обработка				
Кладовая приспособлений и инструментальной оснастки	1-2,2	0,6-1,3	0,45-1,2	0,35-0,5
Участок площади сборки УСП	0,35-0,45	0,3-0,45	0,05-0,2	
Сборка				

Кладовая приспособлений	0,6-1,0	0,35-0,6	0,3-0,45	0,3-0,35
	Нормы обслуживания производственных станков и сборщиков одним кладовщиком			
Один кладовщик обслуживает следующее число станков	35-40	55-65	75-85	95-105
Один кладовщик обслуживает следующее число сборщиков	47-53	53-60	67-73	73-80

4.9. Определение численности ИТР, служащих и МОП

Численность ИТР для механических и сборочных производств можно определить в процентном соотношении от числа производственных рабочих.

Производство	Число ИТР в % от числа производственных рабочих			
	Единичное мелкосер.	Среднесерийное	Крупносерийное	массовое
Механическое	24-18	22-16	21-15	20-15
сборочное	12-9	11-8	10-8	10-7

Число служащих механосборочного производства определяют по нормам в зависимости от числа производственных рабочих.

ТИП ПРОИЗВОДСТВА	% служащих от числа производственных рабочих
Единичное и мелкосерийное	1,2-2,2
Среднесерийное	0,9-1,9
Крупносерийное	0,6-1,6
массовое	0,1-1,4

Меньшее значение соответствует числу производственных рабочих более 700 человек, большее – менее 75 человек

К категории младшего обслуживающего персонала относят уборщиков конторских и бытовых помещений (здание для служебно-бытовых помещений будет проектироваться в п.6.). Их

численность определяют по норме: один человек на 500-600 м² площади указанных помещений.

5. ВЫБОР ЗДАНИЯ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО

Для проектирования производственных зданий разработан типаж основных типовых унифицированных секций размером 72×72 м и 72×144 м, причем первый размер соответствует длине пролета, а второй – ширине здания. Основные секции могут быть крановыми и бескрановыми, с сеткой колонн 24×12 и 18×12 м при высоте пролетов 6; 7,2; 8,4 м – для бескрановых и 10,8; 12,6; 16,2; 18 м – для крановых зданий.

Из нескольких секций можно компоновать производственные здания разных размеров и форм. Каждая секция отделяется от другой температурно-деформационным швом, представляющим собой сдвоенный ряд колонн расположенных на расстоянии 1 м.

Размер и количество типовых универсальных секций выбирается из условия, чтобы площадь производственного здания была больше обще площади механосборочного производства определено в п.3.

6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЛУЖЕБНО-БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Площадь служебно-бытовых помещений составляют гардеробные, умывальные, душевые, санитарные узлы, столовые, буфеты, медпункты и т.д.

При укрупненных расчетах площадь служебно-бытовых помещений можно определить исходя из нормы 5 м² на одного работающего по списочному составу с учетом всех смен. По своему назначению площадь служебно-бытовых помещений может быть распределена следующим образом:

1. Служебные помещения	22%	
2. Гардеробы, умывальные, душевые		56%
3. Туалеты	4,5%	
4. Общественное питание	15%	
5. Медицинское обслуживание		1,9%
6. Курительные комнаты	0,6%	

Здание служебно-бытовых помещений обычно выполняется из типовых унифицированных секций с сеткой колонн 6×6м. Ширина пристройки составляет 12 м, а отдельно стоящих зданий 18 м. Длина унифицированного ряда составляет 36, 48 и 60 м. Высота этажа (от пола до пола) составляет 3.3м.

Здание для бытовых помещений представляют собой одно-, двух-, трех и четырехэтажные здания и может примыкать к торцу здания цеха, или к его продольной стене. Пристройки к производственному зданию для размещения служебно-бытовых помещений должны располагаться со стороны наиболее интенсивных людских потоков.

7. РАЗРАБОТКА КОМПОНОВКИ ЦЕХА

При оформлении компоновочного плана здание в плане изображают в виде сетки продольных и поперечных разбивочных осей в масштабе 1:100, 1:200 или 1:400.. Продольные разбивочные оси, образующие пролеты здания, обозначают прописными буквами русского алфавита, поперечные арабскими цифрами.

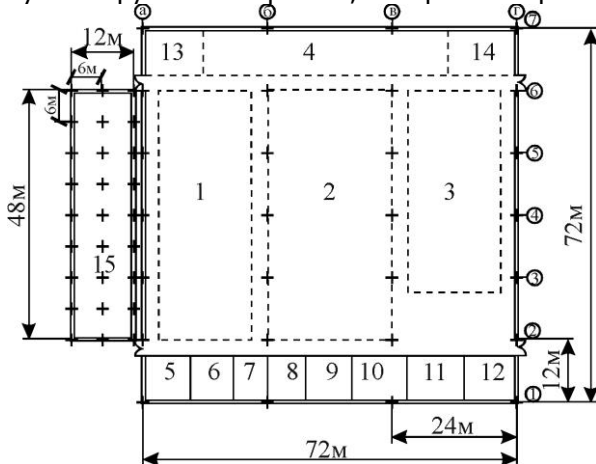


Рис.3. Пример компоновки механосборочного цеха.
 1,2,3 - участки мех. обработки.
 4 - участок сборки.
 5 - склад материалов и заготовок.
 6 - заготовительное отделение.
 7 - отделение по восстановлению режущего инструмента.

- 8 - инструментально-раздаточная кладовая.
- 9 - кладовая инстр. и техн. оснастки.
- 10 - мастерская по ремонту инстр. и техн. оснастки.
- 11 - отделение по приготовлению и раздаче СОТС.
- 12 - отделение по переработке стружки.
- 13 - склад деталей, узлов и комплектующих изделий
- 14 - склад готовой продукции.
- 15 - пристройку для служебно-бытовых помещений.

В процессе разработки компоновочного плана механосборочного производства (цеха) необходимо составить схему компоновки всего корпуса, на которой должно быть показано как взаимное расположение всех смежных производственных отделений, складов, так и пристроек для служебно-бытовых помещений.

Для производственной системы использующей только механическую обработку технологические потоки направляются вдоль пролетов в случае, когда в качестве технологического транспорта используются мостовые краны. В бескрановых зданиях потоки могут быть направлены и вдоль и поперек проле-

тов.

При объединении в одну производственную систему отделений (участков) механической обработки и сборки. Размещение участков внутри такой производственной системы обуславливается взаимным расположением механических и сборочных участков.

В поточно-массовом производстве рабочие места узловой сборки предметно-специализированных цехов размещают в конце линии механической обработки. Механосборочное производство состоит из ряда параллельно расположенных участков механической обработки, состоящих из непрерывно- или переменнo-поточных линий и линий или участка узловой сборки. При конвейерной общей сборке участки механосборочного производства размещают в соответствии с последовательностью установки сборочных единиц и деталей в изделии на главном конвейере.

Отделение или цех общей сборки с конвейером размещают перпендикулярно к линиям обработки после узловой сборки в конце корпуса или в его середине, при этом обеспечивается прямооточность грузопотоков. Вариант размещения общей сборки в середине цеха используют при производстве изделий с большим числом коротких линий механической обработки и относительно небольшой трудоемкостью общей сборки.

На выбор варианта расположения участков оказывают влияние условия работы и технологические особенности используемого оборудования. Исходя из этого, нецелесообразно размещать рядом участки изготовления деталей высокой точности и относительно малой точности ввиду неизбежного влияния вибраций этого оборудования на точность изготовления ответственных деталей. Недопустимо смежное расположение участков абразивной обработки и сборки. В каждом случае необходимо учитывать совместимость технологических процессов смежных участков, степень пожарной опасности, а также концентрацию вредных для жизни человека аэрозолей, выделяемых при работе оборудования. Пожароопасные или вредные для здоровья работающих участки должны быть изолированы от других производств соответствующими перегородками и оборудованы системами очистки воздуха.

8. РАЗРАБОТКА ПЛАНИРОВКИ УЧАСТКА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

После определения количества и состава основного производственного оборудования выполняется планировка участка. Планировка участка – это план расположения производственного, подъемно-транспортного и другого оборудования, инженерных сетей, рабочих мест, проездов и проходов и др. Планировку участка выполняют в масштабе 1:100 или 1:200.

В процессе планировки рабочих мест необходимо руководствоваться следующими принципами: обеспечение точности производственного процесса, исключение по возможности возвратных движений грузопотоков; компактность, т.е. использование минимальной производственной площади для размещения участка; использование наиболее экономичных прогрессивных видов транспорта.

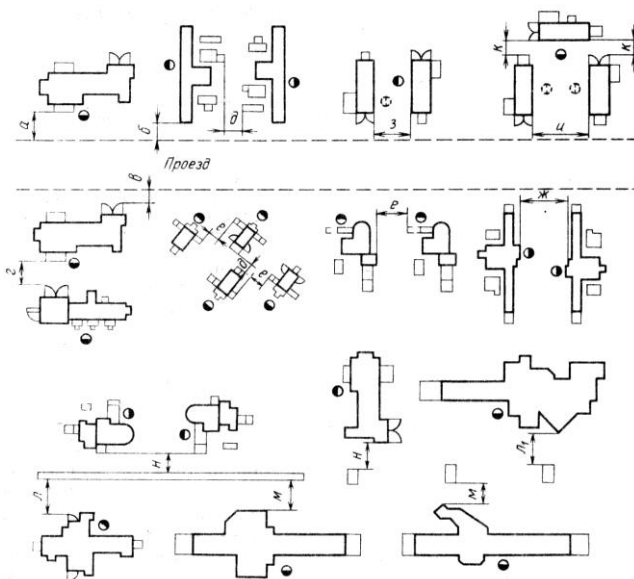


Рис. 4. Варианты размещения станков от проезда, относительно друг друга, стен и колонн здания.

Расположение станков на участках и линиях механической обработки определяется организационной формой производственного процесса, длиной станочных участков, числом

станков, видом межоперационного транспорта, способом удаления стружки и другими факторами. На рис.4. представлены варианты расположения станков относительно транспортных средств.

Таблица 9. Нормы расстояний при размещении станков.

РАССТОЯНИЕ	Наибольший из габаритных размеров станка в плане, м			
	До 1,8	1,8-4,0	4,0-8,0	Св. 8,0
От проезда до: Фронтальной стороны станка – (а) Тыльной стороны станка – (б) Боковой стороны станка – (в)	1,6/1, 0 0,5 0,5	1,6/1, 0 0,5 0,5	2,0/1, 0 0,5 0,7/0, 5	2,0/1, 0 0,5 1,0/0, 5
Между станками при расположении их: “в затылок” – (г) тыльными сторонами друг к другу – (д) боковыми сторонами друг к другу – (е) фронтальными сторонами друг к другу и при обслуживании одним рабочим: одного станка – (ж) двух станков – (з) по кольцевой схеме – (и) $k=0.7m$	1,7/1, 4 0,7 0,9 2,1/1, 9 1,7/1, 4 2,5/1, 4	1,7/1, 6 0,8 0,9 2,5/2, 3 1,7/1, 6 2,5/1, 6	2,6/1, 8 1,0 1,3/1, 2 2,6 1,7 - -	2,6/1, 8 1,3/1, 0 1,8/1, 2 2,6 1,7 -
От стен, колон до: Фронтальной стороны станка –(л) Тыльной стороны станка – (м) Боковой стороны станка – (н)	1,6/1, 3 0,7 1,2/0, 9	1,6/1, 5 0,8 1,2/0, 9	1,6/1, 5 0,9 1,2/0, 9	1,6/1, 5 1,0/1, 9 1,2/0, 9
В числителе даны значения для единичного, мелкосерийного и серийного производства (в знаменателе указаны значения для крупносерийного и массового производства)				

Продольное расположение станков по отношению к транспортному средству или проезду обеспечивает благоприятные условия для механизации и автоматизации межоперационного транспортирования и обслуживания рабочих мест. При попереч-

ном расположении станков обслуживание рабочим ухудшается в связи с удалением его от конвейера, однако, при использовании для автоматической загрузки станков манипуляторов или промышленных роботов этот недостаток исправляется и обеспечивается компактность участка. Расположение станков под углом к проезду применяют для прутковых автоматов, расточных, продольно-строгальных и других станков, длина которых значительно превышает ширину. Прутковые автоматы при этом размещают обычно загрузочными устройствами к проезду для облегчения установки прутков. Кольцевое размещение станков благоприятно для многооперационного обслуживания, но создает трудности для использования межоперационного транспорта и инженерных коммуникаций.







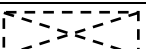
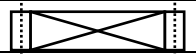





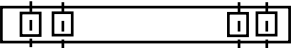
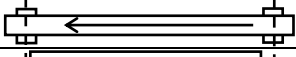

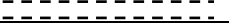


При размещении оборудования необходимо обеспечить установленные нормы расстояния между оборудованием при различных вариантах их расположения. Нормы расстояний, приведенные в таблице 9 обозначенные на рис.4., зависят от габаритных размеров оборудования и указывают расстояния от крайних положений движущихся частей станка до открывающихся дверей станков, установленных отдельно стоек и шкафов систем управления, колонн и стен здания.

Выполняя планировку оборудования, рекомендуется соблюдать следующие правила: участки, занятые станками, должны быть по возможности короткими (35-50 м), причем зоны заготовок и готовых деталей включаются в длину участка; технологические линии на участках могут располагаться как вдоль пролетов, так и поперек них.

Ширину магистральных проездов, по которым осуществляются межцеховые перевозки, принимают равной 4,5-2,5 м. Ширина цеховых проездов зависит от вида напольного транспорта и размеров перемещаемых грузов. При наличии двухстороннего движения транспортных средств ширина проездов удваивается. В процессе проектирования проездов к их ширине добавляют ширину пешеходных проходов равную 1,4 м.

В ходе выполнения планировки определяют методы подачи заготовок, намечают места контрольных пунктов, средства межоперационного транспорта, место мастера, место расположения межоперационных складов и накопителей.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА ПЛАНИРОВКЕ

Наименование обозначаемых элементов	Условные обозначения
Капитальная стена	
Легкие перегородки всех типов	
Колонна здания: условное обозначение; железобетонная; металлическая	
Ворота: распашные	
Канал для транспортировки стружки	
Место рабочего	
Место складирования заготовок	
Кран мостовой	
Стеллаж многоярусный однорядный	
Кран-штабелер автоматизированный	
Кран консольный поворотный с электроталью	
Каретка-оператор с автоматическим адресованием грузов	
Тележка рельсовая	
Конвейер роликовый однорядный	
Ленточный транспортер	
Желоб, склиз	
Проезд	
Резервное место оборудования	<i>РМ</i> 
Контрольный пункт (2×3м)	<i>КП</i> 

7. 2.	Шестерня Зубчатое колесо №1 Зубчатое колесо №2	Сталь 40X		
7. 3.	Корпус Крышка	СЧ18		
8.	Количество рабочих дней в году	250		
9.	Эффективный годовой фонд времени работы:			
9. 1.	металлорежущие станки, Ф (час)	2040	4060	6060
9. 2.	металлорежущие станки с ЧПУ, Ф (час)	1960	3890	5775
9. 3.	Агрегатные станки, Ф (час)	2010	4015	5990
9. 4.	Автоматические линии, Ф (час)	1880	3725	5465
9. 5.	ФРабочее место сборщика, Ф (час)	2070	4140	6210
9. 6.	рабочего Ф (час)	1860		
1 0.	Удельная производственная площадь на один станок, (м ²)	45		
1 1.	Удельная общая площадь на один станок, (м ²)	60		
1 2.	Удельная производственная площадь на одно рабочее место сборщика, (м ²)	30		
1 3.	Удельная общая площадь на одно рабочее место сборщика, (м ²)	40		
1 4.	количество наименований редукторов изготавливаемых в условиях серийного пр-ва.	3		
1 5.	Количество операций сборки редуктора	10		
1 6.	штучное время каждой операции сборки	4,75 мин		

Последовательность операций механической обработки

		Тех. процесс	ТШ Т	Оборудование
Серийное пр-во	Корпус Крышка	005 Фрезерная	3,2	Продольно-фрезерный (661М)
		010 Фрезерная	4	Продольно-фрезерный (661М)
		015 Фрезерная	9,1	Продольно-фрезерный (661М)
		020 Фрезерная	8,2	Вертикально-фрезерный
		025 Разметочная	4,8	(6М13П)
		030 Сверлильная	6,5	Верстак
		035 Сверлильная	5,6	Радиально-сверлильный (2А55)
		040 Сверлильная	7	Верт.-сверл. одношпид.
		045 Сборочная	4,3	(2Н135)
		050 Расточная	5,1	Верт.-сверл. одношпид.
055 Контрольная	4,3	(2Н135) Верстак Горизонтально-расточной (2620) Контрольный пункт		

		Тех. процесс	ТШ Т	Оборудование
Массовое пр-во	Корпус Крышка	005 Фрезерная	4	Продольно-фрезерный (661М)
		010 Фрезерная	8	Продольно-фрезерный (661М)
		015 Фрезерная	9	Фрезерный станок с ЧПУ
		020 Сверлильная	4,5	(65А90ФЦ)
		025 Сверлильная	4,2	Радиально-сверлильный (2А55)
		030 Сборочная	4,1	Фрезерный с ЧПУ (65А90ФЦ)
		035 Расточная	4,4	Верстак
		040 Контрольная	4,3	Горизонтально-расточной (2620) Контрольный пункт
Серийное пр-во	Вал №1 Вал №2 Вал №3	005 Токарная	5,1	Токарно-винторезный (1К62)
		010 Токарная	7,5	Токарно-винторезный (1К62)
		015 Токарная	8	Токарно-винторезный (1К62)
		020 Токарная	3,5	Токарно-винторезный (1К62)
		025 Фрезерная	4	Вертикально-фрезерный
		030 Фрезерная	5	(6М13П)
		035 Термообработка	4,4	Вертикально-фрезерный
		040 Шлифовальная	4,5	(6М13П)
		045 Шлифовальная	6	Индукционная установка
		050 Контрольная	4,2	(ЛЗ167) Кругло шлифовальный (ЗБ161) Кругло шлифовальный (ЗБ161) Контрольный пункт
Массовое пр-во	Вал №1 Вал №2 Вал №3	005 Фрезерно-центров.	3,2	Фрезерно-центровочный п/а
		010 Токарная с ЧПУ	8,2	Токарный с ЧПУ (16К20Ф3)
		015 Токарная с ЧПУ	7,9	Токарный с ЧПУ (16К20Ф3)
		020 Фрезерная с ЧПУ	3,8	Фрезерный с ЧПУ (6520Ф3-30)
		025 Термообработка	4,4	Индукционная установка
		030 Шлифовальная	4,3	(ЛЗ167)
		035 Контрольная	4,2	Кругло шлифовальный (ЗБ161) Контрольный пункт

Серийное пр-во	Шестерня Зубчатое колесо №1 Зубчатое колесо №2	005 Сверлильная 010 Протяжная 015 Токарная 020 Токарная 025 Зубодолбежная 030 Зубозакругляющая 035 Контрольная 040 Термообработка 045 Шлифовальная 050 Контрольная	3,1 9 3 3,5 15 4,1 4 4,43 4,5 4,6	Верт.-сверл. одношпид. (2Н135) Горизонтально-протяжной (МП10) Токарно-винторезный (1К62) Токарно-винторезный (1К62) Зубодолбежный (5В12) Зубозакругляющий (5582) Контрольный пункт Индукционная установка (ЛЗ167) Зубошлифовальный (5А893) Контрольный пункт
Массовое пр-во	Шестерня Зуб-ое колесо №1 Зуб-ое колесо №2	005 Сверлильная 010 Протяжная 015 Токарная 020 Зубофрезерная 025 Контрольная 030 Термообработка 035 Шлифовальная 040 Контрольная	3,1 9 4,6 4,5 4,45 4,43 4,5 4,6	Верт.-сверл. одношпид. (2Н135) Горизонтально-протяжной (МП10) токарный полуавтомат 1283 Зубофрезерный (5К130) Контрольный пункт Индукционная установка (ЛЗ167) Зубошлифовальный (5А893) Контрольный пункт

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тамаркин М.А., Прокопец Г.А., Аксенов В.Н. Проектирование механосборочного производства. Учебное пособие. – Изд. Центр ДГТУ. Ростов н/Д 2002.
2. Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов. - М.: Машиностроение, 1990.
3. Проектирование машиностроительных заводов. Спр-к в 6-ти томах. Под общей ред. Е.С. Янпольского. Т. 4,5. – М.: Машиностроение, 1975.