

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра ремонта тракторов, автомобилей
и сельскохозяйственных машин

**НОРМИРОВАНИЕ
РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩИХ РАБОТ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА**

*Учебно-методическое пособие
для студентов специальностей 1-74 06 03
«Ремонтно-обслуживающее производство
в сельском хозяйстве» и 1-74 06 06 «Материально-техническое
обеспечение агропромышленного комплекса»*

Минск
БГАТУ
2009

УДК 658.53:631.173.4(07)
ББК 65.242Я7
Н 83

Рекомендовано научно-методическим советом факультета «Технический сервис в АПК» БГАТУ

Протокол № 4 от 23 апреля 2009 г.

Составители:

кандидат технических наук, профессор *В.П. Миклуш*,
кандидат технических наук, доцент *П.Е. Круглый*

Рецензенты:

кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник
лаборатории системы машин и технического использования
МТП РУП НПЦ НАН Беларуси *А.В. Ленский*;
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Технология металлов» БГАТУ *Л.Е. Сергеев*

Н 83 **Нормирование** ремонтно-обслуживающих работ на предприятиях технического сервиса : учебно-методическое пособие / сост. В.П. Миклуш, П.Е. Круглый. – Минск : БГАТУ, 2009. – 72 с.

ISBN 978-985-519-124-8.

В учебно-методическом пособии приведены методы нормирования труда на ремонтно-обслуживающих предприятиях и структура технической нормы времени. Изложен порядок нормирования станочных работ, ручной электродуговой и газовой сварки, механизированной наплавки деталей, слесарных кузнечных, шиноремонтных и других работ.

В пособии даны задания для практических работ по темам «Определение нормы времени на выполнение технологической операции восстановления деталей» и «Хронометраж станочной операции».

УДК 658.53:631.173.4(07)
ББК 65.242Я7

ISBN 978-985-519-124-8

© БГАТУ, 2009

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ НОРМ ВРЕМЕНИ	5
2. СОСТАВ ТЕХНИЧЕСКИ ОБОСНОВАННОЙ НОРМЫ ВРЕМЕНИ	8
3. НОРМИРОВАНИЕ РУЧНОЙ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ И ГАЗОВОЙ СВАРКИ И НАПЛАВКИ	10
3.1. Ручная электродуговая сварка и наплавка	10
3.2. Газовая сварка деталей	14
4. НОРМИРОВАНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ СПОСОБОВ НАПЛАВКИ ДЕТАЛЕЙ	17
4.1. Наплавка деталей в среде углекислого газа	17
4.2. Наплавка деталей под слоем флюса	20
4.3. Вибродуговая наплавка деталей	21
4.4. Электроконтактная приварка стальной ленты	21
4.5. Газотермическое напыление деталей	23
5. НОРМИРОВАНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ	25
6. НОРМИРОВАНИЕ РАБОТ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ	27
7. НОРМИРОВАНИЕ СЛЕСАРНЫХ РАБОТ	56
8. Практическое занятие ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМЫ ВРЕМЕНИ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ	62
8.1. Варианты заданий для занятий	62
9. Практическое занятие ХРОНОМЕТРАЖ СТАНОЧНОЙ ОПЕРАЦИИ	66
Контрольные вопросы	70
ЛИТЕРАТУРА	71

ВВЕДЕНИЕ

В числе важнейших экономических рычагов системы управления предприятиями технического сервиса одного из главных мест занимает организация заработной платы. Организация заработной платы должна обеспечить вознаграждение каждого работника в зависимости от количества его труда. В условиях экономической реформы, перехода к рыночным методам хозяйствования принципы материального стимулирования работников должны давать возможность усилить материальную заинтересованность рабочих в улучшении общих результатов работы предприятия.

Основополагающее значение для улучшения системы материального стимулирования имеет совершенствование технического нормирования. Оно способствует развитию научной организации труда, созданию основы для планирования затрат труда на предприятии.

Техническое нормирование — это система изучения производственного процесса, возможностей оборудования и рабочего места с целью определения наиболее эффективных путей их практического применения.

1. МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ НОРМ ВРЕМЕНИ

Техническое нормирование труда имеет основополагающее значение для улучшения системы материального стимулирования, дает возможность усилить материальную заинтересованность работников в улучшении результатов работы предприятия. Оно способствует развитию научной организации труда и созданию основы для планирования затрат труда.

На ремонтно-обслуживающих предприятиях должны внедряться технически обоснованные нормы времени, которые устанавливают с учетом достигнутого уровня техники, научной организации труда и передового опыта рабочих. Эти нормы подлежат замене новыми по мере внедрения в производство технических и организационных мероприятий, обеспечивающих рост производительности труда. Техническое нормирование труда основывается на изучении производственного процесса, возможностей оборудования и рабочего места. Оно позволяет обосновать затраты труда на различных работах, создает условия для роста производительности труда путем использования всех организационно-технических возможностей рабочего места и снижения на этой основе трудоемкости работ. Установленные в результате нормирования технически обоснованные нормы служат основанием для определения состава, количества и загрузки оборудования, численности и состава рабочих и расчета основных показателей деятельности предприятия.

При разработке норм затрат труда следует исходить из нормальных производственных условий и рационального расположения рабочих мест, никакие отклонения не должны учитываться. В процессе нормирования определяют затраты времени на выполнения операций, предусмотренных технологическим процессом, т. е. **основным объектом технического нормирования** является операция (основная единица разделения труда). Операции разделяют на переходы (вспомогательные и технологические), проходы, приемы и т. д.

Основные технически обоснованные методы, применяемые при нормировании труда, — это расчетно-аналитический и аналитически-исследовательский.

Расчетно-аналитический метод основан на расчете затрат времени с учетом принятых технологических режимов выполнения операции. Этот метод дает возможность установить технически обоснованные нормы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках, газосварочном и электросварочном оборудо-

вании, при механизированных способах наплавки изношенных поверхностей деталей и гальванических операций. Нормируемую операцию расчлениают на составные элементы (переходы), определяют их рациональное содержание и последовательность выполнения. Используя рекомендации, назначают наиболее выгодные режимы выполнения операции и работы оборудования с учетом его технической характеристики. Затем основное (машинное) время рассчитывают по формулам; затраты вспомогательного, дополнительного и подготовительно-заключительного времени устанавливают по нормативным таблицам, приведенным в соответствующих справочниках, и рассчитывают норму времени на операцию.

Аналитически-исследовательский метод основан на измерении затрат времени путем проведения фотографии рабочего дня, хронометража, моментных наблюдений, осциллографирования с последующей обработкой результатов исследований. Этот метод применяют в тех случаях, когда норма времени не может быть установлена расчетным путем (слесарные, разборочно-сборочные, дефектовочные, кузнечные и другие работы). Метод будет надежным только в случае достаточно большого числа наблюдений.

В отдельных случаях в ремонтных мастерских применяют опытно-статистический метод и метод сравнения.

Опытно-статистический метод предусматривает установление норм времени на основе опыта нормировщика или с учетом статистических данных о затратах времени в прошлые периоды на выполнение аналогичных работ. Однако даже при обработке большого статистического материала опытно-статистические нормы в своей основе не являются прогрессивными, так как исходят из уже достигнутого в прошлом уровня производительности труда при использовании старой техники, технологии производства и методов организации труда. Следовательно, этим методом не могут быть установлены технически обоснованные нормы времени на операции, выполняемые на более производительном оборудовании и технологической оснастке. Опытно-статистический метод нормирования не может удовлетворять производство, постоянно совершенствующее технологию и организацию труда.

Метод сравнения, или **метод установления норм времени по аналогии**, заключается в установлении норм для новых операций путем их сравнения (сопоставления) с затратами времени на операции, на которые нормы времени известны. Рассматривая аналогичные операции, устанавливают их различия по трудоемкости, сложно-

сти выполнения и другим показателям, с учетом чего разрабатывают новую норму времени. При этом возможны ошибки, возникающие в связи с неполным учетом изменившихся условий производства, возможной неточностью нормы, с которой сравнивают аналогичную. Степень правильности устанавливаемой нормы зависит от опыта нормировщика и его умения оценить степень аналогии и трудоемкости сравниваемых операций процесса. При всех недостатках метода он все же более совершенен, чем опытно-статистический, и поэтому часто применяется в единичном производстве.

Таким образом, нормы времени, установленные опытно-статистическим методом и методом сравнения на основе производственного опыта нормировщика, не являются научно обоснованными. Они не учитывают прогрессивных изменений в технике, технологии и организации производства, не в полной мере отвечают требованиям повышения производительности труда.

Применение того или иного метода нормирования зависит от типа производства. Массовое и серийное производство дает широкие возможности для механизации и автоматизации технологического процесса. Поэтому нормы времени в этих условиях чаще устанавливают расчетно-аналитическим методом. При единичном и мелкосерийном производстве обычно используют аналитический исследовательский метод.

В практике работы ремонтно-обслуживающих предприятий действует также метод нормирования по разработанным нормативными организациями справочникам типовых норм времени на разборку, сборку и ремонт машин.

2. СОСТАВ ТЕХНИЧЕСКИ ОБОСНОВАННОЙ НОРМЫ ВРЕМЕНИ

Технически обоснованной нормой времени называют время, необходимое для выполнения операции (работы) в определенных организационно-технических условиях с учетом рационального использования средств технического оснащения и опыта передовых рабочих.

Норма времени (T_n) определяется в минутах и складывается из отдельных элементов затрат времени

$$T_n = T_o + T_v + T_d + \frac{T_{п.з}}{n}, \quad (2.1)$$

где T_o – основное время, мин;

T_v – вспомогательное время, мин;

T_d – дополнительное время, мин;

$T_{п.з}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество деталей в партии, шт.

Основное (технологическое) время затрачивается на непосредственное осуществление технологической операции. В течение этого времени изменяется форма и размеры детали, качество поверхности. Так, при электродуговой сварке в течение основного времени плавится электрод, при токарной обработке — снимается стружка и т. д.

Вспомогательным называют время, затрачиваемое на вспомогательные действия, обеспечивающие выполнение основной работы. К вспомогательному относится время на установку, крепление и снятие обрабатываемой детали; очистку шва от шлака, повороты детали при сварке; закрепление деталей на навесках, загрузку их в ванну и выгрузку при гальванических операциях; настройку оборудования на определенные технологические режимы и управление им; перестановку инструмента (смену электрода) и др.

Сумма основного и вспомогательного времени *составляет оперативное время ($T_{оп}$)*

$$T_{оп} = T_o + T_v. \quad (2.2)$$

Дополнительное время складывается из времени организационно-технологического обслуживания рабочего места (смена затупившегося инструмента и его заточка, регулировка и наладка оборудования, правка шлифовального круга, смазка станка, очистка оборудования, раскладка и уборка инструментов, установка ограж-

дения и смена баллонов при сварке и т. п.) и времени перерывов на отдых на тяжелых и вредных работах.

Дополнительное время рассчитывают пропорционально затратам оперативного (в процентном отношении от оперативного времени):

$$T_d = \frac{T_{оп} K_d}{100}, \quad (2.3)$$

где K_d — процентное отношение T_d к $T_{оп}$.

Сумма основного, вспомогательного и дополнительного времени составляет *штучное время* ($T_{шт}$)

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_d. \quad (2.4)$$

Подготовительно-заключительное время затрачивается рабочим на подготовку к выполнению работы и выполнение действий, связанных с ее окончанием. Это время затрачивается на получение задания, наряда, инструмента; ознакомление с работой, чертежами, технологическим процессом; инструктаж, получение приспособлений, материала; наладку оборудования и приспособлений для выполнения заданной работы; сдачу готовых изделий и инструмента и пр.

Подготовительно-заключительное время затрачивается только в начале и конце изготовления (восстановления или ремонта) заданной партии изделий (деталей). Длительность его не зависит от количества деталей в партии. Поэтому при включении его в норму времени на одну деталь его следует разделить на количество деталей в партии.

Для правильной оценки затрат труда на выполнение операции технологического процесса необходимо установить ее состав (содержание). В состав операции, кроме основных технологических переходов, входят и вспомогательные переходы, т. е. действия рабочего (оборудования), направленные на выполнение основной работы (установка, повороты и снятие детали, установление режима и т. п.).

3. НОРМИРОВАНИЕ РУЧНОЙ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ И ГАЗОВОЙ СВАРКИ И НАПЛАВКИ

3.1. Ручная электродуговая сварка и наплавка

Перед расчетом нормы времени устанавливают (принимают) условия выполнения сварочной операции, учитывая положение сварщика во время работы (удобное, неудобное, напряженное), возможности его перемещения (свободное, затрудненное). Если сварка (наплавка) детали производится на столе для сварочных работ, то сварщик будет выполнять нижний шов. Такое положение шва в пространстве не будет вызывать неудобств в работе. Перемещения сварщика при работе можно считать свободными.

Затем определяют содержание операций. Кроме технологических переходов предусматривают вспомогательные в зависимости от конструктивных особенностей детали, места расположения дефекта и т. п.

Пример состава операции:

1. Поднести и уложить деталь на стол.
2. Заварить трещину с одной стороны.
3. Повернуть деталь на 180°.
4. Заварить трещину с другой стороны.
5. Снять и отнести деталь.

В зависимости от материала детали и характера нагрузки принимают тип электрода (таблица 3.1).

Таблица 3.1 — Электроды для сварки и наплавки

Тип электрода	Марка электрода	Применение	Диаметр, мм	Сила тока, А	Коэффициент наплавки, г/(А·ч)
1	2	3	4	5	6
Э-42	ОНА-2 ОЗП-1	Малоуглеродистая сталь	2	25...45	10
			3	50...80	
			4	120...140	
			5	160...180	
Э-42А	АНО-1 АНО-5	Малоуглеродистая и низколегированная сталь	4	180...220	8,5
			5	200...250	
Э-42А	ОЗС-2 УОНИ-13/45	Углеродистая и низколегированная сталь, повышенные нагрузки	2	40...50	8,5
			3	80...100	
			4	100...160	
			5	140...200	

Окончание таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6
Э-46	ОЗС-3 ОЗС-4	Малоуглеродистая сталь до Ст. 4	3	100...130	8,5
			4	160...190	
Э-46А Э-50А	УОНИ-13/55	Ответственные детали из углеродистой и низколегированной стали	3	80...100	9,5
			4	120...160	
			5	170...200	
Э-55А	УОНИ- 13/55А	Ответственные детали из углеродистой и среднелегированной стали	3	80...100	9,5
			4	130...160	
			5	160...210	
Э-11Г3 Э-12Г4 Э-15Г5	ОЗН-300У ОЗН-350У ОЗН-400У	Наплавка деталей, изношенных от трения по металлу (НВ 300...400)	3	170...200	8,6
			4	180...210	
			5	200...240	
Э-320 Х25С2 ГР	Т-590	Наплавка деталей, подвергающихся абразивному износу	3	170...210	8,6
			4	200...230	
Э-320 Х23С2 ГТР	Т-630	(HRC ₃ 55...63)	5	220...250	
—	ОЗЧ-1 ОЗЧ-2	Заварка дефектов в чугунных деталях	3	90...100	13,7
			4	120...140	
			5	160...190	
—	МНЧ-1 МНЧ-2	Заварка дефектов в чугунных деталях	3	90...100	11,5
			4	120...140	
			5	160...190	
—	ОЗА-2	Заварка дефектов в деталях из алюминиевых сплавов АМЦ и АЛ-9	3	110...120	6,35
			4	120...150	
			5	150...170	

После выбора типа электрода подбирают режим сварки (наплавки).

Для определения силы тока при сварке в нижнем положении шва используют формулу

$$I = (60 + 2d_3)d_3, \quad (3.1)$$

где d_3 — диаметр электрода, мм.

Диаметр электрода принимают в зависимости от толщины свариваемого материала или толщины наплавляемой детали:

Толщина свариваемого материала, мм	2	3	4	5	6
Диаметр электрода при сварке, мм:					
стали	2–2,5	3	3–4	3–4	3–4
чугуна	—	—	3	3	3–4
алюминия	3	3–4	4	4	5
Толщина наплавляемой детали, мм	3	4	6	10	24
Диаметр электрода, мм	2–3	3	3–4	4–5	5–7

Основное время сварки (наплавки) определяют по формуле

$$T_o = \frac{60G}{\alpha I} Am, \quad (3.2)$$

где G — масса наплавленного металла, г;

α — коэффициент наплавки, г/(А·ч);

I — сила тока, А;

A — коэффициент, учитывающий длину шва;

m — коэффициент, учитывающий положение шва в пространстве.

Масса наплавленного металла (G)

$$G = LF\gamma, \quad (3.3)$$

где L — длина шва (наплавленной поверхности), см;

F — площадь поперечного сечения шва (слоя), см²;

γ — плотность наплавленного металла, г/см³.

Для удобства расчетов в таблице 3.2 приведены значения площадей сечений швов основных типов сварных соединений.

Таблица 3.2 — Площади сечений швов, см²

Толщина свариваемого материала, мм, не более	Обозначения сварных швов			
	С2	С4	С15	У4
1	0,07			
2	0,11			
3	0,15	0,24		
4	0,22	0,34		0,12
5		0,40		0,17
6		0,52	0,28	0,24
8		0,56	0,45	0,40
10			0,67	0,64
12			0,93	0,90

Примечание. С2 – стыковой односторонний шов без скоса кромок; С4 – стыковой двусторонний шов без скоса кромок; С15 – V-образный шов со скосом кромок; У4 – угловой шов без скоса кромок.

Плотность наплавленного металла принимают при сварке (наплавке) стальными электродами 7,8 г/см³; чугунными — 7,1 г/см³; биметаллическими — 8,3 г/см³.

Значение коэффициента *A* принимают в зависимости от длины шва. При наплавке поверхностей и заварке отверстий коэффициент *A* не учитывают:

Длина шва, мм, не более	50	100	200	500
Значение коэффициента <i>A</i>	1,4	1,3	1,2	1,1

Значение коэффициента *m* принимают в зависимости от положения шва в пространстве: нижний шов — 1,0; вертикальный — 1,25; горизонтальный на вертикальной плоскости — 1,3; потолочный — 1,6.

Вспомогательное время (*T_в*) при выполнении сварочных работ будет равно

$$T_{в} = T_{в1} + T_{в2} + T_{в3}, \quad (3.4)$$

где *T_{в1}* — вспомогательное время, связанное со швом (очистка кромок трещины перед сваркой, возбуждение дуги, смена электрода, очистка шва от шлака и осмотр), таблица 3.3;

T_{в2} — вспомогательное время, связанное с перемещением изделия (подноска и установка на стол, повороты, снятие и отсоединение), таблица 3.4;

T_{в3} — вспомогательное время на перемещения сварщика и подтягивание проводов. При свободном перемещении принимают 0,6 мин, при затрудненном — 0,9 мин.

Таблица 3.3 — Вспомогательное время, связанное со швом, мин

Толщина материала, мм	Обозначение шва							
	С2		С4		С15		У4	
	Длина шва, мм							
	100	300	100	300	100	300	100	300
3	0,8	1,3	1,0	2,0	—	—	0,9	1,5
4	0,9	1,5	1,2	2,1	—	—	1,0	1,6
5	—	—	1,3	2,2	—	—	1,1	1,8
6	—	—	1,4	2,3	0,8	1,1	1,2	2,0
8	—	—	1,5	2,4	0,8	1,9	1,3	2,3
10	—	—	—	—	0,9	2,1	1,6	3,0
12	—	—	—	—	1,3	2,8	1,8	3,2

Таблица 3.4 — Вспомогательное время, связанное с изделием, мин

Переходы	Масса детали, кг, не более				
	5	10	15	20	30
Поднести, уложить, снять и отнести деталь	0,4	0,6	0,7	1,0	1,4
Повернуть на 90°	0,10	0,12	0,14	0,16	0,20
Повернуть на 180°	0,12	0,14	0,17	0,20	0,25

Дополнительное время (*T_д*) определяют по формуле (2.3). Процентное отношение (*K_д*) дополнительного времени к оперативному принимают в зависимости от положения сварщика во время работы. При удобном положении — 13%; неудобном — 15%; напряженном — 18%.

Подготовительно-заключительное время для условий мастерских хозяйств устанавливают в процентном отношении от оперативного времени в зависимости от сложности работы: простая работа — 2%, средней сложности — 4% и сложная — 5%.

Простая работа не требует ознакомления с технологией и чертежами, подготовки приспособлений. **Работа средней сложности** предполагает получение задания, инструктаж и подготовку оснастки. **Сложная работа** — знакомство рабочего с технологической документацией, подготовку приспособлений для предотвращения деформаций и т. п.

3.2. Газовая сварка деталей

Как и при нормировании ручной электродуговой сварки (см. п. 3.1), сначала определяют условия выполнения работы и содержание операции.

Производительность сварки зависит от расхода ацетилена в единицу времени, который, в свою очередь, будет определяться номером наконечника горелки. Последний принимают в зависимости от толщины свариваемого материала (таблица 3.5).

Таблица 3.5 — Технические характеристики инжекторных горелок

Толщина свариваемого материала (стали), мм	Номер наконечника	Расход, л/ч	
		ацетилена	кислорода
0,2...0,5	0	40...50	45...55
0,5...1,0	1	65...90	70...100
1,0...2,0	2	130...180	140...200
2,0...4,0	3	250...350	270...380

Основное время при сварке определяют по следующей формуле:

$$T_0 = \frac{60G}{\beta} Am_1m_2, \quad (3.5)$$

где G — масса наплавленного металла (определяется по формуле (3.3) и таблице 3.2), г;

β — расход ацетилена (таблица 3.5), л/ч;

A — поправочный коэффициент, учитывающий длину шва;

m_1 и m_2 — поправочные коэффициенты, учитывающие соответственно материал детали и пространственное расположение шва.

При расчетах поправочный коэффициент A принимают в зависимости от длины шва:

Длина шва, мм	200	500
Коэффициент A	1,17	1,07

Поправочный коэффициент m_1 в зависимости от свариваемого материала:

Сварка стали с содержанием углерода до 0,4 %	1,0
То же с содержанием углерода более 0,4 %	1,2
Сварка чугуна	0,8

Поправочный коэффициент m_2 , учитывающий расположение шва в пространстве:

при нижнем положении шва	1,00
вертикального шва	1,20
горизонтального шва	1,25
при потолочном расположении шва	1,60

Вспомогательное время определяют по формуле (3.4). Время, связанное со швом, устанавливают по таблице 3.6, а остальные составляемые ($T_{в2}$ и $T_{в3}$) принимают с учетом тех же условий, что и при нормировании электросварочных работ (см. п. 3.1).

Таблица 3.6 — Вспомогательное время, связанное со швом, мин

Толщина материала (мм) до	Длина шва (мм) до			
	100	150	200	300
2	0,5	0,5	0,5	0,7
4	0,6	0,6	0,6	0,8
10	0,9	0,9	1,0	1,3

Дополнительное время определяют по формуле (2.3). Процентное отношение (K_d) дополнительного времени к оперативному принимают из таблицы 3.7.

Таблица 3.7 — Коэффициенты дополнительного времени

Условия выполнения сварки	K_d , %
Удобное положение, без подогрева детали	8
То же, с подогревом детали	12
Неудобное положение, без подогрева детали	10
То же, с подогревом детали	14

Подготовительно-заключительное время определяют по таблице 3.8.

Характеристика простой работы, работы средней сложности и сложной работы приведена в п. 3.1.

Таблица 3.8 — Подготовительно-заключительное время, мин

Элементы затрат	Время при работе		
	простой	средней сложности	сложной
Получение задания (наряда)	2	2	2
Инструктаж	3	5	10
Ознакомление с работой	3	5	8
Подготовка рабочего места, регулировка газа и пламени, уборка горелки и приспособлений	2	2	6
Сдача работы	2	3	4

4. НОРМИРОВАНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ СПОСОБОВ НАПЛАВКИ ДЕТАЛЕЙ

4.1. Наплавка деталей в среде углекислого газа

После выбора технологической базы принимают *способ установки детали на станке (установке)* и составляют карту эскизов, поясняющую выполнение операции (рисунок 4.1).

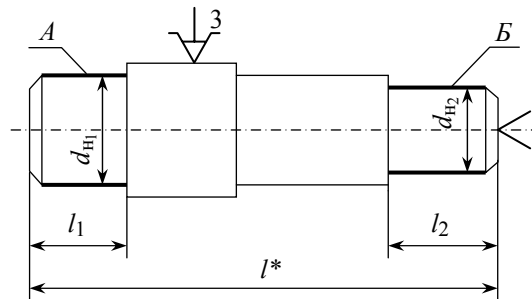


Рисунок 4.1 — Схема установки детали перед наплавкой

С учетом принятого способа установки определяют *содержание наплавочной операции*. Например, согласно рисунку 6.1 операция будет состоять из переходов:

- 1) установить деталь и закрепить (в 3-кулачковом патроне с поджатием задним центром);
- 2) наплавить поверхность B;
- 3) переустановить деталь;
- 4) наплавить поверхность A;
- 5) снять деталь.

Затем назначают режим наплавки (таблица 4.1).

Таблица 4.1 — Режимы наплавки деталей в среде углекислого газа

Толщина наплавляемого слоя, мм, не более	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, А	Шаг наплавки, мм	Скорость наплавки, м/мин	Скорость подачи проволоки, м/мин
1	1,0	75	1,5	1,2	2,0
1,5	1,2	90	1,8	0,9	1,8
2	1,6	160	2,5	0,9	2,1
3	2,0	180	3,2	0,5	1,5

Толщину наплавляемого слоя t определяют по формуле

$$t = \frac{d - d_n}{2} + z, \quad (4.1)$$

где d — номинальный диаметр детали, мм;

d_n — диаметр изношенной детали, мм;

z — односторонний припуск на механическую обработку, мм (таблица 4.2).

Таблица 4.2 — Минимальный припуск на механическую обработку

Способ восстановления	Минимальный односторонний припуск, мм
Ручная электродуговая наплавка	1,4...1,7
Наплавка в среде углекислого газа	0,6...0,8
Вибродуговая наплавка	0,6...0,8
Наплавка под слоем флюса	0,8...1,1
Газотермическое напыление	0,2...0,6
Электроконтактная приварка ленты	0,2...0,5
Плазменная наплавка	0,4...0,6
Железнение	0,1...0,2
Хромирование	0,05...0,1

Диаметр изношенной детали определяется измерением. В задании на практические занятия и курсовое проектирование значение d_n задается преподавателем или принимается студентом.

Штучное время определяют по формуле (2.4).

Основное время рассчитывают по формуле

$$T_o = \frac{Li}{nS}, \quad (4.2)$$

где L — длина наплавляемой поверхности, мм;

i — число проходов;

n — частота вращения, мин^{-1} ;

S — шаг наплавки, мм на оборот.

Частоту вращения детали определяют по формуле

$$n = \frac{1000v_n}{\pi d} = 318 \frac{v_n}{d}, \quad (4.3)$$

где v_n — скорость наплавки, м/мин (таблица 4.1);

d — номинальный диаметр наплавляемого участка детали, мм.

Вспомогательное время при механизированной наплавке складывается из времени $T_{в1}$ на установку, переустановку и снятие детали (таблица 4.3) и времени $T_{в2}$, связанного с наплавкой:

$$T_{в} = T_{в1} + T_{в2}. \quad (4.4)$$

Таблица 4.3 — Вспомогательное время на установку и снятие детали, мин

Способ установки	Масса детали, кг, не более			
	5	10	20	30
В трехкулачковом патроне	0,7	1,0	1,5	2,0
В трехкулачковом патроне с поджатием задним центром	1,3	1,65	2,3	3,0
В центрах без хомутика	0,6	0,8	1,1	1,4
В центрах на оправке	1,6	1,8	2,1	2,4
На планшайбе с центрирующим приспособлением	2,3	2,55	3,2	—
В четырехкулачковом патроне	1,05	1,32	1,60	1,92

Вспомогательное время, связанное с наплавкой, принимают 0,9 мин на один проход (технологический переход). Это время затрачивается на включение источника тока, подвод мундштука, пуск станка, включение наплавочной головки и подачи проволоки, очистку детали от ржавчины и другие последующие действия, в том числе и выключение наплавочной установки.

Дополнительное время определяют по формуле (2.3). Коэффициент $K_d = 0,15$.

Подготовительно-заключительное время при механизированной наплавке затрачивается на получение наряда, задания и инструмента; переналадку установки; проверку стабильности процесса наплавки и корректировку режимов; сдачу работы.

Режим наплавки проверяют на образце соответствующего диаметра. Подготовительно-заключительное время принимается в зависимости от высоты центров станка (установки). При высоте центров до 200 мм $T_{пз} = 16$ мин; если высота центров 300 мм — $T_{пз} = 20$ мин.

4.2. Наплавка деталей под слоем флюса

Штучное и подготовительно-заключительное время на выполнение операции определяется по методике, приведенной в п. 4.1.

Основное время определяют по формуле (4.2). Под слоем флюса обычно наплавляют детали, имеющие значительный износ рабочих поверхностей (поддерживающие ролики, опорные катки). Число проходов (i) принимают в зависимости от требуемой толщины наплавляемого слоя

$$i = \frac{D_n - d_{и}}{2t}, \quad (4.5)$$

где D_n — диаметр детали после наплавки, мм;

$d_{и}$ — диаметр изношенной детали, мм;

t — толщина наплавляемого слоя за один проход ($t = 1,0 \dots 3,0$ мм).

Режимы наплавки деталей под слоем флюса приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 — Режимы наплавки деталей диаметром более 100 мм

Толщина наплавляемого слоя, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, А	Шаг наплавки, мм/об	Скорость наплавки, м/мин	Скорость подачи проволоки, м/мин
1,0	1,6	200	3,0	1,70	2,6
1,5	1,6	220	3,0	1,25	2,8
2,0	2,0	260	4,2	0,80	2,1
2,5	2,0	280	4,0	0,70	2,3
3,0	2,5	340	5,0	0,58	1,8

Вспомогательное время определяют по формуле (4.4). Время на установку и снятие детали принимают из таблицы 4.3. Вспомогательное время, связанное с наплавкой, принимают 0,6 мин на один проход.

Дополнительное время определяют по формуле (2.3). В данном случае оно время составляет 15 % от оперативного времени.

Подготовительно-заключительное время, как и при наплавке в среде углекислого газа, принимают в зависимости от высоты центров наплавочной установки (см. п. 4.1).

4.3. Вибродуговая наплавка деталей

При определении затрат труда на вибродуговую наплавку детали используют методику, изложенную в п. 4.1.

Рекомендуемые режимы наплавки стальных деталей приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 — Режимы вибродуговой наплавки деталей

Толщина наплавленного слоя, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, А	Скорость наплавки, м/мин	Скорость подачи проволоки, м/мин	Шаг наплавки, мм/об	Расход охлаждающей жидкости, л/мин	Амплитуда вибрации, мм
0,7	1,2	110	2,9	1,7	1,0	0,2	1,5
1,1	1,6	140	1,9	1,4	1,3	0,4	1,8
1,5	1,6	160	1,4	1,6	1,6	0,5	2
2,0	2,0	180	1,1	1,2	1,8	0,6	2
2,5	2,0	190	0,8	1,2	2,0	0,7	2

Штучное и подготовительно-заключительное время рассчитывают и принимают согласно рекомендациям, изложенным в п. 4.1.

4.4. Электроконтактная приварка стальной ленты

Состав операций устанавливают с использованием карты эскизов так же, как и при нормировании наплавки в среде углекислого газа (п. 4.1).

После предварительной механической обработки изношенных участков детали для удаления следов износа и придания им правильной геометрической формы определяют толщину ленты

$$t = \frac{d - d_{п}}{2} + z, \quad (4.6)$$

где d — номинальный диаметр наплавляемого участка, мм;

$d_{п}$ — диаметр детали после предварительной механической обработки (задается преподавателем или принимается студентом), мм;

z — припуск на последующую механическую обработку, мм.

Ширина ленты должна соответствовать длине наплавляемого участка.

Для наплавки принимают ленту холоднокатаную из углеродистой конструкционной стали (ГОСТ 2284–79) марок 15, 20, 25, 30,

40, 45, 50, 55, 60 или пружинной стали (ГОСТ 2283–79) марок 60Г, 65Г, 85, 50ХФА и др.

Толщина ленты, мм: 0,1; 0,12; 0,15; 0,18; 0,20; 0,22; 0,28; 0,30...2,0 (через 0,05).

Ширина ленты, мм: 4, 5, 6, 8, 10, 12...18 (через 1,0), 20, 22, 24, 25, 28, 32, 34, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50...90 (через 5,0), 110, 120, 125, 130 и далее (через 10,0) до 460.

Пример обозначения.

Лента 60-Т-С-Н-0,8×35 ГОСТ 2284–79 — лента холоднокатаная из стали 60, повышенной точности по толщине (Т) и нормированная по ширине, без контроля серповидности (не указывается), светлая (С), обрезная (не указывается), нагартованная (Н), толщина 0,8 мм, ширина 35 мм.

Толщина применяемой ленты должна соответствовать ближайшему большему стандартному значению.

При выборе материала ленты следует учитывать требуемую твердость поверхности после восстановления (таблица 4.6).

Таблица 4.6 — Твердость наплавленного слоя

Марка стали	Твердость слоя, HRC ₃	Марка стали	Твердость слоя, HRC ₃
20	30...35	55	50...55
30	35...40	60, 60Г	55...60
40	40...45	40Х	55...60
45	45...50	65Г	58...62

Технические характеристики наплавочных установок приведена в приложении 28.

Рекомендуемый режим приварки ленты толщиной до 1 мм:

Сила сварочного тока, кА	16,1...18,1
Длительность сварочного цикла, с	0,04...0,08
Длительность паузы, с	0,10...0,12
Подача сварочных клещей, мм/об	3...4
Усилие при сжатии электродов (роликов), кН	1,30...1,60
Ширина рабочей части роликов, мм	3,8...4,0
Скорость наплавки ($v_{н}$, м/ч) определяют по формуле	

$$v_{н} = \frac{0,6W}{S}, \quad (4.7)$$

где W – производительность процесса приварки ленты ($W = 70 \dots 80 \text{ см}^2/\text{мин}$);
 S – шаг наплавки (подача сварочных клещей), см/об.

Частота вращения детали при наплавке

$$n = \frac{1000v_n}{60\pi d}. \quad (4.8)$$

Основное время определяют по формуле (4.2).

Вспомогательное, дополнительное и подготовительно-заключительное время определяют по методике, приведенной в п. 4.1.

4.5. Газотермическое напыление деталей

В зависимости от конструктивных особенностей детали и расположения изношенных поверхностей необходимо определить содержание операции. Например, при газотермическом напылении детали, которую можно закрепить на установке в трехкулачковом патроне, *содержание операции* может быть следующим:

- 1) установить и закрепить деталь в патроне;
- 2) подогреть стальную деталь до $50 \dots 100 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 3) нанести подслоя порошка толщиной $0,08 \dots 0,1 \text{ мм}$;
- 4) охладить деталь;
- 5) нанести основной слой порошка;
- 6) снять деталь.

При нормировании время на остуживание не учитывается, так как оно является перекрываемым. Для остуживания деталь снимают с установки, а на ее место устанавливают деталь, прошедшую остуживание. Следовательно, при нормировании необходимо дополнительно предусмотреть затраты времени на повторную установку.

Режимы газопламенного напыления:

Давление кислорода, МПа	0,34...0,45
Давление ацетилена, МПа	0,03...0,05
Расход кислорода, м ³ /ч	0,8...1,0
Расход ацетилена, м ³ /ч	0,6...0,8
Дистанция напыления, мм	150

Частота вращения детали при напылении зависит от диаметра детали. Для деталей диаметром до 40 мм она составляет до 250 мин^{-1} , $40 \dots 80 \text{ мм}$ — 150 мин^{-1} .

Основное время на газопламенное напыление (T_0) будет зависеть от производительности принятой установки (приложение 28).

Например, производительность установки 011–1–09 при толщине наращивания 0,5 мм составляет $60 \text{ см}^2/\text{мин}$.

$$T_0 = T_{01} + T_{02}, \quad (4.9)$$

где T_{01} — основное время нанесения подслоя порошка ПТ-НА-01 толщиной t_1 ($t_1 = 0,1 \text{ мм}$), мин;

T_{02} — время нанесения основного слоя толщиной t_2 , мин; $t_2 = t - t_1$.

Общую толщину напыляемого слоя (t) с учетом припуска на последующую механическую обработку (таблица 4.2) определяют по формуле (4.6).

Основное время на напыление слоя толщиной t будет равно

$$T_0 = \frac{F_n}{W} k, \quad (4.10)$$

где F_n — площадь восстанавливаемого участка изношенной детали, см²;
 k — коэффициент, показывающий соотношение требуемой толщины слоя (t) к толщине, соответствующей указанной производительности установки;

W — производительность установки, см²/мин.

При использовании установки 011–1–09 $k = t / 0,5$.

Вспомогательное время определяют по формуле (6.13) с учетом переустановки детали, связанной с остуживанием.

Дополнительное время определяют по формуле (6.3). Коэффициент дополнительного времени $K_d = 19 \%$ (по сравнению с механизированной наплавкой увеличивают на 4 % для подогрева детали).

Подготовительно-заключительное время принимают в зависимости от высоты центров установки (см. п. 4.1).

5. НОРМИРОВАНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

В зависимости от требуемых свойств покрытия принимают электролит (раствор) нужного состава и режимы электролиза (катодная плотность тока D_k , температура раствора, отношение площади анода к площади катода).

Особенность нормирования гальванических операций заключается в том, что одновременно наращивают поверхности нескольких деталей, а время выдержки деталей в основной ванне всегда будет больше суммы времени подготовительных операций, предшествующих покрытию. Поэтому норму времени (T_n) рассчитывают по формуле

$$T_n = \frac{T_o + T_{в.н} + 1,12T_{н.о}}{nk_n}, \quad (5.1)$$

где $T_{в.н}$ — вспомогательное неперекрываемое время (загрузка и выгрузка деталей из ванны, таблица 5.1), мин;

$T_{н.о}$ — неперекрываемое оперативное время на все переходы, следующие после покрытия (при железнении принимают 4,33 мин, при хромировании — 6,39 мин);

n — число деталей, одновременно загружаемых в ванну;

k_n — коэффициент использования оборудования, $k_n = 0,8$.

Таблица 5.1 — Вспомогательное время на загрузку деталей

Масса приспособления с деталями, кг	1,0	3,0	4,0	5,5	7,5	10	14	20
Время на одно приспособление, мин	0,18	0,20	0,23	0,27	0,30	0,35	0,40	0,48

Основное время T_o на гальванопокрытие определяют по формуле

$$T_o = \frac{t\gamma}{D_k C \eta} \cdot 1000 \cdot 60, \quad (5.2)$$

где t — толщина слоя покрытия, определяемая по формуле (6.15), мм;

γ — плотность осаждаемого металла (железа — 7,8; хрома — 6,9 г/см³);

D_k — катодная плотность тока, А/дм²;

C — электрохимический эквивалент (железнение — 1,042; хромирование — 0,323 г/А·ч);

η — выход металла на катоде — КПД ванны (при железнении — 80...90%; при хромировании — 12...15%).

Число деталей, одновременно загружаемых в ванну (n), определяют по формуле

$$n = \frac{I}{D_k F_n}, \quad (5.3)$$

где I — номинальный ток на одну ванну установки (приложение 29), А;

D_k — плотность катодного тока, А/дм²;

F_n — площадь покрытия одной детали, дм².

Число деталей, закрепляемых на одном приспособлении (навеске), зависит от массы деталей, их размеров и т. п. При нормировании можно принять:

При массе детали, кг	0,1	0,4	1,5	5,0
На одном приспособлении может разместиться деталей	120	40	10	4
В ванне размещается навесок		6...8		

Число приспособлений (навесок) (N_n), устанавливаемых в ванну, равно

$$N_n = n/n_n, \quad (5.4)$$

где n_n — число деталей на одном приспособлении.

Полученные и принятые значения величин подставляют в формулу (5.2) и определяют норму времени на одну деталь.

6. НОРМИРОВАНИЕ РАБОТ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

При восстановлении деталей могут применяться различные способы механической обработки (точение, растачивание, фрезерование, строгание, сверление, шлифование и др.). Способ обработки принимают с учетом следующих факторов: требуемой точности обработки (квалитет) и шероховатости поверхности (таблица 6.1), формы обрабатываемой поверхности, величины припуска и твердости поверхности, вида металлопокрытия и его свойств, производительности и др.

Таблица 6.1 — Квалитеты и шероховатость поверхности в зависимости от способов обработки деталей

Способы обработки	Квалитеты по ЕСДП	Шероховатость поверхности
1	2	3
Наружное точение:		
черновое	15...17	Rz 110...Rz 80
получистовое	12...14	Rz 40...Rz 10
чистовое	9...11	2,5...0,63
тонкое (алмазное)	6	0,63...0,16
скоростное	11	1,25...0,32
Растачивание:		
получистовое	12...14	Rz 40...Rz 20
чистовое	8...9	2,5...0,63
тонкое (алмазное)	7	0,63...0,16
скоростное	8	1,25...0,16
Сверление (чистовое)	12...13	Rz 40...Rz 10
Развертывание:		
получистовое	8...10	Rz 40...Rz 10
чистовое	7...8	2,5...0,63
тонкое	7	0,63...0,16
Фрезерование:		
чистовое	11...13	Rz 20...Rz 10
тонкое	8	1,25...0,32
Шлифование:		
получистовое	8...11	Rz 20...Rz 10
чистовое	6...9	1,25...0,32
тонкое	5...6	0,32...0,08

После выбора способа обработки и технологических баз составляют карту эскизов для пояснения выполнения операции и определяют ее содержание.

Обтачивание цилиндрических поверхностей. В состав операции кроме технологических переходов (точение цилиндрических поверхностей, фасок, канавок, нарезание резьбы и др.) включают также вспомогательные переходы (установка, закрепление, переустановка, снятие детали). После установления состава операции принимают режимы обработки.

Цилиндрические поверхности обрабатывают часто в два и более проходов в зависимости от припуска на обработку и требуемой шероховатости поверхности.

Припуск на обработку при продольном точении определяют по формуле

$$h = \frac{D_n - d}{2}, \quad (6.1)$$

где D_n — диаметр наплавленной детали (заготовки) или окончательный диаметр растачиваемого отверстия, мм;

d — требуемый диаметр вала или первоначальный диаметр растачиваемого отверстия, мм.

Число проходов, необходимое для снятия припуска $i = h/t$, где t — глубина резания.

Припуск на получистовое и чистовое обтачивание после черного обтачивания поверхностей длиной до 100 мм принимают 0,4...0,5 мм на сторону.

Глубину резания устанавливают в зависимости от величины припуска и требуемой шероховатости.

Подачу выбирают по принятой глубине резания, учитывая требуемую шероховатость поверхности. Для черного продольного точения значение подачи показано в таблице 6.2.

Таблица 6.2 — Значение подачи при черновом точении, мм/об

Диаметр детали, мм, не более	Глубина резания, мм, не более		
	3	5	6
	<i>Сталь</i>		
20	0,3...0,4	0,2...0,3	—
40	0,4...0,5	0,3...0,4	0,2...0,3
60	0,5...0,7	0,4...0,6	0,3...0,5
100	0,6...0,9	0,5...0,7	0,5...0,6
400	0,8...1,2	0,7...1,0	0,6...0,8

Окончание таблицы 6.2

Диаметр детали, мм, не более	Глубина резания, мм, не более		
	3	5	6
<i>Чугун и медные сплавы</i>			
20	0,3...0,4	—	—
40	0,4...0,5	0,5...0,6	0,3...0,4
60	0,6...0,8	0,6...0,8	0,4...0,6
100	0,8...1,2	0,7...1,0	0,6...0,6
400	1,0...1,4	1,0...1,2	0,8...1,0

При обработке наплавленных поверхностей и при работе режущего инструмента с ударными нагрузками табличное значение подачи уменьшают на 25–15 %. Значение подачи при чистовом точении приведено в таблице 6.3.

Таблица 6.3 — Значение подачи при чистовом точении стали, мм/об

Диаметр детали, мм не более	Глубина резания, мм, не более		Диаметр детали, мм, не более	Глубина резания, мм, не более	
	1,0	2,0		1,0	2,0
10	До 0,08	До 0,12	120	0,25...0,35	0,30...0,40
30	0,08...0,12	0,15...0,20	180	0,25...0,40	0,35...0,50
50	0,10...0,20	0,15...0,25	260	0,30...0,45	0,45...0,60
80	0,15...0,25	0,25...0,60	360	0,35...0,50	0,50...0,70

Скорость резания выбирают в зависимости от принятых значений его глубины и подачи (таблицы 6.4 и 6.5).

Таблица 6.4 — Скорость резания при обтачивании стали резцом из стали Р18

Подача, мм/об, не более	Глубина резания, мм, не более						
	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0
0,15	102	92	85	—	—	—	—
0,20	88	80	74	—	—	—	—
0,25	79	71	66	—	—	—	—
0,30	70	63	58	56	52	47	—
0,50	—	52	48	40	38	34	31
0,60	—	—	37	36	33	30	28
0,80	—	—	—	30	28	25	23
1,00	—	—	—	26	24	21	20
1,20	—	—	—	—	21	19	18
1,50	—	—	—	—	—	16	15

Таблица 6.5 — Скорость резания при обтачивании стали резцом из титановольфрамового сплава Т15К6

Подача, мм/об, не более	Глубина резания, мм, не более						
	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0
0,15	203	180	—	—	—	—	—
0,20	190	179	173	162	—	—	—
0,30	175	164	159	198	190	178	—
0,50	158	149	143	166	160	150	144
0,60	147	138	133	157	150	141	131
0,80	131	122	118	140	134	126	121
1,00	—	—	—	127	122	113	110
1,20	—	—	—	—	117	112	105
1,50	—	—	—	—	—	98	94

В таблицах 6.4 и 6.5 приведена скорость резания при точении углеродистой конструкционной стали с пределом прочности $\sigma_b = 65 \text{ кгс/мм}^2$ (650 МПа). Принятая по таблицам скорость резания должна быть откорректирована с учетом условий обработки

$$v_d = v_T k_M k_X k_P k_O, \quad (6.2)$$

где v_d — откорректированное (действительное) значение скорости резания, м/мин;

v_T — табличное значение скорости резания, м/мин;

k_M — коэффициент, учитывающий марку обрабатываемого материала;

k_X — коэффициент, учитывающий характер заготовки и состояние ее поверхности;

k_P — коэффициент, учитывающий марку резца;

k_O — коэффициент, учитывающий применение охлаждения (при точении без охлаждения $k_O = 1,0$; с охлаждением — $k_O = 1,25$).

Значения поправочных коэффициентов приведены в таблицах 6.6–6.9.

Таблица 6.6 — Коэффициенты, учитывающие материал обрабатываемой стальной детали

Материал реза	Обрабатываемая сталь	Временное сопротивление, МПа, не более						
		550	600	650	750	900	1000	1100
P18	Углеродистая конструкционная	1,70	1,31	1,00	0,77	0,63	—	—
P18	Хромистая, никелевая, хромоникелевая	1,55	1,16	0,88	0,74	0,54	0,51	0,44
T15K6	Углеродистая, легированная, стальное литье	1,44	1,18	1,00	0,87	0,77	0,69	0,62

Таблица 6.7 — Поправочные коэффициенты на скорость резания при обработке чугуна и бронзы

Резцы из стали P18				Резцы из сплава T15K6			
Твердость НВ	Коэффициент k_m	Твердость НВ	Коэффициент k_m	Твердость НВ	Коэффициент k_m	Твердость НВ	Коэффициент k_m
Серый чугун		Бронза		Серый чугун		Бронза	
140...160	0,7	60...70	6,20	140...160	1,20	60...70	5,70
161...180	0,6	71...90	2,60	161...180	1,05	71...90	2,40
181...200	0,5	100...150	1,60	181...200	0,90	100...150	1,40
201...220	0,4	151...200	1,10	201...220	0,80	151...200	1,10
221...240	0,3	—	—	221...240	0,70	—	—

Примечание. Значения поправочных коэффициентов даны по отношению к углеродистой конструкционной стали с $\sigma_s = 650$ МПа.

Таблица 6.8 — Поправочные коэффициенты на скорость резания в зависимости от характера заготовки

Характер заготовки и состояние ее поверхности	Материал		
	сталь	чугун	бронза
Загрязненная включениями, сварочная корка	0,70	0,50	0,70
Чистые поковки, отливка	0,80	0,85	0,90
Прокат горячекатаный	0,90	—	—

Таблица 6.9 — Поправочные коэффициенты на скорость резания в зависимости от материала реза

Материал реза (таблицы 6.19 и 6.20)							
P18		T15K6					
Фактически применяемый материал реза							
У12	9XC	T14K8	T15K6T	BK2	BK3	BK6	BK8
0,5	0,6	0,8	1,15	1,0	0,95	0,90	0,80

Механические свойства некоторых металлов и сплавов приведены в таблице 6.10.

Таблица 6.10 — Механические свойства металлов и сплавов

Марка материала	Временное сопротивление, МПа	Твердость (НВ)	Марка материала	Временное сопротивление, МПа	Твердость (НВ)
Ст 3	380...470	112...137	50X	1100	228
Ст 4	420...520	126...156	12XН3А	950	217
Ст 5	500...620	149...179	20XН3А	950	241
10	340	143	30XН3А	1000	241
20	380	163	СЧ15	—	163...229
30	500	179	СЧ18	—	170...229
35	540	207	СЧ20	—	170...241
40	580	217	СЧ25	—	180...250
45	610	220	СЧ30	—	181...255
50	640	241	СЧ40	—	207...285
55	660	255	Бр ОФ7-02	380...450	85...95
60	690	256	Бр А7	440...500	60...70
20Г	430	196	Бр АМц9-2	400...450	110...130
30Г	550	217	Бр О5С25	140...150	55...65
20X	800	179	АЛ2	150...160	55
30X	900	187	АЛ6	145...155	56
40X	1000	217	АЛ9	160...200	55...70

При растачивании размер поперечного сечения реза значительно меньше диаметра отверстия, а вылет реза из резцодержателя несколько больше глубины растачиваемого отверстия. Поэтому при растачивании отверстия значительной глубины возможны изгиб реза и вибрация, что необходимо учитывать при выборе режимов резания. Скорость резания устанавливают на 10–20 % меньше, чем

при наружном продольном точении, глубина резания при черновом растачивании должна быть не более 5 мм, при чистовом — до 1 мм.

Подачу при растачивании принимают в зависимости от принятой глубины резания и вылета резца (таблица 6.11).

Таблица 6.11 — Подачи при растачивании отверстий, мм/об

Вылет резца, мм	Глубина резания, мм, не более			
	1	2	3	5
<i>Сталь</i>				
50	0,06	0,08	—	—
60	0,08	0,10	0,08	—
80	0,08...0,16	0,10...0,20	0,10...0,15	0,10
100	0,12...0,20	0,15...0,30	0,15...0,25	0,10...0,12
125	0,16...0,36	0,25...0,50	0,15...0,40	0,12...0,20
150	0,20...0,50	0,40...0,70	0,20...0,50	0,12...0,30
<i>Чугун, медные сплавы</i>				
50	0,08	0,12...0,15	—	—
60	0,10	0,12...0,20	0,12...0,18	—
80	0,12...0,20	0,20...0,30	0,15...0,25	0,10...0,18
100	0,15...0,25	0,30...0,40	0,25...0,35	0,12...0,25
125	0,20...0,40	0,40...0,60	0,30...0,50	0,25...0,35
150	0,30...0,60	0,50...0,80	0,40...0,60	0,25...0,45

Большее значение подачи рекомендуется принимать при обработке менее прочных материалов, а также при более жесткой системе станок – инструмент – деталь.

Протачивание канавок и отрезание. У резцов для протачивания канавок форма режущей кромки должна соответствовать профилю канавки. Для отрезания деталей (заготовок) применяют отрезные резцы. В зависимости от диаметра обрабатываемой детали рекомендуется применять резцы со следующей шириной режущей части:

Диаметр детали, мм, не более	20	40	60	100	150
Ширина режущей части резца, мм	3	4	4...5	5...6	6...8

За глубину резания при протачивании канавок и отрезании деталей принимают ширину резца. Подачу принимают из таблицы 6.12 в зависимости от диаметра детали. Скорость резания при точении без охлаждения принимают из таблиц 6.13 и 6.14.

Принятая из таблиц 6.13 и 6.14 скорость резания должна быть пересчитана по формуле (6.2) с учетом поправочных коэффициентов.

Таблица 6.12 — Подача при протачивании канавок, мм/об

Материал	Диаметр обрабатываемой детали, мм, не более				
	20	40	60	100	150
Сталь закаленная	0,03...0,07	0,05...0,09	0,07...0,11	0,09...0,13	0,11...0,15
Сталь незакаленная	0,06...0,08	0,10...0,12	0,13...0,16	0,16...0,18	0,18...0,22
Чугун	0,11...0,14	0,16...0,19	0,20...0,24	0,24...0,27	0,30...0,35

Таблица 6.13 — Скорость резания при точении резцом из стали Р9

Подача, мм/об, не более	0,10	0,13	0,16	0,20	0,25
Скорость резания, м/мин	42	36	31	27	23

Таблица 6.14 — Скорость резания при точении резцом из твердого сплава Т15К6

Подача, мм/об, не более	0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	0,19	0,22
Скорость резания, м/мин	172	153	136	120	107	95	85

Для токарной обработки деталей при восстановлении могут применяться резцы со вставками из сверхтвердых синтетических материалов. Режимы обработки принимают из таблицы 6.15.

Таблица 6.15 — Режимы резания резцами из сверхтвердых материалов

Обрабатываемый материал	Материал резца	Режим резания		
		скорость, м/мин	подача, мм/об	глубина, мм
Сталь 45, HRC 55...60	Эльбор-Р	100...130	0,04...0,16	0,10...0,50
Сталь 35Л, HRC 45...50	Гексанит-Р	120...160	0,07...0,16	0,10...0,50
Наплавленный металл, HRC 50	Гексанит-Р	110...120	0,05...0,07	0,10...0,30
Чугун СЧ 18	Эльбор-Р	200...300	0,08...0,20	0,05...0,20
Чугун СЧ 25	Композит 02	400...500	0,03...0,04	до 40

Частоту вращения детали (n) при точении на токарном станке или шпинделя сверлильного станка рассчитывают по формуле

$$n = \frac{1000v_d}{\pi d}, \quad (6.3)$$

где v_d — действительная скорость резания, м/мин;

d — диаметр детали (сверла при сверлении), мм.

Затем по таблице 6.16 проверяют частоту вращения на ее соответствие данным технической характеристики станка.

Таблица 6.16 — Техническая характеристика токарно-винторезных станков

Основные показатели	Модель станка		
	1A616	1K62	1M63
Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм:			
над станиной	320	400	600
над суппортом	120	220	340
Расстояние между центрами, мм	710	710; 1000; 1400	1400; 2800
Диаметр отверстия шпинделя, мм	35	47	70
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	11,2; 18; 28; 46; 56; 71; 90; 112; 140; 180; 224; 280; 355; 430; 560; 710; 900; 1120; 1400; 1800; 2240	12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000	10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250
Продольные подачи суппорта, мм/об	0,08; 0,11; 0,13; 0,15; 0,19; 0,22; 0,26; 0,31; 0,39; 0,45; 0,58; 0,65; 0,78; 0,91; 1,04; 1,24; 1,32; 1,39; 1,46; 1,50; 1,65; 1,81; 2,64	0,07; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,30; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57; 0,61; 0,70; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,14; 1,21; 1,40; 1,56; 1,74; 1,90; 2,08; 2,28; 2,42; 2,80; 3,12; 3,48; 3,80; 4,16	0,10; 0,11; 0,13; 0,15; 0,16; 0,17; 0,18; 0,20; 0,21; 0,23; 0,26; 0,30; 0,31; 0,33; 0,36; 0,40; 0,43; 0,47; 0,53; 0,60; 0,63; 0,67; 0,73; 0,80; 0,87; 0,94; 1,07; 1,20; 1,27; 1,34; 1,47; 1,60; 1,74; 1,88; 2,14; 2,40; 2,54; 2,68; 2,94; 3,20; 3,48; 3,76; 4,28; 4,80; 5,08

Окончание таблицы 6.16

Основные показатели	Модель станка		
	1A616	1K62	1M63
Поперечные подачи суппорта, мм/об	Те же, что и для продольных подач	Половину от значений продольных подач	0,04...1,28
Мощность электродвигателя привода, кВт	4,5	10	14

При незначительной разнице между рассчитанным и паспортным значением частоты вращения шпинделя (в пределах $\pm 10\%$) изменения принятых глубины резания и подачи не требуется. Если рассчитанная частота вращения шпинделя не совпадает с паспортными данными станка, принимают близкое значение частоты, а скорость резания пересчитывают по формуле (6.3), а затем изменяют принятую глубину резания и подачу.

Основное время токарной операции (T_0) определяют для каждого технологического перехода отдельно. Для точения и растачивания цилиндрических поверхностей основное время рассчитывают по формуле

$$T_0 = \frac{Li}{Sn}, \quad (6.4)$$

где S — подача, мм/об;

i — число проходов;

L — расчетная длина обработки, т. е. путь перемещения режущего инструмента в направлении подачи, мм.

$$L = l_1 + l + l_2,$$

здесь l — длина обрабатываемой поверхности (принимается из карты эскизов), мм;

l_1 — путь врезания инструмента, мм;

l_2 — величина перебега инструмента, мм.

Величину врезания и перебега ($l_1 + l_2$) резца при токарной обработке принимают из таблицы 6.17.

Таблица 6.17 — Значение величины врезания и перебега резца при точении

Тип резцов	Глубина резания, мм, не более							
	1	2	3	4	5	6	8	10
Проходные, подрезные и расточные	2,0	3,5	5,0	6,0	7,0	8,0	11,0	13,0
Отрезные и подрезные	От 2 до 5							
Резьбовые: нарезание на проход нарезание в упор	5...6 шагов резьбы 3...4 шага резьбы							

При нарезании крепежной резьбы (шаг 1,5; 2; 2,5) резцом из стали Р9 число проходов принимают 4...5.

При нарезании резьбы метчиком или плашкой

$$T_o = \frac{1,8Li}{Sn}, \quad (6.5)$$

где 1,8 – коэффициент, учитывающий разность частоты вращения прямого и обратного хода.

Основное время на проточку фасок под углом 45° и 30° приведено в таблице 6.18, так как эта работа выполняется с ручной подачей резца.

Таблица 6.18 — Основное время на проточку фасок, мин

Диаметр обрабатываемой поверхности, мм, не более	Ширина наружной фаски, мм				Ширина внутренней фаски, мм			
	1,0	2,0	3,0	5,0	0,5	1,0	1,5	2,0
20	0,05	0,08	0,12	—	0,06	0,09	0,11	0,13
40	0,08	0,13	0,17	—	0,10	0,14	0,17	0,21
60	0,10	0,16	0,20	0,28	0,12	0,19	0,24	0,32
80	0,12	0,18	0,23	0,30	0,16	0,24	0,30	0,38
100	0,15	0,22	0,30	0,35	0,19	0,28	0,36	0,42
120	0,18	0,24	0,31	0,39	0,22	0,32	0,41	0,48

Вспомогательное время определяют по формуле (4.4). Время на установку и снятие детали ($T_{в1}$) зависит от массы детали, применяемой технологической оснастки, характера выверки и других факторов (таблица 6.19).

Таблица 6.19 — Вспомогательное время на установку, выверку и снятие детали, мин

Способ установки детали	Характер выверки	Масса детали, кг, не более				
		1	3	5	10	30
В самоцентрирующем патроне	Без выверки	0,38	0,35	0,68	0,94	1,70
	По индикатору	1,65	1,90	2,30	2,90	4,40
В самоцентрирующем патроне с задним центром	Без выверки	0,49	0,66	0,80	1,06	1,75
В четырехкулачковом патроне	Без выверки	—	0,95	1,65	1,32	1,92
	По индикатору	—	2,10	2,50	3,10	4,50
То же с поджатием задним центром	Без выверки	—	1,10	1,30	1,65	2,30
	По индикатору	—	2,20	2,80	3,45	5,00
В центрах с хомутиком	Без выверки	0,33	0,55	0,62	0,76	1,62
В центрах с люнетом	То же	0,58	0,68	0,74	0,96	1,32
На планшайбе с центрирующим приспособлением	»	1,10	1,30	2,30	2,55	3,20

Вспомогательное время, связанное с проходом (установка частоты вращения шпинделя, включение и выключение шпинделя, подачи, пробные проточки, обмер детали, подвод и отвод резца и др.) зависит в основном от размеров станка (таблица 6.20).

Таблица 6.20 — Вспомогательное время, связанное с проходом, мин

Операция (переход)	Высота центров станка, мм		
	150	200	300
Обточка или расточка по 9-му качеству	0,70	0,80	1,00
Обточка или расточка по 11...12 качеству	0,40	0,50	0,70
Обточка или расточка на последующие проходы	0,10	0,20	0,30
Подрезка или отрезка	0,06	0,07	0,08
Снятие фасок, точение галтелей	0,03	0,04	0,06
Нарезание резьбы резцом	0,20	0,20	0,25
Нарезание резьбы метчиком или плашкой	0,50	0,60	0,90
Сверление или центровка			

Дополнительное время определяют по формуле (2.3). Отношение дополнительного времени к оперативному (K_d) принимают 8 %.

Подготовительно-заключительное время в зависимости от способа установки, сложности подготовки к работе и количества применяемых инструментов принимают из таблицы 6.21.

Таблица 6.21 — Подготовительно-заключительное время при токарной обработке, мин

Способ установки детали	Сложность подготовки к работе	Количество инструментов при наладке	Высота центров, мм			
			200	300	200	300
			Без замены установочных приспособлений		С заменой установочных приспособлений	
В патроне, в центрах, на оправке	Простая	1...2 3...4	7 9	9 11	10 12	12 14
	Средней сложности	3...4 5...6	10 12	12 15	15 17	17 20
	Сложная	4...5 6...8	18 20	20 23	22 25	26 30
В специальном приспособлении	Простая	1...2 3...4	9 11	11 13	14 16	17 19
	Средней сложности	3...4 5...6	12 14	14 17	19 22	22 25
	Сложная	4...5 6...8	20 22	22 26	27 30	30 35

Простая подготовка к работе — это беглое изучение чертежа и технологического процесса; инструктаж не требуется; работа выполняется без частичных переналадок.

Средней сложности подготовка к работе требует ознакомления с чертежом и процессом; необходим краткий инструктаж; работа выполняется с одной частичной переналадкой.

Сложная подготовка к работе требует обязательного изучения чертежа и процесса; необходимо обдумать план обработки, требуется детальный инструктаж; работу выполняют с двумя и более переналадками.

Сверление и рассверливание. Основными элементами режима при сверлении являются глубина, подача и скорость резания. Глубина резания при сверлении в сплошном материале равна половине диаметра сверла. При рассверливании глубину резания определяют по формуле

$$t = \frac{D_{\text{св}} - d_0}{2}, \quad (6.6)$$

где $D_{\text{св}}$ — диаметр сверла, мм;

d_0 — диаметр рассверливаемого отверстия, мм.

Величина подачи (перемещение сверла вдоль оси за один оборот) зависит от заданной шероховатости, точности обработки, материала и жесткости системы станок – инструмент – деталь. Рекомендуемые технически допустимые значения подач приведены для сверления в таблице 6.22 и для рассверливания — в таблице 6.23.

Таблица 6.22 — Подача при сверлении отверстий, мм/об

Материал	Диаметр сверла, мм, не более									
	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28
Сталь (σ_b не более 900 МПа)	0,15	0,18	0,22	0,26	0,22	0,19	0,15	0,14	0,11	0,09
Чугун	0,22	0,22	0,30	0,30	0,24	0,21	0,18	0,15	0,12	0,10

Таблица 6.23 — Подача при рассверливании отверстий, мм/об

Материал	Диаметр сверла, мм, не более									
	25		30			40			50	
	Диаметр предварительно просверленного отверстия, мм, не более									
	10	15	10	15	20	15	20	30	20	30
Сталь (σ_b не более 900 МПа)	0,40	0,40	0,45	0,45	0,45	0,30	0,40	0,50	0,20	0,40
Чугун	0,60	0,60	0,60	0,60	0,70	0,80	0,80	0,80	0,40	0,60

Скорость резания при сверлении и рассверливании (без охлаждения) сверлами из стали Р9 выбирают по принятой подаче и диаметру сверла (таблицы 6.24 и 6.25).

Таблица 6.24 — Скорость резания при сверлении, м/мин

Диаметр сверла, мм, не более	Подача, мм/об, не более						
	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,20	0,27
10	41	36	31	27	24	20	17
20	46	41	36	31	27	24	20
30	46	46	41	36	31	27	24
Более 30	—	46	46	41	36	31	27

Таблица 6.25 — Скорость резания при рассверливании, м/мин

Глубина резания, мм, не более	Подача, мм/об, не более						
	0,17	0,23	0,31	0,41	0,55	0,75	1,00
6	32	27	23	20	17	15	13
12	27	23	20	17	15	13	11
25	23	20	17	15	13	11	9

Принятая по таблицам 6.24 и 6.25 скорость резания при других условиях обработки должна быть пересчитана по формуле (6.2). Кроме того, при сверлении отверстий, длина которых превышает три диаметра сверла, вводят поправочный коэффициент, учитывающий ухудшение условий работы сверла (увеличение трения о стенки отверстия, перегрев сверла):

Глубина отверстия в диаметрах сверла	3D	4D	5D	6D	10D
Коэффициент	1,00	0,85	0,75	0,70	0,50

Частоту вращения сверла определяют по формуле 6.3, а затем проверяют на соответствие паспортным данным станка (таблица 6.26).

Таблица 6.26 — Техническая характеристика вертикально-сверлильных станков

Основные показатели	Модель станка	
	2A125	2A135
1	2	3
Наибольший диаметр сверления в стали, мм	25	35
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	99,5; 135; 190; 267; 380; 540; 668; 950; 1360	42; 60; 87; 122; 173; 250; 338; 482; 696; 975; 1390; 2000
Осевое перемещение шпинделя, мм/об	0,1; 0,13; 0,17; 0,22; 0,28; 0,36; 0,48; 0,62; 0,81	0,115; 0,15; 0,20; 0,25; 0,32; 0,43; 0,57; 0,72; 0,96; 1,22; 1,6
Конус Морзе отверстия шпинделя	3	4
Наибольший ход шпинделя, мм	175	255
Мощность электродвигателя привода, кВт	2,2	4

После установления режима резания определяют норму времени.

Основное время рассчитывают по формуле (6.4), принимая число проходов $i = 1$. Величину врезания и выхода инструмента определяют по таблице 6.27.

Таблица 6.27 — Величина врезания и выхода инструмента, мм

Технологический переход	Диаметр сверла, мм, не более						
	3	5	10	15	20	25	30
Сверление на проход	2,0	2,5	5	7	8	10	12
Сверление в упор	1,5	2,0	4	6	7	9	11
Зенкерование	—	—	—	3	4	5	5
Развертывание на проход	—	15	18	22	26	30	33

Вспомогательное время на установку и снятие детали определяют по таблице 6.28, вспомогательное время, связанное с проходом, — по таблице 6.29.

Таблица 6.28 — Вспомогательное время на установку и снятие детали, мин

Способ установки	Масса детали, мм, не более					
	3	5	8	12	20	50
В тисках с винтовым зажимом	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	—
На столе без крепления	0,12	0,14	0,15	0,77	0,20	1,3
На столе с креплением планками	0,95	1,00	1,20	1,40	1,60	3,0
В кондукторе	0,80	0,90	1,00	1,10	1,30	2,2

Затраты времени на установку деталей массой более 20 кг указаны с применением подъемно-транспортных устройств.

Таблица 6.29 — Вспомогательное время, связанное с проходом, мин

Условия работы	На первое отверстие			На каждое последующее отверстие		
	Для станков с наибольшим диаметром сверления, мм					
	12	25	50	12	25	50
Сверление по разметке	0,12	0,14	0,16	0,05	0,06	0,07
Сверление по кондуктору	0,10	0,12	0,13	0,04	0,05	0,06
Рассверливание, зенкование	0,08	0,10	0,12	0,03	0,04	0,05
Развертывание	0,10	0,12	0,15	0,04	0,05	0,07

Дополнительное время рассчитывают по формуле (2.3). Отношение дополнительного времени к оперативному (K_d) принимают 6 %.

Подготовительно-заключительное время в зависимости от сложности подготовки к работе принимают из таблицы 6.30.

Таблица 6.30 — Подготовительно-заключительное время при выполнении сверлильной операции, мин

Способ установки детали	Диаметр сверла, мм		
	не более 12	не более 50	более 50
На столе без крепления	3	4	5
На столе с креплением болтами и пластинами	4	5	6
В тисках	5	6	7
В кондукторе	8	9	10
С боку стола с креплением болтами и планками	—	13	20

Фрезерные работы. После определения состава операции назначают режим фрезерования. Основные параметры режима — ширина, глубина резания, подача и скорость.

При восстановлении деталей фрезерованием обрабатывают наплавленные поверхности, устраняют коробление привалочных плоскостей, фрезеруют шпоночные канавки.

Характеристика основных типов фрез, применяемых при восстановлении деталей, приведена в таблице 6.31.

При фрезеровании плоскости ширина фрезерования определяется шириной обрабатываемой поверхности. Ширину фрезы принимают несколько больше ширины обрабатываемой поверхности.

Таблица 6.31 — Основные типы фрез и их характеристика

Тип фрезы, ГОСТ	D , мм	d , мм	B , мм	z	Область применения
Цилиндрические цельные с мелким зубом, ГОСТ 3752–75	50	22	50...80	12	Обработка плоских поверхностей
	63	27	50...100	14	
	80	32	63...125	16	
	100	40	80...160	18	
Дисковые цельные, ГОСТ 3964–69	50	16	3; 4; 5; 6	14; 16	Фрезерование пазов, канавок
	63	22	5; 6; 8	14; 16	
	80	27	8; 10; 12	18; 20	
	100	32	10; 12; 14	18; 20	

Окончание таблицы 6.31

Тип фрезы, ГОСТ	D , мм	d , мм	B , мм	z	Область применения
Шпоночные цельные с цилиндрическим хвостовиком, ГОСТ 9140–78	2...9 (через 1 мм) 10...22 (через 2 мм)	2...25	—	2	Фрезерование канавок призматических и клиновых шпонок
Шпоночные хвостовые, ГОСТ 6648–79	10,8; 14,0 17,3; 20,5 23,8; 27,0 32,2; 34,6	6...12	—	14...20	Фрезерование пазов сегментных шпонок
Концевые цельные с цилиндрическим хвостовиком, ГОСТ 17023–71	3...20 (через 1 мм)	3...20	—	3; 4; 6; 8	Фрезерование канавок, уступов, пазов

Примечание. D – наружный диаметр фрезы; d – размер присоединительной части (диаметр посадочного отверстия или хвостовика); B – ширина фрезы; z – число зубьев.

Глубину фрезерования определяют, учитывая припуск на обработку и требования к шероховатости. При чистовом фрезеровании — в пределах 0,5...1,0 мм.

При фрезеровании различают подачу на один зуб фрезы S_z (мм/зуб), подачу на один оборот фрезы S (мм/об) и минутную подачу S_m (мм/мин). Последняя определяется по формуле

$$S_m = S_n = S_z z n, \quad (6.7)$$

где z — число зубьев фрезы;

n — частота вращения фрезы, мин⁻¹.

При обработке цилиндрическими фрезам из быстрорежущей стали подачу на один зуб фрезы принимают из таблицы 6.32.

Таблица 6.32 — Рекомендуемые подачи на зуб S_z при обработке стали, мм/зуб

Ширина фрезерования, мм	Глубина резания, мм					
	Фреза с крупными зубьями			Фреза с мелкими зубьями		
	До 2	3...5	6...10	До 2	3...5	6...10
До 50	0,25...0,4	0,2...0,3	0,1...0,2	0,1...0,2	0,10...0,15	0,5...0,10
Свыше 50	0,15...0,25	0,1...0,2	0,1...0,15	0,08...0,12	0,05...0,10	0,05...0,08

Подачу на зуб при фрезеровании пазов сегментных шпонок определяют по таблице 6.33.

Таблица 6.33 — Рекомендуемые подачи на зуб S_z при фрезеровании пазов сегментных шпонок, мм/зуб

Материал режущей части фрезы					
Быстрорежущая сталь			Твердый сплав		
S_z при твердости обрабатываемой стали НВ					
До 229	229...287	Свыше 287	До 229	229...287	Свыше 287
0,07...0,12	0,05...0,10	0,03...0,08	0,07...0,10	0,06...0,08	0,05...0,07

Примечание. Меньшие значения принимают при работе фрезами небольших размеров.

Скорость резания при обработке стальных деталей фрезами из быстрорежущей стали принимают из таблиц 6.34 и 6.35.

Таблица 6.34 — Скорость резания при фрезеровании цилиндрическими фрезами, м/мин

Ширина фрезерования, мм	Скорость резания при подаче S_z , мм/зуб							
	0,04	0,06	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50
40	50	47	42	38	34	28	24	21
60	48	45	40	36	33	26	23	20
100	46	43	38	34	30	25	21	19

Таблица 6.35 — Скорость резания при фрезеровании пазов сегментных шпонок, м/мин

Материал инструмента	Глубина резания, мм	Скорость резания при подаче S_z , мм/зуб				
		До 0,02	0,04	0,06	0,10	0,15
Быстрорежущая сталь	До 3	80	70	65	55	48
	5	67	60	55	46	40
	10	56	50	46	40	34
Твердый сплав	До 3	530	490	460	380	330
	5	460	430	400	330	290
	10	370	340	320	270	230

Глубина и ширина шпоночного паза принимается из ремонтного чертежа. Подача на зуб и скорость фрезерования приведены в таблице 6.36.

Таблица 6.36 — Подача на зуб и скорость резания при фрезеровании шпоночными фрезами

Глубина резания, мм	Подача на зуб (мм/зуб) для фрезы диаметром, мм		Скорость резания (м/мин) при подаче на зуб, мм/зуб	
	До 6	До 16	До 0,02	0,04
До 5	0,005...0,010	0,010...0,025	26	24
10	0,003...0,006	0,008...0,015	24	23

Примечание. У шпоночных фрез два зуба.

Принятое значение скорости резания (v_d) необходимо откорректировать

$$v_d = v_T k_1 k_2 k_3, \quad (6.8)$$

где v_T — табличное значение скорости резания, м/мин;

k_1, k_2, k_3 — коэффициенты, зависящие соответственно от размеров обрабатываемой поверхности, материала детали и периода стойкости инструмента.

Если отношение диаметра цилиндрической фрезы к глубине фрезерования больше 10, то $k_1 = 1$. При фрезеровании шпоночных пазов, ширина которых не превышает 15 мм, $k_1 = 1$.

Значение коэффициента k_2 принимают из таблицы 6.37.

Таблица 6.37 — Коэффициент k_2 для определения скорости резания при обработке стали

Марка стали	Твердость НВ	k_2 при материале инструмента Р9, Р18
10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50	До 156	1,35
	156 ... 207	1,00
	170 ... 229	0,90
	207 ... 262	0,70
	269 ... 302	0,55
15Х, 20Х, 30Х, 35Х, 38ХА, 40Х	285 ... 321	0,50
	137 ... 179	1,00
	156 ... 207	0,85
	170 ... 217	0,80
	207 ... 255	0,65
45Г2, 50Г	255 ... 285	0,55
	286 ... 332	0,40
	229 ... 269	0,55
	269 ... 285	0,50

1	2	3	4	
Наибольшее перемещение стола, мм:	продольное	500	700	700
	поперечное	160	260	260
	вертикальное	300	370	320
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	50; 71; 100; 146; 200; 280; 400; 560; 800; 1120; 1600; 2240	30; 38; 48; 60; 75; 95; 118; 150; 190; 235; 300; 375; 475; 600; 750; 950; 1180; 1500		
Скорость подачи стола, мм/мин:	продольной	25,5; 35; 50; 71; 100; 141; 200; 282; 398; 561; 790; 1120	23,5; 30; 37,5; 47,5; 60; 75; 95; 118; 150; 190; 235; 300; 475; 600; 750; 950; 1180	
		поперечной	18...800	То же
	вертикальной	9...400	8...390	
Мощность электродвигателя, кВт:	главного привода	3,0	7,0	
	привода подач	0,6	2,2	

При фрезеровании пазов сегментных шпонок основное время фрезерования равно

$$T_0 = \frac{l_1 + t_{к.с.}}{S_z z n}, \quad (6.12)$$

где l_1 – путь врезания режущего инструмента, мм ($l_1 = 0,5 \dots 1,0$ мм);
 $t_{к.с.}$ – глубина шпоночной канавки, мм.

При фрезеровании пазов призматических шпонок шпоночной фрезой

$$T_0 = \frac{l_1 + t_{к.п.} + (l - D)}{S_z z n}, \quad (6.13)$$

где $t_{к.п.}$ – глубина шпоночного паза, мм;
 l – длина шпоночного паза, мм;
 D – диаметр фрезы, мм.

Вспомогательное время на установку и снятие детали в зависимости от ее массы и способа установки приведено в таблице 6.39, вспомогательное время, связанное с проходом, – таблице 6.40.

Период стойкости цилиндрических фрез из быстрорежущей стали принимают 120...180 мин (меньшее значение стойкости соответствует фрезам меньшего диаметра). Шпоночные фрезы диаметром до 20 мм имеют период стойкости 60 мин.

Значение k_3 принимают в зависимости от периода стойкости этих фрез:

Период стойкости, мин	60	100	150
Коэффициент k_3	1,2	1,0	0,85

Основное время фрезерования

$$T_0 = \frac{Li}{S_z z n}, \quad (6.9)$$

где S_z – подача на зуб, мм/зуб;

z – число зубьев;

n – частота вращения фрезы, мин⁻¹;

i – число проходов;

L – расчетная длина обработки, мм.

$$L = l_1 + l + l_2, \quad (6.10)$$

где l_1 – путь врезания режущего инструмента, мм;

l_2 – величина перебега режущего инструмента, мм ($l_2 = 3,8$ мм);

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

При фрезеровании дисковыми, цилиндрическими и концевыми фрезами путь врезания режущего инструмента вычисляют по формуле

$$l_1 = \sqrt{t(D-t)}, \quad (6.11)$$

где t – глубина резания, мм;

D – диаметр фрезы, мм.

Частоту вращения фрезы определяют по формуле (6.3). По данным таблицы 6.38 проверяют соответствие частоты вращения и минутной подачи S_m паспортным данным станка.

Таблица 6.38 – Техническая характеристика фрезерных станков

Основные показатели	Модель станка		
	6Н80	6Н12	6Н82Г
1	2	3	4
Рабочая поверхность стола, мм	800×200	320×1250	320×1250

Таблица 6.39 — Вспомогательное время на установку и снятие детали, мин

Способ установки детали на станке	Масса детали, кг, не более				
	1	3	5	10	20
В центрах	0,2	0,5	0,6	0,7	1,0
В трехлапчатом патроне	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6
В тисках с простой выверкой	0,3	0,6	0,7	0,8	1,0
То же с выверкой средней сложности	0,4	0,9	1,2	1,5	2,0
На столе с простой выверкой	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8
То же с выверкой средней сложности	1,0	1,2	1,5	1,8	2,2
На призмах	0,6	1,0	1,3	1,6	2,1

Таблица 6.40 — Вспомогательное время, связанное с проходом

Проход	Время на один проход, мин
Первый с двумя пробными стружками при обработке плоскостей	1,4
Первый с одной пробной стружкой при обработке плоскостей	1,0
То же при обработке пазов	1,0
Последующие при обработке плоскостей	0,3
То же при обработке пазов	0,4

Дополнительное время определяют по формуле (2.3). Значение коэффициента K_d принимают в размере 7 %.

Подготовительно-заключительное время принимают из таблицы 6.41.

Таблица 6.41 — Подготовительно-заключительное время при фрезеровании

Установка детали	Время, мин
На столе с креплением болтами	24
В тисках	22
В центрах с делительной головкой	19
В центрах	28
В специальном приспособлении	27
Установка среды	2

Наружное круглое шлифование. При шлифовании деталь устанавливают в неподвижных центрах.

Режим шлифования включает следующие параметры: поперечную (глубина резания) и продольную подачу, окружную скорость резания (скорость вращения детали). Назначение режима шлифования начинают с определения припуска на обработку. Вид шлифования в зависимости от требуемой точности и шероховатости можно принять из таблицы 6.1, а припуск на обработку деталей с длинной обрабатываемой поверхностью до 100 мм — по таблице 6.42.

Таблица 6.42 — Припуски (на сторону) на шлифование валов, мм

Обрабатываемый материал	Диаметр вала, мм					
	До 10	10...18	18...30	30...50	50...120	120 и более
Незакаленная сталь	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20	0,25
Закаленная сталь	0,15	0,15	0,20	0,20	0,25	0,30

Общий припуск распределяют на предварительное (черновое) 60–80 % и на окончательное шлифование 40–20 %.

Глубина резания при шлифовании (поперечная подача) — слой металла, снимаемый периферией шлифовального круга или за каждый двойной ход стола, или за каждый оборот детали при врезном шлифовании.

Для черновой (предварительной) обработки поперечную подачу принимают по таблице 6.43.

Таблица 6.43 — Глубина резания при шлифовании, мм

Обрабатываемый материал	Длина обрабатываемой поверхности, выраженная в диаметрах	Диаметр детали, мм, не более					
		20	40	60	80	100	150
Незакаленная сталь	3	0,020	0,028	0,034	0,039	0,043	0,052
	7	0,017	0,023	0,028	0,032	0,035	0,042
Закаленная сталь	3	0,015	0,023	0,030	0,035	0,040	0,045
	7	0,012	0,018	0,023	0,027	0,030	0,035

Продольная подача — перемещение детали в направлении ее оси при круглом шлифовании за время одного оборота. При шлифовании деталей могут применяться круги различных размеров, поэтому продольная подача принимается в долях высоты круга (таблица 6.44).

Таблица 6.44 — Коэффициент продольной подачи K_s при черновом шлифовании (в долях высоты круга)

Обрабатываемый материал	Поперечная подача, мм, не более					
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,09
Незакаленная сталь	0,60	0,50	0,40	0,30	0,25	0,20
Закаленная сталь	0,50	0,45	0,35	0,25	0,20	0,15

Величину продольной подачи определяют по формуле

$$S_{пр} = B_k K_s, \quad (6.14)$$

где B_k — высота шлифовального круга, мм;

K_s — коэффициент продольной подачи (таблица 6.44).

На круглошлифовальных станках при обработке восстанавливаемых деталей применяются круги диаметром 300–600 мм, высота которых, согласно ГОСТ 2424–83 «Круги шлифовальные. Технические условия», может быть 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80 мм и более.

Поперечная и продольная подачи при чистовом (окончательном) шлифовании принимаются из таблицы 6.45.

Таблица 6.45 — Поперечная и продольная подача при чистовом шлифовании

Диаметр детали, мм, не более	Поперечная подача, мм	Продольная подача в долях высоты круга	Окружная скорость детали, м/мин
60	0,005...0,010	0,2...0,3	15...25
120	0,005...0,010	0,2...0,3	20...35
200	0,005...0,015	0,2...0,3	25...45

Значение скорости вращения детали при шлифовании принимают из таблиц 6.46 и 6.47 в зависимости от принятых поперечной и продольной (в долях высоты круга) подач.

Таблица 6.46 — Скорость вращения детали (незакаленная сталь) при шлифовании, м/мин

Продольная подача, мм, не более	Поперечная подача, мм, не более	Диаметр детали, мм, не более				
		20	40	60	80	100
1	2	3	4	5	6	7
0,3	0,01	51	63	70	76	81
	0,02	25	31	35	38	42
	0,03	17	21	24	25	28
	0,05	10	12	14	16	17

Окончание таблицы 6.46

1	2	3	4	5	6	7
0,4	0,01	38	46	54	58	62
	0,02	20	24	27	30	31
	0,03	13	16	18	20	21
	0,05	6	8	9	10	10
0,5	0,01	31	38	43	45	49
	0,02	16	20	21	23	25
	0,03	10	12	14	16	17
	0,05	6	8	9	10	10

Таблица 6.47 — Скорость вращения детали (закаленная сталь) при шлифовании, м/мин

Продольная подача, мм, не более	Поперечная подача, мм, не более	Диаметр детали, мм, не более				
		20	40	60	80	100
0,3	0,01	56	70	79	84	90
	0,02	28	35	39	42	46
	0,04	14	17	20	22	23
0,4	0,01	42	52	59	65	69
	0,02	21	26	29	32	35
	0,04	11	13	15	16	17
0,5	0,01	35	42	48	51	55
	0,02	17	21	24	25	28
	0,04	9	11	12	13	14

Частоту вращения детали при шлифовании определяют по формуле 6.3 и проверяют ее на соответствие паспортным данным станка (таблица 6.48).

Таблица 6.48 — Техническая характеристика кругло-шлифовальных станков

Основные показатели	Модель станка	
	312М	3А151, 3Б151
1	2	3
Наибольшие размеры устанавливаемой детали, мм:		
диаметр	150	200
длина	550	700

Окончание таблицы 6.48

1	2	3
Наибольшие размеры шлифования, мм:		
диаметр	130	180
длина	500	630
Наибольший угол поворота стола, град.	±6	+3, -6
Скорость перемещения стола (бесступенчатое регулирование), м/мин	0,2...6,0	0,1...6,0
Частота вращения заготовки, мин ⁻¹	150; 250; 300; 400; 500; 800	63...400 (бесступенчатое)
Наибольшие размеры шлифовального круга, мм	300×40×127	600×63×305
Частота вращения круга, мин ⁻¹	2500	1112 и 1272
Пределы поперечной подачи круга, мм	0,0025...0,025	0,0025...0,020

После установления режима рассчитывают норму времени.

Основное время при шлифовании методом продольной подачи определяют по формуле

$$T_o = \frac{Lh}{nS_{пр}S_t} k_3, \quad (6.15)$$

где L – длина продольного хода стола, которая равна длине обрабатываемой поверхности с учетом врезания и перебега шлифовального круга ($L = l + l_1 + l_2$), мм;

h – припуск на обработку, мм;

n – частота вращения детали, мин⁻¹;

$S_{пр}$ – продольная подача, мм/об;

S_t – поперечная подача круга на каждый двойной ход стола (если подача осуществляется на каждый ход стола, знаменатель формулы необходимо умножить на 2), мм;

k_3 – коэффициент, учитывающий время на создание начального натяга в системе станок – приспособление – инструмент – деталь и шлифование без поперечной подачи (выхаживание). Для предварительного шлифования $k_3 = 1,1 \dots 1,3$, для окончательного — $k_3 = 1,3 \dots 1,7$.

При шлифовании с выходом круга в обе стороны высота шлифовального круга рассчитывается по выражению $B_k = l_1 + l_2$ (в мм), при выходе круга только в одну сторону ее определяют следующим образом: $l_1 + l_2 = 0,5B_k$.

Для круглого шлифования методом поперечной подачи (врезания)

$$T_o = \frac{h}{nS_t} k_3. \quad (6.16)$$

Для плоского шлифования периферией круга

$$T_o = \frac{bh}{n_x S_x q S_t} k_3, \quad (6.17)$$

где b – расчетная ширина шлифуемой поверхности с учетом ширины поверхности, пути врезания и перебега круга ($b = b_1 + b_2$), мм;

n_x – число двойных ходов стола в мин;

S_x – подача круга на ход стола, мм;

q – число одновременно шлифуемых заготовок.

Путь врезания и перебега круга при свободном его выходе в обе стороны определяется по выражению $b_1 + b_2 = B_k$. Для предварительного шлифования $k_3 = 1,15 \dots 1,35$, для окончательного — $k_3 = 1,25 \dots 1,50$.

Техническая характеристика плоскошлифовального станка ЗБ722

Наибольшие размеры шлифуемой поверхности, мм:

длина	1000
ширина	320
высота	400

Скорость продольного перемещения стола
(регулирование бесступенчатое), м/мин 2...40

Поперечная подача на ход стола
(регулирование бесступенчатое), мм 0,5...30

Вертикальная подача шлифовальной бабки на один ход, мм 0,005...0,1

Высота шлифовального круга, мм 63

Частота вращения шлифовального круга, мин⁻¹ 1400

Вспомогательное время на установку и снятие детали принимают из таблицы 6.49, вспомогательное время, связанное с проходом, из таблицы 6.50.

Таблица 6.49 — Вспомогательное время на установку
и снятие детали, мин

Способ установки и крепления детали	Масса детали, кг, не более					
	1	3	5	10	18	30
1	2	3	4	5	6	7
В центрах	0,2	0,4	0,5	0,6	1,0	2,2
В центрах с люнетом	0,5	0,7	0,8	0,9	1,2	2,4
В центрах на оправке	1,4	1,5	2,0	3,0	—	—

Окончание таблицы 6.49

1	2	3	4	5	6	7
В центрах на оправке с люнетом	0,5	0,7	0,8	0,9	1,2	1,4
В самоцентрирующем патроне	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2,5
На магнитном столе	0,20	0,21	0,22	0,25	0,39	—
В тисках без выверки	0,27	0,29	0,32	0,41	0,56	2,20
В тисках с выверкой	0,47	0,50	0,55	0,65	0,85	2,80

Таблица 6.50 — Вспомогательное время, связанное с проходом (на один проход), мин

Проходы	Высота центров станка, мм, не более		Плоское шлифование (длина стола до 1000 мм)
	200	300	
Первый проход при шлифовании первой поверхности	1,00	1,20	—
Шлифование последующих поверхностей на одной детали	0,55	0,70	—
На каждый последующий проход	0,04	0,05	—
На каждый проход при предварительном шлифовании	—	—	0,25
То же при окончательном	—	—	0,60

Дополнительное время определяют по формуле (2.3), приняв значение коэффициента $K_d = 9\%$.

Подготовительно-заключительное время принимают из таблицы 6.51.

Таблица 6.51 — Подготовительно-заключительное время при шлифовании, мин

Способ установки детали	Круглое шлифование с высотой центров станка, мм, не более		Плоское шлифование (длина стола до 1000 мм)
	150	300	
В центрах	7	10	—
В самоцентрирующем патроне	10	11	—
В центрах и люнете	9	13	—
На магнитной плите	—	—	3
В тисках	—	—	4,5
Смена круга	8	9	9
Замена одного кулачка	2	3	—

7. НОРМИРОВАНИЕ СЛЕСАРНЫХ РАБОТ

При ремонте сельскохозяйственной техники слесарные работы могут быть **самостоятельными** (сверление, развертывание, клепка и др.), **подготовительными** (разделка трещины под сварку, придание заготовке требуемой формы и размеров) и **подгончными**.

В норму времени на выполнение слесарных работ включают основное, вспомогательное, дополнительное и подготовительно-заключительное время. Она рассчитывается по формуле (6.1).

Основное время — это время, в течение которого изменяется форма или размеры детали (заготовки) в результате опиловки, сверления, нарезки резьбы и т. д.

Вспомогательное время затрачивают на установку (снятие) детали в тиски, на верстак, стенд, наладку оборудования, замер и транспортировку детали в пределах рабочего места (до 5 м). Перемещение детали или сборочной единицы за пределы рабочего места необходимо рассматривать как подсобную работу, не включаемую в норму времени.

Дополнительное время затрачивают на организационно-техническое обслуживание рабочего места, перерывы на отдых и др.

Подготовительно-заключительное время включает затраты времени на получение наряда (задания), инструмента, ознакомления с работой, подготовку рабочего места и сдачу работы.

Нормы времени на выполнение слесарных работ определяют, как правило, по заранее разработанным нормативам. Часто в таблицах приводят штучное время (см. формулу 2.4). В этом случае нормы времени определяют по формуле

$$T_H = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n}, \quad (7.1)$$

где $T_{шт}$ — штучное время;

$T_{п.з}$ — подготовительно-заключительное время;

n — количество деталей в партии.

При слесарных работах деталь можно устанавливать в тисках или на верстаке, стенде или плите, а можно обработку вести на месте сборки, т. е. не снимая с машины. Поэтому некоторые нормативные таблицы составляют на неполное штучное время. В эти таблицы не включено вспомогательное время на установку (снятие) деталей или изделий. При использовании таблиц, в которых приведено неполное штучное время, нормы времени определяют по формуле

$$T_H = T_{H,ш} + T_B + \frac{T_{п.з}}{n}, \quad (7.2)$$

где $T_{H,ш}$ – неполное штучное время;

T_B – вспомогательное время на установку (снятие) детали в тисках, на верстаке, плите и т. д. (таблица 7.1). При обработке без установки $T_B = 0$.

Таблица 7.1 — Вспомогательное время на установку (снятие) детали при выполнении слесарных работ, мин

Масса детали, кг, не более	Установка в тиски и снятие			Установка на верстак, плиту, стенд и снятие детали
	без накладок	с накладками		
		медными	свинцовыми	
2	0,2	0,3	0,4	0,2
5	0,6	0,6	0,7	0,2
10	0,6	0,8	0,9	0,5
15	0,7	0,9	1,0	0,6
30	—	—	—	0,7

Подготовительно-заключительное время в зависимости от сложности работы принимают из таблицы 7.2.

Таблица 7.2 — Подготовительно-заключительное время при слесарных работах, мин

Степень сложности работы	Место выполнения работы	
	на верстаке	на месте разборки (сборки)
Простая	3	4
Средней сложности	4	5
Сложная	5	6

К простой работе относится нарезка резьбы, вырубка зубилом детали по контуру, опилование напильником детали и т. п. Работа средней сложности – сверление отверстий, опилование напильником под размер с применением измерительного инструмента, развертывание. Сложная работа – шабрение, притирка, устранение дефектов головок цилиндров, блока двигателя и других ответственных деталей.

Резка металла. При разрезании металла (стали) ручной ножовкой неполное штучное время принимают из таблицы 7.3.

Таблица 7.3 — Неполное штучное время на резку металла, мин

Круглое сечение		Полосовая сталь		Труба	
диаметр, мм, не более	время на один рез, мин	сечение, мм, не более	время на один рез, мин	диаметр, дюймов	время на один рез, мин
6	0,5	4×4	0,4	¼	0,8
10	1,1	6×6	0,9	½	2,0
15	2,2	16×10	1,9	1¼	5,5
20	3,8	36×20	5,6	—	—

При резке чугуна или бронзы табличное значение времени необходимо умножить на коэффициент 0,7.

Сверление и развертывание. Отверстие сверлят вручную или электрической дрелью. Неполное штучное время на сверление одного отверстия приведено в таблице 7.4.

При сверлении в положении неудобном для работы табличное значение времени увеличивают в 1,4 раза, при сверлении глухих отверстий – в 1,3 раза, а при сверлении в одной детали 5–6 отверстий – значение времени умножают на 0,8.

Таблица 7.4 — Неполное штучное время на сверление отверстий, мин

Диаметр сверла, мм, не более	Длина отверстия, мм, не более	Электродрель		Ручная дрель	
		Сталь	Чугун, бронза	Сталь	Чугун, бронза
5	5	0,4	0,3	0,8	0,6
	10	0,6	0,4	1,3	1,0
	15	0,8	0,5	1,9	1,5
	20	1,0	0,6	2,3	1,9
10	10	1,1	0,6	2,4	2,0
	15	1,4	0,9	3,5	3,1
	20	1,7	1,0	4,2	3,5
15	10	1,9	0,9	4,5	3,8
	15	2,4	1,2	6,5	5,7
	20	2,9	1,6	7,8	6,8

Основное требование к развертыванию — получение точного и чистого отверстия. При выполнении этой работы большое значение имеет размер припуска на обработку, число проходов, правильное и

аккуратное выполнение работы. Все эти условия учтены штучным временем при работе вручную (таблица 7.5).

Таблица 7.5 — Штучное время на развертывание отверстий, мин

Длина отверстия, мм, не более	Сталь				Чугун, бронза			
	Диаметр отверстия, мм, не более							
	5	15	30	60	5	15	30	60
10	0,66	0,85	—	—	0,53	0,68	—	—
20	1,04	1,15	1,28	—	0,84	0,92	1,03	—
30	—	1,53	2,05	—	—	1,22	1,64	—
50	—	—	2,37	3,00	—	—	1,90	2,50
60	—	—	—	3,30	—	—	—	2,70
70	—	—	—	5,00	—	—	—	4,00

Припуск на развертывание должен быть не более 0,1 мм. При развертывании глухих отверстий табличное значение времени умножают на 1,3.

Нарезание резьбы. Неполное штучное время нарезания резьбы вручную метчиком в сквозных отверстиях деталей из стали приведено в таблице 7.6, плашкой на стержнях из стали — в таблице 7.7.

Таблица 7.6 — Неполное штучное время нарезания резьбы в отверстиях, мин

Диаметр резьбы, мм, не более	Шаг резьбы, мм, не более	Длина нарезанной части, мм, не более			
		5	10	20	30
10	1,5	1,40	1,41	2,48	3,16
20	2,5	—	2,00	2,64	3,50
30	3,5	—	—	3,57	4,11

При нарезании резьбы в глухих отверстиях табличное значение времени умножают на 1,3.

Таблица 7.7 — Неполное штучное время нарезания резьбы на стержнях, мин

Диаметр резьбы, мм, не более	Шаг резьбы, мм, не более	Длина нарезанной части, мм, не более			
		5	10	20	30
10	1,5	0,68	0,75	0,80	0,90
20	2,5	—	1,00	1,30	1,80
30	3,5	—	—	1,90	2,20

При положении детали, неудобном для выполнения работы, значение времени, указанное в таблицах, увеличивают в 1,5 раза.

Подготовка детали под заварку трещины. Возникающие при эксплуатации машин трещины в корпусных и некоторых других деталях при их восстановлении часто заделывают сваркой. Перед началом сварки производят разделку трещины, при которой накернивают и засверливают ее концы, вырубая зубилом фаски под углом 70–90° и зачищают кромки фасок.

Неполное штучное время на такую подготовительную работу приведено в таблице 7.8.

Таблица 7.8 — Неполное штучное время на разделку трещины перед сваркой, мин

Толщина стенок детали, мм, не более	Длина трещины, мм, не более			
	50	100	200	300
4	6	8	12	15
6	7	9	14	17
8	8	10	17	20
10	9	12	19	24
12	10	13	22	27
16	11	15	24	30
20	13	18	29	35

При работе в неудобном положении табличное значение времени увеличивают в 1,5 раза.

Работы с полимерными материалами. Заделка трещин и пробоин на корпусных и некоторых других деталях может производиться с применением полимерных материалов (эпоксидных композиций). При расчете нормы времени штучное время выполнения отдельных работ принимают из таблицы 7.9.

Таблица 7.9 — Штучное время выполнения работ при использовании полимеров для заделки трещин

Тип поверхности	Ширина поверхности, мм, не более	Длина поверхности, мм, не более			
		200	300	500	900
1	2	3	4	5	6
<i>Обезжиривание поверхности</i>					
Плоская	50	0,20	0,23	0,30	0,37
	100	0,25	0,30	0,38	0,47
Цилиндрическая	50	0,30	0,36	0,44	0,60
	100	0,39	0,46	0,55	0,65

Окончание таблицы 7.9

1	2	3	4	5	6
<i>Насечка зубилом по зачищенной поверхности</i>					
Длина трещины, мм		40	65	100	160
Время, мин		10	15	20	30
<i>Приготовление состава на основе эпоксидной смолы</i>					
Масса приготовленного состава, г		50	100	250	350
Время, мин		6,5	6,9	9,1	10,9
<i>Нанесение состава на поверхность трещины</i>					
Длина трещины, мм		25	100	150	250
Время, мин		0,3	0,6	0,7	0,9
<i>Наложение накладок из стеклоткани</i>					
Площадь накладки, см ²		125	220	320	410
Время, мин		0,6	0,7	1,0	1,3
<i>Нанесение слоя при склеивании деталей</i>					
Площадь склеивания, см ²		100	150	200	300
Время, мин		0,5	0,6	0,8	0,9
<i>Фиксация резьбового соединения</i>					
Диаметр резьбы, мм		8	12	16	20
Время, мин		1,4	1,8	1,9	2,1

Подготовительно-заключительное время принимают для простых работ 4 мин (вырезка накладок из стеклоткани, зачистка напильником, насечка зубилом, обезжиривание), для работ средней сложности — 5 мин (сверление отверстий, наклейка накладок, опилование в размер), для сложной работы — 6 мин (постановка металлических накладок, приготовление эпоксидного состава).

8. Практическое занятие

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМЫ ВРЕМЕНИ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

Цель занятия:

определить штучное и подготовительно-заключительное время на выполнение технологической операции (вариант задания указывает преподаватель).

8.1. Варианты заданий для занятий

Вариант 1. Заварить ручной электродуговой сваркой трещину длиной 100 мм на необработанной поверхности стальной детали. Материал детали – сталь 10, толщина свариваемого материала – 6 мм, масса детали – 10 кг.

Подготовка детали к сварке (сверление отверстий по краям трещины, V-образная разделка кромок) производится вспомогательным рабочим. Условия сварки удобные.

Вариант 2. То же, что и в варианте 1. Материал детали – чугун СЧ 20, масса – 15 кг, толщина свариваемого материала – 8 мм.

Вариант 3. То же, что и в варианте 1. Материал детали – алюминиевый сплав АЛ-9, масса – 10 кг, толщина свариваемого материала – 4 мм.

Вариант 4. Заварить четыре отверстия с изношенной резьбой в шестерне привода топливного насоса. Подготовка детали осуществляется вспомогательным рабочим. Материал детали – сталь 30Х, диаметр отверстий – 8 мм, глубина – 10 мм. Масса детали – до 5 кг. Условия выполнения работы удобные.

Вариант 5. Наплавить ручным электродуговым способом плоскую поверхность детали. Ширина наплавляемого участка – 20 мм, длина – 70, толщина слоя – 2 мм. Материал детали – сталь 40, твердость поверхности – НВ 300...320, масса детали – 8 кг. Электрод ОЗН-300У. Условия работы удобные.

Вариант 6. Заварить трещину стыковым односторонним швом газовой сваркой на верхнем листе капота трактора МТЗ-80. Материал детали – сталь 08, толщина материала – 2 мм, длина трещины – 150 мм, масса детали – до 5 кг. Сварочная проволока 2,0 Св-08. Сварка ведется в удобном положении.

Вариант 7. Заделать трещину на необработанной поверхности блока цилиндров двигателя СМД-14 с помощью эпоксидного состава

на основе смолы ЭД-16. Материал блока – серый чугун СЧ 25, толщина материала – 6 мм, длина трещины – 110 мм.

Вариант 8. Наплавить деталь вибродуговым способом (рисунок 8.1) проволокой Нп-60Г.

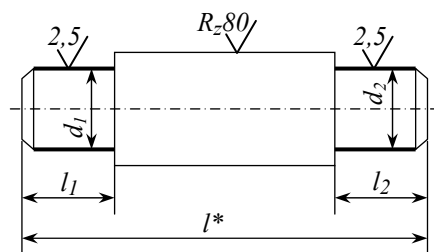


Рисунок 8.1 – К варианту 8

Вариант	d_1	d_2	l_1	l_2	G	h
8.1	20	20	15	20	5	0,2
8.2	25	35	30	15	8	0,5
8.3	40	40	40	25	10	0,8
8.4	35	40	25	30	35	0,7
8.5	30	30	20	20	20	1,0

h – величина износа, мм; G – масса детали, кг; $h = d - d_{и}$, где d – номинальный диаметр, мм; $d_{и}$ – диаметр изношенной детали, мм.

Вариант 9. Наплавить деталь под слоем флюса АН-348А проволокой Нп-30ХГСА (рисунок 8.2).

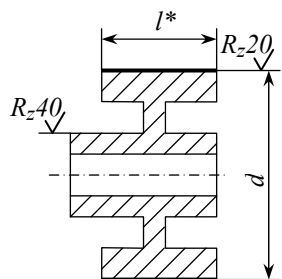


Рисунок 8.2 – К варианту 9

Вариант	l	d	$d_{и}$	Масса, кг
9.1	80	350	345	25
9.2	60	300	293	20
9.3	100	250	247	15

$d_{и}$ – диаметр изношенной детали, мм

Вариант 10. Наплавить деталь в среде углекислого газа проволокой Св-18ХГСА (рисунок 8.3).

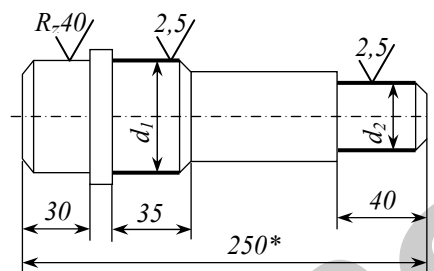


Рисунок 8.3 – К варианту 10

Вариант	d_1	d_2	$d_{и1}$	$d_{и2}$	Масса, кг
10.1	20	15	19,5	14,6	0,8
10.2	30	20	29,2	19,1	1,2
10.3	40	35	38,2	34,6	1,4
10.4	50	40	48,3	38,2	2,6
10.5	35	25	33,8	23,2	2,0

d – номинальный диаметр детали, мм; $d_{и}$ – диаметр изношенной детали, мм.

Вариант 11. Восстановить деталь электроконтактной приваркой стальной ленты (рисунок 8.4). Твердость изношенных поверхностей HRC₃ 50...55.

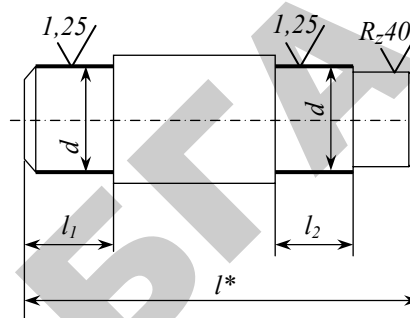


Рисунок 8.4 – К варианту 11

Вариант	d	$d_{п}$	l_1	l_2	Масса, кг
11.1	30	29,4	40	35	1,5
11.2	40	39,2	40	30	1,8
11.3	50	49,4	30	30	2,4
11.4	60	59,3	40	40	3,9

d – номинальный диаметр детали, мм; $d_{п}$ – диаметр после предварительной обработки, мм.

Вариант 12. Произвести газопламенное напыление изношенной поверхности детали (рисунок 8.5) в два этапа: напыление подслоя (порошок ПТ-НА-01) и основного слоя (порошок ПГ-10Н-01).

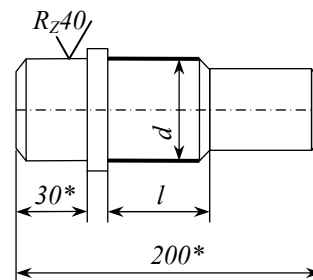


Рисунок 8.5 – К варианту 12

Вариант	d	$d_{п}$	l	Масса, кг
12.1	40	39,5	55	1,3
12.2	45	44,6	40	2,0
12.3	50	49,4	50	2,3
12.4	60	59,2	45	3,7

d – номинальный диаметр детали, мм; $d_{п}$ – диаметр после предварительной обработки, мм.

Вариант 13. Произвести гальваническое наращивание (железные) стакана подшипника конечной передачи шасси Т-16М в ванне ОГ-1349А. Площадь покрытия – 0,8 дм², толщина – 0,4 мм, масса детали – 1,3 кг, плотность тока – 30 А/дм².

Вариант 14. Токарная обработка на станке 1К62 поверхностей детали из стали 45, наплавленной в среде углекислого газа (рисунок 8.6).

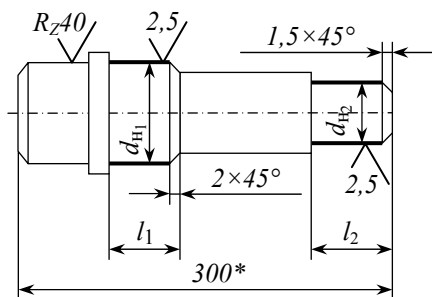


Рисунок 8.6 – К варианту 14

Вариант	d_{H1}	d_{H2}	l_1	l_2	Масса, кг
14.1	20	15	15	15	1,2
14.2	30	20	20	30	1,5
14.3	40	20	25	20	2,0
14.4	30	15	45	25	2,0
14.5	40	30	30	20	2,2

Вариант 15. Обработка стальной детали после закалки шлифованием на станке 3A151. Припуск на обработку (на сторону) – 0,2 мм. Длина обрабатываемой поверхности – 40 мм, диаметр – 50 мм, высота шлифовального круга – 32 мм. Масса детали – 8 кг.

Вариант 16. Фрезерование шпоночного паза 8×4 мм длиной 75 мм на детали из стали 45 фрезой из стали P18. Деталь устанавливается в тисках с простой выверкой. Масса детали – 5 кг.

Вариант 17. Просверлить 10 отверстий электрической дрелью и нарезать метчиком резьбу М8–7Н вручную для крепления винтами накладки, не снимая деталь с машины. Материал детали – чугун СЧ-20, толщина материала – 8 мм, диаметр сверла – 6,6 мм.

9. Практическое занятие ХРОНОМЕТРАЖ СТАНОЧНОЙ ОПЕРАЦИИ

Хронометраж — метод наблюдения и измерения затрат рабочего времени на выполнение технологической операции или отдельных циклически повторяющихся ее элементов. Затраты времени при хронометраже измеряют по секундомеру с точностью до 1 с.

Основными задачами хронометражного исследования являются:

- определение данных для разработки нормативов основного и вспомогательного времени;
- изучение методов работы передовых рабочих с целью передачи их опыта другим;
- уточнение и проверка норм, установленных расчетом;
- выявление причин невыполнения норм выработки.

При хронометраже исследуют главным образом затраты оперативного времени, т. е. основного и вспомогательного.

Цель работы:

освоить методику подготовки, проведения, обработки и анализа результатов хронометражного исследования.

Задание. Путем хронометража определить затраты времени в целом на изготовление на токарном станке штифта (рисунок 9.1) и на отдельные переходы операции.

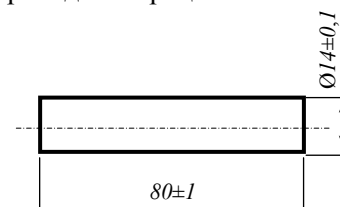


Рисунок 9.1 – Эскиз штифта

Состав операции можно принять следующий:

- 1) установить, выверить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне;
- 2) подрезать торец;
- 3) обточить наружную поверхность до $\varnothing 14 \pm 0,1$;
- 4) отрезать деталь;
- 5) снять деталь.

Оснащение рабочего места. Станок токарно-винторезный 1К62; материал — сталь горячекатанная $K_{pyc} \frac{B16}{Cm3} \frac{ГОСТ 2590-88}{ГОСТ 535-88}$; резцы:

подрезной 2112-0015 Т15К6 ГОСТ 18880–73; проходной 2100-0411 Т15К6 ГОСТ 18877–73; 2130-0009 Т15К6 ГОСТ 18884–73; штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166–80; секундомер СОСпр 26-3.

Порядок выполнения работы. Перед выполнением хронометража студент должен ознакомиться с ходом операции, последовательностью переходов, оборудованием, инструментом и режимами резания. Выявить факторы, прямо или косвенно влияющие на производительность труда рабочего.

Рабочий предупреждается о целях и задачах хронометража и обеспечивается всем необходимым для бесперебойной работы. Операция может быть расчленена на трудовые движения, действия, приемы, комплексы приемов или переходы технологические и вспомогательные, проходы. Характер расчленения операции на более мелкие или крупные элементы определяются задачами хронометражного исследования.

В массовом и крупносерийном производстве расчленение производится на более мелкие элементы; в единичном и мелкосерийном — на более крупные.

Один элемент от другого отделяют фиксажной точкой. Фиксажная точка — это внешний отчетливый признак, по которому наблюдатель может определить начало и конец элемента операции. В качестве фиксажных точек могут быть приняты моменты прикосновения (или снятия) руки рабочего к детали, рукоятке, патронному ключу и т. д. Точность замера во многом зависит от правильного выбора фиксажных точек. Необходимое количество замеров зависит от допустимой точности и продолжительности изучаемых элементов операции.

При выборе количества измерений необходимо руководствоваться следующими данными:

Продолжительность элементов операции, мин	До 2	2...10	11...20
Необходимое число измерений	20	17	15

Основным документом при хронометраже является **хронометражная карта (хронокарта)**, в которую заранее необходимо записать содержание всех элементов, на которые расчленена операция, фиксажные точки. На лицевой стороне карты указывают сведения, характеризующие рабочее место, оборудование, Ф.И.О. рабочего и обрабатываемую деталь.

После завершения подготовительного этапа приступают к измерению затрат времени на каждый элемент операции. Результаты замеров заносят в хронокарту (таблица 9.1).

Затем приступают к обработке результатов наблюдений. Основная задача обработки — это определение продолжительности каждого изучаемого элемента операции. Так как по каждому элементу проводится несколько замеров (повторностей), то в результате для каждого элемента получают хронометражный ряд (хроноряд). Для ряда характерно колебание его значений (в результате случайных ошибок, погрешностей измерений и т. п.). Явно дефектные измерения исключают из ряда заранее, после чего качество хроноряда оценивают коэффициентом устойчивости K_y :

$$K_y = \frac{t_{\max}}{t_{\min}}, \quad (9.1)$$

где t_{\max} — наибольшее значение измерения в ряде, с;
 t_{\min} — наименьшее значение, с.

Полученный коэффициент устойчивости сравнивают с нормативным:

Длительность элементов операции, с	До 6	6...18	Более 18
K_y	2,0...2,5	1,5...1,7	1,3...1,5

Если полученное значение коэффициента устойчивости превышает допустимое значение, то хроноряд «расчищают» — удаляют из ряда максимальные и минимальные значения. Оставшийся хроноряд повторно проверяют по K_y , и так продолжают до тех пор, пока значение коэффициента не станет равным или меньше нормативного. Из оставшегося числа наблюдений определяют среднеарифметическое ряда, которое и будет являться продолжительностью элемента (перехода) операции, как наиболее вероятное значение измеряемой величины при данном количестве измерений. Если отброшено более 30 % полученных значений хроноряда, то бракуется весь ряд и наблюдения повторяют заново.

Рассеивание результатов измерений, характеризующее их точность, оценивают дисперсией (s^2) и средним квадратическим отклонением (s). Дисперсию определяют по формуле

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad (9.2)$$

где n — оставшееся в хроноряде число измерений;
 x_i — значение i -го измерения, с;
 \bar{x} — среднеарифметическое хроноряда, с.

Таблица 9.1 — Хронокарта

Элементы операции	Приемы	Фиксажная точка	Текущее время	Номер наблюдения				Среднее значение затрат времени
				1	2	3	и т. д.	
1. Установить заготовку в патрон	Взять заготовку, установить в патрон, выверить, зажать заготовку в патроне Переключить скорость	Прикосновение руки к заготовке						
2. Подрезать торец	Включить станок. Повернуть резцовую головку, подвести резец, подрезать торец, отвести резец	Прикосновение руки к рычагу включения						
3. Точить наружную поверхность	Повернуть резцовую головку, подвести резец, взять пробную стружку, сделать помер, установить размер, обточить заготовку, отвести резец	Прикосновение руки к рукоятке резцодержателя						
4. Отрезать деталь	Остановить станок, переключить скорость. Повернуть резцовую головку, подвести резец, отрезать деталь, отвести резец	Прикосновение руки к рычагу включения						
5. Снять деталь	Остановить станок, освободить заготовку в патроне	Прикосновение руки к рычагу включения						

Среднее квадратическое отклонение вычисляют по формуле

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} . \quad (9.3)$$

Относительную величину среднего квадратического отклонения, характеризующую величину ошибки, оценивают коэффициентом вариации

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\% . \quad (9.4)$$

При выполнении лабораторной работы допустимую точность наблюдений можно принять 20 %.

Отчет по работе. Студенты представляют заполненную хронокарту. Определяют штучное время расчетно-аналитическим методом и сравнивают со значением, полученным в результате хронометража.

Контрольные вопросы

1. Какие методы применяются при разработке норм времени? Какие из них позволяют установить технически обоснованные нормы?
2. Приведите состав нормы времени.
3. Чем отличается штучное время от неполного штучного?
4. Что такое фотография рабочего дня и хронометраж? Когда их применяют для установления нормы времени?
5. Как определить основное время при нормировании ручной электродуговой сварки?
6. Какие факторы влияют на величину вспомогательного времени при дуговой сварке, механизированной наплавке и механической обработке?
7. Как определить необходимую толщину наплавляемого слоя при механизированной наплавке детали?
8. Как выбрать режимы сварки и механизированной наплавки?
9. В чем заключается особенность нормирования гальванических операций?
10. Какие факторы влияют на скорость резания при механической обработке наплавленных поверхностей?
11. Каковы особенности нормирования слесарных работ, выполняемых на месте сборки (без снятия детали с машины)?

ЛИТЕРАТУРА

1. Практикум по организации ремонтно-обслуживающего производства в АПК / В.П. Миклуш и [др.]. — Минск : БГАТУ, 2003. — 276 с.

2. Нормирование работ на ремонтно-обслуживающих предприятиях. Методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию, к лабораторным и практическим занятиям для студентов специальности С 03.01.00 «Механизация сельского хозяйства» / БАТУ; сост. В.П. Миклуш, П.К. Круглый. — Минск, 2000. — 53 с.

3. Матвеев, В.А. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве / В.А. Матвеев, И.И. Пустовалов. — Москва : Колос, 1979. — 288 с.

4. Нормативы времени на разборочно-сборочные и ремонтные работы. Часть 1, 2. — Москва : ГОСНИТИ, 1988.

5. Проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий АПК : методическое пособие / Г.Ф. Бетенья и [др.]. — Минск : БАТУ, 1998. — 142 с.

6. Нормирование затрат труда на выполнение операций технологического процесса / БСХА; сост.: Л.Ф. Баранов, П.Я. Кортиков, А.К. Трибилов. — Горки, 2000. — 36 с.

7. Левитский И.С. Организация ремонта и проектирование сельскохозяйственных ремонтных предприятий. — Москва : Колос, 1977. — 220 с.

8. Таратута, А.И. Прогрессивные методы ремонта машин: учеб. пособие / А.И. Таратута, А.А. Сверчков. — Минск : Ураджай, 1986. — 376 с.

9. Технология ремонта сельскохозяйственной техники / В.К. Шамко и [др.]. — Минск : Ураджай, 1988. — 232 с.

Учебное издание

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**НОРМИРОВАНИЕ
РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩИХ РАБОТ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА**

Учебно-методическое пособие

Составители:
Миклуш Владимир Петрович,
Круглый Петр Евгеньевич

Ответственный за выпуск *Г.И. Анискович*
Редактор *Ю.П. Каминская*
Компьютерная верстка *Ю.П. Каминская*

Подписано в печать 10.09.2009 г. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Ризография.
Усл. печ. л. 4,19. Уч.-изд. л. 3,27. Тираж 100 экз. Заказ 698.

Издатель и полиграфическое исполнение Учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет»
ЛИ № 02330/0131734 от 10.02.2006. ЛП № 02330/0131656 от 02.02.2006.
Пр-т Независимости, 99, к. 2, 220023, г. Минск.

**НОРМИРОВАНИЕ
РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩИХ РАБОТ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА**

**Минск
БГАТУ
2009**