

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

СПЕЦВОПРОСЫ РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ: ПРАКТИКУМ

Пособие для студентов специальности
1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей
(по направлениям)»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области транспорта и транспортной деятельности*

Минск
БНТУ
2020

УДК 629.113.002(075.8)

ББК 39.33-08

С71

Авторы:

*В. С. Ивашко, К. В. Буйкус,
В. А. Лойко, В. А. Протасевич*

Рецензенты:

ведущий научный сотрудник ГНУ «Институт порошковой
металлургии им. академика О. В. Романа»,
канд. техн. наук, доцент *А. И. Шевцов*;
заведующий кафедрой «Технология и организация технического
сервиса» УО «БГАТУ», канд. техн. наук, доцент *В. Е. Тарасенко*

С71 **Спецвопросы** ремонта автомобилей: практикум : пособие для
студентов специальности 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация авто-
мобилей (по направлениям)» / В. С. Ивашко [и др.]. – Минск : БНТУ,
2020. – 40 с.

ISBN 978-985-583-471-8.

В практикуме приведены содержание и порядок выполнения практиче-
ских работ по дисциплине «Спецвопросы ремонта автомобилей».

УДК 629.113.002(075.8)

ББК 39.33-08

ISBN 978-985-583-471-8

© Белорусский национальный
технический университет, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Практическая работа № 1. Разработка ремонтного чертежа	4
Практическая работа № 2. Обоснование выбора способа восстановления детали	9
Практическая работа № 3. Разработка маршрутного технологического процесса	14
Практическая работа № 4. Нормирование технологических операций восстановления деталей	15
Практическая работа № 5. Нормирование технологических операций механической обработки.....	24
Практическая работа № 6. Определение количества регламентированных ремонтов автомобилей	26
Практическая работа № 7. Определение трудоемкости ремонтных работ	29
Практическая работа № 8. Разработка технологической планировки	36
Библиографический список	40

Практическая работа № 1

РАЗРАБОТКА РЕМОНТНОГО ЧЕРТЕЖА

Цель работы. Приобрести практические навыки по разработке ремонтного чертежа детали.

Правила выполнения ремонтных чертежей

Деталь на ремонтном чертеже показывают в состоянии после восстановления.

На ремонтных чертежах приводят только те виды, разрезы и сечения, которые необходимы для конкретизации процесса ремонта элементов. При этом обязательно выполняют хотя бы одну проекцию общего вида.

На ремонтном чертеже приводят размеры и параметры (шероховатость, твердость, допуски формы и расположения и т. п.) только тех элементов детали, которые подвергаются ремонтному воздействию и должны быть выполнены или контролированы в процессе ремонта или сборки изделия.

На ремонтных чертежах поверхности, подлежащие ремонтному воздействию, выполняют сплошной основной линией, остальные элементы изображения – сплошной тонкой линией.

Указания о ремонте элементов детали в повелительном наклонении приводят на линиях-выносах. Там же указывают марки электродов, присадочной проволоки, параметры рифления накатки и т. п. с указанием соответствующих стандартов, технических условий или других нормативно-технических документов. Например, «Наплавить вибродуговым способом без охлаждения проволокой (1,2 Нп-40 ГОСТ 10543)».

В тех случаях, когда в качестве способов восстановления применяют гальванические покрытия, на чертеже указывают микротвердость поверхности в МПа, которую обозначают $H\mu$: «Железнить. $H\mu \geq 5000$ МПа».

Если ремонт одного и того же элемента детали возможен несколькими способами, каждый из которых требует своего графического изображения (например, наплавка и постанка дополнительной детали), то на каждый из этих способов выполняют отдельный ремонтный чертеж.

В случаях, когда способы ремонта и восстановления детали не требуют разного графического изображения, указания о них приводят на одном чертеже в порядке предпочтения (рис. 1.1).

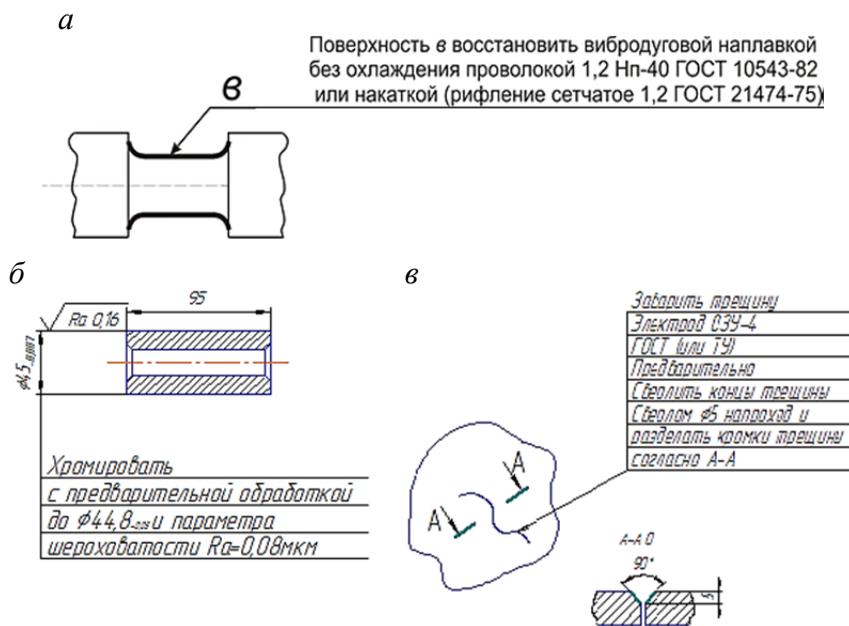


Рис. 1.1. Обозначение способов восстановления детали:
 а – наплавкой; б – хромированием; в – сваркой

Использование способа дополнительной ремонтной детали при ремонте и восстановлении сопровождаются выполнением сборочного ремонтного чертежа. При этом на поле чертежа под заголовком «Подготовка детали (или участка детали) к ремонту» помещают изображение детали (или ее участка) в виде

разреза или выносного элемента, на котором сплошной основной линией выполняют только поверхности, которые необходимо обработать для обеспечения установки дополнительной детали (рис. 1.2).

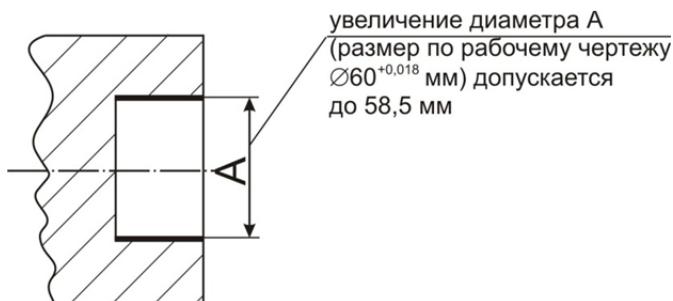


Рис. 1.2. Подготовка детали к ремонту способом дополнительной ремонтной детали

Если при ремонте детали удаляют изношенную часть и заменяют ее новой, то на чертеже подготовки участка детали к ремонту удаляемую часть детали изображают штрихпунктирной линией с двумя точками, кроме случаев обработки под дополнительную деталь (рис. 1.3).

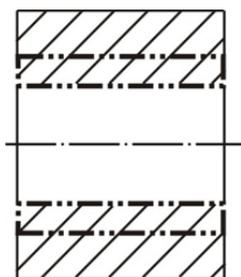


Рис. 1.3. Подготовка участка детали к ремонту

На ремонтных чертежах категориальные ремонтные размеры, а также размеры детали, ремонтируемой снятием минимально

необходимого слоя материала, представляют буквенными обозначениями. Численные величины категорийных размеров и соответствующих им допустимых без ремонта размеров указывают в таблице, размещаемой в правой верхней части чертежа (рис. 1.4).

Условное обозначение размера	Размер по рабочему чертежу, мм	Категорийный ремонтный размер, мм		
		I	II	III
A	$18^{-0,01}$	$17,8^{-0,01}$	$17,6^{-0,01}$	$17,4^{-0,01}$



Рис. 1.4. Обозначение категорийных ремонтных размеров

Размеры, получаемые при совместной обработке, указывают в квадратных скобках. При этом в технических требованиях помещают соответствующие указания.

На чертеже дополнительной детали припуски на обработку, как правило, не указывают, а приводят в скобках размеры после сборки и обработки. При этом в технических требованиях пишут: «Размеры в скобках – после сборки».

Допускается выполнять один чертеж на разные способы ремонта одного и того же элемента сборочной единицы. При этом основное графическое изображение должно соответствовать более предпочтительному способу ремонта, а остальные способы, требующие своего графического изображения, выполняют как варианты под соответствующими заголовками (рис. 1.5).

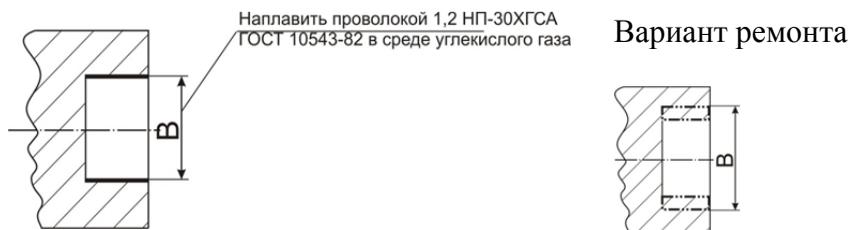


Рис. 1.5. Обозначение вариантов ремонта

Указания об обработке до устранения дефектов приводят с перечислением конкретных дефектов, например: «Обработать до устранения задигов и рисок».

Порядок выполнения работы

1. Получить индивидуальное задание.
2. Разработать ремонтный чертеж.

Практическая работа № 2

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СПОСОБА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

Цель работы. 1. Определить основные способы восстановления конкретной детали.

2. Изучить удельные показатели.

3. Приобрести практические навыки выбора оптимального технологического процесса восстановления деталей.

Порядок выполнения работы

По чертежу детали выбирают класс и группу, к которой относится деталь по конструкторско-технологическим признакам (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Распределение восстанавливаемых деталей по классам и группам

Классы деталей	Группы деталей					
	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
I. Корпусные	Картеры мостов, блоки цилиндров, картеры редукторов	Картеры коробок передач	Корпуса насосов, подшипников	–	–	–
II. Полюсы цилиндры	Ступицы колес, барабаны тормозные	Чашки дифференциала	Гильзы цилиндров, стаканы подшипников	–	–	–

Окончание табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7
III. Валы	Полуоси	Валы коленчатые	Валы с шестернями	Валы шлицевые	Оси, штанги	Клапаны, толкатели
IV. Диски	Шестерни, маховики, диски	Фланцы, шкивы, крыльчатки	–	–	–	–
V. Стержни некруглые	Штанги, рычаги, шатуны, сошки, тяги, вилки	–	–	–	–	–
VI. Крышки и кронштейны	Крышки картера, кронштейны колодок, крышки подшипников, насосов, шестерен	–	–	–	–	–
VII. Детали не группирующиеся	Лонжероны, балки, колодки, опоры, кулаки поворотные, упоры	–	–	–	–	–

Удельные показатели технического уровня технологии, экономической эффективности и технического уровня детали после восстановления на 1 дм^2 поверхности представлены в табл. 2.2 (W – удельные энергозатраты; Q – расход материалов на восстановление единицы поверхности; β – показатель использования площади (отношение производственной площади технологического комплекта оборудования к производительности труда процесса нанесения материала при данном способе восстановления); T – трудоемкость; C – себестоимость восстановления; α – относительная долговечность).

Таблица 2.2

**Удельные показатели способов восстановления
по классам и группам**

Класс детали и возможные способы ее восстановления	Группа	Удельные показатели на 1 дм ² поверхности					Относи- тельная долговеч- ность, α
		W , кВт·ч	Q , кг	β , м ²	T , чел.-ч	C , у. е.	
1	2	3	4	5	6	7	8
I. Корпусные детали							
Железнение (3)	1	3,1	0,2	6,5	0,41	0,7	0,91
Механическая обработка (5)	1	2,6	2,4	4,4	0,34	0,8	0,90
Полимерные композиции (6)	1	0,2	0,1	0,2	0,18	0,3	–
Железнение (3)	2	4,4	0,2	4,1	0,64	1,1	0,91
Механическая обработка (5)	2	2,7	3,8	4,5	0,51	1,0	0,90
Полимерные композиции(6)	2	0,2	0,1	0,2	0,16	0,3	–
Железнение (3)	3	4,0	0,2	3,4	0,74	1,2	0,90
Механическая обработка (5)	3	2,6	4,1	4,4	0,34	4,0	0,90
Полимерные композиции (6)	3	0,2	0,1	0,2	0,32	0,4	–
II. Полеые цилиндры							
Наплавка вибродуговая (1)	1	1,8	0,1	3,0	0,29	0,5	0,98
Наплавка в среде CO ₂ (2)	1	4,3	0,1	1,7	0,33	0,6	0,80
Механическая обработка (5)	1	2,1	3,1	3,4	0,27	0,6	0,90
Наплавка вибродуговая (1)	2	1,9	0,1	4,7	0,47	0,8	0,98
Наплавка в среде CO ₂ (2)	2	4,4	0,1	2,8	0,53	1,0	0,80
Механическая обработка (5)	2	2,7	3,0	4,4	0,35	0,9	0,90
Наплавка вибродуговая (1)	3	1,8	0,1	3,1	0,30	0,6	0,98
Наплавка в среде CO ₂ (2)	3	4,3	0,1	1,8	0,34	0,7	0,80
Железнение (3)	3	3,5	0,2	10,8	0,50	0,8	0,91
Механическая обработка (5)	3	3,0	3,2	5,1	0,40	1,0	0,90
III. Круглые стержни							
Наплавка вибродуговая (1)	1	2,1	0,1	3,0	0,40	0,7	0,98
Наплавка в среде CO ₂ (2)	1	4,3	0,1	2,0	0,39	0,7	0,80
Наплавка вибродуговая (1)	2	1,7	0,1	3,0	0,44	0,8	0,98
Наплавка в среде CO ₂ (2)	2	4,1	0,1	1,5	0,35	0,7	0,80
Механическая обработка (5)	2	0,5	0,1	1,1	0,10	0,4	0,90
Наплавка вибродуговая (1)	3	2,1	0,1	4,5	0,56	1,0	0,98
Наплавка в среде CO ₂ (2)	3	4,3	0,1	2,6	0,54	1,0	0,80
Электронскровая обработка (4)	3	2,0	0,01	4,8	0,46	0,8	1,10
Наплавка вибродуговая (1)	4	2,1	0,1	4,1	0,47	0,9	0,98
Наплавка в среде CO ₂ (2)	4	4,3	0,1	2,5	0,46	0,9	0,80
Электронскровая обработка (4)	4	1,3	0,01	2,6	0,25	0,4	1,10

Окончание табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Наплавка вибродуговая (1)	5	2,2	0,1	3,4	0,44	0,8	0,98
Наплавка в среде CO ₂ (2)	5	4,4	0,1	2,4	0,43	0,8	0,80
Механическая обработка (5)	6	0,9	0,2	1,2	0,08	0,4	0,90
IV. Диски							
Наплавка вибродуговая (1)	1	2,1	0,1	4,2	0,47	0,8	0,96
Наплавка в среде CO ₂ (2)	1	4,3	0,1	2,4	0,47	0,8	0,80
Наплавка вибродуговая (1)	2	1,9	0,1	4,6	0,44	0,7	0,98
Наплавка в среде CO ₂ (2)	2	4,3	0,1	2,7	0,51	0,9	0,80
V. Некруглые стержни							
Железнение (3)	1	0,4	0,2	3,5	0,16	0,3	0,91
Механическая обработка (5)	1	1,7	2,0	2,6	0,33	0,8	0,90
VI. Кронштейны, крышки							
Механическая обработка (5)	2	2,6	6,6	4,4	0,34	1,3	0,90
VII. Детали, требующие специальной оснастки							
Наплавка вибродуговая (1)	3	1,8	0,1	3,4	0,34	0,6	0,98
Наплавка в среде CO ₂ (2)	3	4,3	0,1	1,9	0,38	0,7	0,80
Железнение (3)	3	1,5	0,2	4,6	0,33	0,6	0,91
Электроискровая обработка (4)	3	1,3	0,01	2,6	0,25	0,4	1,10

Примечание. (1) – вибродуговая наплавка в среде жидкости, шлифование; (2) – наплавка в углекислом газе, точение, закалка ТВЧ и шлифование; (3) – железнение проточное безванное на переменном токе, шлифование; (4) – электроискровая обработка, шлифование; (5) – механическая обработка (кроме способа ремонтных размеров); (6) – полимерные композиции.

Выбрав конкурирующие способы и их удельные показатели, определяют интегральный показатель технологии восстановления. Оптимальным способом восстановления детали будет тот, интегральный показатель которого имеет минимальное значение.

Относительный удельный показатель i -го способа рассчитывают по формуле

$$\gamma_i = \frac{W_i}{\Sigma W} + \frac{Q_i}{\Sigma Q} + \frac{\beta_i}{\Sigma \beta} + \frac{T_i}{\Sigma T} + \frac{C_i}{\Sigma C}, \quad (2.1)$$

где $W_i, Q_i, \beta_i, T_i, C_i$ – значения удельных показателей i -го способа восстановления;

$\Sigma W, \Sigma Q, \Sigma \beta, \Sigma T, \Sigma C$ – сумма значений одноименных удельных показателей всех возможных способов восстановления.

Интегральный показатель i -го способа определяется по формуле

$$I_i = \frac{\gamma_i}{\alpha_i}, \quad (2.2)$$

где γ_i – относительный удельный показатель i -го способа;

α_i – относительная долговечность детали, восстановленной i -м способом.

Удельные показатели выбранных способов и результаты расчета их эффективности необходимо свести в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Результаты расчета эффективности способов восстановления

Возможные способы восстановления	Удельные показатели на 1 дм ² поверхности					Удельный показатель i -го способа	Долговечность α	Интегральный показатель, I
	W , кВт·ч	Q , кг	β , м ²	T , чел.-ч	C , у. е.			
Способ № 1	W_1	Q_1	β_1	T_1	C_1	γ_1	α_1	I_1
Способ № 1	W_2	Q_2	β_2	T_2	C_2	γ_2	α_2	I_2
...
Способ № n	W_n	Q_n	β_n	T_n	C_n	γ_n	α_n	I_n
Сумма значений	ΣW_n	ΣQ_n	$\Sigma \beta_n$	ΣT_n	ΣC_n	–	–	–

Практическая работа № 3

РАЗРАБОТКА МАРШРУТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Цель работы. Изучить принципы разработки маршрутов и проектирования маршрутного технологического процесса восстановления детали.

Основные положения

Под маршрутной технологией понимают технологию, составленную на комплекс дефектов с учетом строгой последовательности выполнения технологических операций при кратчайшем движении детали по цехам и участкам.

При разработке технологического процесса восстановления детали необходимо:

- выстроить последовательность полного комплекса операций (подготовка, наращивание, обработка) для восстановления детали по каждому из дефектов, входящих маршрут;
- по каждой операции подобрать необходимое оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент;
- определить техническую норму времени на выполнение основных операций;
- технологический процесс восстановления детали представить в виде карты по рис. 3.1.

Порядок выполнения работы

Разработать технологический процесс восстановления детали, оформив в соответствии с рис. 3.1.

Технологический процесс восстановления

Наименование детали...							
Материал детали...							
Твердость рабочих поверхностей...							
Суммарное время восстановления...							
Наименование дефектов и эскиз	Номер операции	Наименование и содержание операции	Оборудование (тип, модель)	Технологическая оснастка	Режущий и измерительный инструмент	Профессия и разряд работы	Штучное время, мин

Рис. 3.1. Оформление карты технологического процесса восстановления детали

Практическая работа № 4

НОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Цель работы. 1. Изучить методику расчета режимов восстановления деталей.

2. Получить практические навыки расчета технологических норм времени.

3. Результаты расчета внести в маршрутную карту технологического процесса.

Общие сведения

Штучное время на операцию определяют путем сложения итогов по основному, вспомогательному времени и времени обслуживания рабочего места.

Исходной информацией для выполнения расчетов служит величина толщины слоя материала (покрытия), наносимого на изношенные поверхности:

$$h = \frac{U}{2} + z_1 + z_2, \quad (4.1)$$

где h – толщина покрытия, мм;

U – износ детали, мм;

z_1 – припуск на обработку перед покрытием (ориентировочно 0,05–0,3 мм на сторону), мм;

z_2 – припуск на механическую обработку после нанесения покрытия (на сторону), мм (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Припуск на механическую обработку
после нанесения покрытий

Способ получения покрытия	Припуск на сторону, мм
Ручная дуговая наплавка	1,4–1,7
Дуговая наплавка под слоем флюса	0,8–1,1
Наплавка в среде углекислого газа. Вибродуговая наплавка	0,6–0,8
Плазменная наплавка. Аргонно-дуговая наплавка	0,4–0,6
Электроконтактная наплавка, газотермическое напыление	0,2–0,5
Железнение	0,1–0,2
Хромирование	0,05–0,1

Нормирование дуговой наплавки

Величину силы тока при дуговой сварке (наплавке) I , А, рассчитывают по формуле

$$I = \frac{\pi d_3^2 D_I}{4}, \quad (4.2)$$

где D_I – плотность тока, А/мм² (рис. 4.2);

d_3 – диаметр электрода, мм. Его подбирают в зависимости от толщины свариваемого металла (толщины наплавляемого) и ширины валика шва $d_3 \approx (0,8–1,1)h$.

Напряжение дуги $U_d = 22–28$ В.

Основное время при выполнении ручной дуговой сварки и наплавки:

$$T_0 = \frac{0,06FL\gamma k_{\text{п}} k_c}{\alpha_{\text{н}} I} k_c, \quad (4.3)$$

где $F = hs$ – площадь поперечного сечения шва (валика), мм²;

L – длина шва, мм;

γ – плотность наплавляемого металла, г/см³;

$k_{\text{п}}$ – коэффициент разбрызгивания металла ($k_{\text{п}} = 0,9$);

k_c – коэффициент, учитывающий сложность работы: $k_c = 1,5$ при ручной наплавке цилиндрических деталей диаметром 40–50 мм и сварке на горизонтальной плоскости снизу; $k_c = 1,3$ при ручной наплавке цилиндрических деталей диаметром более 50 мм и сварке на вертикальной плоскости;

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициента наплавки (см. рис. 4.2).

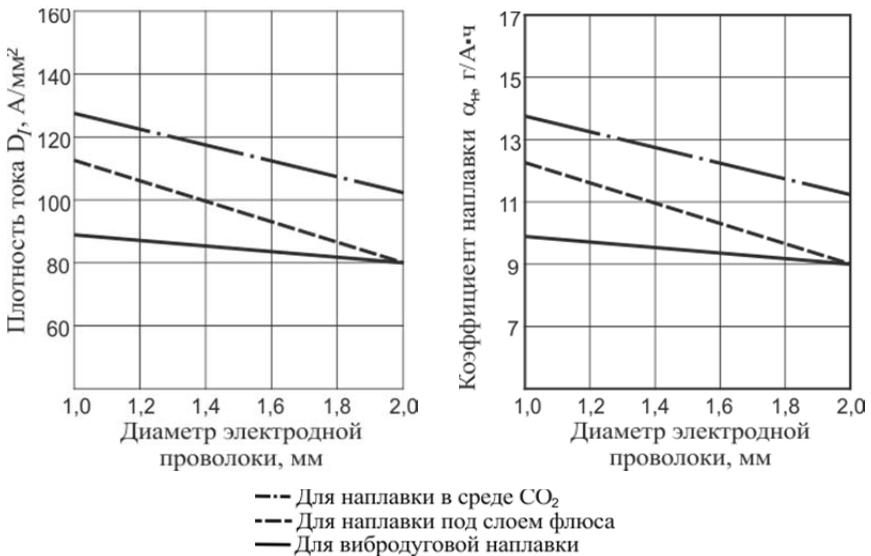


Рис. 4.2. Зависимость плотности тока и коэффициента наплавки от диаметра электродной проволоки

Скорость наплавки V_H , м/мин, определяют по формуле

$$V_H = \frac{0,785d_3^2V_{\text{пр}}Ka}{hs}, \quad (4.4)$$

где $V_{\text{пр}}$ – скорость подачи электродной проволоки, м/мин;

h – толщина наплавленного слоя, мм;

s – подача на один оборот детали (шаг наплавки), мм/об.

Ориентировочно $s = (1,2-2,0)d_3$;

K – коэффициент перехода металла на наплавляемую поверхность, то есть коэффициент, учитывающий выгорание или разбрызгивание металла (табл. 4.2);

a – коэффициент неполноты наплавляемого слоя (см. табл. 4.2).

Таблица 4.2

Значение коэффициента перехода металла на наплавляемую поверхность (K) и коэффициента неполноты наплавляемого слоя (a)

Вид наплавки	Коэффициенты	
	K	a
Вибродуговая наплавка в жидкости	0,73–0,92	0,79–0,95
Наплавка под слоем флюса	0,90–0,986	0,96–0,985
Наплавка в среде CO_2	0,82–0,90	0,88–0,96

Частота вращения детали n , мин⁻¹:

$$n = \frac{1000V_H}{\pi d}, \quad (4.5)$$

где d – диаметр наплавляемой детали, мм.

Зная режим наплавки, можно определить основное (машинное) время:

– для наплавки тел вращения

$$T_o = \frac{L}{ns} i; \quad (4.6)$$

– для наплавки шлиц продольным способом

$$T_o = \frac{L}{V_n} i, \quad (4.7)$$

где L – длина наплавки, мм;

i – количество слоев наплавки.

Вспомогательное время на установку и снятие детали принимают по табл. 4.3.

Вспомогательное время, связанное с переходом (длина свариваемого шва), принимают для вибродуговой наплавки и в среде углекислого газа 0,7 мин, а для подфлюсовой наплавки 1,4 мин на 1 м шва (валика). Время на один поворот детали при подфлюсовой продольной наплавке шлицев и установку мундштука сварочной головки – 0,46 мин. Время на обслуживание рабочего места принимают равным 11–15 % от оперативного.

Таблица 4.3

Вспомогательное время на установку,
крепление и снятие детали

Способ установки	Масса детали, кг							
	1–3	3–5	5–8	8–10	12–20	20–30	30–50	50–80
	Время, мин							
1	2	3	4	5	6	7	8	9
В трехкулачковом патроне с ручным зажимом без выверки	0,29	0,34	0,38	0,46	0,56	2,0	2,2	2,5
В трехкулачковом патроне с выверкой по мелку	0,54	0,64	0,72	0,84	1,02	3,0	3,2	3,5
В трехкулачковом патроне с ручным зажимом с поджатием центром задней бабки	0,35	0,39	0,43	0,48	0,53	2,0	2,2	2,5

Окончание табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
В цанговом патроне, крепление рукояткой рычага	0,18	–	–	–	–	–	–	–
В цанговом патроне, крепление ключом	0,23	–	–	–	–	–	–	–
В центрах с надеванием хомутика	0,30	0,34	0,40	0,48	0,59	2,3	2,4	2,9
В центрах без надевания хомутика	0,20	0,24	0,26	0,29	0,34	2,0	2,1	2,3
На планшайбе с угольником в центрирующем приспособлении	0,37	0,43	0,47	0,51	0,60	2,0	2,1	2,3

Подготовительно-заключительное время принимают по табл. 4.4.

Таблица 4.4

Подготовительно-заключительное время
при автоматической наплавке

Элементы работы	Время, мин
Установка детали в центрах или цанговом патроне с затяжкой гайкой:	9
в самоцентрирующем патроне или на планшайбе с креплением болтами и планками	10
на планшайбе с угольником в центрирующем приспособлении	15
Установка подачи суппорта	1,0
Смещение задней бабки для наплавки конуса	3,0
Установка силы тока на трансформаторах	0,8
Установка скорости наплавки рукояткой коробки скоростей	0,1
Установка скорости подачи электродной проволоки:	
заменой подающего ролика	1,3
перестановкой сменных шестерен	4,2
рукояткой коробки передач	0,1
Ручная заправка кассеты электродной проволокой массой, кг:	
8–12	5,4
18–20	7,2

Нормирование электролитического осаждения покрытий

Продолжительность электролиза T_0 , ч, определяют по формуле

$$T_0 = \frac{1000h\gamma}{D_k\eta C}, \quad (4.8)$$

где C – электрохимический эквивалент выделяющегося на катоде вещества, г/А·ч (для хрома $C = 0,323$; для железа $C = 1,042$; для никеля $C = 1,095$);

γ – плотность осаждаемого металла, г/см³;

D_k – катодная плотность тока, А/дм²;

η – выход металла по току, %.

В табл. 4.5–4.6 приведена основная информация о режимах хромирования универсальным электролитом и железнения.

Таблица 4.5

Состав электролита и параметры хромирования

Компонент, г/л		Режим		Оценочный параметр	
Хромовый ангидрид	Серная кислота	Температура, °С	Плотность тока, А/дм ²	Выход по току, %	Скорость осаждения, мкм/ч
250	2,5	45–60	30–60	8–13	30–70

Таблица 4.6

Состав электролита и параметры железнения

Компоненты электролитов	Концентрация, г/л	Режимы электролиза			Оценочные параметры	
		Температура, °С	Плотность тока, А/дм ²	Вид тока	Выход по току, %	Скорость осаждения, мм/ч
Хлористое железо Соляная кислота	680 0,8–1,5	95–100	10–80	Постоянный	86–90	0,2–0,5

Нормирование газотермического напыления

Техническая норма времени на ручное напыление металлов определяют исходя из производительности аппаратов:

$$t_{\text{шт.к}} = 1,08 \left(7,2 \frac{Fh\gamma}{10^3 gK_{\text{н}}} + t_{\text{оп.2}} + t_{\text{оп.3}} + t_{\text{в.2}} \right) + \frac{5}{Z}, \quad (4.9)$$

где 1,08 – коэффициент, учитывающий время на обслуживание рабочего места и личные надобности рабочего;

g – производительность аппарата, кг/ч;

$K_{\text{н}}$ – коэффициент напыления (табл. 4.7);

$t_{\text{оп.2}}$ – оперативное время на осмотр и протирку поверхности перед напылением (табл. 4.8);

$t_{\text{оп.3}}$ – оперативное время на обезжиривание поверхности растворителем перед покрытием (табл. 4.9);

$t_{\text{в.2}}$ – время на установку, поворот и снятие изделия (табл. 4.10);

5 – подготовительно-заключительное время на партию, мин;

Z – число деталей в партии.

Таблица 4.7

Зависимость коэффициента напыления $K_{\text{н}}$
от угла атаки газовой струи

Угол атаки	Напыляемый металл			
	Сталь	Цинк	Латунь	Алюминиевые сплавы
90°	0,78	0,72	0,65	0,82
60°	0,39	0,36	0,31	0,41

Таблица 4.8

Время на осмотр и протирку поверхности
перед напылением

Площадь поверхности, см ²	До 20	20–30	30–50	50–80	80–120	120–200	200–300	300–500
$t_{\text{оп.2}}$, мин	0,23	0,26	0,30	0,35	0,40	0,46	0,56	0,61

Таблица 4.9

Время на обезжиривание поверхности перед покрытием

Площадь поверхности, см ²	До 100	100–200	200–400	400–600	600–800	800–1000
$t_{\text{оп.з}}$, мин	0,2	0,9	1,4	1,6	1,9	2

Таблица 4.10

Вспомогательное время на установку, поворот и снятие изделия, мин

Элементы операции	Масса изделия, кг				
	До 5	5–10	10–15	15–20	20–200
Поднести, уложить, снять и отнести деталь:					
работа на столе	0,24	0,39	0,49	0,53	2,70
работа в приспособлении	0,35	0,58	0,71	0,78	2,70
Повернуть деталь	0,12	0,19	0,24	0,26	1,60

Для обеспечения адгезии напыляемого материала с восстанавливаемой поверхностью выполняют дополнительную операцию специальной подготовки поверхности (обработка дробью, нарезание рваной резьбы, накатывание, гидроабразивная обработка, или нанесение подслоя из сплавов алюминия и никеля).

Порядок выполнения работы

1. Получить у преподавателя исходные данные.
2. Рассчитать режимы.

Практическая работа № 5

НОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Цель работы. 1. Проанализировать основные методы механической обработки.

2. Приобрести практические навыки по нормированию работ по операциям разработанного технологического процесса.

Общие положения

Расчет основного (машинного) времени производится в следующей последовательности:

1) определяют припуск на обработку z , мм (см. разработанный технологический процесс);

2) устанавливают глубину резания t , мм;

3) по табл. 5.1 принимают значения подачи s и скорости резания V ;

4) определяют частоту вращения детали n , мин⁻¹:

$$n = \frac{1000V}{\pi d}, \quad (5.1)$$

где d – диаметр обрабатываемой поверхности детали, мм.

5) рассчитанное значение вращения детали n и подачи s уточняют по характеристике станка и принимаются ближайšie меньшие паспортные значения;

6) основное (машинное) время для всех видов лезвийной обработки (если припуск удаляется за один проход) определяют по формуле

$$T_0 = \frac{Li}{ns}. \quad (5.2)$$

Таблица 5.1

Режимы точения резцом из твердого сплава ТК покрытий

Твердость покрытия, HRC	Скорость резания V , м/мин	Подача s , мм/об	
		чернового	чистового
60–65	20–30	0,06	0,04
50–60	30–70	0,06	0,05
40–50	70–120	0,09	0,06
30–40	120–160	0,15	0,08

Основное (машинное) время круглого продольного шлифования при поперечной подаче на каждый ход стола T_0 , мин, определяют по формуле

$$T_0 = \frac{2Lh}{nsBt} k_3, \quad (5.3)$$

где L – длина предельного хода стола, мм;

h – припуск на сторону, мм (например, если общий припуск 0,35 мм, то для предварительного шлифования $h = 0,25$ мм, а для окончательного $h = 0,10$ мм);

s – продольная подача в долях ширины круга, мм (для предварительного шлифования $s = 0,7$ мм, а для окончательного $s = 0,3$ мм);

B – ширина абразивного круга, мм;

t – глубина шлифования на один ход, мм (для предварительного шлифования $t = 0,025$ мм, а для окончательного $t = 0,010$ мм);

k_3 – коэффициент зачистных ходов, $k_3 = 1,1–1,7$ (большее значение для более высокой точности).

$$L = l + (1 - 2l_1)B, \quad (5.4)$$

где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – переход круга за деталь в долях ширины абразивного круга, $l_1 = 0,3–0,5$ мм.

Частоту вращения детали n определяют по формуле (5.1), подставляя вместо скорости резания V окружную скорость на поверхности детали (для предварительного шлифования $V = 15$ м/мин, а для окончательного $V = 30$ м/мин).

Порядок выполнения работы

По исходным данным рассчитать основное время операции.

Практическая работа № 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА РЕГЛАМЕНТИРОВАННЫХ РЕМОНТОВ АВТОМОБИЛЕЙ

Цель работы. Приобрести практические навыки расчета количества регламентированных ремонтов автомобилей (производственной программы) предприятия по ремонту автомобилей.

Расчет производственной программы

Годовое количество регламентированных ремонтов N_{pp} автомобилей или агрегатов определяют по выражению

$$N_{pp} = N_a L_T \left(\frac{1}{L_{pp} K'_p} - \frac{1}{L_{ам} K_{ам}} \right), \quad (6.1)$$

где N_a – количество автомобилей, шт.;

L_T – среднегодовой пробег автомобиля (агрегата), тыс. км;

L_{pp} – пробег автомобиля (агрегата) до регламентированного ремонта, тыс. км;

K'_p – коэффициент отклонения от норм межремонтного пробега;

$L_{ам}$ – норма амортизационного пробега, тыс. км;
 $K_{ам}$ – коэффициент отклонения от нормы амортизационного пробега, $K_{ам} = 1,1-1,4$.

$$K'_p = K_{дэ} K_M K_{кл} K_{нр} K_{пд}, \quad (6.2)$$

где $K_{дэ}$ – коэффициент дорожно-эксплуатационных условий;
 K_M – коэффициент модификации транспортных средств (табл. 6.1);
 $K_{кл}$ – коэффициент природно-климатических условий, $K_{кл} = 1,0$;
 $K_{нр}$ – коэффициент структуры парка;
 $K_{пд}$ – коэффициент повышения долговечности автомобилей, $K_{пд} = 1,02-1,04$.

Таблица 6.1

Коэффициент корректировки пробега автомобиля до регламентированного ремонта в зависимости от его модификации

Модификация транспортного средства и организация его работы	K_M
Базовый автомобиль	1,0
Седельные тягачи	0,95
Автомобили бортовые с одним прицепом	0,90
Автомобили с двумя прицепами	0,85
Автомобили-самосвалы при работе на плечах свыше 5 км	0,85
Автомобили-самосвалы с одним прицепом или при работе на коротких плечах (до 5 км)	0,80
Автомобили-самосвалы с двумя прицепами	0,75

Для автомобилей и агрегатов, кроме двигателя:

$$K_{дэ} = l_1 + 0,9l_2 + 0,8l_3 + 0,7l_4 + 0,6l_5. \quad (6.3)$$

Для двигателя:

$$K_{дэ} = l_1 + 0,9l_2 + 0,7l_3 + 0,6l_4 + 0,5l_5, \quad (6.4)$$

где l_1, l_2, l_3, l_4, l_5 – удельный вес пробега автомобилей соответственно для 1, 2, 3, 4 и 5-й категорий условий эксплуатации.

$$K_{нр} = 0,8 \frac{A_n L_{кр} + A_{кр} L_{мр}}{100L_{кр}}, \quad (6.5)$$

где A_n и $A_{кр}$ – удельный вес в структуре парка новых и прошедших регламентированный ремонт автомобилей, %.

$$L_{ам} = 1,8L_{рр}K'_р. \quad (6.6)$$

Порядок выполнения работы

Рассчитать производственную программу в соответствии с индивидуальным заданием.

Практическая работа № 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ

Цель работы. Приобрести практические навыки расчета трудоемкости ремонтных работ.

Расчет трудоемкости работ ремонтируемых изделий

При проектировании предприятий по ремонту силовых агрегатов или агрегатов ходовой части автомобиля трудоемкость их регламентированного ремонта рассчитывают по формулам:

$$T_{\text{саг}} = T_{\text{омс}} K_N K_{\text{саг}} K_M, \quad (7.1)$$

$$T_{\text{хаг}} = T_{\text{омх}} K_N K_{\text{хаг}} K_M, \quad (7.2)$$

где $T_{\text{омс}}$, $T_{\text{омх}}$ – трудоемкость регламентированного ремонта силового и ходовых агрегатов основной модели соответственно при эталонной программе, чел.-ч (табл. 7.1);

$K_{\text{саг}}$, $K_{\text{хаг}}$ – коэффициенты приведения силовых и ходовых агрегатов к основной модели;

K_M – коэффициент корректирования трудоемкости, учитывающий количество моделей агрегатов в программе предприятия. При числе моделей две и более $K_M = 1,05$.

Таблица 7.1

Трудоемкость регламентированного ремонта автомобилей
и агрегатов для эталонных условий

Модель автомобиля	Трудоемкость, чел.-ч				
	Полнокомплектные автомобили	Автомобили на базе готовых силовых агрегатов	Автомобили на базе готовых комплектов агрегатов	Силовые агрегаты	Комплекты прочих агрегатов
1	2	3	4	5	6
ГАЗ-3307	175,0	133,0	97,0	35,0	23,0
ЗИЛ-431410	192,5	150,3	103,8	40,3	29,9

Окончание табл. 7.1

1	2	3	4	5	6
МАЗ-5335	315,0	232,8	152,5	65,0	47,7
КамАЗ-5320	432,3	335,2	220,5	73,5	80,5
КрАЗ-250-010	393,8	291,1	155,0	78,0	93,3
ГАЗ-24-10	308,0	255,6	213,8	34,8	24,8
МАЗ-103	–	–	849,4	–	–
МАЗ-105	–	–	1178,0	–	–

Годовой объем работ производственных участков $T_{г.р}$ определяют по формуле

$$T_{г.р} = \sum T_i \frac{K_{T_i}}{100} N_i, \quad (7.3)$$

где K_{T_i} – процентное содержание отдельных работ в нормативной трудоемкости ремонтируемого изделия (табл. 7.2–7.3).

Таблица 7.2

Распределение трудоемкости ремонта силовых агрегатов по составным частям и видам работ, %

Наименование работ	Составные части силового агрегата, %					
	Двигатель со сцеплением	Компрессор	Система питания двигателя		Электрооборудование на двигателе	Коробка передач
			бензиновый	дизель		
1	2	3	4	5	6	7
Ремонт силового агрегата с карбюраторным двигателем	$\frac{65,8}{18,5}$	$\frac{7,1}{2,0}$	$\frac{4,3}{1,2}$	–	$\frac{8,6}{2,4}$	$\frac{14,2}{4,0}$
	Всего 28,1 % (от трудоемкости автомобиля)					
Ремонт силового агрегата с дизелем	$\frac{67,8}{19,0}$	$\frac{4,3}{1,2}$	–	$\frac{8,6}{2,4}$	$\frac{5,0}{1,4}$	$\frac{14,3}{4,0}$
	Всего 28,0 % (от трудоемкости автомобиля)					
Ремонт силового агрегата легкового автомобиля	$\frac{79,3}{10,7}$	–	$\frac{2,2}{0,3}$	–	$\frac{7,4}{1,0}$	$\frac{11,1}{1,5}$
	Всего 13,5 % (от трудоемкости автомобиля)					

Продолжение табл. 7.2

1	2	3	4	5	6	7
Разборочно-сборочные работы, % от составной части силового агрегата, в том числе:	51,6	51,6	94,8	92,5	93,0	51,6
– предварительная мойка	0,8	–	–	–	–	0,9
– предварительная разборка	5,1	–	–	–	–	8,0
– мойка частично разобранных изделий	0,4	–	–	–	–	1,8
– окончательная разборка на узлы (детали)	5,1	23,7	–	–	–	4,6
– разборка узлов	6,2	–	–	–	–	11,4
– мойка деталей	0,8	3,3	2,7	3,6	2,1	2,3
– снятие нагара, накипи	1,6	–	–	–	–	–
– дефектация деталей	3,9	9,5	5,8	6,0	5,3	8,4
– комплектование деталей	4,7	4,7	3,9	6,0	8,4	11,5
– сборка узлов	22,6	–	–	–	–	27,4
– общая сборка из узлов	24,4	47,4	–	–	–	17,1
– испытание и регулировка	11,7	9,5	–	–	–	5,7
– доукомплектование	10,2	–	–	–	–	–
Разборочно-сборочные работы и испытание	–	–	87,6	84,4	83,2	–
Медницкие	2,2	–	–	–	–	–
Окраска	0,3	1,9	–	–	1,0	0,9
Всего на разборочно-сборочные работы	100	–	–	–	–	–
Восстановление деталей, % от трудоемкости составной части, в том числе:	28,0	48,4	5,2	7,5	7,0	48,4

Окончание табл. 7.2

1	2	3	4	5	6	7
– слесарные	27,9	43,5	75,0	70,0	5,4	29,3
– механические	56,0	43,5	25,0	30,0	67,6	48,8
– газосварочные	3,8	5,8	–	–	2,7	2,0
– электросварочные	1,9	–	–	–	–	5,4
– наплавка под флюсом	–	–	–	–	–	1,3
– вибродуговая наплавка	2,4	4,8	–	–	2,7	2,4
– металлизация	0,8	–	–	–	–	–
– кузнечные	0,5	–	–	–	–	1,2
– термические	0,1	–	–	–	–	2,4
– гальванические	2,8	2,4	–	–	8,1	3,6
– полимерные	3,8	–	–	–	13,5	3,6
Всего на восстановление деталей	100					
Восстановление блока цилиндров, в том числе:	14,4	–	–	–	–	–
– слесарные	32,8	–	–	–	–	–
– гидравлическое испытание	6,75	–	–	–	–	–
– прессовка	4,55	–	–	–	–	–
– расточка гильз	30,4	–	–	–	–	–
– хонингование гильз	16,4	–	–	–	–	–
– расточка гнезд коренных подшипников	9,1	–	–	–	–	–
Всего на восстановление блока цилиндров, в том числе:	100	–	–	–	–	–
– слесарные	19,6	–	–	–	–	–
– шлифовальные	48,7	–	–	–	–	–
– полировальные	15,2	–	–	–	–	–
– токарные	16,5	–	–	–	–	–
Всего на восстановление коленчатого вала	100	–	–	–	–	–

Примечание. В числителе – процентное содержание трудоемкости составных частей в трудоемкости силового агрегата; в знаменателе – то же в трудоемкости ремонта автомобиля.

Таблица 7.3

**Распределение трудоемкости ремонта прочих агрегатов
по составным частям и видам работ, %**

Наименование работ	Задний мост без редуктора	Редуктор заднего моста	Передний мост	Передняя подвеска	Рулевой механизм		Карданный вал
					с гидроусилителем	без гидроусилителя	
1	2	3	4	5	6	7	8
Ремонт прочих агрегатов грузового автомобиля с карбюраторным двигателем	<u>29,8</u> 5,4	<u>15,5</u> 2,8	<u>29,3</u> 5,3	–	<u>16,5</u> 3,0	<u>5,0</u> 0,9	<u>8,9</u> 1,6
	Всего 18,1% (от трудоемкости автомобиля)						
Ремонт прочих агрегатов грузового автомобиля с дизелем	<u>32,1</u> 5,3	<u>16,4</u> 2,7	<u>30,3</u> 5,0	–	<u>12,1</u> 2,0	–	<u>9,1</u> 1,5
	Всего 16,5% (от трудоемкости автомобиля)						
Ремонт прочих агрегатов легкового автомобиля	<u>18,2</u> 1,6	<u>10,2</u> 0,9	–	<u>56,8</u> 5,0	–	<u>5,7</u> 0,5	<u>9,1</u> 0,8
	Всего 8,8 % (от трудоемкости автомобиля)						
Разборочно-сборочные работы, % от составной части,	54,4	62,4	69,0	70,9	87,6	70,8	46,0
– предварительная мойка	1,5	1,1	0,9	0,9	–	–	5,2
– предварительная разборка	6,5	2,2	2,1	2,0	1,9	6,3	–
– мойка частично разобранных изделий	1,3	2,2	1,0	1,0	1,0	1,5	3,6
– окончательная разборка на узлы (детали)	10,7	3,4	10,5	10,2	27,4	13,3	22,9

Продолжение табл. 7.3

1	2	3	4	5	6	7	8
– разборка узлов	9,9	8,4	13,2	12,8	–	–	–
– мойка деталей	1,6	2,8	0,9	0,9	1,3	2,7	3,9
– дефектация деталей	6,1	9,8	4,8	4,7	6,5	17,0	13,1
– комплектование деталей	8,2	14,1	5,3	5,2	4,7	8,9	9,8
– сборка узлов	18,0	19,7	27,0	26,3	41,5	–	–
– общая сборка из узлов	16,3	21,1	14,5	14,1	4,7	41,0	42,5
– испытание и регулировка	–	14,1	–	2,6	10,4	–	–
– доукомплектование	9,1	–	11,2	10,9	–	–	–
Разборочно-сборочные работы и испытание	9,8	–	7,9	7,7	–	–	–
Окраска	1,0	1,1	0,7	0,7	0,1	6,2	2,6
Всего на разборочно-сборочные работы	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Восстановление деталей, % от составной части, в том числе:	45,6	37,6	31,0	29,1	12,4	29,2	54
– слесарные	14,6	14,0	24,8	24,8	26,2	50,0	50,0
– механические	43,1	65,0	41,0	41,0	26,2	41,3	31,1
– газосварочные	2,9	4,7	1,5	1,5	–	2,2	–
– электросварочные	7,1	1,9	0,9	0,9	–	2,2	5,0
– наплавка под флюсом	7,5	–	–	–	–	–	3,9
– вибродуговая наплавка	12,1	7,0	14,6	14,6	6,6	4,3	9,4
– кузнечные	6,8	0,5	8,8	8,8	13,3	–	–
– термические	2,0	2,3	1,7	1,7	7,9	–	0,6

Окончание табл. 7.3

1	2	3	4	5	6	7	8
– гальванические	1,9	2,3	4,4	4,4	19,8	–	–
– полимерные	2,0	2,3	2,3	2,3	–	–	–
Всего на восстановление деталей	100,0						

Примечание. В числителе – процентное содержание трудоемкости ремонта составных частей в трудоемкости ремонта комплекта прочих агрегата; в знаменателе – то же в трудоемкости ремонта автомобиля.

Порядок выполнения работы

1. Рассчитать общую трудоемкость ремонта автомобиля (агрегата) в соответствии с индивидуальным заданием.
2. Распределить общую трудоемкость по видам работ.

Практическая работа № 8

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАНИРОВКИ

Цель работы. 1. Приобрести практические навыки расчета производственной программы и средств технического оснащения рабочих мест.

2. Разработать таблицу (ведомость) средств технического оснащения.

3. Разработать планировочное решение в соответствии с индивидуальным заданием.

Расчет производственной программы и средств технического оснащения рабочих мест

Производственная программа по восстановлению деталей N , шт., определяют по формуле

$$N = \frac{60\Phi_{\text{д.о}}}{T_{\text{шт}}^{\min}}, \quad (8.1)$$

где $\Phi_{\text{д.о}}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч;

$T_{\text{шт}}^{\min}$ – минимальное время на основную технологическую операцию в разработанном технологическом процессе, мин.

Фонд времени $\Phi_{\text{д.о}}$ – это время в часах, в течение которого оборудование может работать при заданном режиме работы с учетом простоев в профилактическом обслуживании и ремонте:

$$\Phi_{\text{д.о}} = \left\{ \left[365 - (d_{\text{в}} + d_{\text{п}}) \right] t_{\text{см}} - t_{\text{ск}} d_{\text{п}} \right\} \eta \eta_0, \quad (8.2)$$

где $d_{\text{в}}$ – количество выходных дней в году;

$d_{\text{п}}$ – количество праздничных дней в году;

$t_{см}$ – средняя продолжительность рабочей смены, ч;
 $t_{ск}$ – сокращение длительности смены в предпраздничные дни, ч ($t_{ск} = 1$ ч);
 y – количество смен работы;
 η_0 – коэффициент использования оборудования, $\eta_0 = 0,95–0,98$.

Рассчитанная программа служит основанием для определения количества оборудования.

Количество станков, стенов, установок и другого оборудования:

$$X_i = \frac{t_{шт\ i} N}{60\Phi_{д.о} \eta_{з.о}}, \quad (8.3)$$

где X_i – количество оборудования i -го наименования, шт.;
 $t_{шт\ i}$ – норма времени на выполнение i -й операции, мин;
 $\eta_{з.о}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования (для серийного производства $\eta_{з.о} = 0,75–0,85$).

Результаты расчета представляют в табеля (ведомости) средств технического оснащения (рис. 8.1).

Наименование операции	Штучное время, мин	Наименование оборудования (тип, модель)	Режим работы, смен	Количество оборудования, ед.	
			Фонд времени, ч	расчетное	принятое

Рис. 8.1. Заголовок и таблицы табеля (ведомости) средств технического оснащения

Разработку организации рабочего места необходимо проводить в следующей последовательности.

Рассчитать количество производственных рабочих, занятых в основном производстве. Оно определяется для каждого уча-

стка в зависимости от трудоемкости выполняемых работ и годовых фондов времени:

$$P_{я} = \frac{\sum t_{шт} N}{60\Phi_{н.р}}, \quad (8.4)$$

где $\Phi_{н.р}$ – номинальный годовой фонд времени рабочего, учитывающий полное календарное время работы, ч:

$$\Phi_{н.р} = [365 - (d_{в} + d_{п})] t_{см} - t_{ск} d_{п}. \quad (8.5)$$

Площадь производственного помещения для реализации разработанного технологического процесса восстановления деталей:

$$F = \sum f_{об} K, \quad (8.6)$$

где F – расчетная площадь помещения, м²;

$\sum f_{об}$ – суммарная площадь, занимаемая оборудованием, м²;

K – коэффициент плотности расстановки оборудования, учитывающий зону действия исполнителей, проходы, проезды, $K = 3,0-4,5$.

В соответствии с маршрутом выполнения технологических операций, применяемого оборудования и оснастки, количеством оборудования по каждой операции и рекомендацией СНиП, выполнить технологическую планировку рабочих мест по реализации технологического процесса.

На технологической планировке необходимо изобразить условными обозначениями план размещения оборудования, рабочих мест, потребителей энергоресурсов и другие необходимые коммуникации с учетом требований нормативных документов. Расшифровка условных обозначений приводится на свободном месте выполненного чертежа.

Порядок выполнения работы

1. Рассчитать производственную программу.
2. Разработать таблицу (ведомость) средств технического оснащения.
3. Разработать планировочное решение в соответствии с индивидуальным заданием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Савич, А. С. Технология и оборудование ремонта автомобилей / А. С. Савич, В. П. Иванов, В. К. Ярошевич. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2009. – 364 с.
2. Ярошевич, В. К. Технология производства и ремонта автомобилей: учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта / В. К. Ярошевич, А. С. Савич, А. В. Казацкий. – Минск : БНТУ, 2009. – 40 с.
3. Ярошевич, В. К. Технология ремонта автомобилей: лабораторный практикум / В. К. Ярошевич, А. С. Савич, А. В. Казацкий. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2004. – 392 с.
4. Казацкий, А. В. Основы организации и проектирования рабочих мест по восстановлению деталей на предприятиях автомобильного транспорта: методическое пособие / А. В. Казацкий, В. С. Смольская. – Минск : БНТУ, 2010. – 40 с.

Учебное издание

ИВАШКО Виктор Сергеевич
БУЙКУС Кястас Вито
ЛОЙКО Владимир Алексеевич
ПРОТАСЕВИЧ Владимир Александрович

СПЕЦВОПРОСЫ РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ: ПРАКТИКУМ

Пособие для студентов специальности
1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей
(по направлениям)»

Редактор *В. И. Акулёнок*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 30.04.2020. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 2,38. Уч.-изд. л. 1,86. Тираж 100. Заказ 758.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.