



Кафедра технологии металлов  
и ремонта машин

**Б1.В.08 ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА МАШИН**  
**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

Направление подготовки  
35.03.06 Агроинженерия

Профили подготовки:  
Цифровой инжиниринг в АПК  
Автотроника и фирменный сервис

Квалификация выпускника  
бакалавр

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры технологии металлов и ремонта машин «24» марта 2022 г. (протокол № 8/1)

Рекомендованы к опубликованию методической комиссией механического факультета «24» марта 2022 г. (протокол № 7/1).

Составитель:      доцент Павлов А.П.

Ответственный за выпуск: заведующий кафедрой “Технология металлов и ремонт машин” доцент Фаюршин А.Ф.

## Практическое занятие 1. РАСЧЕТ ГОДОВОГО ОБЪЕМА РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩИХ РАБОТ

**Цель занятия:** Для условного хозяйства рассчитать годовой объем ремонтно-обслуживающих работ.

### Порядок выполнения

#### 1.1 Определение числа технических обслуживаний и ремонтов

Годовой объем ремонтных работ определяется на основании расчета числа технических обслуживаний и ремонтов машин по каждой марке.

Исходными данными для этих расчетов являются:

- среднегодовая плановая наработка машин;
- нормативная периодичность ремонтов и ТО по маркам машин;
- число машин по маркам.

Число ремонтов и технических обслуживаний определяем по формулам:

- число капитальных ремонтов

$$N_{\text{КР}} = \frac{n \cdot W_{\text{Г}}}{M_{\text{ТР}}} ; \quad (1.1)$$

- число текущих ремонтов

$$N_{\text{ТР}} = \frac{n \cdot W_{\text{Г}}}{M_{\text{ТР}}} - N_{\text{КР}}; \quad (1.2)$$

- число технических обслуживаний ТО-3

$$N_{\text{ТО-3}} = \frac{n \cdot W_{\text{Г}}}{M_{\text{ТО-3}}} - (N_{\text{КР}} + N_{\text{ТР}}); \quad (1.3)$$

- число технических обслуживаний ТО-2

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{n \cdot W_{\text{Г}}}{M_{\text{ТО-2}}} - (N_{\text{КР}} + N_{\text{ТР}} + N_{\text{ТО-3}}); \quad (1.4)$$

- число технических обслуживаний ТО-1

$$N_{\text{ТО-1}} = \frac{n \cdot W_{\text{Г}}}{M_{\text{ТО-1}}} - (N_{\text{КР}} + N_{\text{ТР}} + N_{\text{ТО-3}} + N_{\text{ТО-2}}); \quad (1.5)$$

где  $N_{\text{КР}}, N_{\text{ТР}}, N_{\text{ТО-3}}, N_{\text{ТО-2}}, N_{\text{ТО-1}}$  - число КР, ТР, ТО-3, ТО-2, ТО-1;

$n$  - число машин одной марки;

$W_{\text{Г}}$  - годовая наработка машины, моточ. (км);

$M_{\text{ТО-1}}, M_{\text{ТО-2}}, M_{\text{ТО-3}}, M_{\text{ТР}}, M_{\text{КР}}$  - периодичность технических обслуживаний и ремонтов, моточ. (км)

Расчетное число ТО округляется до целого. При этом значения после запятой менее 0.85 отбрасываются, более 0.85 – округляются до 1.

Число текущих ремонтов по сельхозмашинам определяем по коэффициентам охвата:

$$N_{\text{ТР}}^{\text{СХМ}} = K_{\text{ох}} \cdot n_{\text{СХМ}}, \quad (1.6)$$

где  $K_{\text{ох}}$  - коэффициент охвата текущим ремонтом,  
для плугов:  $K_{\text{ох}}=0,80$ ; для других машин:  $K_{\text{ох}}=0,60 \dots 0,65$ ;

$n_{\text{схм}}$  - число сельхозмашин по видам и маркам.

Число сезонных технических обслуживаний

$$N_{\text{сто}}=2 \cdot n. \quad (1.7)$$

Расчеты сводятся в единую таблицу (см. таблицу 1.1).

## 1.2 Выбор типа хозяйства и распределение работ по ТОР по месту выполнения

Распределение расчетного числа ремонтов и ТО следует вести с учетом типа условного хозяйства, определяемого по числу тракторов. Доля ТО и Р между ЦРМ и ПТО распределяется в зависимости от типа хозяйства. Результаты сводятся в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 - Результаты расчета числа ТОР и распределение их по месту выполнения

Марка машин	Число машин (n)	Вид ТО и Р	Год. нагрузка ( $W_{\Gamma}$ )	Периодичность ТО и Р (M)	Число ТОР (N)		Число ТО и Р по месту выполнения		
					расч.	прин	РТП	ЦРМ	ПТО
Кировец К-744	25	КР							
		ТР							
		ТО-3							
		ТО-2							
		ТО-1							
		Тсез							
John Deere 8430	30	КР							
		ТР							
		ТО-3							
		....							
и т.д.									

Таблица 1.2 - Нормативные периодичности ТО и ремонтов, моточас. (км)

Тип машины	$M_{\text{КР}}$	$M_{\text{ТР}}$	$M_{\text{ТО-3}}$	$M_{\text{ТО-2}}$	$M_{\text{ТО-1}}$
Тракторы	6000	2000	1000	500	125
Комбайны	1200	400	-	240	60
Автомобили ГАЗ	300000	-	-	60000	20000
Автомобили КАМАЗ	300000	-	-	50000	25000

## Практическое занятие 2. РАСЧЕТ ГОДОВОЙ ТРУДОЕМКОСТИ РЕМОНТНО-ГО ПРЕДПРИЯТИЯ

**Цель занятия:** Для условного хозяйства рассчитать годовую трудоемкость ремонтного предприятия.

### Порядок выполнения

#### 2.1 Расчет трудоемкости ТО и ремонта

Рассчитываем трудоемкость только тех работ, которые ведутся в ЦРМ.

Трудоемкость текущего ремонта:

- тракторов 
$$T_{\text{ТР}} = \frac{K_{\text{ТР ЦРМ}}}{100} \cdot \frac{N_{\text{ТР}} \cdot W_{\text{Г}} \cdot n}{1000}, \quad (2.1)$$

где  $N_{\text{ТР}}$  - нормативная удельная трудоемкость ТР, чел.-ч/1000 моточ.;

$W_{\text{Г}}$  - годовая наработка по маркам машин, моточ.;

$n$  - число машин данной марки, шт.;

$N_{\text{ТР ЦРМ}}$  - число ТР в ЦРМ;

$N_{\Sigma}$  - число ТР общее.

- автомобилей

$$T_{\text{ТР}} = \frac{K_{\text{ТР ЦРМ}}}{100} \cdot \frac{N_{\text{ТР}} \cdot W_{\text{Г}} \cdot n}{1000}, \quad (2.2)$$

где  $N_{\text{ТР}}$  - нормативная удельная трудоемкость ТР, чел.-ч/1000 км;

$W_{\text{Г}}$  - годовая наработка по маркам машин, км пробега;

$n$  - число машин данной марки, шт.;

$K_{\text{ТР ЦРМ}}$  - процент ТР в ЦРМ от общего количества.

- комбайнов

$$T_{\text{ТР}} = N_{\text{ТР ЦРМ}} \cdot N_{\text{ТР}}, \quad (2.3)$$

где  $N_{\text{ТР}}$  - суммарная годовая трудоемкость ТР одного комбайна, чел.-ч.

- сельхозмашин

$$T_{\text{ТР}} = N_{\text{ТР ЦРМ}} \cdot N_{\text{ТР}} \quad (2.4)$$

где  $N_{\text{ТР}}$  - норматив суммарной годовой трудоемкости ТР, чел.-ч.

Трудоемкость ТО тракторов, автомобилей и комбайнов

$$T_{\text{ТО}} = N_{\text{ТО}} \cdot N_{\text{ТО ЦРМ}}, \quad (2.5)$$

где  $N_{\text{ТО}}$  - нормативная трудоемкость одного ТО, чел.-ч.

$N_{\text{ТО ЦРМ}}$  - число ТО в ЦРМ.

Сезонное ТО (СТО) тракторов

$$T_{\text{СТО}} = N_{\text{СТО ЦРМ}} \cdot N_{\text{СТО}} / 2 \quad (2.6)$$

где  $N_{\text{СТО ЦРМ}}$  - число СТО в ЦРМ.

$N_{\text{СТО}}$  - трудоемкость СТО одного трактора, которая включает уже два СТО: весенне-летнее и осенне-зимнее, чел.-ч.

Трудоемкость устранения технических неисправностей

$$T_{\text{ТН}} = 0,5 \cdot \Sigma T_{\text{ТО}i} \quad (2.7)$$

Суммарная трудоемкость ТО

$$T_{\text{ТО}} = \Sigma T_{\text{ТО}i} + T_{\text{ТН}} + T_{\text{СТО}} \quad (2.8)$$

Трудоемкость ТО и ремонта (ТОР)

$$T_{\text{ТОР}} = T_{\text{кр}} + T_{\text{ТР}} + T_{\text{ТО}} \quad (2.9)$$

Все расчеты сводим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Трудоемкость ремонтных работ в мастерской

Марка машин	n <sub>i</sub> , шт	W <sub>Г</sub>	ТР				ТО-3			ТО-2			ТО-1			СТО			Т <sub>тн</sub>	Т <sub>тор</sub>
			N <sub>Σ</sub>	N <sub>ЦРМ</sub>	Н	Т	N <sub>ЦРМ</sub>	Н	Т	N <sub>ЦРМ</sub>	Н	Т	N <sub>ЦРМ</sub>	Н	Т	N <sub>ЦРМ</sub>	Н	Т		
<b>Тракторы</b> КИРОВЕЦ К-744 CASE IH MAGNUM 340 John Deere 8430 ...																				
Всего тракторов																				
<b>Автомобили</b> ГАЗ С41R11 ГАЗ-А21R22-30 КАМАЗ-45143-50																				
Всего автомобилей																				
<b>Комбайны</b> зерноуборочные кормоуборочные																				
Всего комбайнов																				
<b>Сельхозмашины</b> плуги дисковые бороны и лущильники культиваторы сеялки зерновые сеялки свекл. и кукурузн. грабли сенокосилки																				
Всего СХМ																				
Итого																				

## 2.2 Определение объема дополнительных работ

Дополнительные работы принимаем в процентном соотношении к основным работам  $\Sigma T_{\text{ТОР}}$ .

Рекомендуемые значения процентов для условий ЦРМ приводятся в литературе.

Таблица 2.2 - Трудоемкости дополнительных работ

Виды работ	% к $T_{\text{ТОР}}$	$T_{\text{ДОП}}$
Ремонт оборудования	10	
Восстановление и изготовление деталей	7	
Ремонт и изготовление техоснастки и инструмента	5	
Работы по механизации животноводческих ферм	8	
Прочие работы	10	
ИТОГО	-	

С учетом дополнительных работ окончательно определяется годовая программа ремонтной мастерской по трудоемкости:

$$T_{\text{год}} = T_{\text{ТОР}} + \Sigma T_{\text{доп}} . \quad (2.10)$$

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве. Часть 1. – М.: ГОСНИТИ, 1985. – 144 с.
2. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин / И.С. Серый, А.П. Смелов, В.Е. Черкун. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 184 с.
3. Надежность и ремонт машин [Текст] : учебник для студ. вузов по агроинженерным спец. / В. В. Курчаткин, Н. Ф. Тельнов, К. А. Ачкасов. - М. : Колос, 2000. - 776 с.
4. Проектирование предприятий технического сервиса [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / [И. Н. Кравченко и др.] ; под ред. И. Н. Кравченко. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2015. - 349 с.
5. Стандарт организации. Порядок оформления работы на правах рукописи : СТО 00493586-005-2018 [Электронный ресурс] / Башкирский государственный аграрный университет ; рук. Н. М. Юнусбаев ; исполн. М. Н. Фархшатов [и др.]. - Уфа : Башкирский ГАУ, 2018. - 44 с.

### **Практическое занятие 3**

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОССТАНАВЛИВАЕМОЙ ДЕТАЛИ**

### **ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

Сведения о дефектах детали – карта дефектации.  
Схема разреза узла с рассматриваемой деталью.

### **ЗАДАНИЕ**

Произвести анализ конструктивно-технических особенностей заданной детали.

### **УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ**

Для заданной детали необходимо по литературным источникам, плакатам и натурным разрезам узлов и агрегатов выяснить условия работы детали в узле.

Например, необходимо разработать технологический процесс восстановления шестерни ведущей конической 130-2402117. Из каталога запасных частей выясняем, что данная деталь является составной частью редуктора заднего моста автомобиля ЗИЛ-4333. На данный редуктор необходимо найти рисунок разреза узла, на которой видна заданная деталь (рисунок 3.1).

По рисунку разреза узла (рисунок 3.1) необходимо описать следующие особенности заданной детали:

- название и назначение узла данной детали;
- функциональное назначение детали;
- характер нагрузки (изгиб, кручение, растяжение, контактная нагрузка, сжатие, срез, смятие и т.п.), которые испытывают различные участки и поверхности детали;
- детали узла, которые сопрягаются с различными поверхностями данной детали;
- вид трения (качения, покоя, сухое, жидкостное, полужидкостное и т.п.) с сопрягаемыми деталями;
- вид износа (абразивное, гидроабразивное, кавитационное, фитинг-коррозия и т.п.) по сопрягаемым поверхностям.

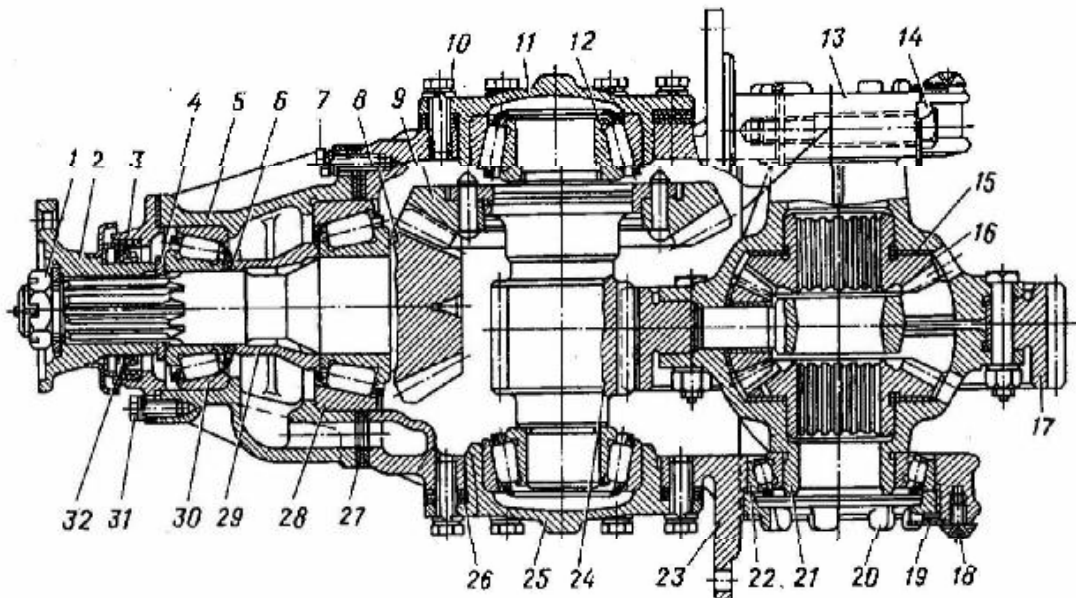


Рисунок 3.1 – 1 - гайка фланца; 2 - фланец; 3 - крышка; 4 - шайба; 5 - стакан подшипника; 6 - регулировочная шайба; 7,10,14,31 - болты; 8 - ведущая коническая передача; 9 - ведомая коническая шестерня; 11,25 - крышка подшипников промежуточного вала; 12 - подшипник промежуточного вала; 13 - крышка; 15 - опорная шайба; 16 - шестерня полуоси; 17,24 - соответственно ведомая и ведущая цилиндрические шестерни; 18 - болт суппорта; 19 - стопор; 20 - регулировочная гайка; 21 - левая чаша; 22 - подшипник дифференциала; 23 - картер редуктора; 26,27 - регулировочные прокладки; 28,30 – подшипник вала ведущей конической шестерни; 29 - распорная втулка; 32 - манжет

По заданной на восстановление детали необходимо найти карту дефектации, где описаны дефекты поверхностей детали, их номинальные и допустимые размеры (рисунок 3.2).

По карте дефектации детали (рисунок 1.2) необходимо описать следующие особенности заданной детали:

- геометрическая форма и размеры;
- материал с ГОСТом и расшифровка его химсостава (иногда материал указывается в каталоге запасных частей);
- термический или другой вид поверхностной обработки (можно воспользоваться 1 томом Анурьева (таблица 1.2));
- твердость поверхности детали;
- размеры износа (можно принять в учебных целях  $I_{\text{вал}} = 1,5(d_{\text{ном.мин}} - d_{\text{доп}})$ ;  $I_{\text{отв}} = 1,5(D_{\text{доп}} - D_{\text{ном.мах}})$ );
- схема полей допусков заданных поверхностей;
- шероховатость поверхности и точность изготовления детали

(по разнице предельных отклонений номинального размера определить поле допуска ES-EI = TD; по полю допуска TD определить качество IT (таблица 3.3); по качеству IT определить шероховатость Ra и вид обработки (таблица 3.4)).

На основе полученных данных далее будет проводиться выбор рационального способа восстановления.

При описании характеристики детали приходится пользоваться ранее изданной технической литературой, в которой приведены устаревшие стандарты на материалы, поэтому необходимо уточнить стандарт на материал детали, пользуясь таблицей 3.1.

Таблица 1.1 - ГОСТы материалов

Металлы и сплавы	Номер стандарта
Серый чугун	ГОСТ 1412-85
Ковкий чугун	ГОСТ 1215-85
Высокопрочный чугун	ГОСТ 7293-85
Антифрикционный чугун	ГОСТ 1585-85
Сталь углеродистая обычн.качества	ГОСТ 380-2005
Сталь углеродистая качественная конструкционная	ГОСТ 1050-2013
Сталь легированная качественная	ГОСТ 4543-2016
Алюминиевые сплавы	ГОСТ 2685-85
Латунь (ленты)	ГОСТ 2208-2007
Латунь (листы и полосы)	ГОСТ 931-90
Бронзы литейные	ГОСТ 493-79
Бронзы деформируемые	ГОСТ 18175-78

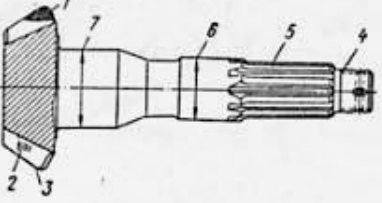
Обозначение по эскизу		Наименование дефектов	Способ установления дефекта и измерительные инструменты	Размеры, мм			Заключенне
				номинальный	допустимый без ремонта	допустимый для ремонта	
		Деталь: Шестерня ведущая коническая № детали: 130-2402117 Материал: Сталь 30ХГТ, ГОСТ 4543-61 Твердость: HRC 56-62					
		1	Обломы и трещины	Осмотр. Лупа четырехкратного увеличения	—	—	—
2	Выкрашивание рабочей поверхности зубья	То же	—	—	—	»	
3	Износ зубьев по толщине	Прибор для замера бокового зазора в зацеплении конических шестерен при совпадении вершин начальных конусов	Боковой зазор в зацеплении с сопряженной шестерней: $\frac{0,20}{0,35}$	0,5	—	Браковать при боковом зазоре в зацеплении с сопряженной шестерней более 0,5 мм	
4	Износ или срыв резьбы	Осмотр. Кольцо резьбовое М33×1,5— кл. 2	М33×1,5— кл. 2	Повреждение: не более 2 ниток резьбы	более 2 ниток резьбы	Ремонтировать. Вибродугуговая наплавка	
5	Износ шлицевых зубьев по толщине	Скоба 6,90 мм или штангензубомер	$7_{-0,06}^{+0,01}$	6,90	Менее 6,90	Ремонтировать. Наплавка под флюсом, наплавка в углекислом газе	
6	Износ малой шейки вала под роликовый подшипник	Скоба 49,97 мм или микрометр 25—50 мм	$50_{-0,015}^{+0,004}$	49,97	Менее 49,97	Ремонтировать. Хромирование. Остаткование. Вибродугуговая наплавка.	
7	Износ большой шейки вала шестерни под роликовый подшипник	Скоба 64,98 мм или микрометр 50—75 мм	$65_{-0,003}^{+0,023}$	64,98	Менее 64,98	То же	

Рисунок 3.2 - Карта дефектации детали

Таблица 3.2 - Допускаемые напряжения и механические свойства материалов  
(таблица 15 [3])

Марка стали	ГОСТ	Термо-обработка *	Вре-мен-ное соп-ро-тив-ление $\sigma_B$	Пре-дел тек-уче-сти $\sigma_T$	Предел выносливости			Допускаемые напряжения **, МПа												
					при рас-тя-же-нии $\sigma_{-1p}$	при из-ги-бе $\sigma_{-1}$	при кру-че-нии $\tau_{-1}$	при растяжении $[\sigma_p]$			при изгибе $[\sigma_{из}]$			при кручении $[\tau_{кр}]$			при срезе $[\tau_{ср}]$			при смятии $[\sigma_{см}]$
								I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
45Г2		Н	700	410	280	350	200	230	175	140	270	210	175	125	100	140	100	80	340	260
33ХС		М, НВ 295	850	700	340	425	245	290	210	170	350	145	210	155	120	175	125	95	440	330
38ХС		Н	600	300	210	260	150	190	135	105	230	165	130	100	75	115	65	60	280	200
18Х1Т		М	900	700	360	450	260	300	220	180	360	280	220	165	130	180	135	105	450	330
30Х1Т		У	950	750	370	470	280	320	230	185	390	290	230	175	140	190	140	110	480	350
20ХГНР	4543-71	Н	700	430	280	350	200	230	175	140	270	210	175	125	100	140	100	80	340	260
40ХФА		Ц-М59	1000	800	400	500	290	330	250	200	400	310	250	185	145	200	145	115	490	380
30ХМ		М43	1250	1050	500	620	360	430	310	250	510	390	310	230	180	260	185	140	640	460
35ХМ		Ц-М59	1100	800	440	550	320	370	270	220	440	340	270	200	160	220	160	125	550	410
40ХН		М40	1300	1200	520	650	375	450	330	260	540	410	320	230	170	270	180	135	680	500
12ХН2		М50	1450	1400	580	725	420	500	360	290	600	450	360	270	210	300	215	170	750	540
		М30	900	750	360	450	260	320	230	180	380	280	220	170	130	190	135	105	480	340
		М50	1600	1300	640	800	480	550	410	320	660	500	400	310	240	330	240	195	820	610
		М	950	750	380	475	230	320	240	190	390	300	240	155	115	190	125	90	480	360
		М, НВ 270	1000	850	400	500	290	340	250	200	410	310	250	185	145	200	130	95	520	380
		М50	1600	1400	640	800	480	550	410	320	660	500	400	310	240	330	250	200	820	610
		Н	780	460	310	390	225	260	195	160	310	240	195	140	110	155	115	90	390	290
		М43	1200	1000	480	600	345	410	310	240	490	370	300	220	170	250	175	135	620	460
		М	800	600	320	400	230	270	200	160	320	250	200	145	115	160	115	90	400	300
		Ц-М59	800	600	320	400	230	270	200	160	320	250	200	145	115	160	115	90	400	300

Таблица 3.3 - Числовые значения допусков ГОСТ 25346-89 (таблица А12 [4])

Интервалы размеров, мм	Значения допусков для квалитетов, мкм													
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
До 3	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000
Св. 3 до 6	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200
Св. 6 до 10	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500
Св. 10 до 18	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800
Св.18 до 30	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100
Св.30 до 50	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500
Св.50 до 80	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000
Св.80 до 120	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500
Св.120 до 180	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000
Св.180 до 250	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600
Св.250 до 315	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200
Св.315 до 400	18	25	36	57	89	140	230	360	570	830	1400	2300	3600	5700
Св.400 до 500	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300

Таблица 3.4 - Шероховатость поверхности и квалитеты точности при различных видах обработки деталей резанием (таблица А1 [4])

Вид обработки		Шероховатость Ra	Квалитеты	
			Экономич.	Достижим.
Отрезка на станках	мех. пилой	25...100	15...17	-
	резцом, фрез.	25...50	14...17	-
Подр. торцев	резцом	3,2...12,5	11...13	9
Обтачивание прод. подач.	черновое	12,5...25	12...14	-
	чистовое	1,6...3,2	8,9	7
Обтачивание попер.подач.	черновое	12,5...25	14,15	-
	чистовое	3,2	11...13	9
Растачивание	черновое	12,5...25	12...14	-
	чистовое	1,6...3,2	8,9	7
Сверление	до 15 мм	6,3...25	12...14	10...11
	св. 15 мм	12,5...25	12...14	-
Зенкерование	черновое	12,5...25	12...14	-
	чистовое	3,2...6,3	10...11	9
Развертывание	получистов.	6,3...12,5	9,10	8
	чистовое	1,6...3,2	7,8	-
Шлифование круглое	получистов.	3,2...6,3	8...11	-
	чистовое	0,8...1,6	6...8	-
Шлифование плоское	получистов.	3,2	8...1	-
	чистовое	0,8...1,6	6...8	-
Полирование	обычное	0,2...1,6	6	-
	тонкое	0,05...0,1	5	-
Хонингован.	цилиндрич.	0,05...0,2	7	6
Суперфиниш.	цилиндрич.	0,1...0,4	5	-

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Надежность и ремонт машин /Под ред. В.В. Курчаткина - М.: Колос, 2000. – 776с.
- 2 Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т.1 – М.: Машиностроение, 2001.
- 3 Вагапов У.С. Разработка маршрутного технологического процесса изготовления деталей машин в условиях ремонтно-технических предприятий. Методические указания по выполнению контрольных работ и домашних заданий. – Уфа: БГАУ, 2010. – 24 с.

## Практическое занятие 4.

# ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

- Сведения о дефектах восстанавливаемой детали (результаты анализа конструктивно-технических особенностей восстанавливаемой детали) и предполагаемой программе восстановления деталей.
- Организационная форма восстановления деталей.
- Характеристики способов восстановления (справочные материалы).

### - ЗАДАНИЕ

- Выбрать возможные способы восстановления детали по технологическому критерию.
- Выбрать один или несколько способов восстановления детали по техническому критерию.
- Обосновать рациональный способ восстановления детали по технико-экономическому критерию.

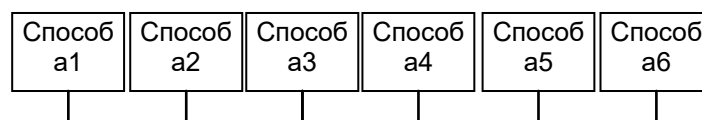
### УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

Правильный выбор способов устранения дефектов должен обеспечивать максимальный ресурс детали после ремонта при наименьшей стоимости. Выбирая способы устранения дефектов детали следует учитывать: возможные изменения структуры основного материала; износостойкости; поверхностной твердости; снижение усталостной прочности; величину, характер и расположение дефектов ремонтируемых деталей; условия их работы; технико-экономическую целесообразность устранения дефектов принятыми способами.

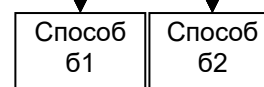
При выборе рационального способа восстановления последовательно руководствуются тремя критериями: применимости, долговечности и технико-экономическими. Предварительно по технологическому критерию выбирают 4...6 способов, которые можно применить с учетом сопоставления характеристик способов восстановления и особенностей детали (рисунок 4.1). Далее рассматриваются только отобранные способы, из них оставляют два способа по техническому критерию и окончательно выбирают рациональный способ из оставшихся двух способов по технико-экономическому критерию.

Выбор по:

а) технологическому критерию



б) техническому критерию ( $K_d \rightarrow \max$ )



в) технико-экономическому критерию ( $K_{тэ} \rightarrow \min$ )

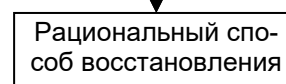


Рисунок 4.1 - Последовательность выбора рационального способа восстановления

1) **Технологический критерий (применимости)** определяет принципиальную возможность применения различных способов восстановления по отношению к конкретным деталям. Предварительно необходимо определиться с классом деталей, в которую входит рассматриваемая деталь (таблица 4.1). Такой критерий учитывает, с одной стороны, особенности восстановления определенной поверхности конкретной детали и, с другой — технологические возможности соответствующих способов (таблица 4.2). Он не оценивается количественно и относится к категории качественных. Поэтому его используют интуитивно с учетом накопленного опыта применения тех или иных способов.

При этом должны быть учтены условия работы детали в узле (например, нельзя восстанавливать детали механизмов управления и детали, воспринимающие при работе большие удельные и динамические нагрузки: коленчатые валы дизельных двигателей, цапфы управляемых колес и т.д.- вибродуговой наплавкой). Учитывают износ детали, конструктивные особенности, габариты детали. Твердость материала, геометрические размеры, их допуски, точность геометрической формы, шероховатость поверхности должна соответствовать техническим требованиям на восстановление детали.

Так, автоматическая наплавка под флюсом сопровождается сильным разогревом деталей и их глубоким проплавлением. Ее рекомендуют при восстановлении крупногабаритных деталей с диаметром более 50 мм.

Для восстановления деталей малых размеров служит вибродуговая наплавка. Однако необходимо учитывать значительное снижение их усталостной прочности.

Малый разогрев деталей наблюдается при восстановлении деталей электрометаллизацией, а также в случае применения клеевых соединений. Но электрометаллизационные покрытия непригодны для деталей, испытывающих ударные нагрузки, а полимерные материалы характеризуются сравнительно невысокой теплопроводностью при значительном коэффициенте линейного расширения.

У покрытий, получаемых электролитическим хромированием, высокая износостойкость в абразивной среде, но их толщина ограничена (до 0,3 мм). Если последняя превышает указанное значение, хром будет отслаиваться вследствие значительных внутренних напряжений.

Благодаря анализу конструктивных особенностей и условий эксплуатации деталей, их износов, а также технологических возможностей известных способов ремонта можно выбрать необходимый из них. С помощью технологического критерия выявляют лишь перечень возможных для данной детали способов восстановления. Решение, принятое на его основе, следует считать предварительным.

2) **Технический критерий (долговечности)**. Оценка способов восстановления ведется по коэффициенту долговечности, который выражает отношение долговечности восстанавливаемой детали к долговечности новой детали данного наименования. Значения коэффициентов долговечности для основных деталей приведены в таблице 2.3.

Из числа рекомендуемых способов восстановления выбирают те, которые обеспечивают последующий межремонтный ресурс восстановления деталей, т.е. удовлетворяют требуемому значению коэффициента долговечности 0,8-1,0.

3) **Технико-экономический критерий.** При соответствии требуемому значению коэффициента долговечности нескольких способов, выбирают способ восстановления, характеризующийся наиболее высоким значением коэффициента технико-экономической эффективности (таблица 4.4). Коэффициент технико-экономической эффективности  $K_{ТЭ}$  связывает стоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефекта.

Следует иметь в виду, что при устранении сочетания дефектов детали, целесообразно устранять их одним способом, с целью сокращения маршрутов восстановления.

Характеристики способов восстановления деталей имеются в технической литературе, также можно использовать таблица 4.2.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Техническое обслуживание и ремонт машин /Под ред. В.В. Курчаткина - М.: Академия, 2013. – 426 с.
- 2 Надежность и ремонт машин /Под ред. В.В. Курчаткина - М.: Колос, 2000. – 776с.
- 3 Канарчук, В.Е. Восстановление автомобильных деталей. Технология и оборудование. – М.: Транспорт, 2005. – 303 с.

Таблица 4.1 - Групповая номенклатура деталей

Класс деталей	Наименование деталей
Класс 1. Корпусные детали	Блок цилиндров, картер сцепления, картер коробки передач, картер ведущего моста, картер главной передачи, головка цилиндров, крышка распределительных шестерен, блок компрессора, картер компрессора, головка компрессора, картер рулевого механизма, корпус масляного насоса, корпус водяного насоса, верхняя крышка коробки передач, корпус насоса гидроусилителя рулевого управления, корпус масляного фильтра, кронштейн педалей, кронштейн рессоры, кронштейн передней подвески, корпус вентилятора, крышка масляного насоса
Класс 2. Круглые стержни	Коленчатый вал, распределительный вал, шкворень, поворотный кулак, тормозной вал, карданный вал, вилка карданного вала, вал рулевой сошки, ведомый вал коробки передач, ось блока шестерен заднего хода, поршневой палец, крестовина кардана, крестовина дифференциала, полуось, кожух полуоси, клапан двигателя, вал насоса гидроусилителя рулевого управления
Класс 3. Полые цилиндры	Гильза цилиндра, ступица колеса, чашка дифференциала, картер подшипников ведущей шестерни главной передачи, крышка подшипника ведущего вала коробки передач, фланцы валов коробки передач и заднего моста, тормозной цилиндр, ступица ведомого диска сцепления, муфта подшипника выключения сцепления
Класс 4. Диски	Маховик, тормозной барабан, нажимной диск сцепления, ведомый диск сцепления, диск колеса
Класс 5. Некруглые стержни	Шатун, балка передней оси, лонжерон и поперечина рамы, вилка выключения сцепления, тормозная колодка, педали выключения сцепления и тормоза, впускной и выпускной трубопроводы, коромысло клапана, вилка переключения передач, рычаг переключения передач, рычаг нажимного диска сцепления

Таблица 4.2 - Технические характеристики способов восстановления деталей

Показатели	РР*	ПД	О	КК	НСФ	НУГ	ДРД	РДН	ВДН	АДН	РГН	Х
Виды металлов и сплавов по отношению, к которым применим способ	Сталь, чугун	Сталь	Сталь, чугун	Все матер.	Сталь	Сталь	Все матер.	Все матер.	Сталь, чугун	Алюм. сплав	Все матер.	Сталь
Применимость способа по отношению деталям, испытывающим знакопеременные нагрузки	применим	применим	применим	применим	применим	применим	применим	применим	не применим	применим	не применим	применим
Минимальный диаметр деталей класса "круглые стержни", мм	8	-	12	4	35	10	6	10	15	5	5	5
Минимальный диаметр деталей класса "корпусные" и "полые цилиндры", мм	8	не огран.	40	8	-	-	12	40	50	100	40	40
Наименьшая толщина покрытия, мм	-	-	0,1	0,1	1,5	0,5	-	1,0	0,3	0,3	0,3	0,05
Наибольшая толщина покрытия, мм	-	-	3,0	3,0	5,0	3,5	-	6,0	3,0	5,0	5,0	0,6
Снижение усталостной прочности, %	0	0	25	0	15	15	0	30	50	35	40	20

\* Примечание: условные обозначения способов восстановления деталей приведены в таблице 2.3.

Таблица 4.3 - Коэффициенты долговечности

Класс деталей	Группа деталей	Дефект	Способ восстановления											
			РР	ПД	О	КК	НСФ	НУГ	ДРД	РДН	ВДН	АДН	РГН	Х
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Класс 1-й Корпусные детали	Блок цилиндров	Трещины	-	-	-	0,8	-	-	-	0,85	-	0,9	0,8	-
		Пробоины	-	-	-	0,8	-	-	-	0,85	-	0,9	0,8	-
		Изн. пост. корен. подш.	-	-	1,0	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
	Головка блока ци- линдров	Трещины	-	-	-	0,8	-	-	-	0,85	-	0,9	0,8	-
		Коррозия отв. руб. охл.	-	-	-	0,8	-	-	-	0,85	-	0,9	0,8	-
	Картеры КП и редукторов	Износ отв. под подшип.	-	-	-	0,75	-	-	0,9-1	0,8	-	-	0,7	-
	Картеры зад- них мостов	Трещины	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	0,7	-
		Износ шеек кож. полуос.	-	-	-	-	0,9-1	-	-	0,8	-	-	0,7	-
Класс 2 Круглые стержни	Коленчатые валы	Износ раб. поверхн.	0,95-1	-	-	-	0,9	-	-	-	0,62	-	-	-
	Распределит, валы	Износ раб. поверхн.	0,95-1	-	-	-	0,9	0,9	-	-	0,62	-	-	-
	Крестовины карданов	Износ раб. поверхн.	-	0,9	-	-	-	0,9	-	-	0,62	-	-	-
	Крестовины дифференц.	Износ раб. поверхн.	-	-	-	-	-	0,9	-	-	0,62	-	-	-
	Клапаны	Износ стерж. клапана	1,0	-	0,9-1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,97-1
	Толкатели	Износ стерж. толкателя	1,0	0,9	0,9-1	-	-	-	-	-	1,0	-	-	0,97-1

Продолжение таблицы 4.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Класс 2 Круглые стержни	Поворотный кулак	Износ шеек под подшип.	-	-	0,9	-	0,9	0,8	-	-	0,98	-	-	1,0	
	Полуоси	Износ шлицов	-	-	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-	
	Валы	Изн. шлицов	-	-	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-
		Износ шеек	-	-	0,9	-	0,9	0,8	-	-	-	0,98	-	-	1,0
		Износ резьбы	-	-	-	-	0,9-1	-	-	-	-	0,85-1	-	-	-
Оси	Износ рабочих поверхн.	-	-	0,9	-	0,9	0,8	-	-	0,98	-	-	-		
Класс 3 Полые цилиндры	Ступицы колес	Износ отв. под подшип.	-	-	-	0,7 5	-	-	0,9-1	-	0,98	-	-	-	
	Фланцы	Износ шеек	-	-	0,9	-	0,9	0,8	-	-	0,98	-	-	1,0	
	Чашки диффер.	Износ шеек	-	-	0,9	-	0,9	0,8	-	-	0,98	-	-	1,0	
Класс 4 Диски	Тормозные барабаны	Износ рабоч. поверхн.	0,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Класс 5 Некруглые стержни	Шатун двигателя	Износ гнезд под вкладыш	0,9	-	0,9-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Балки передней осей	Износ отв. под шкворни	0,95- 1	-	-	-	-	-	0,9-1	-	-	-	-	-	
	Рамы	Износ отв. пол заклепки	0,95- 1	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	0,7	-	

Таблица 4.4 - Коэффициенты технико-экономической эффективности способов восстановления деталей

Способ восстановления	Условные обозначения	Коэффициенты технико-экономической эффективности $K_{ТЭ}$
Обработка под ремонтный размер	РР	0,875
Пластическое деформирование	ПД	0,845
Осталивание	О	0,637
Нанесение клеевых композиций	КК	0,455
Наплавка под слоем флюса	НСФ	0,436
Наплавка в среде углекислого газа	НУГ	0,403
Постановка ДРД	ДРД	0,350
Ручная дуговая наплавка	РДН	0,314
Вибродуговая наплавка	ВДН	0,256
Аргонно-дуговая наплавка	АДН	0,171
Ручная газовая наплавка	РГН	0,134
Хромирование	Х	0,087

## Практическое занятие 5. РАЗРАБОТКА РЕМОНТНОГО ЧЕРТЕЖА

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

- Сведения об устраняемых дефектах детали по альбомам технических требований на капитальный ремонт машин.
- Номинальные и допустимые размеры восстанавливаемых поверхностей.
- Основной и допустимые способы восстановления поверхностей детали по результатам выбора рационального способа восстановления.

### ЗАДАНИЕ

Разработать ремонтный чертеж на предложенную деталь и оформить на формате А3.

### СОДЕРЖАНИЕ РЕМОНТНОГО ЧЕРТЕЖА

Ремонтный чертеж (РЧ) содержит следующую информацию по восстанавливаемой детали:

- 1) Эскиз детали, выполненный тонкой линией (0,5 S), на которой указаны:
  - а) габаритные размеры (габаритные размеры определить пропорционально номинальным размерам по эскизу в технических требованиях на восстановление детали);
  - б) выделенные основной линией (1 S) восстанавливаемых поверхностей детали;
  - в) номинальные (при восстановлении до номинального размера) или ремонтные размеры по диаметру (толщине) восстанавливаемых поверхностей детали;
  - г) допустимые размеры восстанавливаемых поверхностей;
  - д) ширина (размер вдоль оси детали) восстанавливаемых поверхностей детали (определить пропорционально номинальным размерам по эскизу в технических требованиях на восстановление детали);
  - е) допуски на отклонение форм восстанавливаемых деталей;
  - ж) шероховатость восстановленной поверхности;
- з) способ(ы) восстановления детали.
- 2) Таблица ремонтных размеров (в правой верхней части РЧ) (при восстановлении на ремонтные размеры).
- 3) Требования на приемку детали к восстановлению (над технологическим маршрутом) (указываются дефекты, с которыми детали не принимаются на восстановление, например: «*Не принимаются на восстановление детали с трещинами*»).
- 4) Технологический маршрут (в левой нижней части РЧ) (перечень действий над деталью в соответствии с маршрутной картой, например: «*Технологический маршрут: зачистить центровые отверстия, шлифовать, наплавить, точить, шлифовать, контролировать*»).
- 5) Технические требования на восстановленную деталь после всех операций (над основной надписью РЧ) (см. пункт 5.26).

## **ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

1) Ремонтными считаются чертежи, предназначенные для:

- а) ремонта и контроля после ремонта деталей и сборочных единиц;
- б) изготовления дополнительных ремонтных деталей;
- в) изготовления деталей с ремонтными размерами в тех случаях, когда они не выпускаются промышленностью.

Ремонтными называются размеры, установленные при ремонте деталей и сборочных единиц и отличающиеся от аналогичных размеров по рабочим чертежам.

Ремонтные размеры делятся на категорийные и пригоночные. Категорийными называются ремонтные окончательные размеры детали, установленные для определенной категории ремонта. Пригоночными называются ремонтные размеры детали, установленные с учетом припуска на пригонку детали «по месту».

2) Ремонтные чертежи в общем случае разрабатываются на основе:

- а) рабочей конструкторской документации на изделие;
- б) руководства по капитальному ремонту изделия;
- в) технологической документации;
- г) опыта ремонта изделия на ремонтных предприятиях.

3) Ремонтные чертежи разрабатывают в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

4) Ремонтные чертежи выполняют на форматах [1] по ГОСТ 2.301-68.

5) Вынесение изменений в ремонтные чертежи [2] производят в соответствии с требованиями ГОСТ 2.603-68.

## **ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ РЕМОНТНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ [4]**

1) На детали, которые при ремонте не должны или не могут быть разъединены (неразъемные соединения, выполненные сваркой, пайкой и т.п.), отдельные чертежи не выпускают. Указания по ремонту таких деталей приводят на ремонтном чертеже соответствующей сборочной единицы с добавлением, при необходимости, отдельных изображений, поясняющих сущность ремонта.

2) На ремонтных чертежах (за исключением чертежей на вновь изготавливаемые детали и сборочные единицы) приводят только те виды, разрезы и сечения, которые необходимы для указания подлежащих ремонту элементов. При этом обязательно приводят хотя бы одну проекцию общего вида.

3) На чертежах, охватывающих два исполнения, изображение одного из которых соответствует зеркальному отражению другого, допускается показывать только одно изображение. При этом над изображением должна быть запись, поясняющая обозначение изображенного и не изображенного исполнений, например:

130-6100136Р – изображено,

130-6100137Р – зеркальное отражение.

4) 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 проконтролированы в процессе ремонта или сборки изделия.

5) На ремонтных чертежах, подлежащие ремонтному воздействию, выполняют сплошной основной линией, остальные элементы изображения – сплошной тонкой линией (рисунок 5.1).

Сплошной основной линией выполняют также фаски и галтели на обрабатываемых поверхностях.

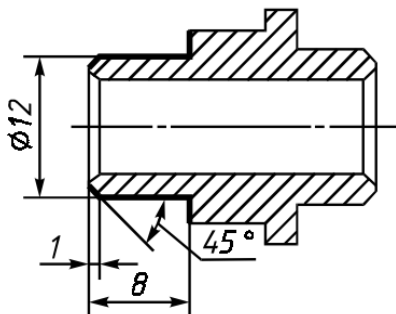


Рисунок 5.1 - Толщина линий на ремонтном чертеже

б) Для обозначения на чертеже изображений, поверхностей, размеров и др. применяют прописные буквы русского алфавита, за исключением букв Й, О, Ъ, Ы, Ь. Буквенные обозначения присваивают без повторений и пропусков в алфавитном порядке. При этом сначала буквенные обозначения присваивают видам, разрезам и сечениям, а затем поверхностям и размерам. Для одной и той же поверхности базу и размер обозначают разными буквами. При недостатке букв применяют цифровую индексацию, например: «Б1-Б1». Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел, применяемых на том же чертеже, приблизительно в два раза.

7) Если ремонт детали осуществляют установкой дополнительной детали, то ремонтный чертеж выполняют как сборочный. 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 (рисунок 5.2)

8) Если при ремонте детали удаляют изношенную часть и заменяют ее новой, то на чертеже подготовки участка детали к ремонту удаляемую часть детали изображают штрих-пунктирной линией (кроме случаев обработки под дополнительную деталь) (рисунок 3.2).

9) Допустимые без ремонта размеры и допуски указывают после размеров и допусков по рабочему чертежу в скобках (рисунок 5.3) В технических требованиях об этом дают соответствующее разъяснение.

Подготовка участка детали к ремонту

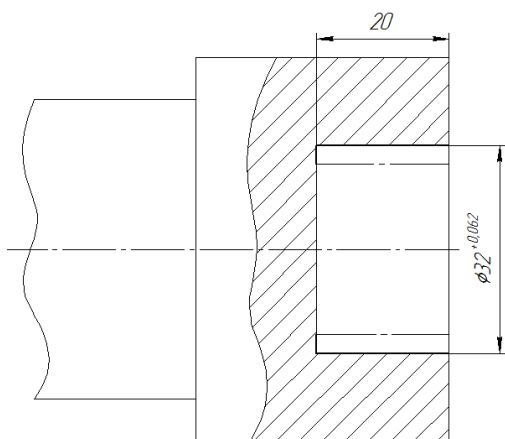


Рисунок 5.2 - Подготовка участка детали к ремонту

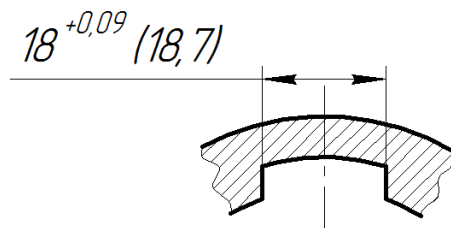


Рисунок 5.3 - Номинальные и допустимые размеры

10) На ремонтных чертежах категориальные ремонтные размеры, а также размеры детали, ремонтируемой снятием минимально необходимого слоя материала, представляют буквенными обозначениями. Числовые величины категориальных размеров и соответствующих им допустимых без ремонта размеров указывают в таблице, размещаемой в правой верхней части чертежа (рисунок 5.4)

Условное обозначение размера	Размер по рабочему чертежу	Категория ремонтного размера		
		I	II	III
A	18 <sub>-0,01</sub>	17,8 <sub>0,01</sub>	17,6 <sub>0,01</sub>	17,4 <sub>0,01</sub>

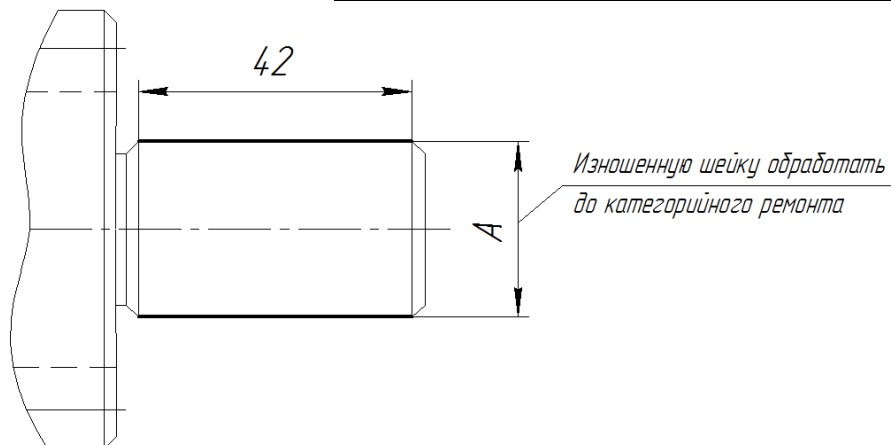


Рисунок 5.4 - Категориальные ремонтные размеры на ремонтных чертежах

На все категорийные размеры в чертеже составляется одна таблица. Если несколько поверхностей детали имеют разное число ремонтных размеров, таблицу составляют с числом граф соответствующим наибольшему количеству ремонтных размеров. В свободных клетках ставят прочерки.

11) В сопряженных деталях с категорийными размерами сохраняют класс точности (квалитет) и посадку, предусмотренные рабочими чертежами. Посадки для дополнительных деталей назначают по ЕСДП СЭВ.

12) Числовые величины размеров поверхностей, ремонтируемых снятием минимально необходимого слоя материала, а также соответствующие им допустимые без ремонта размеры указывают на линиях-выносах (рисунок 5.5).

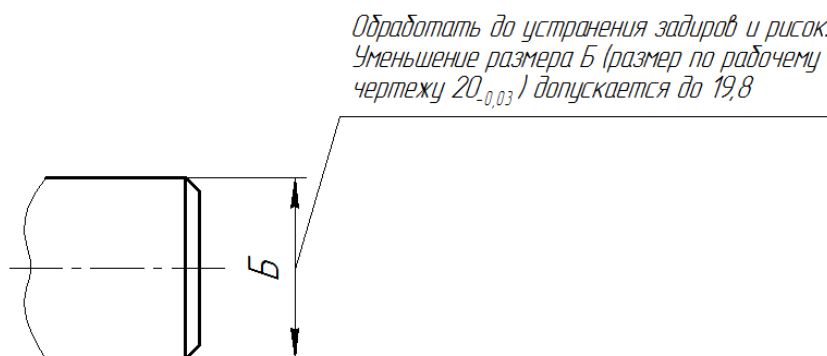


Рисунок 5.5 - Размер при снятии следов износа

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

14) Размеры нескольких одинаковых элементов наносят один раз с указанием на полке выносной линии или на продолжении размерной линии количества элементов (рисунок 5.6).

15) Указания на чертежах допусков формы и расположения поверхностей и обозначение баз [4.7] – по ГОСТ 2.308-79.

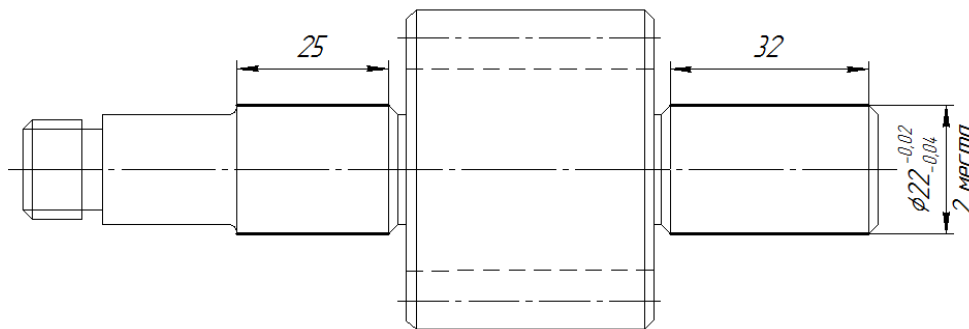


Рисунок 5.6 - Размеры нескольких одинаковых элементов

Высота рамки и ширина поля для обозначения знака вида допуска – 8 мм. Размеры рамки для буквенного обозначения базы – 8x8 мм. Рекомендуемая высота равнобедренного треугольника, обозначающего базу – 4 мм.

16) Обозначение шероховатости подлежащих ремонту поверхностей [8] – по ГОСТ 2.309-73. В тех случаях, когда часть ремонтируемых поверхностей детали имеет одинаковую шероховатость, допускается не наносить на чертеже обозначение шероховатости каждой из этих поверхностей, а приводить указание о шероховатости в технических требованиях записью типа:

«Неуказанная шероховатость поверхностей, выполненных сплошной основной линией,  $Rz20$ ».

17) Правила нанесения показателей твердости [9] на чертежах – по ГОСТ 2.310-68.

Допускается параметры твердости указывать в технических требованиях записью типа :

«*Коренные и шатунные шейки HRC  $\geq 52$* »,

«*Поверхность А – HRC 48... 52*».

В тех случаях, когда в качестве способов восстановления применяют гальванические покрытия, на чертеже указывают микротвердость в МПа, которую обозначают Н<sub>μ</sub>.

18) 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*».

19) 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. Стандартное обозначение гальванических покрытий, применяемых при восстановлении в ремонтных чертежах не приводят, так как в это обозначение входит толщина покрытия, а в ремонтном производстве ее величина является переменной, зависящей от величины износа детали.

Например:

«*Наплавить электродом ОЗШ-2-4,0-2 ГОСТ 9466-75*»;

«*Наплавить вибродуговой способом без охлаждения проволокой 1,2Нп-40 ГОСТ 10543-82*»;

«*Перезалить антифрикционный слой баббитом БН ГОСТ 1320-74*»;

«*Наплавить проволокой 4-СаАК5 ГОСТ 7871-75 в аргоне*»

«*Железнить. Н<sub>μ</sub>  $\geq 5000$  МПа*».

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

Если эти способы ремонта детали не требуют разного графического изображения, то указания о них приводят на одном чертеже в порядке предпочтения (рисунок 5.7).

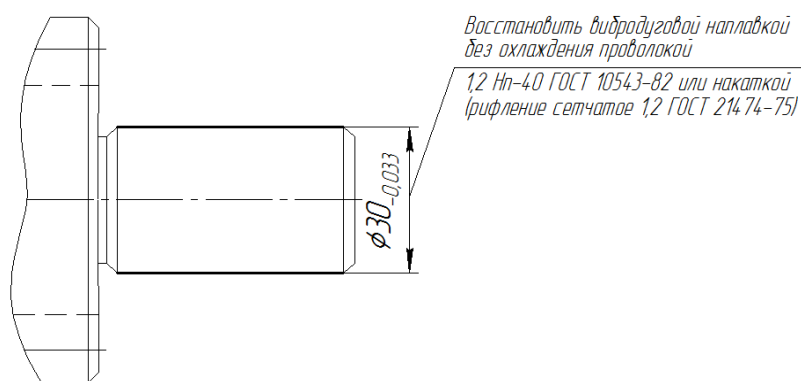


Рисунок 5.7 - Обозначение способа восстановления поверхности детали

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 ремонта, требующие своего графического изображения, выполняют как варианты под соответствующим заголовкам (рисунок 5.8).

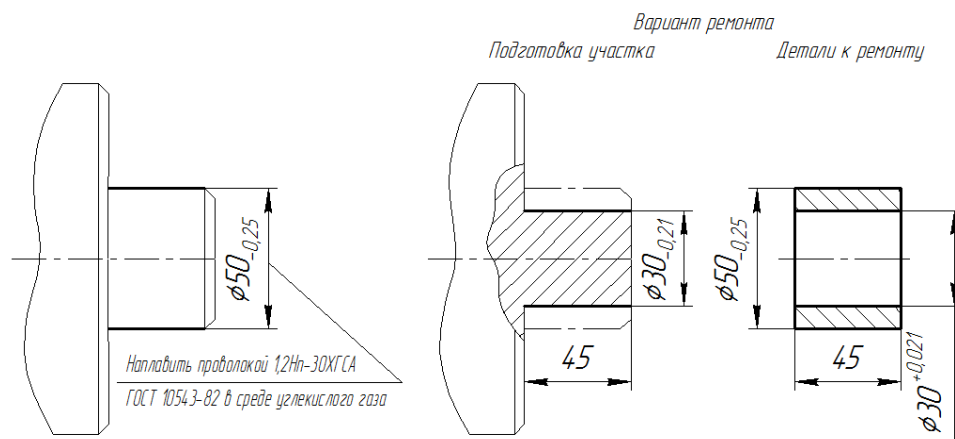


Рисунок 5.8 - Ремонтный чертеж на разные способы ремонта

21) Указания об обработке до устранения дефектов приводят с перечислением конкретных дефектов, например:

*”Обработать до устранения задирав и рисок”.*

22) Подлежащие ремонту резьбы вычерчиваются [10] по ГОСТ 2.311-68. На ремонтных чертежах изображают и обозначают все ремонтируемые резьбы. Если цилиндрические резьбы ремонтируются постановкой резьбовых спиральных вставок, то спиральные вставки не изображают, в спецификации не записывают, а указания о таком ремонте приводят в технических требованиях записью: *“Изношенные резьбовые отверстия ремонтировать установкой резьбовых вставок по РТМ 70.0001.056-76”*. Если предусматривают восстановление резьбовых отверстий заваркой, наплавкой или постановкой резьбовых ввертышей, то на чертеже приводят размеры, определяющие расположение и глубину резьбовых отверстий.

23) Таблицы, помещенные на ремонтном чертеже, нумеруют в пределах чертежа и дают ссылки на них в технических требованиях или надписях на линиях-выноски (см. рисунок 4.). При этом над таблицей справа ставят слово “Таблица” с порядковым номером арабскими цифрами (без знака №). Если на чертеже только одна таблица, то ее не нумеруют и слово “Таблица” не пишут.

24) На каждом ремонтном чертеже помещают основную надпись и дополнительные графы к ней [11] в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104-68.

25) Графы основной надписи выполняют с учетом дополнительных требований:

а) в графе 1 указывают наименование изделия по соответствующему рабочему чертежу изделия, на которое разработан ремонтный чертеж;

б) в графу 2 заносят обозначение детали, которое присваивают в соответствии с требованиями раздела 3 настоящего РД;

в) содержание графы 3 должно соответствовать содержанию аналогичной графы рабочего чертежа изделия. Номера отмененных стандартов на материалы не указывают;

г) в графе 4 указывают литеру разработанного ремонтного чертежа:

РО – для ремонтных чертежей, предназначенных для проверки и уточнения выбранных способов устранения дефектов, отдельных показателей и норм;

РА – для ремонтных чертежей, предназначенных для серийного производства;

д) в графе 5 для вновь изготавливаемых изделий и дополнительных ремонтных деталей указывают расчетную массу изделия в килограммах без указания единицы измерения. На остальных ремонтных чертежах допускается массу не указывать.

26) Технические требования оформляют [12] в соответствии с ГОСТ 2.316-68 на первом листе ремонтного чертежа над основной надписью или спецификацией и излагают, группируя однородные и близкие по характеру требования, по возможности, в следующей последовательности:

а) требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали (электрические, магнитные, диэлектрические, твердость, влажность и т.д.), указание материалов-заменителей;

б) расшифровка размеров и допусков со “звездочками” (\*), например:

“\*/ Размеры и допуски в скобках – допустимые без ремонта”.

В случае, если расшифровки требуют три и более вида размеров и допусков, следует использовать значки: \*1, \*2, \*3 и т.д.;

в) размеры, предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей и т.п. (например: “*Неуказанные предельные отклонения размеров  $\pm 1/2T14$ ”*);

г) требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытии, шероховатости;

д) зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;

е) указания об особенностях восстановления деталей, (например, указание о том, что одноименные шейки должны иметь одноименные размеры);

ж) требования к отремонтированному изделию (например: “*Выпуклость поверхности М недопустима*”);

и) условия и методы испытаний;

к) указание о маркировании и клеймении;

л) ссылки на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данное изделие, но не приведенные на чертеже (например, указания о ремонте резьб резьбовыми спиральными вставками).

27) В технических требованиях все размеры и допуски указывают с размерностью. Размерность давления указывают в МПа, а в скобках в кгс/см<sup>2</sup>.

## ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕМОТНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

1) Обозначение ремонтного чертежа получают добавлением к обозначению детали или сборочной единицы буквы “Р” (без пропуска или тире). Шифры ремонтных габаритных, монтажных чертежей, схем, ведомостей и т.д. состоят из буквы “Р” и шифра [13], предусмотренного для этого документа по ГОСТ 2.102-68, например ремонтного сборочного чертежа – “РСБ”.

На сборочном чертеже шифр “СБ” к обозначению не добавляют в случае, если спецификация расположена на поле чертежа.

2) Ремонтный чертеж детали, имеющий одну поверхность с одним ремонтным размером, обозначают Р1.

3) Ремонтный чертеж детали, имеющий одну поверхность с n ремонтных размеров, обозначают Р1/Рn.

4) Ремонтный чертеж детали, имеющий несколько поверхностей с ремонтными размерами, обозначают Р1/Рn, где n – число ремонтных размеров той из поверхностей, которая имеет наибольшее количество категорий ремонтного размера.

5) Если сборочная единица образована путем установки дополнительной (новой) втулки, гильзы и т.п. на деталь, не имеющую ремонтных размеров, то обозначение

последней должно соответствовать обозначению ее по рабочему чертежу с добавлением буквы «Р».

б) Обозначение ремонтного чертежа дополнительной (новой) детали получают добавлением буквы «Н» к обозначению ремонтного чертежа детали или сборочной единицы, на которую устанавливается дополнительная деталь. Если для ремонта основной детали или сборочной единицы требуется не одно, а несколько дополнительных деталей, обозначение их получают добавлением к букве «Н» порядковых номеров этих деталей (Н1, Н2 и т.д.).

7) Обозначение ремонтных чертежей различных вариантов ремонта одной и той же детали (сборочной единицы) получают добавлением к обозначению детали (сборочной единицы) буквы «Р» и через тире – римских цифр I, II и т.д. (соответственно для первого, второго и последующих вариантов ремонта).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 ГОСТ 2.301-68 (Ст.СЭВ1181-78) ЕСКД Форматы// ГОСТ 2.301-68 и др. ЕСКД общие правила выполнения чертежей.-М: 1991.-С 3-5.

2 ГОСТ 2.603-68 ЕСКД Внесение изменений в эксплуатационную и ремонтную документацию // ГОСТ 2.601-68 и др. ЕСКД Эксплуатационная и ремонтная документация. М., 1982 – с.118-126.

3 ГОСТ 2.602-95 ЕСКД Ремонтные документы // ГОСТ 2.601-68 и др. ЕСКД Эксплуатационная и ремонтная документация. М:1982 – С.74-17.

4 ГОСТ 2.604-2000 ЕСКД Чертежи ремонтные. Общие требования. – М: Издательство стандартов, 2001 – 8 с.

5 ГОСТ 2.106-96 (ст.СЭВ 6.306-88) ЕСКД Текстовые документы // ГОСТ 2.001-70 и др. ЕСКД Единая система конструкторской документации.- М.:, 1988, С.65-90

6 ГОСТ 2.113-75 (ст.СЭВ 1179-78) ЕСКД Групповые и базовые конструкторские документы // ГОСТ 2.001-70 и др. ЕСКД Единая система конструкторской документации. - М.:, 1988 . С.161-028.

7 ГОСТ 2.308-79 (ст.СЭВ 368-76) ЕСКД Указание на чертежах допусков форм и расположение поверхностей // ГОСТ 2.301-68 и др. ЕСКД общие правила выполнения чертежей.- М.:, 1991 – С.110-138.

9 ГОСТ 2.310-68 (ст СЭВ 367-86) ЕСКД Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки // ГОСТ 2.301-68 и др. ЕСКД общие правила выполнения чертежей. – М.:, 1991 – С.149-155.

10 ГОСТ 2.311-68 (ст.СЭВ 284-76) ЕСКД Изображение резьб // ГОСТ 2.301-68 и др. ЕСКД общие правила выполнения чертежей.-М.:, 1991 – С.156-162.

11 ГОСТ 2.104-68 (ст.СЭВ 140-74; ст.СЭВ 365-76; ст СЭВ 6306-88) ЕСКД Основные подписи // ГОСТ 2.001-70 и др. ЕСКД Единая система конструкторской документации.- М; 1991 – С 34-43.

12 ГОСТ 2.316-68 (ст.СЭВ 856-76; ст.СЭВ 6306-88) ЕСКД Правила написания на чертежах подписей и таблиц // ГОСТ 2.301-68 и др. ЕСКД общие правила выполнения чертежей.- М.:, 1991, С.206-213.

13 ГОСТ 2.102-68 (ст.СЭВ 4768-84) ЕСКД Виды комплектности конструкторских документов // ГОСТ 2.001-70 и др. ЕСКД Единая система конструкторской документации. М.:991 – С.15-28.

14 Руководящий материал. Чертежи ремонтные РД-200-РСФСР-211-0202-83.- М, 1983-С.29.

## Практическое занятие 6. РАЗРАБОТКА МАРШРУТНОЙ КАРТЫ 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

- 1) Результаты анализа конструктивно-технологических особенностей детали.
- 2) Ремонтный чертеж.
- 3) Рациональный способ восстановления поверхностей детали по результатам выбора рационального способа восстановления.

### ЗАДАНИЕ

- 1) Разработать схемы устранения дефектов с расчетом межоперационных размеров.
- 2) Составить таблицу технологического процесса восстановления с выбором оборудования, приспособлений, рабочего и измерительного инструмента.
- 3) Разработать маршрутную карту технологического процесса восстановления предложенной детали и оформить на формате А4.

### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

#### 6.1 Разработка схем технологического процесса устранения каждого дефекта детали

Приступая к разработке маршрутных карт, по устраняемым дефектам намечают последовательность выполнения операций технологического процесса восстановления. При этом строго придерживаются следующих основных положений:

- **выполняют операции по восстановлению базовых поверхностей** (исправление центровых отверстий, устранение неплоскостности, правка и др.); за установочные базы принимаются поверхности деталей не изношенные или имеющие наименьший износ; при восстановлении деталей стремятся использовать базы, принятые при изготовлении; выдерживают единство технологических и конструктивных баз;
- **выполняются подготовительные операции** к сварке, наплавке, гальваническому наращиванию и другим способам восстановления (сверление, разделка трещин, зачистка зоны трещины и мест облома, вывертывание обломанных шпилек, точение, растачивание, шлифование и т.п.);
- **производятся восстановительные операции:** сварочные, наплавочные, а затем пластической деформации;
- **выполняются черновые операции слесарно-механической обработки** (слесарные, токарные, фрезерные, сверлильные и др.), при которых снимается наибольший слой металла;
- **выполняют термическую обработку деталей** перед чистой механической обработкой, на которую предусматривают минимальные припуски, так как обработка лезвийным инструментом после термообработки становится затруднительной;
- возникающие, в отдельных случаях, при обработке изгибы, коробления устраняют **правкой**;
- **последние операции являются отделочными:** чистовое шлифование, полирование.

В качестве установочной базы при механической обработке принимают:

- для деталей класса "корпусные" - основную плоскость и два отверстия, расположенные на ней;
- для деталей класса "круглые стержни" - центровые отверстия, реже - наружные поверхности;
- для деталей класса "полые цилиндры" - внутренние и наружные цилиндрические поверхности и торцы;
- для деталей класса "диски" - наружные и внутренние цилиндрические поверхности и торец;
- для деталей класса "некруглые стержни" - поверхности стержня и головки, а затем отверстие и обработанные поверхности головки.

При наплавке под слоем флюса или в защитном газе точение или шлифование деталей перед наплавкой не обязательно, требуется лишь очистка наплавляемых поверхностей от ржавчины.

При подготовке трещины в детали из алюминиевого сплава отсутствует необходимость сверления отверстий по концам трещины, так как при нагревании детали трещина не увеличивается.

При восстановлении отверстия его необходимо рассверлить, а затем произвести заварку. При диаметре отверстия менее 12 мм производится только зенкование.

При постановке ремонтной детали - втулки, производится рассверливание или растачивание отверстия с учетом минимальной толщины втулки: для стальной 2-2,5 мм; для чугунной 4-5 мм. В зависимости от требуемой шероховатости поверхности детали по чертежу, назначают виды (черновая, чистовая, отделочная) и методы её обработки, имея в виду, что каждая последующая обработка повышает точность поверхности на 2-3 квалитета. Например, по чертежу задан размер по 6 квалитету точности, следовательно, получистовая обработка должна быть выполнена по 8 квалитету, а черновая - по 11-му. Достижимая точность изготовления деталей приведена в таблице 3.4. При разработке технологического процесса определяют припуски на обработку. Общий припуск - это слой металла, удаляемый с поверхности детали в процессе её обработки на всех операциях. Расчет промежуточных припусков и размеров обрабатываемой поверхности по переходам ведётся в определённой последовательности. Расчет начинают с последней операции обработки, а затем определяют размеры промежуточных припусков и размеров детали на каждую операцию, прибавляя к наименьшему размеру припуск на данную операцию для поверхности валов или вычитая припуск для внутренних поверхностей отверстий.

Пример определения припусков и размеров для следующего технологического процесса:

1. Наплавить шейку, выдерживая  $d_{\text{напл}} = \dots$
2. Точить наплавленную шейку предварительно, выдерживая  $d_{\text{черн.точ}} = \dots$
3. Точить шейку окончательно, выдерживая  $d_{\text{чист.точ}} = \dots$
4. Шлифовать шейку, выдерживая  $d_{\text{шл}} = \dots$

Диаметр шейки ВАЛА после шлифования равен размеру по рабочему чертежу:

$$d_{\text{шл}} = d_{\text{ном}} = 50_{-0,016} \text{ мм.}$$

Диаметр после чистового точения равен:

$$d_{\text{чист.точ}} = d_{\text{ном}} + z_{\text{шл}} \begin{matrix} es \\ ei \end{matrix},$$

где  $z_{\text{шл}}$  - припуск на шлифование после чистового точения, мм,  $z_{\text{шл}} = 0,1$  мм (таблица 6.3).;

$es, ei$  – верхнее и нижнее предельное отклонение допуска по качеству точности, соответствующему виду обработки;

при обработке вала в системе вала  $es = 0, ei = -Td$ ;

при обработке отверстия в системе отверстия  $es = +Td, ei = 0$ ;

в остальных случаях  $es = +Td/2, ei = -Td/2$ ;

где  $Td$  – допуск, мм (таблица 1.3);

для чистового обтачивания продольной подачей по 8 качеству (таблица 1.4) для диаметра 50 мм  $Td = 0,039$  мм (таблица 1.3)

$$d_{\text{чист.точ}} = 50 + 0,1 = 50,1_{-0,039} \text{ мм,}$$

Диаметр шейки после черного точения равен:

$$d_{\text{черн.точ}} = d_{\text{чист.точ}} + z_{\text{чист.точ}} \begin{matrix} es \\ ei \end{matrix},$$

где  $z_{\text{чист.точ}}$  - припуск на чистовое точение, мм,  $z_{\text{чист.точ}} = 0,3$  мм (таблица 6.4);

для черного обтачивания продольной подачей по 12 качеству (таблица 1.4) для диаметра 50 мм  $Td = 0,25$  мм (таблица 1.3)

$$d_{\text{черн.точ}} = 50,1 + 0,3 = 50,4_{-0,25} \text{ мм,}$$

Диаметр шейки после наплавки равен:

$$d_{\text{напл}} = d_{\text{ном}} + z_2 \begin{matrix} es \\ ei \end{matrix},$$

где  $z_2$  - минимальный припуск на механическую обработку после вибродуговой наплавки, мм,  $z_2 = 1,2 \dots 1,6$  мм, (таблица 4.3);

для наплавки  $Td = z_2^{\text{max}} - z_2^{\text{min}} = 1,6 - 1,2 = 0,4$  мм

$$d_{\text{напл}} = 50 + (1,2 \dots 1,6) = 51,6_{-0,4} \text{ мм.}$$

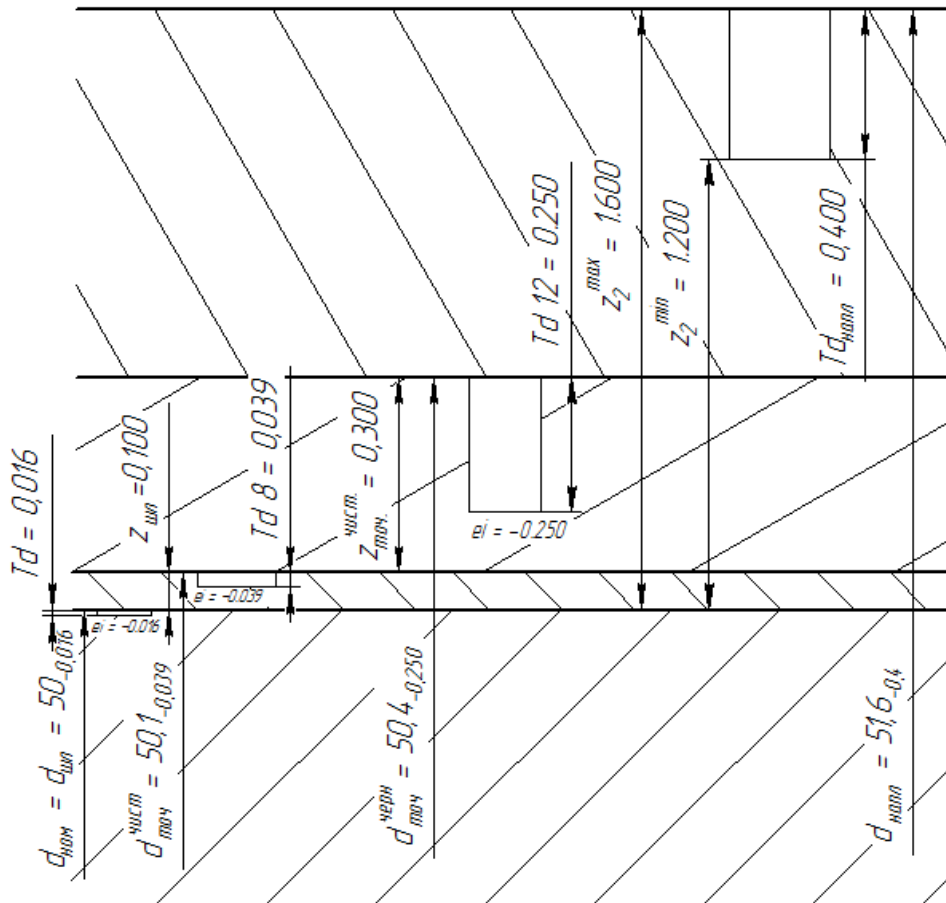


Рисунок 6.1- Межоперационные припуски, размеры и допуски

Наименование операций обработки резанием должно отражать применяемый вид оборудования и записываться именем прилагательным в форме именительного падежа, например: "токарная", "фрезерная" и т.п.

Наименование операций обработки давлением, термической обработки и др. записываются именем существительным в форме именительного падежа, например: "раздача", "закалка" и т.п.

В схемах технологического процесса содержание операций излагается без указания перехода.

Содержание операций включает:

- ключевое слово, например: "точить", "шлифовать" "сверлить" т.п.;
- количество обрабатываемых поверхностей или элементов поверхностей например, "сверлить 2 отверстия";
- наименование предметов производства, обрабатываемых поверхностей или конструктивных элементов, например: "деталь", "отверстие "буртик" и т. п.;
- информацию по размерам, например: " $d = \dots$ ", " $l = \dots$ " (берется из ремонтного чертежа);
- информацию о характере обработки, например: "с подрезкой торца", "по копиру", "предварительно", "окончательно" и т.п.

## 6.2 Составление плана технологических операций

План операций составляется для дальнейшей разработки маршрутной карты на ремонт детали. Операции должны располагаться в рациональной последовательности, при этом руководствуются следующим:

- последовательность выполнения операций должна исключать повторное поступление деталей на посты устранения дефектов;
- в первую очередь устраняются дефекты поверхностей, которые являются базовыми при дальнейшей обработке детали;
- затем выполняются подготовительные, восстановительные операции, черновая обработка, термическая; гальванические операции назначаются предпоследними и последними - отделочные;
- однотипные операции (слесарные, сварочные и др.), выполняемые при устранении различных дефектов, можно объединять в одну операцию. Однако, необходимо учитывать, что при серийном производстве используются спецприспособления, поэтому переустановка детали на них не всегда возможна;
- совмещение черновой и чистовой обработок в одной операции и на одном и том же оборудовании нежелательно;
- сварочные работы разных видов (ручная, вибродуговая, под слоем флюса и др.) в одну операцию не объединяются, так как выполняются на разных рабочих местах.

Операции технологического маршрута нумеруются с интервалом через пять единиц, например: первая операция - 005, вторая - 010, третья - 015 и т.д. На основании плана технологических операций оформляется маршрутная карта.

Таблица 6.1 - Пример записи плана технологических операций:

№ оп.	Наимен. и содер. опер.	Оборудование	Приспособления	Инструменты	
				рабочий	измерит.
005	Токарная. Точить наружную поверхность	Токарно-винторезный станок 16Б16П	Планишайба, спецприспособление, центр вращающийся	Резец проходной Т15К6	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1
010	Наплавка. Наплавить наружную поверхность	Наплавочный станок У-651	Планишайба, спецприспособление, центр вращающийся	Проволока наплавочная Св.8	Штангенциркуль . ШЦ-1-125-0,1
015	Сварка Заварить шпоночную канавку	Стол сварщика ССН-3	Трансформатор сварочный ТД-300	Электрод сварочный К5А	-
020	Слесарная. Зачистить наплавленную канавку	Верстак слесарный	Тиски слесарные с ручным приводом	Напильник слесарный	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1
025	Токарная. Точить наружную поверхность и фаску	Токарно-винторезный станок 16Б16П	Планишайба, спецприспособление, центр вращающийся	Резец проходной и подрезной Т15К6	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1
030	Токарная. Точить наружную поверхность и нарезать резьбу	Токарно-винторезный станок 16Б16П	Планишайба, спецприспособление, центр вращающийся	Резец проходной и резьбовой Т15К6	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1
035	Слесарная. Калибровать наружную резьбу	Верстак слесарный	Тиски слесарные с ручным приводом	Плашка ручная М22х1,5-4И	Калибр резьбовой М22х1,5 -4И
040	Фрезерная. Фрезеровать шпоночную канавку	Горизонтально-фрезерный станок 6Р81Г	Тиски станочные с механизированным приводом	Фреза цилиндрическая дисковая Р18	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1

### 6.3 Технологическая документация

Оформление технологических документов представляет собой заключительный этап разработки технологического процесса. При курсовом проектировании технологический процесс оформляется в виде следующих документов: маршрутная карта (МК); операционные карты (ОК); карты эскизов (КЭ).

Технологические документы заполняются в соответствии с требованиями ГОСТЗ. 1104-81. В целях повышения коэффициента заполняемости текстовой информацией в бланках технологических документов применяется способ разделения информации по графам типа "плавающая графа", применение которой позволяет значительно расширить зону для текстовой записи описания содержания операций, переходов и других указаний при отсутствии необходимости внесения информации в соседние графы. При этом способе вдоль всей строки записывается информация, если таковая отсутствует в соответствующих графах; каждый тип строки обозначается определенным служебным символом (буквы русского алфавита, проставляемые перед номером соответствующей строки).

Записи в технологических документах следует выполнять предельно четко, исключая возможность субъективного толкования. Между операциями и переходами одну строку оставляют свободной, записи делают в каждой строке в один ряд, при отсутствии информации в строке - ставится прочерк, если запись произведена в нескольких строках, то запись, размещенную в соседних графах, следует производить на уровне первой строки. Заголовки граф пишутся с прописной буквы, подзаголовки - со строчной, размерность величин следует указывать в заголовках граф. Высота букв и цифр должны выдерживаться в пределах 2,5 ... 4,0 мм, их необходимо писать четко, исключая неверное их прочтение (допускается их написание нечертежным шрифтом).

**Маршрутная карта (МК)** (ГОСТ 3.1118-84; форма 1 - первый лист, форма 16 - последующие листы) является основным документом, в котором описывается весь процесс в технологической последовательности выполнения операций. Содержание операций и информация о применяемой при их выполнении технологической оснастке вносится из ранее выполненных пунктов 2.1.4 и 2.1.5. В строке, обозначенной соответствующим служебным символом, запись выполняется по всей длине с возможностью переноса информации на последующие строки; разделение информации по каждому средству технологической оснастки следует выполнять через знак " ; ", Количество одновременно применяемых единиц технологической оснастки следует указывать перед их названием и заключать в скобки, например, "(2) фреза дисковая". Последовательность записи, а следовательно, и обозначение служебными символами в МК следующее: "А", "Б", "О". "Т".

## **Информация, вносимая в графы и строки маршрутной карты:**

В строке М01 указывается марка материала и номер стандарта. Например, *Сталь 45 ГОСТ 1050 - 2013.*

В строке М02 указывается :

**Код** - Код материала по классификатору. Графа не заполняется - ставится прочерк.

**ЕВ** - Код единицы величины (массы) детали по классификатору (4)1 ВС. Например, для массы детали в кг - код 166, в г - 163. Допускается указывать единицы измерения величины. Например, кг, г.

**МД** - Масса детали.

**ЕН** - Единица нормирования, на которую установлена норма времени. Например, *1,10.100.*

В строке А, с индексом, указывается :

**Цех** - Номер цеха, в проекте условно обозначают в виде знака XX. Уч. - Номер участка, .) Л.

**РМ** - Номер рабочего места. XX.

**Опер.** - Помер операции в технологической последовательности восстановления детали. Например, *005,010, 015* и т.д.

**Код наимен. опер.** - Код операции по технологическому классификатору, наименование операции. Например, *4110 - токарная.*

**Обозначен.** - Обозначение документов, инструкции по охране труда, применяемых при выполнении данной операции. Например, *110 ГМ- 30 - Н7.*

В строке Б, с индексом, указывается :

**Код. наимен. Оборудов.** - Код оборудования по классификатору, краткое наименование оборудования. Например, *381161.XXXX - токарно-винторезный станок.* Допускается взамен наименования указывать его модель.

**СМ** - Код степени механизации: 2 - работа с помощью машин и автоматов. Например, токарные, фрезерные; 3 - вручную при машинах и автоматах. Например термические на установках ТВЧ, точечная сварка и др.; 4 - вручную без машин и автоматов, например, слесарные, сварочные и др.

**Проф.** - Код профессии по классификатору ОКПДТР .

**Р** - Разряд работы, необходимый для выполнения операции.

**УТ** - Код условий труда по классификатору ОКПДТР и код вида нормы, включает в себя цифру - условия труда, и букву, указывающую вид нормы времени:

1 - нормальные; 2 - тяжелые и вредные; 3 - особо тяжелые, особо вредные;

Р - аналитически - расчетная; И - аналитически - исследовательская; Х - хронометражная; О - опытно - статистическая.

**Кр** - Количество исполнителей, занятых при выполнении операции.

**КОИД** - Количество одновременно обрабатываемых деталей.

**ОП** - Объем производственной партии в штуках.

**Кшт** - Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании :  
1 - при обслуживании одного станка; 0,65 - при обслуживании двух станков.

**Тпз** - Норма подготовительно-заключительного времени на операцию.

**Тшт** - Норма штучного времени на операцию.

В строке О указывается содержание операции.

В строке Т приводится информация о технологической оснастке в последовательности: приспособления; вспомогательный инструмент; режущий инструмент; слесарно-монтажный инструмент; средства измерений. Перед наименованием оснастки указывается код в соответствии с классификатором. Например,

*392101 ХХХ - резец проходной Т15К10.*

Графы Н.рас.х., КИМ. Код загот.. Профиль и размеры, КД, МЗ заполняются только при изготовлении детали.

## Практическое занятие 7. РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

### 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

- 1) Ремонтный чертеж.
- 2) Разработанная маршрутная карта
- 3) Данные сайтов по стоимости расходных материалов.

### ЗАДАНИЕ

Рассчитать себестоимость восстановления детали по разработанной маршрутной карте.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

Себестоимость восстановления  $C_{в.}$  [руб.]

$$C_{в.} = C_{пр.н.} + C_{р.м.} + C_{н.}, \quad (7.1)$$

где  $C_{пр.н.}$  - полная заработанная плата производственных рабочих, руб.;

$C_{р.м.}$  - затраты на ремонтные материалы, руб.;

$C_{н.}$  - накладные затраты, руб.

Полная заработанная плата производственных рабочих, руб.

$$C_{пр.н.} = C_{пр} + C_{доп} + C_{соц}, \quad (7.2)$$

где  $C_{пр}$  - основная заработанная плата, руб.;

$C_{доп}$  - дополнительная заработная плата, руб.;

$C_{соц}$  - отчисления на страховые взносы, руб.

Основная заработанная плата  $C_{пр}$  в руб.

$$C_{пр} = t_{шк} \cdot C_{ч} \cdot K_t, \quad (7.3)$$

где  $t_{шк}$  - трудоёмкость восстановления детали, чел.-час,

$C_{ч}$  - часовая ставка, руб/ч;

$K_t$  – коэффициент, учитывающий доплаты за сверхурочные и другие работы,  $K_t = 1,03$ .

Трудоёмкость восстановления детали в чел.-ч. берется по данным маршрутной карты

$$t_{\text{шк}} = (\Sigma T_{\text{шт}} + \Sigma T_{\text{пз}}/n)/60, \quad (7.4)$$

где  $T_{\text{шт}}$  – штучное время операций маршрутной карты, мин;

$T_{\text{пз}}$  – подготовительно-заключительное время операций, мин;

$n$  – объем производственной партии (число восстанавливаемых деталей в одной партии), шт.

Дополнительная заработная плата  $C_{\text{доп}}$  [руб]

$$C_{\text{доп}} = 0,1 \cdot C_{\text{пр}}. \quad (7.5)$$

Отчисления на страховые взносы

$$C_{\text{соц}} = 0,30(C_{\text{пр}} + C_{\text{доп}}). \quad (7.6)$$

Затраты на ремонтные материалы  $C_{\text{р.м}}$  включают расходы присадочных материалов, флюсов, защитных газов и других расходных материалов в количестве, израсходованном на восстановление одной детали.

Алгоритм расчетов  $C_{\text{р.м}}$  для наплавки в среде  $\text{CO}_2$

Зная Диаметр проволоки,  $T_o$ ,  $V_{\text{пр}} \Rightarrow$  Найти: длина проволоки =  $T_o(\text{мин} \rightarrow \text{ч}) \times V_{\text{пр}} (\text{м/ч})$ :

Длина проволоки, м

$$L_{\text{пр}} = T_o \times V_{\text{пр}} \quad \left[ \frac{\text{ч}}{1} \times \frac{\text{м}}{\text{ч}} \right] = [\text{м}] \quad (7.7)$$

где  $T_o$  – основное время, ч;;

$V_{\text{пр}}$  – скорость подачи проволоки, м/ч.

$T_o$  и  $V_{\text{пр}}$  определяются при расчете режимов наплавки.

Объем проволоки ( $\text{м}^3$ ) = Скрутка · длина

Объем истраченной проволоки

$$Q_{\text{пр}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{пр}}^2}{4} \times L_{\text{пр}} \quad \frac{\text{м}^2}{1} \times \frac{\text{м}}{1} = [\text{м}^3] \quad (7.8)$$

Зная плотность металла ( $7850 \text{ кг/м}^3$ )  $\Rightarrow$

найти массу проволоки (кг),

Загуглить цену проволоки за  $X$  кг, найти пропорцией стоимость проволоки, израсходованной на 1 деталь.  $\Rightarrow$

Зная  $T_o$  и расход газа в минуту  $\Rightarrow$  Найти расход газа на 1 деталь (

Загуглить цену газа за  $X$  л, найти пропорцией стоимость газа, израсходованной на 1 деталь.  $\Rightarrow$

найти стоимость затрат ремонтные материалы (проволока + газ).

Для электроконтактной приварки  $C_{\text{р.м}}$  включают расходы на ленту, объем которой находят по формуле

$$Q_{\text{ленты}} = S_{\text{ленты}} \cdot V_{\text{шейки}} \cdot (\pi \cdot d_{\text{шейки}}), \quad (7.9)$$

где  $S_{\text{ленты}}$  – толщина ленты, м;

$V_{\text{шейки}}$ ,  $d_{\text{шейки}}$  – ширина и диаметр шейки вала, м.

Накладные затраты  $C_n$

$$C_n = R_n \cdot C_{\text{пр}}/100, \quad (7.10)$$

где  $R_n$  - процент накладных затрат, примем  $R_{\text{оп}} = 130\%$ ,