

УДК 621.81(075)

Составители: канд. техн. наук, доцент В.Н. Хрянин
ст.преподаватель М.А. Попов

Рецензент: доц., канд. техн. наук Р.В. Конореев

Технологии восстановления деталей машин. Разработка маршрутно-операционного технологического процесса восстановления деталей и сборочных единиц машин: метод. указания по вып. расчетно-графической раб. / Новосиб. гос. аграр. ун-т: Инженер. ин-т; сост. В.Н. Хрянин, М.А. Попов – Новосибирск, 2021. – 18 с. (переизд.)

Представлены особенности методических подходов к решению задач по разработке маршрутно-операционного технологического процесса восстановления деталей и сборочных единиц машин в условиях ремонтных предприятий системы технического сервиса АПК.

Методические указания по выполнению расчетно-графической работы предназначены студентам очной и заочной форм обучения по направлению подготовки «Агроинженерия».

Утверждены и рекомендованы к изданию методическим советом Инженерного института Новосибирского ГАУ (протокол №11 от 9 февраля 2021 г.).

© Новосибирский «ГАУ», 2021

© Инженерный институт, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Структура расчетно-графической работы	Ошибка! Закладка не определена.
Разработка маршрутно-операционного технологического процесса восстановления детали.....	5
1 Разработка ремонтного чертежа детали.....	5
2 Обоснование выбора способов восстановления.....	7
3 Разработка маршрутно-операционного технологического процесса восстановления (<i>наименование детали</i>) и оформление маршрутно- операционной карты.....	12
Библиографический список.....	15
Приложение А (обязательное) ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ на расчетно- графическую работу.....	16

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Введение

В методических указаниях на расчетно-графическую работу по дисциплине «Технологии восстановления деталей машин» предлагается освоение студентами в процессе обучения последовательности действий при разработке маршрутно-операционного технологического процесса восстановления деталей машин, включая форму его представления в комплекте технологических карт с ремонтным чертежом. Студенты должны ощутить профессиональную ролевую функцию инженера-технолога.

Методические указания разработаны в рамках рабочих программ по подготовке бакалавров по направлению Агроинженерия.

Цель расчетно-графической работы: сформировать профессиональные навыки и компетентность студентов – будущих инженеров по обеспечению качества восстановления деталей и сборочных единиц машин, начиная со стадии разработки технологических процессов восстановления.

Структура расчетно-графической работы

Включает:

- Титульный лист (см. [1], П. 1.1);
- Содержание (оформляется основной надписью по форме 2, ГОСТ 2.104-2006);
- Задание на расчетно-графическую работу с указанием варианта (см. [1], П. 1.2);

- Расчетно-пояснительная записка:

Введение

1. Разработка ремонтного чертежа;
2. Обоснование выбора рациональных и оптимального способов восстановления детали по заданным дефектам (**по варианту задания**) (см. приложение А)

3. Разработка маршрутно-операционного технологического процесса восстановления детали и оформление маршрутно-операционной карты.

- Библиографический список (по ГОСТ Р 7.0.100-2018).
- Ремонтный чертёж детали (формат А2 или А3) (см. [1], П. 14.1)
- Маршрутно-операционная карта (формат А4) (см. [1], П.14.4)

Разработка маршрутно-операционного технологического процесса восстановления детали

Введение

Кратко изложить актуальность решения задач разработки и реализации технологических процессов восстановления (*реновации*) деталей машин, используемых в АПК. Акцентировать внимание на экономической целесообразности решения задач восстановления, определяемой соотношением цен новых и восстановленных деталей, высоким уровнем соответствия экологическим требованиям и, в целом, эффективностью ресурсосбережения. В заключительной фразе сообщить о конкретной задаче, которая решается в данной работе.

1 Разработка ремонтного чертежа детали

Описать назначение, особенности конструкторско-технологического исполнения, материал детали, условия работы и характер её нагружения. Изложить сущность изменения технического состояния детали в целом и ее конструктивных элементов под воздействием эксплуатационных факторов. Представить краткую характеристику особенностей проявления дефектов, указать возможные последствия в изменении функционирования соединений и составных частей машин, в которые входит данная деталь.

Для данного анализа использовать базовую информацию (*в картах на дефектацию*), приведенную для вариантов задания в [1]. Дополнительную информацию по дефектности, при необходимости, можно получить, воспользовавшись информационными ресурсами, в том числе электронными источниками.

На основе данного анализа формирования дефектности и исходной информации по варианту задания **разработать ремонтный чертёж** (*см. эскиз детали, используемый в качестве рабочего чертежа и карту на дефектацию в [1]*), а также требования к ремонтным чертежам по ГОСТ (*см. в [2]*).

Ремонтный чертёж восстанавливаемой детали (*преимущественно выполняется на формате А2 и А3*) должен включать следующие составные части информации:

- **графическое изображение** детали с необходимыми видами, разрезами и сечениями - *выполняется слева в верхней части формата*; в качестве рабочего чертежа в задании на работу предлагается использовать эскиз детали (*см. соответствующее приложение по варианту задания в [1]*);

- **таблицу дефектов**, выполняемую ниже графической части детали (*см. табл. 1*); *под таблицей дефектов* в текстовом виде указывается (*при необходимости*), по каким (-кому) дефектам (-ту) деталь не подлежит восстановлению;

Таблица 1 – Пример оформления таблицы дефектов

№ дефекта	Наименование дефекта	Коэффициент повторяемости	Размеры, мм		Рекомендуемые способы восстановления	
			Нормальный	Допустимый	Основной (оптимальный)	Дополнительный (рациональный)
1	Износ рабочей фаски выпускного клапана	1,0	Высота цилиндр. пояска до шлифовки не менее:		Наплавка плазменная	Электроконтактная приварка кольца
			1,8	1,1		
2	Износ стержня-клапана: впускного	0,8 - 0,9	$\varnothing 12_{-0,030}^{-0,055}$	$\varnothing 11,86$	Наплавка плазменная	Электролитическое наращивание
...						

Клапаны с дефектами трещины и сколы выбраковываются.

- таблицу ремонтных размеров по ГОСТ 2604.2000 (в случае, если они предусмотрены заводом-изготовителем). Форма данной таблицы с содержанием информации по графам в качестве примера представлена ниже (см. табл.2) Таблица выполняется **в правом верхнем углу** и привязывается к линии рамки ремонтного чертежа выше технических требований;

Таблица 2 – Пример оформления таблицы ремонтных размеров

Условное обозначение ремонтного размера	Размер по чертежу	Категории ремонтных размеров			
		1	2	3	...
c	$54_{-0,115}^{-0,065}$	$53,7_{-0,115}^{-0,065}$	$53,3_{-0,115}^{-0,065}$	$53,0_{-0,115}^{-0,065}$	
d	42,20	41,4±0,05	-	-	
...					

- условное обозначение ремонтного размера проставляется также на соответствующем конструктивном элементе графического изображения детали.

- **технические требования** (физико-механические свойства: твердость, пористость и др.; точность формы и взаимного положения: овальность, конусообразность, биение, несоосность, неперпендикулярность; отклонения общей геометрии: изгиб, скрученность и др.). Ука-

занные характеристики построено с нумерацией пишется выше основной надписи ремонтного чертежа.

На графической части ремонтного чертежа все дефектные элементы нумеруются на выносках и выполняются жирными линиями. Размеры с предельными отклонениями и параметрами шероховатости поверхностей проставляются *только для восстанавливаемых конструктивных элементов.* Содержание графы «Материал» основной надписи должно соответствовать содержанию аналогичной графы рабочего чертежа детали.

Пример оформления ремонтного чертежа приведен в [1, с.122, П. 14.1].

2 Обоснование выбора способов восстановления

Для обоснования выбора рациональных и оптимального способов восстановления деталей с ориентацией на решение задач восстановления преимущественно по дефектам изнашивания поверхностей трения используются рекомендации [3, с.260-265] с учётом требований ремонтного чертежа.

Задача решается в три этапа.

Этап 1. Технологический критерий (критерий применимости).

Оценивается комплекс факторов, определяющих выбор, и назначается несколько (*не менее двух-трёх*) альтернативных из числа рациональных способов восстановления деталей.

Оценка направленности действия комплекса факторов (сделать соответствующие краткие пояснения):

1) по конструктивно-технологическим ограничениям:

- выявить и представить перечень поверхностей восстанавливаемой детали, которые целесообразно использовать в качестве технологической базы (*она предназначена для ориентации и координации детали относительно рабочего инструмента в процессе её установки и закрепления*);

- сделать краткое заключение о доступности воздействия рабочим инструментом на восстанавливаемую поверхность;

2) по состоянию общей геометрии (*наличие прогибов, скрученности, короблений*);

3) по общей характеристике материала детали (*марка, упрочнён ли поверхностный слой и каким способом*).

4) по характеру и величине износа.

В связи с тем, что на восстановление детали должны направляться с предельными износами конструктивных элементов *необходимо рассчитывать* их предельное численное значение по известной формуле:

$$h_{пред} = 2 h_{доп} \quad (1)$$

где: $h_{пред}$ – предельный износ, мм;

$h_{доп}$ – допускаемый износ, мм.

Допускаемый износ рассчитывается по формуле:

– для вала:

$$I_{d_{\text{дон}}} = d_{\text{ном}}^{\text{max}} - d_{\text{дон}}; \quad (2)$$

для отверстия

$$I_{D_{\text{дон}}} = D_{\text{дон}} - D_{\text{ном}}^{\text{min}} \quad (3)$$

где: $d_{\text{дон}}$ и $D_{\text{дон}}$ – допускаемый износ вала и отверстия соответственно;

$d_{\text{ном}}^{\text{max}}$ - номинальный максимальный диаметр вала, мм;

$D_{\text{ном}}^{\text{min}}$ - номинальный минимальный диаметр отверстия, мм.

После расчета предельного значения износа поверхности детали, следующим шагом является расчет толщины наносимого покрытия по формуле:

$$h = (I_{\text{пред}} / 2) + z_1 + z_2; \quad (4)$$

где: z_1 – припуск на предварительную механическую обработку, мм;

z_2 – припуск на окончательную механическую обработку, мм.

Припуск по ГОСТ 3.1109-82 это слой материала, удаляемый с поверхности заготовки для получения заданных размеров изделия (см. рис. 1).

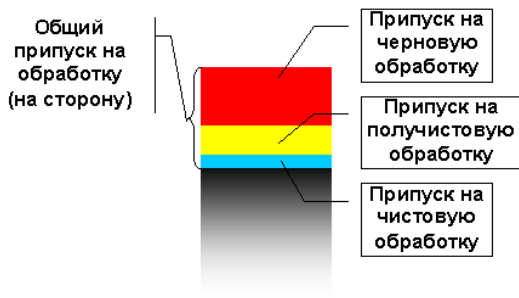


Рисунок 1 – Припуски на механическую обработку поверхности детали

Назначение припусков на механическую обработку представляет собой важную задачу, поскольку от их численных значений зависит эффективность технологического процесса и *качество обрабатываемых поверхностей*. Для назначения припусков студенту необходимо воспользоваться справочными материалами, с указанием источника в списке литературы расчетно-графической работы.

Окончательный выбор способов по *технологическому критерию* осуществляется после анализа возможности *применимости* способа по отношению к деталям, испытывающим *знакопеременные нагрузки*.

Выбор предполагает учёт направленности действия комплекса *всех* выше приведенных факторов. Такой комплексный подход к принятию решения позволит избежать ошибочных действий на первом этапе и гарантирует успешное продвижение к конечному выбору.

Принятие решения на первом этапе представляется в виде перечня рациональных способов восстановления (*не менее трёх*), принятых в качестве альтернативных, по основному дефекту и *не менее двух*, по остальным дефектам детали.

Этап 2. Критерий долговечности.

На данном этапе осуществляется процедура дальнейшего отбора рациональных способов из принятых в качестве *альтернативных*, пользуясь коэффициентом долговечности K_D :

$$K_D = T_B / T_H, \quad (5)$$

где T_B – ресурс восстановленной поверхности детали;

T_H – ресурс одноименной поверхности новой детали.

Коэффициент долговечности является функцией трёх переменных:

$$K_D = f(K_H, K_B, K_{CC}), \quad (6)$$

где K_H , K_B , K_{CC} – соответственно коэффициенты-аргументы износоустойчивости, выносливости и сцепляемости. [3].

Численные значения коэффициентов-аргументов определяются на основании стендовых и эксплуатационных испытаний новых и восстановленных деталей. Примерные их значения для наиболее широко применяемых способов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Примерные коэффициенты износоустойчивости, выносливости и сцепляемости [3, с.263,264].

Способ восстановления	K_H	K_B	K_{CC}
Наплавка в диоксиде углерода (НУГ)	0,85...1,1	0,9... 1	1,0
Вибродуговая наплавка (ВДН)	0,85...1,1	0,62	1,0
Наплавка под слоем флюса (НСФ)	0,90...1,2	0,82	1,0
Дуговая металлизация (ДМ)	1,0...1,3	0,6... 1	0,6...0,8
Газопламенное напыление (ГН)	1,0...1,3	0,6...1	0,6...0,8
Плазменное напыление (ПН)	1,0...1,5	0,7...1	0,6...0,9
Хромирование электролитическое (Х)	1,0...1,3	0,7...1	0,6...0,8
Железнение электролитическое (Ж)	0,9...1,2	0,8	0,65...0,8
Электроконтактная наплавка (приварка) металлического слоя (ЭКП)	0,9...1,1	0,8	0,8...0,9
Ручная наплавка (РН)	0,9...1,1	0,8	1,0
Электромеханическая обработка (ЭМО)	0,9...1,1	1,2	1,0
Установка дополнительной детали (ДРД)	1,0	0,8	1,0

Для рациональных способов, выбранных студентом из числа альтернативных в ходе анализа *1-го ЭТАПА* необходимо выбрать наиболее значимый коэффициент аргумент, исходя из условий работы детали.

Так, при выборе способа наплавки применительно к деталям, не испытывающим в процессе работы значительных динамических и знакопеременных нагрузок, численные значения коэффициента долговечности определяются только численным значением коэффициента **износостойкости**, а для деталей, работающих в условиях динамических нагрузок, решающим признаком может оказаться коэффициент **выносливости**. [3]

Для деталей, восстановленных методами электролитического осаждения металлов и методами газотермического напыления (ДМ, ГН и ПН) и работающих также в условиях динамических нагрузок, решающим признаком может оказаться коэффициент **сцепляемости**. [3]

После выбора коэффициента-аргумента долговечности, его численное значение принимают равным минимальному значению из представленного диапазона (см. табл.3).

Из числа способов, отобранных на *1-м ЭТАПЕ*, к дальнейшему анализу принимают те, которые обеспечивают коэффициент долговечности восстановленных поверхностей не менее 0,8.

Это обусловлено тем, что ресурс капитально отремонтированной машины или агрегата не должен быть менее 80 % ресурса новой машины (агрегата), т. е. ресурс восстановленной детали в капитально отремонтированном агрегате тем более не должен быть меньше 80 % ресурса новой детали.

Принятие решения на 2-м ЭТАПЕ представляется перечнем *рациональных способов (-а)* восстановления по **основному** дефекту детали, с численным указанием коэффициента-аргумента

Этап 3. Техничко-экономический критерий.

Если установлено, что требуемому значению коэффициента долговечности для данной поверхности детали удовлетворяют *два (или более)* способа восстановления, **оптимальный** из них выбирают по *техничко-экономическому критерию*, численно равному отношению себестоимости восстановления к коэффициенту долговечности для этих способов. Окончательно принимают тот способ, который обеспечивает минимальное значение:

$$K_{\Sigma} = C_{vij} / K_d \rightarrow \min, \quad (7)$$

где C_{vij} – затраты на восстановление *i-ой* поверхности детали *j-тым* способом (себестоимость восстановления);

K_d – коэффициент долговечности восстановленной поверхности детали.

При обосновании способа, затраты на восстановление *i-ой* поверхности детали *j-ым* способом, определяются по формуле:

$$C_{vij} = C_{vij} \cdot S_i, \quad (8)$$

где C_{vij} – удельная себестоимость восстановления, руб/см²;
(см. табл.4, принимается среднее арифметическое значение)
 S_i – площадь восстанавливаемой поверхности, см².

Таблица 4 – Примерные значения удельной себестоимости восстановления поверхностей различными способами [3, с.265].

Способ восстановления	Условное обозначение	Удельная себестоимость восстановления, C_{vij} , руб/см ²
Наплавка в диоксиде углерода	НУГ	0,6...0,8
Вибродуговая наплавка	ВДН	0,8...1,0
Наплавка под слоем флюса	НСФ	1,2...1,4
Дуговая металлизация	ДМ	0,8...1,2
Газопламенное напыление	ГН	0,8...1,2
Плазменное напыление	ПН	1,0...1,4
Хромирование электролитическое	Х	0,4...0,9
Железнение электролитическое	Ж	0,05...0,5
Электроконтактная наплавка (приварка) металлического слоя	ЭКП	0,85...1,2
Ручная наплавка	РН	0,4...0,6
Электромеханическая обработка	ЭМО	0,8...0,9
Установка дополнительной детали	ДРД	0,4...1

Окончательная формула определения технико-экономического критерия K_3 будет выглядеть следующим образом:

$$K_3 = (C_{vij} \cdot S_i) / K_d \rightarrow \min, \quad (9)$$

В качестве оптимального способа принимается тот способ, который удовлетворяет минимальному значению показателя технико-экономического критерия K_3 .

Принятие решения на третьем этапе представляется перечнем способов восстановления (в составе одного оптимального на основной дефект и двух рациональных по остальным дефектам на маршрут по варианту задания).

3 Разработка маршрутно-операционного технологического процесса восстановления детали и оформление маршрутно-операционной карты

В практике технологической деятельности маршрутно-операционное представление технологического процесса встречается наиболее часто, и его использование диктуется преимуществами компактности такого вида документации и удобствами применения. Такой способ комбинированного представления технологических процессов основан на сочетании маршрутного и операционного описания.

При разработке маршрутно-операционного технологического процесса (МОТП) в рамках данной расчетно-графической работы используется следующая исходная информация:

- ремонтный чертёж детали;
- решение о выборе рациональных и оптимального способов восстановления по дефектам детали, обусловленным вариантом задания (см. раздел 2);
- данные из учебной, справочной литературы;
- ГОСТ 3.1118-82. ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт [7].

Разработка маршрутно-операционного технологического процесса является задачей многовариантной, вследствие необходимости учёта различных сложных производственных ситуаций.

В текстовой части расчетно-графической работы сначала необходимо представить целесообразный вариант *маршрутного технологического процесса*. Описание всех операций **в маршрутном представлении** состоит из двух строк (в первой – номер, наименование операции и, при необходимости, краткая характеристика назначения; во второй строке – наименование и марка необходимого технологического оборудования).

В качестве примера ниже приводится вариант представления маршрутного технологического процесса *восстановления распределительного вала дизеля ЯМЗ-240Б*:

005 Очистная (удаление загрязнений эксплуатационного происхождения).

Моечная машина СМ-80 либо МПП-250 для струйной мойки.

010 Дефектовочная

Магнитный дефектоскоп ПМД-77, микрометры МК 50-2, МК 75-2, индикатор ИЧ-10-Б.

015 Шлифовальная (подготовительная, для шеек опорных).

Станок круглошлифовальный 3А433.

020 Наплавочная (в среде диоксида углерода, для опорных шеек).

Установка УД-609.06 (источник питания ВДГ-303; сварочный полуавтомат ПДГ-312).

025 Сварочная (для заварки шпоночной канавки).

Установка УД-609.06 (*источник питания ВДГ-303; сварочный полуавтомат ПДГ-312*).

030 Шлифовальная (*для опорных шеек и шейки под шестерню*).

Станок круглошлифовальный 3А433.

035 Контрольная

Установочное приспособление для геометрического контроля валов. микрометры МК 50-2, МК 75-2, индикатор ИЧ-10-Б.

Далее, на основе *маршрутного технологического процесса* разрабатывается **маршрутно-операционный** технологический процесс.

Операции *дефектации, контроля, комплектации и консервационно-упаковочные* сохраняются в **маршрутном представлении** (*для этих операций целесообразность детализации не требуется по их характеру и специфике*);

Операционное описание является целесообразным для *операций размерной обработки, операций наращивания и для упрочняющих операций*.

Наиболее сложной задачей операционного описания является *задача выбора и обоснования режимных параметров реализации основных переходов для операций наращивания и размерной обработки*.

Знание физической сущности и особенностей процессов, лежащих в основе выбранных способов восстановления, предполагает необходимость тщательного подхода при выборе режимных параметров и условий реализации основных переходов [3-6].

При разработке маршрутно-операционного технологического процесса для принятой маршрутной технологии, необходимо представить 2-3 операции с элементами операционного описания. Соответственно в расчетно-пояснительной записке для каждой операции обосновывается выбор:

- рабочего инструмента (*для размерной обработки, для наращивания материала*);
- режимных параметров реализации основных переходов;
- расходных материалов (*проволок, порошков, флюсов, технологических жидкостей и др.*).

Ниже приведен пример маршрутно-операционного технологического процесса.

Маршрутно-операционный технологический процесс

(*на примере восстановления распределительного вала дизеля ЯМЗ-240Б*)

005 Очистная (*удаление загрязнений эксплуатационного происхождения*).

Моечная машина СМ-80 либо МПП-250 для струйной мойки.

010 Дефектовочная.

Магнитный дефектоскоп ПМД-77, микрометры МК 50-2, МК 75-2, индикатор ИЧ-10-Б.

015 Шлифовальная (подготовительная, для шеек опорных).

Станок круглошлифовальный 3А433.

Шлифовальный круг: 15А25Н-с17К1А35м/с.

Переходы:

1) установить, закрепить, открепить и снять деталь;

2) шлифовать шейки опорные в размер..., мм;

Режим шлифования:

- скорость резания..., м·с⁻¹;

- круговая подача..., м·с⁻¹ (определяется частотой вращения детали);

- поперечная подача..., мм·мин.

Технологическая смазочно-охлаждающая жидкость...

020 Наплавочная (в среде диоксида углерода, для опорных шеек).

Установка УД-609.06 (источник питания ВДГ-303; сварочный полуавтомат ПДГ-312; наплавочная головка ОКС-1252М). Баллоны емкостью 40 л.

Редукторы-расходомеры ДРЗ-1-5-7.

Электродная проволока марки Св-20ХГСА, диаметр 1,6 мм.

Переходы:

1) установить, закрепить, открепить и снять деталь;

2) наплавить шейки опорные.

Режим наплавки [3, с.184-187]:

- ток 140-200 А; напряжение 24-28 В;

- скорость наплавки $V_n = 20 \dots 30$ м/ч;

- шаг наплавки 4,0...6,0 мм;

- вылет электрода 12...20 мм;

- расход диоксида углерода 8...10 л / мин.

025 Сварочная (для заварки шпоночной канавки).

Установка УД-609.06 (источник питания ВДГ-303; сварочный полуавтомат ПДГ-312; наплавочная головка АБС). Баллоны емкостью 40 л.

Редукторы-расходомеры ДРЗ-1-5-7.

Переходы:

1) установить, закрепить, открепить и снять деталь;

2) заварить шпоночную канавку.

Режим заварки [3, с.186]:

- ток 120-200 А; напряжение 20-24 В;

- скорость сварки $V_{св} = 16 \dots 20$ м/ч;

- скорость подачи электрода $V_{пз} = 130 \dots 300$ м / ч

- расход диоксида углерода 8...10 л / мин.

030 Шлифовальная (для опорных шеек и шейки под шестерню).

Станок круглошлифовальный 3А433.

Структура операционного описания такая же, как и для операции 015 (см. выше).

035 Контрольная.

Установочное приспособление для геометрического контроля валов, микрометры МК 50-2, МК 75-2, индикатор ИЧ-10-Б.

Выполнение данного раздела завершается оформлением *маршрутно-операционных карт на восстановление детали по совокупности дефектов, определённой в задании на расчетно-графическую работу (см. [1], приложение 14.4).*

Библиографический список

1. Технологии восстановления деталей машин. Разработка маршрутно-операционного технологического процесса восстановления деталей и сборочных единиц машин: метод. указания для выполнения контрольных, расчетно-графических и выпускных квалификационных работ./ Новосибир. гос. аграр. ун-т; Инженер. ин-т; сост. В.Н. Хрянин, М.А.Попов, 3-изд. перераб. и доп. – Новосибирск, 2021. – 134 с. (переизд.)

2. ГОСТ 2.604-2000. ЕСКД. Чертежи ремонтные. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2018 г.

3. Пучин Е.А. Технология ремонта машин / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский и др.; Под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолосС, 2011. – 488с.

4. Технологические процессы в техническом сервисе машин и оборудования : учеб. пособие / И.Н. Кравченко, А.Ф. Пузряков, В.М. Корнеев [и др.]. — Москва : ИНФРА-М, 2017. — 346 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа: <https://new.znaniium.com>]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/25226. - ISBN 978-5-16-012628-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znaniium.com/catalog/product/782835>

5. Технология сельскохозяйственного машиностроения: учебник / М.А. Федоренко, Т.А. Дуон, Ю.А. Бондаренко, А.А. Погонин. — 2-е изд., стереотип. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 467 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/textbook_59ccaffc370cc9.90292917. - ISBN 978-5-16-013400-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znaniium.com/catalog/product/930317>

6. Железнов Г.С. Процессы механической и физико-химической обработки материалов: учебник / Г.С. Железнов, А.Г. Схиртладзе. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 456 с.

7. ГОСТ 3.1118-82. ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт. М.: Стандартинформ, 2018 г.

Приложение А.
(Обязательное)

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ
на расчетно-графическую работу

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 01 – П.2.1- 3, <u>7(НР)</u> | 38 – П.4.1 – 2, <u>4</u> |
| 02 – П.2.1- Вып – 1, <u>6(НР)</u> | 39 – П.4.1 – 1, <u>6 (по высоте)</u> |
| 03 – П.2.1- Вп – 2, <u>6(НР)</u> | 40 – П.4.2 – <u>2</u> , 4 |
| 04 – П.2.2- Вп – 2, <u>3</u> | 41 – П.4.2 – <u>3</u> , 5 |
| 05 – П.2.2- Вып – 2, <u>3</u> | 42 – П.4.2 – <u>4</u> , 6 |
| 06 – П.2.3- 2(РР), <u>3(НР)</u> | 43 – П.4.3 – <u>2</u> , 3 |
| 07 – П.2.4 – <u>1</u> | 44 – П.4.3 – 1, <u>3</u> |
| 08 – П.2.5 – <u>2(НР)</u> , 3 | 45 – П.4.4 – <u>1</u> , 2 |
| 09 – П.2.5 – 2(РР), <u>4(НР)</u> | 46 – П.5.1 – <u>1</u> , 2 |
| 10 – П.2.6 – <u>1(НР)</u> , 3 | 47 – П.5.2 – 1, <u>4</u> |
| 11 – П.2.6 – 2(РР), <u>4</u> | 48 – П.5.2 – 2, 3, <u>5 (на выбор)</u> |
| 12 – П.2.7 – 2, <u>3(№205К)</u> | 49 – П.5.2 – 1, 3, <u>6</u> |
| 13 – П.2.7 – 1, <u>3(№305)</u> | 50 – П.5.3 – 1, <u>2</u> |
| 14 – П.2.8 – <u>4</u> , 5 | 51 – П.5.3 – 2, <u>3</u> |
| 15 – П.2.8 – <u>2</u> , 6 | 52 – П.5.3 – 1, <u>4</u> |
| 16 – П.2.8 – <u>3</u> , 5 | 53 – П.5.4 – 1, <u>2</u> |
| 17 – П.3.1 – <u>8(НР)</u> , 13 | 54 – П.5.4 – <u>3</u> , 4 |
| 18 – П.3.1 – <u>14</u> , 18 | 55 – П.5.5 – 1, <u>2</u> |
| 19 – П.3.1 – <u>4(НР)</u> , 5 | 56 – П.5.5 – 2, <u>3</u> |
| 20 – П.3.2 – <u>1</u> | 57 – П.5.5 – 1, <u>4</u> |
| 21 – П.3.3 – <u>1(НР)</u> , 2(Р1) | 58 – П.5.5 – <u>5</u> , 6 |
| 22 – П.3.3 – 1(Р1), <u>2(НР)</u> , 12 | 59 – П.5.6 – 1, <u>2</u> |
| 23 – П.3.4 – 4, <u>5</u> | 60 – П.5.6 – 2, <u>3</u> |
| 24 – П.3.4 – 6, 7, <u>8(НР)</u> | 61 – П.5.6 – 3, <u>4</u> |
| 25 – П.3.4 – 1, <u>6</u> , 8 | 62 – П.5.7 – 1, <u>2</u> |
| 26 – П.3.5 – 1, <u>4(НР)</u> | 63 – П.5.7 – 2, <u>3</u> |
| 27 – П.3.5 – 5, <u>6(НР)</u> | 64 – П.5.7 – 3, <u>4</u> |
| 28 – П.3.6 – Вп – <u>2</u> , 4 | 65 – П.5.7 – 4, <u>5</u> |
| 29 – П.3.6 – Вып – <u>2</u> , 3 | 66 – П.5.8 – 4, <u>5</u> |
| 30 – П.4.1 – <u>2</u> , 5 | 67 – П.5.8 – 4, 5, <u>6</u> |
| 31 – П.4.1 – 2, <u>3 (по толщине)</u> | 68 – П.5.9 – 1, <u>2</u> |
| 32 – П.3.1 – 4(РР), <u>6</u> , 18 | 69 – П.5.9 – 2, <u>3</u> |
| 33 – П.3.1 – 2, 9, <u>13</u> , 19 | 70 – П.6.1 – <u>1</u> , 7 |
| 34 – П.3.1 – 8(РР), 15, <u>16</u> | 71 – П.6.1 – <u>2</u> , 8, 9 |
| 35 – П.3.3 – 1(НР), 2(Р2), <u>3</u> | 72 – П.6.1 – <u>3</u> , 10, 11 |
| 36 – П.3.3 – 1(Р2), 2(НР), <u>6</u> | 73 – П.6.1 – 4, 5, <u>6</u> |
| 37 – П.3.3 – 1(Р3), 2(Р3), <u>13</u> | 74 – П.6.2 – 2, <u>4</u> |

- | | |
|--|--|
| 75 – П.7.1 – 1, <u>2</u> | 88 – П.7.6 – 1, <u>4</u> , 5 |
| 76 – П.7.1 – <u>2</u> , 3 | 89 – П.7.7 – 2, <u>3</u> |
| 77 – П.7.2 – <u>2(НР)</u> , 5 | 90 – П.7.7 – 1, 2, <u>4</u> |
| 78 – П.7.2 – 2(Р1), <u>3(НР)</u> | 91 – П.2.5 – 1, <u>2(НР)</u> , 3 |
| 79 – П.7.2 – 3(Р1), <u>вп-4-Г(НР)</u> | 92 – П.2.6 – 1(Р2), <u>2(НР)</u> |
| 80 – П.7.2 – 1, <u>вып-4-Д(НР)</u> , 6 | 93 – П.2.8 – 1, <u>5</u> , 6 |
| 81 – П.7.3 – <u>2</u> | 94 – П.3.5 – 2, 3, <u>вып-5(НР)</u> |
| 82 – П.7.4 – 2, <u>3</u> | 95 – П.4.1 – 2, <u>3 (по высоте)</u> , 5 |
| 83 – П.7.4 – 3, <u>4</u> | 96 – П.4.2 – 2, <u>7</u> |
| 84 – П.7.4 – 2, <u>5</u> | 97 – П.7.8 – 3, <u>6 (НР)</u> |
| 85 – П.7.5 – 1, <u>2</u> | 98 – П.7.8 – 5, 6 (РР), <u>8 (НР)</u> |
| 86 – П.7.5 – <u>1</u> , 2 | 99 – П.7.8 – 1, <u>6 (НР)</u> , 8 (РР) |
| 87 – П.7.6 – <u>2</u> , 3, 6 | |

Расшифровка обозначения вариантов заданий

79 – П.7.2 – 3(Р1), вп-4-Г(НР)

79 – номер варианта задания (по номеру зачётной книжки или выдаёт преподаватель);

П.7.2 – номер приложения по методическим указаниям [1] (*эскиз детали и таблица дефектов*);

3(Р1), вп-4-Г(НР) – совокупность дефектов детали для данного варианта (по дефекту 3 выполняется выбор рационального способа по технологическому критерию, по дефекту 4 выполняется выбор оптимального способа по технологическому критерию и критерию долговечности);

Вп (вып) – впускной (выпускной). Относится к клапанам ГРМ или седлам ГБЦ;

4-Г – дефект №4, поверхность «Г»

Другие принятые обозначения:

НР – техническое состояние, определяющее необходимость восстановления на *нормальный размер*;

РР – техническое состояние, определяющее необходимость восстановления на *ремонтный размер*.

(Р1), (Р2), (Р3) – категория ремонтного размера;

(№205К) – поверхность под подшипник №205К;

(по высоте), (по толщине), (на выбор) – поверхность детали требует восстановления по высоте, по ширине или выбор предоставляется студенту.

Составители: Хрянин Виктор Николаевич
Попов Михаил Александрович

ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Разработка маршрутно-операционного технологического процесса
восстановления деталей и сборочных единиц машин

Методические указания по выполнению
расчетно-графической работы

Компьютерная верстка

М.А. Попов

Подписано к печати2021 г.
Объем 1,125 уч.-изд.л Формат 60x80^{1/16}
Тираж 30 экз. Изд. №.... Заказ №...

Отпечатано в мини-типографии Инженерного института НГАУ
630039, Новосибирск, ул. Никитина, 147