

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ
КАФЕДРА «ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ»

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

**по дисциплине
«Технология машиностроения,
производство и ремонт подъемно-транспортных,
строительных и дорожных машин»**

Казань 2012

УДК 631.173.6.004.67
ББК 40.72

**Печатается по решению Редакционно-издательского совета
Казанского государственного архитектурно-строительного университета**

Составители:

Адигамов Н.Р., Сахапов Р.Л., Зайсанов Р.Р.

Методическое пособие к курсовому проектированию по дисциплине «Технология машиностроения, производство и ремонт подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин» // Адигамов Н.Р., Сахапов Р.Л., Зайсанов Р.Р. – Казань: КГАУ, 2012. – 56 с.

В методическом пособии к курсовому проектированию по дисциплине «Технология ремонта машин» изложены методики: разработки структурных схем разборки и сборки; выбора рационального способа восстановления; разработки технологической документации на восстановление детали; выбора контрольно-измерительных средств; расчета режимов восстановления; составления плана и определения режимов механической обработки восстанавливаемых деталей; выбора режущего инструмента; определения норм времени выполнения операций; технико-экономической оценки технологического процесса восстановления.

Предназначено для студентов института транспортных сооружений очной формы обучения.

Подготовлено на кафедре «Дорожно-строительные машины».

© КГАСУ, 2012.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие указания по курсовому проекту.....	4
1.1 Цели и задачи курсового проектирования.....	4
1.2 Задание по курсовому проектированию.....	4
1.3 Объем и оформление курсового проекта.....	4
2 Методика выполнения курсового проекта.....	5
2.1. Разработка структурной схемы сборки (разборки) изделия	5
2.2 Выбор рационального способа восстановления деталей.....	7
2.3 Разработка технологической документации на восстановление детали.....	11
2.4 Выбор контрольно-измерительных средств.....	19
2.5 Расчет режимов восстановления.....	20
2.5.1 Расчет режимов ручной дуговой сварки.....	20
2.5.2 Расчет режимов наплавки под слоем флюса.....	21
2.5.3 Расчет режимов вибродуговой наплавки.....	22
2.5.4 Расчет режимов наплавки в среде углекислого газа.....	23
2.5.5 Расчет режимов вневанного осталивания.....	24
2.5.6 Расчет режимов восстановления хромированием.....	24
2.5.7 Восстановление при помощи полимерных материалов...	25
2.6 Определение норм времени выполнения операций.....	26
2.7. Техничко-экономическая оценка технологического процесса восстановления.....	27
Литература.....	30
Приложения.....	32

1 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

1.1 Цели и задачи курсового проектирования

Основной целью курсового проектирования является получение практических навыков решения студентом инженерных задач по проектированию технологических процессов восстановления изношенных деталей.

Задачи курсового проекта:

- анализ условий работы заданной детали в заданном сопряжении, определение видов изнашивания, которым подвергаются основные рабочие поверхности заданной детали;
- разработка структурной схемы сборки (разборки) сборочной единицы;
- обоснование рациональных способов восстановления изношенных поверхностей детали;
- разработка технологической документации восстановления деталей;
- выбор средств измерения и технологической оснастки;
- обоснование целесообразности восстановления деталей.

1.2 Задание по курсовому проектированию

В задании на проектирование должны быть указаны следующие исходные данные: наименование сборочной единицы, наименование и номер по каталогу детали, на которую разрабатывается технологический процесс восстановления, технические требования к восстанавливаемым рабочим поверхностям и параметрам детали, годовая программа восстановления детали.

Исходные данные для курсового проектирования задаются преподавателем, ведущим проектирование.

1.3 Объем и оформление курсового проекта

Курсовой проект должен состоять из расчетно-пояснительной записки объемом 25...30 страниц рукописного текста формата А4, 2 листа графической части формата А1, включающих:

- ремонтный чертеж детали – 1 л.;
- технологические карты на восстановление деталей дорожных машин – 1 л.

Пояснительная записка начинается с титульного листа, затем идет задание (см. приложение 1), содержание и введение, далее идут соответствующие разделы, заключение и список использованной литературы.

Пояснительная записка должна быть оформлена в соответствии с ГОСТ 2.105-95 и ГОСТ 2.106-96. Записи выполняются без ограничительной рамки с соблюдением полей: левое – 25 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм. Записи выполняются четко ясно и аккуратно черными чернилами (пастой), высота строчных букв не менее 2,5 мм. Нумерация разделов, подразделов, пунктов и подпунктов выполняется арабскими цифрами в соответствии с ГОСТ 2.105-95.

Каждый раздел начинается с нового листа и нумеруется в пределах раздела, а пункты – в пределах раздела и подраздела и т.д., например, 1.4.2 – второй пункт четвертого подраздела первого раздела.

Помещенные в записке иллюстрации (схемы, графики, чертежи и т.д.) нумеруются в пределах раздела арабскими цифрами. Иллюстрации при необходимости должны иметь подрисуночный текст.

2 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

2.1. Разработка структурной схемы сборки (разборки) изделия

Разборка машины, а также отдельных ее составных элементов – ответственный начальный этап технологического процесса ремонта. Правильная организация и последовательность выполнения разборочных работ оказывают значительное влияние на продолжительность и трудоемкость этих работ, сохранность деталей и, в конечном счете, на качество и стоимость восстановления ремонтируемых объектов.

Сборка машины наиболее ответственная стадия в процессе ремонта машины, требующая к себе особо пристального внимания в связи с тем, что от качества выполнения сборочных работ во многом зависит ресурс отремонтированной машины.

Технологические процессы сборки и разборки по степени детализации относятся к маршрутно-операционному описанию и составляется как для всего изделия, так и для его составных частей.

Проектирование технологического процесса разборки и сборки заключается в составлении карт эскизов, разработке маршрутных карт сборки и разборки, разработке структурных схем.

При разработке структурных схем разборки из изделия выделяют в первую очередь соединительные детали и сборочные единицы первого порядка, которые затем разбираются соответственно на соединительные детали и сборочные единицы второго и следующих порядков. Разборка каждой сборочной единицы завершается выведением базовой детали.

Структурную схему сборки начинают с базовой (основной) детали, после чего указывают последовательность присоединения всех остальных деталей и сборочных единиц. Правильно разработанный технологический процесс сборки должен обеспечивать гарантированное соблюдение заданных размеров в сопряжениях и максимальное удобство проведения сборки.

Сборочные единицы и детали на структурной схеме разборки и сборки изображают в виде прямоугольника. Прямоугольники разделяют на три части, где указывают наименование, номер по каталогу и число деталей или узлов.

Пример структурной схемы разборки вала редуктора пускового двигателя ПД – 10У представлен в приложении 2.

После разработки структурной схемы разборки (сборки) необходимо разработать технические требования на разборку (сборку).

При разборке необходимо учитывать следующие требования:

- Нельзя в процессе разборки разукomплектовывать детали, которые подвергались совместной обработке при изготовлении; детали, которые подвергались совместной балансировке, а также приработанные пары деталей.

- При разборке резьбовых соединений необходимо использовать специальные приемы и приспособления, такие как выдержка в жидкости с высокопроникающей способностью, использование предварительного закручивания с последующим откручиванием резьбовых соединений и др.

- При разборке прессовых соединений необходимо использовать специальные стенды, приспособления, съемники, оправки. При выпрессовке подшипников качения усилие прикладывается к запрессованному кольцу. При разборке прессовых соединений запрещается проводить выпрессовку при помощи ударных нагрузок.

При сборке необходимо учитывать следующие требования:

- При сборке резьбовых соединений необходимо затяжку производить в определенной последовательности от центра к периферии, в противоположных направлениях. Также в некоторых случаях необходимо регламентировать момент затяжки резьбовых соединений. Для исключения самовыкручивания болтов необходимо использовать различные стопорные устройства.

- При сборке подшипников качения подшипник необходимо запрессовывать с постоянным усилием при помощи специальных приспособлений. Также необходимо правильно проводить центрирование элементов подвижных сопряжений.

- При сборке подвижных соединений необходимо соблюдать межосевое расстояние, величину бокового зазора, радиальные и осевые зазоры, сопряжения.

- При сборке заклепочных соединений необходимо применять специальные установки и прессы. Выступающая часть заклепки должна составлять 1,3...1,6 от диаметра стержня.

2.2 Выбор рационального способа восстановления деталей

Из всего многообразия способов восстановления изношенных деталей встает важная задача выбора способа устранения дефекта (комплекса одинаковых дефектов). При этом должен быть выбран наиболее рациональный способ восстановления, технически обоснованный и экономический целесообразный.

При выборе рационального способа восстановления деталей руководствуются следующими критериями:

- технологическим (применимости);
- техническим (долговечности);
- технико-экономическим (обобщающим).

При курсовом проектировании число дефектов, для устранения которых выбирают рациональный способ, указывает преподаватель.

Технологический критерий характеризует принципиальную возможность применения нескольких способов восстановления, исходя из конструктивно-технических особенностей детали или определенных групп деталей.

К числу конструктивно-технических особенностей относятся геометрическая форма и размеры, материал, термическая или другой вид поверхностной обработки, твердость, шероховатость по-

верхности и точность изготовления детали, характер нагрузки, вид трения и износа, размеры износа.

Сварка, механизированные способы наплавки, обработка под ремонтные размеры и постановка дополнительных деталей применимы для восстановления практически всех групп деталей (таблица 1). Однако этими способами трудно устранить повреждения в деталях из алюминиевых и цинковых сплавов, где наиболее эффективно использование аргонодуговой сварки.

Детали топливной аппаратуры дизелей, гидросистем, тормозов, имеющие небольшие износы, значительную поверхностную твердость и работающие в условиях агрессивных сред, целесообразно восстанавливать химическими и электрохимическими покрытиями. Обработка деталей под ремонтный размер снижает их долговечность и ухудшает взаимозаменяемость.

Таким образом, способы устранения дефектов деталей, выбранные по технологическому критерию, в первую очередь обеспечивают восстановление размеров и формы изношенных деталей. Однако свойства поверхности можно восстанавливать не всеми способами [1].

Технический критерий оценивает каждый способ (выбранный по технологическому признаку) устранения дефектов детали с точки зрения восстановления (иногда и улучшения) свойств поверхностей, т.е. обеспечения работоспособности за счет достаточной твердости, износостойкости и сцепляемости покрытия восстановленной детали.

Для каждого выбранного способа дается комплексная качественная оценка по значению коэффициента долговечности K_d определяемому по формуле:

$$K_d = K_i K_b K_c K_n, \quad (1)$$

где K_i – коэффициент износостойкости покрытия (таблица 1),

K_b – коэффициент выносливости покрытия (таблица 1),

K_c – коэффициент сцепляемости покрытия (таблица 1),

K_n – поправочный коэффициент учитывающий фактическую работоспособности восстановленной детали в условиях эксплуатации ($K_n = 0,8 \dots 0,9$).

По физическому смыслу коэффициент долговечности пропорционален сроку службы деталей в эксплуатации, и, следовательно, рациональным поэтому критерию будет способ, у которого $K_d \rightarrow \max$.

Таблица 1 – Оценочные показатели способов восстановления

Оценочный показатель	Ручная сварка			Механизированная наплавка			
	электро- дуговая	газовая	аргоно- дуговая	в среде углекислого газа	под слоем флюса	вибро- дуговая	в среде пара
Коэффициент износостойкости	0,7	0,7	0,7	0,72	0,91	1	0,9
Коэффициент выносливости	0,6	0,7	0,7	0,9	0,87	0,62	0,75
Коэффициент сцепления	1	1	1	1	1	1	1
Коэффициент долговечности	0,42	0,49	0,49	0,63	0,79	0,62	0,69
Расчетная толщина покрытия, мм	5	3	4	3	2...3	2...3	2...3
Расход материалов, кг/м ²	48	38	36	30	38	31	31
Трудоемкость восстановления, чел.-ч/ м ²	60	72	56	28	30	32	28
Энергоемкость восстановления, кВт ч/ м ²	580	80	520	256	286	234	234
Стоимость оборудования, руб.	20000	18000	32000	17000	184000	144000	160000
Себестоимость восстановления, руб./ м ²	1950	2340	1828	910	974	1040	892
Площадь оборудования, м ²	1,7	1,8	3	13,6	13,6	11,2	13,6
Масса оборудования, т	0,7	0,6	0,8	7,5	7,5	6,4	7,5
Коэффициент технико-экономи- ческой эффективности, руб/ м ²	4640	4760	3740	1444	1230	1676	1296
Микротвердость, кг/ м ²	300...400	200...300	250	300...500	400...600	500...700	300...600

Продолжение таблицы 1.

Оценочный показатель	Электролитическое покрытие		Клеевая композиция	Электро-механическое высаживание	Пластическое деформирование	Обработка под ремонтный размер	Поставка дополнительных деталей
	хромирование	остативание					
Коэффициент износостойкости	1,67	0,91	–	1,1	1	0,95	0,9
Коэффициент выносливости	0,97	0,82	–	1	0,9	0,9	0,9
Коэффициент сцепления	1,82	0,65	–	1	1	1	1
Коэффициент долговечности	1,72	0,58	–	1,1	0,9	0,86	0,81
Расчетная толщина покрытия, мм	0,3	0,5	5	0,2	2	0,2	5
Расход материалов, кг/м ²	21,2	23,3	47,5		3,5	2,5	78
Трудоемкость восстановления, чел.-ч/ м ²	54,6	18,6	30	9	36,2	16,7	148
Энергоемкость восстановления, кВт ч/ м ²	324	121		188	126	97	129
Стоимость оборудования, руб.	164000	164000	11000	52000	152000	140000	50000
Себестоимость восстановления, руб./ м ²	1772	604	–	292	1176	544	4840
Площадь оборудования, м ²	15,2	15,2	3	3	11,7	11	4
Масса оборудования, т	4,4	4,4	1,8	2,5	7,5	6	2,8
Коэффициент технико-экономической эффективности, руб/ м ²	1030	1040	–	276	1304	636	5960
Микротвердость, кг/ м ²	800...1200	300...700	–	1075	977	782	977

Выбрав один или несколько способов устранения дефектов, которые обеспечивают необходимые твердость, износостойкость, выносливость и другие показатели, окончательное решение о его целесообразности принимают по технико-экономическому критерию [1].

Технико-экономический критерий связывает стоимость восстановления детали с её долговечностью после устранения дефектов. Условие технико-экономической эффективности способа восстановления детали определяется по следующей формуле:

$$C_B \leq K_d C_H \text{ или } C_B / K_d \leq C_H, \quad (2)$$

где C_B – стоимость восстановления детали, руб.;

C_H – стоимость новой детали, руб.

Если неизвестна стоимость новой детали критерий оценивают по следующей формуле:

$$K_T = C_B / K_d, \quad (3)$$

где K_T – коэффициент технико-экономической эффективности;

C_B – себестоимость восстановления 1 м² изношенной поверхности детали, руб./м² (таблица 1).

Эффективным считают способ, у которого $K_T \rightarrow \min$ [1].

Установив рациональный способ устранения дефектов (группы дефектов) деталей, приступают к проектированию технологического процесса восстановления деталей.

2.3 Разработка технологической документации на восстановление детали

В процессе проектировании технологического процесса восстановления изношенных деталей, необходимо разработать технологическую документацию.

Технологическая документация на восстановление изношенных деталей включает:

- ремонтный чертеж детали;
- ведомость технологической документации;
- карты эскизов;
- карту технологического процесса дефектации;
- маршрутную карту восстановления детали;

- операционные карты восстановления детали;
- операционные карты механической обработки;
- карты технического контроля.

Ремонтные чертежи выполняются в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД [7].

Исходными данными для разработки *ремонтного чертежа* являются:

- рабочий чертеж детали;
- технические требования на новую деталь;
- технические требования на дефектацию детали;
- технические требования на восстановленную деталь.

На ремонтном чертеже должны быть указаны данные, необходимые для выполнения технологических процессов восстановления (размеры, предельные отклонения, обозначения шероховатости поверхностей, технические требования и т. д.).

Необходимое число видов, разрезов, сечений, и выносимых элементов на чертеже изделия устанавливает студент из условия обеспечения наглядности и ясности изображения восстанавливаемых поверхностей деталей.

Места, подлежащие восстановлению, выделяются сплошной основной линией, толщиной $2S \dots 3S$, остальная часть изображения – сплошной линией.

Все восстанавливаемые поверхности нумеруют арабскими цифрами в направлении движения часовой стрелки.

В правом верхнем углу чертежа располагают таблицу, в которой указывают номер дефекта, наименование дефекта, коэффициент повторяемости дефекта, основной способ устранения дефекта и допустимый способ устранения дефекта.

Также на ремонтном чертеже указывают технические требования на восстановление детали.

Карты эскизов выполняются согласно единой системы технологической документации [8, 14].

На карте эскизов указывается необходимое число изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов) из условия обеспечения наглядности и ясности расположения контролируемых поверхностей детали, что позволит качественно провести технологический процесс дефектации.

Контролируемые поверхности детали следует обводить сплошной линией 2...3 раза толще основной, остальные участки детали дают тонкими контурными линиями.

На эскизе детали все дефектные поверхности нумеруют в направлении движения часовой стрелки арабскими цифрами которые указывают в окружности диаметром 6...8 мм и соединяют с размерными линиями. Также на карте эскизов указывают перечень дефектов [1].

Пример карты эскизов приведен в приложении 10.

Каждая деталь имеет одну или несколько рабочих поверхностей. При этом условия работы каждой поверхности различны, а следовательно, и скорости их изнашивания отличаются друг от друга. Таким образом, каждую деталь можно рассматривать как совокупность поверхностей, каждая из которых имеет свои дефекты.

Для определения технического состояния деталей (сборочных единиц) их подвергают дефектации, т. е. устанавливают три категории деталей: годные, утильные и требующие восстановления.

Исходные данные для разработки технологического процесса дефектации – технические требования на капитальный ремонт соответствующей машины, в которых на каждую деталь (узел) приводится эскиз, перечень всех дефектов, средства контроля, и рекомендации по ремонту.

При проектировании технологического процесса дефектации составляют *карту технологического процесса дефектации* [1].

Согласно рекомендаций карта технологического процесса дефектации выполняется на форме маршрутной карты [8].

На карте технологического процесса дефектации выполненной на маршрутной карте в графах «Наименование детали, сборочной единицы или материала» и «Обозначение, код» указывается наименование детали, подлежащей дефектации, и ее обозначение.

Данные по контролируемым дефектам, параметрам и средствам контроля следует записывать в строке со служебным символом РД в следующей последовательности: код, наименование дефекта; предельные значения контролируемого параметра по конструкторскому или нормативно-техническому документу (ПЗП); предельные значения контролируемого параметра по ремонтному конструкторскому или нормативно-техническому документу (ПЗПР); действительное значение контролируемого параметра (ДЗП); обозначение (код), наименование применяемых средств технологического оснащения (СТО) [8].

Пример карты дефектации приведен в приложении 20.

Маршрутная карта восстановления составляется на все возможные дефекты согласно ЕСТД. Исходными данными для раз-

работки маршрутной карты служат карта эскизов или ремонтный чертеж, схема выбранного рационального способа устранения дефектов, сведения для выбора оборудования и оснастки, разряд работы и нормы времени [1].

При разработке маршрутной карты технологического процесса восстановления придерживаются следующих основных положений:

- выполняют восстановление базовых поверхностей (исправление центровых отверстий, устранение неплоскостности, правка и др.); за установочные базы принимают поверхности деталей не изношенные или имеющие наименьший износ; при восстановлении деталей стремятся использовать базы, принятые при их изготовлении; выдерживают единство технологических и конструкторских баз;

- выполняют черновую обработку (к ним можно отнести расточку поверхности перед наплавкой, удаление изношенной резьбы и др.);

- совмещают восстановление нескольких изношенных поверхностей, если их восстанавливают одним технологическим способом;

- не совмещают чистовые и черновые операции;

- в конце технологического процесса предусматривают финишные операции;

- контрольные операции осуществляют в конце технологического процесса.

В маршрутной карте указывается адресная информация (номер цеха, участка, рабочего места, операции), наименование операции, перечень документов, применяемых при выполнении операции, технологическое оборудование и трудозатраты.

Для изложения технологических процессов в маршрутной карте используют способ заполнения, при котором информацию вносят построчно несколькими типами строк. Каждому типу строки соответствует свой служебный символ.

Служебные символы условно выражают состав информации, размещаемой в графах данного типа строки формы документа, и предназначены для обработки содержащейся информации средствами механизации и автоматизации.

Простановка служебных символов является обязательной и не зависит от применяемого метода проектирования документов [16].

Указание соответствующих служебных символов для типов строк, в зависимости от размещаемого состава информации, в графах маршрутной карты следует выполнять в соответствии с таблицей 2 .

Таблица 2 – Обозначение служебных символов

Обозначение служебного символа	Содержание информации вносимой в графы, расположенные на строке
А	Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции (применяется только для форм с горизонтальным расположением поля подшивки)
Б	Код, наименование оборудования и информация по трудозатратам (применяется только для форм с горизонтальным расположением поля подшивки)
К	Информация по комплектации изделия (сборочной единицы) составными частями с указанием наименования деталей, сборочных единиц, их обозначений, обозначения подразделений, откуда поступают комплектующие составные части, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода (применяется только для форм с горизонтальным расположением поля подшивки)
М	Информация о применяемом основном материале и исходной заготовке, информация о применяемых вспомогательных и комплектующих материалах с указанием наименования и кода материала, обозначения подразделений, откуда поступают материалы, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода
О	Содержание операции (перехода)
Т	Информация о применяемой при выполнении операции технологической оснастке

При заполнении информации на строках, имеющих служебный символ О, запись информации следует выполнять в технологической последовательности по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки. При операционном описании технологического процесса на маршрутной карте номер перехода следует проставлять в начале строки.

При заполнении информации на строках, имеющих служебный символ Т, следует руководствоваться требованиями соответ-

ствующих классификаторов, государственных и отраслевых стандартов на кодирование (обозначение) и наименование технологической оснастки. Информацию по применяемой на операции технологической оснастке записывают в следующей последовательности: приспособления; вспомогательный инструмент; режущий инструмент; слесарно-монтажный инструмент; специальный инструмент, применяемый при выполнении специфических технологических процессов (операций), например, при сварке, штамповке и т.п.; средства измерения.

Запись следует выполнять по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки. Разделение информации по каждому средству технологической оснастки следует выполнять через знак «;». Количество одновременно применяемых единиц технологической оснастки следует указывать после кода (обозначения) оснастки, заключая в скобки, например, АБВГ XXXXXX.XXX (2) фреза дисковая (Приложение 11) [16].

Карта технологического процесса - документ для операционного описания процесса изготовления или ремонта изделия в технологической последовательности по всем операциям одного вида формообразования, обработки, сборки или ремонта с указанием переходов, технологических режимов, данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых затратах.

Такие карты разрабатывают для единичных технологических процессов: обработки резанием; технического контроля.

Операционные карты единичных технологических процессов при единичном и мелкосерийном типе производства выполняются на форме маршрутной карты.

На *операционных картах единичных технологических процессов* указывают

- действия, выполняемые исполнителем;
- данные по исполнительным размерам (имеющие не промежуточный, а окончательный характер для данной операции);
- данные по применяемым комплектующим составным частям изделия (сборочной единицы), вспомогательным материалам и т.п., например для различных операций:

1. «Точить поверхность с подрезкой торца, выдерживая $\varnothing 20-0,14$; $\varnothing 15-0,12$; $\varnothing 40 \pm 0,2$ и $122 \pm 0,6$ ».

2. «Установить и закрепить в корпусе (поз. 10) фиксирующее устройство (поз. 12)».

При маршрутном описании документов единичных типовых процессов запись текста содержания операций следует выполнять в краткой форме с применением допускаемых сокращений и обозначений, в соответствии с требованиями действующих государственных и отраслевых стандартов.

Предельные отклонения размеров следует указывать числовыми значениями в строку [12].

Пример $\varnothing 60 + 0,004; -0,120$

Пример карты в приложении 11.

Карты типового процесса сварки, наплавки и пайки при единичном и мелкосерийном производстве выполняются на маршрутной карте форма 1б с добавлением блоков технологических режимов.

Размеры граф, входящих в блоки режимов, устанавливает разработчик документов, исходя из:

- максимальной длины строки – 286 мм (110 знаков) (минус размер графы для обозначения служебных символов и порядкового номера строки);
- необходимости размещения граф таким образом, чтобы вертикальные линии, разделяющие графы строки со служебным символом К/М и графы блока режимов, по возможности совпадали;
- требуемого количества знаков для записи параметров режимов с учетом единиц величины;

При введении в формы документов блоков режимов в строке со служебным символом Р следует указывать сокращенное обозначение блока режимов, например РСЗ – блок режимов газовой сварки, РП2 – блок режимов пайки.

На последующих строках форм документов следует указывать только служебный символ Р [11].

Карта типового технологического процесса может разрабатываться на такие процессы, как литье, ковка, штамповка, термообработка, нанесение стеклоэмалевых и полимерных покрытий, изготовление деталей из пластмассы, дуговая, электрошлаковая и контактная сварка, нанесение химических, электрохимических покрытий и химическая обработка деталей.

Это основной документ при проектировании типового технологического процесса, который характеризуется единством содержания и последовательности большинства технологических операций и переходов для группы деталей с общими конструктивными и технологическими признаками.

В карте типового технологического процесса содержится описание процесса изготовления или ремонта изделия или его со-

ставных частей в технологической последовательности по всем операциям одного вида формообразования: обработки, сборки или ремонта с указанием переходов, технологических режимов, данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых затратах [1].

Взамен карт типового технологического процесса допускается применять соответствующие формы маршрутной карты по ГОСТ 3.1118-82 при условии:

- простановки необходимых данных по технологическим режимам в тексте описания содержания операции (перехода), например «Нагреть заготовки до 800 °С и выдержать в течение 3 мин» или «Нагреть заготовки $T = 800\text{ °С}$, выдержать $t = 3\text{ мин}$ »;
- дополнительного введения в формы маршрутных карт служебного символа «Р» и соответствующих граф.

При введении в формы маршрутной карты дополнительного служебного символа «Р» и соответствующих граф разработчик документов обязан определить состав и виды технологических режимов, применяемых при выполнении процесса (операции).

Выбор состава и видов, применяемых технологических режимов, а также порядок их размещения устанавливает разработчик документов исходя из условий требований по охране труда для каждой операции и качества изготовления изделий (составных частей изделия).

В заголовке графы разработчиком документов на первом и последующих листах маршрутной карты следует проставлять условные обозначения применяемых видов технологических режимов в соответствии с требованиями нормативно-технической документации на государственном или отраслевом уровнях.

Выбор ширины графы для каждого условного обозначения вида технологического режима определяет разработчик документов из условия значности вносимой информации и кратности размеров ширины имеющихся граф, заполняемых по служебным символам А, Б, К/М, В, Е, Л/М, Н/М.

Простановка конкретных данных по выбранным значениям параметров технологических режимов осуществляется разработчиком документов после текстового описания содержания операции (перехода) с новой строки и привязкой к служебному символу «Р» [15].

Пример оформления МК с введенной дополнительной графой для указания данных по технологическим режимам приведен в приложении 14.

2.4 Выбор контрольно-измерительных средств

Для контроля размеров при дефектации выбирают средства измерения. При выборе средств измерения руководствуются следующими положениями:

- точность измерительного средства должна быть достаточно высокой по сравнению с заданной точностью;
- трудоёмкость измерений и их стоимость должны быть по возможности наиболее низкими.

Выбор средств измерения производится следующим образом:

1. По известному номинальному размеру и величине допуска контролируемого размера детали по ГОСТ 8.051-81 определяют допускаемую предельную погрешность измерения.
2. По литературе выбирают измерительные средства для измерения размера.

При выборе средства измерения должно соблюдаться следующее условие: предельная погрешность средств измерения должна быть меньше допустимой погрешности измерения, т. е.

$$\Delta \lim \leq \delta. \quad (4)$$

Пример выбора приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты выбора средств измерения

Наименование детали, размер, поле допуска	Величина допуска изделия, мм	Допустимая погрешность измерения δ , мм	Предельная погрешность измерительного средства $\Delta \lim$, мкм	Наименование, обозначение, измерительное средство, ГОСТ
Отверстие $\varnothing 18 \text{ N7}$	0,018	0,005	$\pm 3,5$	Нутромер, модель 106, ГОСТ 9244-75
Вал $\varnothing 18 \text{ h6}$	0,011	0,003	± 2	Скоба, СР, ГОСТ 11098-75

2.5 Расчет режимов восстановления

2.5.1 Расчет режимов ручной дуговой сварки

Режимы ручной дуговой сварки и наплавки определяются диаметром электрода и скоростью его перемещения вдоль шва, напряжением на дуге, значением сварочного тока и его родом и полярностью.

Диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла, типа сварного соединения, положения шва в пространстве, размеров детали, состава свариваемого металла [2].

Сила сварочного тока $I_{\text{св}}$ (А) определяется по формуле:

$$I_{\text{св}} = (20 + 6d_{\text{э}})d_{\text{э}}, \quad (5)$$

где $d_{\text{э}}$ – диаметр электродного стержня, мм.

Напряжение сварочного тока находится в пределах от 6 до 30 В.

Длина дуги $L_{\text{д}}$ (мм) определяется по формуле:

$$L_{\text{д}} = (0,5 \dots 1,0)d_{\text{э}}. \quad (6)$$

Скорость сварки $v_{\text{св}}$ (м/ч) определяется по следующей формуле:

$$v_{\text{св}} = I_{\text{св}} K_{\text{н}} / m, \quad (7)$$

где $K_{\text{н}}$ – коэффициент наплавки, г/(А·ч), ($K_{\text{н}} = 7 \dots 12$ г/(А·ч));

m – масса наплавленного металла на 1 м длины, г/м.

Производительность процесса сварки и наплавки зависит от следующих коэффициентов: коэффициента расплавления, коэффициента наплавки, коэффициента потерь.

Коэффициент расплавления $K_{\text{р}}$ (г/(А·ч)) определяется по формуле:

$$K_{\text{р}} = G_{\text{р}} / (I \cdot t_{\text{р}}), \quad (8)$$

где $G_{\text{р}}$ – масса расплавленного электродного металла, г;

I – сила сварочного тока, А;

$t_{\text{р}}$ – время горения дуги, ч.

Коэффициент наплавки $K_{\text{н}}$ (г/(А·ч)):

$$K_{\text{н}} = G_{\text{н}} / (I \cdot t_{\text{р}}), \quad (9)$$

где $G_{\text{н}}$ – масса наплавленного металла, г.

Коэффициент потерь K_{Π} (%) определяется следующим образом:

$$K_{\Pi} = \frac{K_P - K_H}{K_P} \cdot 100. \quad (10)$$

Производительность сварки и наплавки Π_{CB} (г/ч):

$$\Pi_{CB} = K_H I. \quad (11)$$

2.5.2 Расчет режимов наплавки под слоем флюса

При расчете наплавки под слоем флюса определяют следующие режимы.

Сила сварочного тока I_{CB} , А:

$$I_{CB} = 40 \sqrt[3]{D}, \quad (12)$$

где D – диаметр восстанавливаемой детали, мм.

Напряжение U , В:

$$U = 21 + 0,04 I_{CB}. \quad (13)$$

Коэффициент наплавки K_H , г/А·ч:

$$K_H = 2,3 + 0,065(I_{CB} / d), \quad (14)$$

где d – диаметр электродной проволоки, мм.

Скорость наплавки V_H , м/ч:

$$V_H = K_H \cdot I_{CB} / h \cdot S \cdot \gamma, \quad (15)$$

где h – толщина наплавляемого слоя, мм;

S – шаг наплавки, мм/об;

γ – плотность электродной проволоки, г/см³, ($\gamma=7,85$).

Частота вращения детали n , мин⁻¹:

$$n = 1000 \cdot V_H / 60 \cdot \pi \cdot D. \quad (16)$$

Скорость подачи электродной проволоки V_{Ξ} , м/ч:

$$V_{\Xi} = 4 K_H \cdot I_{CB} / \pi \cdot D^2 \cdot \gamma. \quad (17)$$

Шаг наплавки S , мм/об:

$$S = (2 \dots 2,5) \cdot d. \quad (18)$$

Вылет электродной проволоки H , мм:

$$H = (10 \dots 15) \cdot d. \quad (19)$$

Смещение электродной проволоки e , мм:

$$e = (0,05 \dots 0,07) \cdot D. \quad (20)$$

Толщина наплавляемого слоя H , мм:

$$H = I/2 + t + t_1, \quad (21)$$

где I – износ детали, мм;

t – припуск на механическую обработку после нанесения покрытия на сторону, мм, ($t = 0,8 \dots 1,1$);

t_1 – припуск на механическую обработку перед нанесением покрытия на сторону, мм, ($t_1 = 0,1 \dots 0,3$).

2.5.3 Расчет режимов вибродуговой наплавки

Для вибродуговой наплавки определяют следующие режимы.

Сила сварочного тока I_{CB} , А:

$$I_{CB} = (60 \dots 75) \cdot (\pi d^2 / 4), \quad (22)$$

где d – диаметр электродной проволоки, мм.

Напряжение принимается в пределах 12...30 В.

Скорость наплавки V_H , м/ч:

$$V_H = 0,785 d^2 \cdot V_{\Xi} \eta / h \cdot S \cdot a, \quad (23)$$

где h – толщина наплавляемого слоя, мм;

S – шаг наплавки, мм/об;

η – коэффициент перехода электродного материала в наплавленный металл ($\eta = 0,8 \dots 0,9$)

a – коэффициент, учитывающий отклонение фактической площади сечения наплавленного слоя от площади четырехугольника с высотой h ($a = 0,7 \dots 0,85$).

Скорость подачи электродной проволоки V_{Ξ} , м/ч:

$$V_{\Xi} = 0,1 I_{CB} U / d^2, \quad (24)$$

где U – напряжение источника питания, В.

Частота вращения детали n , мин⁻¹:

$$n = 1000 \cdot V_H / 60 \cdot \pi \cdot D, \quad (25)$$

где D – диаметр детали, мм.

Шаг наплавки S , мм/об:

$$S = (1,6 \dots 2,2) \cdot d. \quad (26)$$

Вылет электродной проволоки H , мм:

$$H = (5...8) \cdot d. \quad (27)$$

Амплитуда колебаний электродной проволоки A , мм:

$$A = (0,75...1,0) \cdot d. \quad (28)$$

Индуктивность электрической цепи L , Гн:

$$L = 51\pi \cdot d^2 \cdot V_{\text{э}} \cdot \gamma / I^2 f, \quad (29)$$

где γ – плотность электродной проволоки, г/см³, ($\gamma=7,85$);

I – максимальная сила тока в цепи, А (принимается в два раза больше силы тока по амперметру);

f – частота колебаний, Гц.

2.5.4 Расчет режимов наплавки в среде углекислого газа

Основные параметры наплавки в среде углекислого газа определяются следующим образом.

Сила сварочного тока $I_{\text{СВ}}$, А:

$$I_{\text{СВ}} = (100...140)d_{\text{э}}. \quad (30)$$

Напряжение сварочного тока $U_{\text{СВ}}$, В:

$$U_{\text{СВ}} = 2(9 + d_{\text{э}}^2). \quad (31)$$

Скорость подачи электродной проволоки $V_{\text{э}}$, м/ч:

$$V_{\text{э}} = 70 + 0,5D, \quad (32)$$

где D – диаметр детали, мм.

Вылет электродной проволоки принимается равным 6...20 мм.

Скорость наплавки принимается 60...80 м/ч.

Шаг наплавки принимается равной $2/3$ ширины наплавляемого шва;

Смещение электродной проволоки с зенита в зависимости от диаметра наплавляемой детали составляет 3...8 мм против направления движения.

Расход углекислого газа должен составлять 6...10 л/мин при давлении 1,2...1,5 кгс/см².

2.5.5 Расчет режимов вневанного осталивания

Основные режимы процесса вневанного осталивания рассчитываются по следующим формулам.

Необходимая сила тока I , А:

$$I = D_K \cdot F_K, \quad (33)$$

где D_K – катодная плотность тока, равная 10...15 А/дм²;

F_K – площадь покрываемой поверхности (площадь катода), дм².

Расчетная продолжительность осаждения железа t_p , ч.:

$$t_p = \frac{10 \cdot h \cdot \gamma}{D_K \cdot E \cdot \eta}, \quad (34)$$

где h – толщина слоя покрытия на сторону, мм;

γ – плотность железного покрытия ($\gamma = 7,8$ г/см³);

E – электрохимический эквивалент железа ($E = 1,042$ г/А·ч);

η – выход железа по току ($\eta = 0,80...0,95$).

Скорость наращивания принимается $\vartheta_p = 0,1$ мм/ч.

Напряжение $U = 6$ В.

Фактическая толщина покрытия h_{CP} , мм:

$$h_{CP} = \frac{d_1 - d_2}{2}, \quad (35)$$

где d_1 – диаметр гнезда до осталивания, мм;

d_2 – диаметр гнезда после осталивания, мм [4].

2.5.6 Расчет режимов восстановления хромированием

Основные режимы процесса хромирования рассчитываются по следующим формулам.

Необходимая сила тока I , А:

$$I = D_K \cdot F_O, \quad (36)$$

где D_K – катодная плотность тока, А/дм² (для износостойкого покрытия детали $D_K = 35$ А/дм²);

F_O – общая поверхность покрываемая хромом, дм².

Расчетная продолжительность осаждения хрома t_p , ч:

$$t_p = \frac{10 \cdot h \cdot \gamma}{D_K \cdot E \cdot \eta}, \quad (37)$$

где h – толщина слоя покрытия на сторону, мм (0,04...0,15);

γ – плотность покрытия ($\gamma = 6,9$ г/см³);

E – электрохимический эквивалент хрома ($E = 0,324$ г/А·ч);

η – выход хрома по току ($\eta = 0,13...0,18$) [3].

2.5.7 Восстановление при помощи полимерных материалов

В ремонтном производстве чаще всего используют эпоксидную смолу ЭД-16 – прозрачную вязкую массу светло-коричневого цвета.

Эпоксидную композицию приготавливают следующим образом. Эпоксидную смолу помещают в термошкаф или в бак с горячей водой и разогревают до 60...80° С в течение 15 минут до жидкотекучего состояния. Затем отбирают необходимое количество смолы в ванночку и охлаждают до 30...40° С. Затем добавляют небольшими порциями пластификатор и тщательно перемешивают в течение 5...8 минут. После этого небольшими порциями вводят наполнитель, и смесь тщательно перемешивают еще 8...10 минут.

Непосредственно перед применением смесь нагревают до 80...100° С, перемешивая в течение 5...8 минут, затем охлаждают до температуры 20° С и уже после этого вводят отвердитель и перемешивают в течение 5 минут.

После введения отвердителя смесь должна быть использована в течение 20...25 минут.

При отверждении композиции лучшие результаты дает применение ступенчатого режима: предварительное отверждение при более низкой (комнатной) температуре, а затем окончательное отверждение при температуре 40° С – 48 ч, либо при 60° С – 24 ч, либо при 80° С – 5 ч, либо при 100° С – 3 ч, обеспечивающей достижение требуемых свойств.

Качество эпоксидных покрытий во многом зависит от состава композиций (таблица 4) [5].

Таблица 4 – Состав эпоксидных композиций (в частях по массе)

Компонент	А	Б	В	Г	Д	Е
Смола ЭД-16	100	100	100	100	-	100
Компаунд-115	-	-	-	-	120	-
Дибутилфтолат	10...15	15	15	-	-	45
Полиэтиленполиамин	8...9	10	10	-	-	9
Олигоамид Л-19	-	-	-	30	-	-
Отвердитель АФ-2	-	-	-	-	30	-
Железный порошок	-	160	-	120	-	-
Цемент	-	-	-	60	-	-
Алюминиевая пудра	-	-	25	-	-	-
Графит	-	-	-	-	70	-

2.6 Определение норм времени выполнения операций

Нормируемое время – это время полезной работы, связанной с выполнением производственного задания. Оно классифицируется на основное, вспомогательное, дополнительное и подготовительно-заключительное время. Все названные категории включают в состав технической нормы времени, которая выражается следующей формулой:

$$T_{\text{н}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{всп}} + T_{\text{доп}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n} \quad (38)$$

где $T_{\text{н}}$ – норма времени (штучно – калькуляционное время);

$T_{\text{осн}}$ – основное время, т.е. время, в течение которого происходит изменение размеров, формы, свойств, внешнего вида обрабатываемой детали, в результате какого-либо вида обработки, мин. Так, при механической обработке основным будет снятие стружки, при электросварке – время плавления электрода, при кузнечных работах – время, в течение которого происходит деформация детали под воздействием молота и т.д;

$T_{\text{всп}}$ – вспомогательное время, т.е. время, затрачиваемое на действия, обеспечивающие выполнение основной работы (закрепление и снятие детали со станка, измерение детали, перестановка инструмента и т.д.), мин;

$T_{\text{доп}}$ – дополнительное время, затрачиваемое на организацию и обслуживание рабочего места, перерывы на отдых и естественные надобности исполнителя, мин.,

$T_{\text{пз}}$ – подготовительно-заключительное время, затрачиваемое на получение задания, ознакомление с работой, подготовку рабо-

чего места, наладку оборудования, сдачу изготовленного изделия (дается на партию деталей), мин.;

n – количество обрабатываемых деталей в партии, шт. [6]

Сумма основного и вспомогательного времени составляет оперативное время:

$$T_{оп} = T_{осн} + T_{всп}. \quad (39)$$

В технологических картах обычно проставляется штучное время $T_{шт}$ и подготовительно-заключительное время $T_{пз}$ [6]

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{всп} + T_{доп}. \quad (40)$$

2.7. Техничко-экономическая оценка технологического процесса восстановления

Окончательная оценка целесообразности применения разработанного технологического процесса восстановления детали проводится по технико-экономическому критерию, который выражается неравенством:

$$C_B \leq K_D C_H, \quad (41)$$

где C_B – стоимость восстановления детали, руб.;

K_D – коэффициент долговечности;

C_H – стоимость новой детали (принимается по прейскурантам), руб.

Значение C_B находят по формуле:

$$C_B = C_{\Pi} + H, \quad (42)$$

где C_{Π} – полная себестоимость детали, руб.;

$H = 1,05 C_{\Pi}$ – прибыль (накопление) ремонтного предприятия, руб.

Полную себестоимость восстановления детали рассчитывают по формуле:

$$C_{\Pi} = C_{пр.н} + C_{р.м} + C_{оп} + C_{ох} + C_{вп}, \quad (43)$$

где $C_{пр.н}$ – заработная плата производственных рабочих с начислениями, руб.;

$C_{р.м}$ – стоимость ремонтных материалов, руб.;

$C_{оп}$, $C_{ох}$ и $C_{вп}$ – соответственно общепроизводственные, общехозяйственные и внепроизводственные накладные расходы, руб.

Заработная плата $C_{\text{пр.н}}$ складывается из основной $C_{\text{пр}}$, дополнительной $C_{\text{доп}}$ и начислений по соцстраху $C_{\text{соц}}$, т.е.

$$C_{\text{пр.н}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{доп}} + C_{\text{соц}}. \quad (44)$$

Основная заработная плата, руб.,

$$C_{\text{пр}} = T_{\text{ш.к}} C_{\text{ч}} K_{\text{д}}, \quad (45)$$

где $T_{\text{ш.к}}$ – штучно-калькуляционное время, ч;

$C_{\text{ч}}$ – ставка рабочих, исчисляемая по среднему разряду (устанавливают по маршрутной карте), руб/ч;

$K_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты к основной заработной плате, равный 1,025...1,030.

Значение $T_{\text{ш.к}}$ находят по формуле:

$$T_{\text{ш.к}} = T_{\text{п.з}} / n + T_{\text{шт}}, \quad (46)$$

где $T_{\text{п.з}}$ – подготовительно-заключительное время, определяется суммированием $t_{\text{п.з}}$ по всем операциям маршрутной карты, ч;

$T_{\text{шт}}$ – штучное время, т.е. полное время для выполнения всех операций техпроцесса (устанавливают по маршрутной карте), ч;

n – число деталей в партии.

Размер экономически целесообразной партии деталей:

$$П = t_{\text{п.з.вед}} / K t_{\text{шт.вед}}, \quad (47)$$

где $t_{\text{п.з.вед}}$, $t_{\text{шт.вед}}$ – подготовительно-заключительное и штучное время ведущей операций (см. маршрутную карту), ч;

K – коэффициент, зависящий от типа производства:

для мелкосерийного $K = 0,15...0,18$,

для крупносерийного $K = 0,04...0,05$.

Дополнительная заработная плата производственных рабочих, руб.:

$$C_{\text{доп}} = (5...12) C_{\text{пр}} / 100. \quad (48)$$

Начисления по соцстраху, руб.:

$$C_{\text{доп}} = R_{\text{соц}} (C_{\text{пр}} + C_{\text{доп}}) / 100. \\ R_{\text{соц}} = 39. \quad (49)$$

Стоимость, руб., ремонтных материалов укрупненно можно определить исходя из доли заработной платы $K_{C_{\text{пр.н}}}$ и доли стоимости материалов $K_{\text{м}}$, т.е.:

$$C_{p.m} = \frac{K_{C_{p.m}}}{K_{C_{пр.н}}} C_{пр.н}, \quad (50)$$

$$K_{C_{p.m}} = 0,25...0,35; \quad K_{C_{пр.н}} = 0,65...0,75.$$

Зная процент общепроизводственных $R_{оп}$, общехозяйственных $R_{ох}$ и внепроизводственных $R_{вн}$ накладных расходов, устанавливают их стоимость:

$$\begin{aligned} C_{оп} &= C_{пр} R_{оп} / 100; \\ C_{ох} &= C_{пр} R_{ох} / 100; \\ C_{вп} &= C_{пр} R_{вп} / 100. \end{aligned} \quad (51)$$

После расчета стоимости восстановления детали и учета технико-экономического критерия необходимо сделать заключение о целесообразности применения на ремонтном предприятии разработанного технологического процесса.

Уровень рентабельности продукции, %, определяют по формуле:

$$P_{п} = (C_{о.ц} - C_{п}) 100 / C_{п}, \quad (52)$$

где $C_{о.ц}$ – прейскурантная (оптовая) цена детали, руб.

Плановая (фактическая) прибыль предприятия, руб.:

$$П_{п} = (C_{о.ц} - C_{п}) 100 / N, \quad (53)$$

где N – годовая программа восстановления деталей, шт.

Срок окупаемости капитальных вложений

$$O_{г} = K / \mathcal{E}_{г}, \quad (54)$$

где K – капитальные вложения, руб.;

$\mathcal{E}_{г} = (C'_{п} - C_{п}) N$ – годовая экономия от снижения себестоимости продукции, тыс. руб. (здесь $C'_{п}$ – полная себестоимость восстановления детали на исходном предприятии, руб.).

$$E_{ф} = \mathcal{E}_{г} / K. \quad (55)$$

Полученные значения $O_{г}$ и $E_{ф}$ сравнивают с нормативными ($E_{н} = 0,15$ и $O_{г.н} = 6,6$ года) и делают соответствующий вывод [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.: ил.
2. Технология ремонта машин: Учебник для вузов / Е.А. Пучин, О.Н. Дидманидзе, В.С. Новиков и др.; Под ред. Е.А. Пучина. – М.: Изд-во УМЦ «Триада». – Ч. I. – 2006. – 348 с.
3. Восстановление деталей электролитическим хромированием / Кондратьев Г.И. и Андреев Р.А. – Казань: Изд-во КГСХА, 2005.
4. Вневанное осталивание / Кондратьев Г.И. и Андреев Р.А. – Казань: Изд-во КГСХА, 2005.
5. Применение полимерных материалов при ремонте машин / Кондратьев Г.И. и Шайхутдинов Р.Р. – Казань: Изд-во КГСХА, 2006.
6. Проектирование технологических процессов восстановления изношенных деталей / Новиков В.С., Очковский Н.А., Тельнов Н.Ф., Ачкасов К.А. – М.: МГАУ, 1998. 52 с.
7. ГОСТ 2.604-2000 «Чертежи ремонтные».
8. Р 50-60-88 Рекомендации. Единая система технологической документации. Правила оформления документов на технологические процессы ремонта.
9. Режущий инструмент. Курсовое и дипломное проектирование, учеб. пособие под. ред. Е.Э. Фельдштейна - Мн.: дизайн ПРО, 2002. – 320с.
10. ГОСТ 3.1103-82 «Основные надписи».
11. ГОСТ 3.1407-86 «Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки».
12. ГОСТ 3.1119-83 «Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы».
13. ГОСТ 3.1122-84 «Формы и правила оформления документов специального назначения».
14. ГОСТ 3.1105-84 «Формы и правила оформления документов общего назначения».

15.ГОСТ 3.1121-84 «Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на типовые и групповые технологические процессы (операции)».

16.ГОСТ 3.1118-82 «Формы и правила оформления маршрутных карт».

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект по дисциплине «Технология ремонта машин»
студента очного отделения _____ группы _____

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Наименование сборочной единицы _____

Наименование детали, подлежащей восстановлению _____

Годовая программа _____ штук с разработкой схемы _____

СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

1. Введение.
2. Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности сборочной единицы (агрегата).
3. Разработка структурной схемы разборки или сборки сборочной единицы (агрегата).
4. Разработка карты технологического процесса дефектации деталей и выбор контрольно-измерительных инструментов.
5. Выбор рационального способа восстановления дефектов деталей.
6. Разработка ремонтного чертежа заданной детали.
7. Разработка маршрутных и операционных карт восстановления заданной детали.
8. Расчет и выбор режимов нанесения покрытий и на обработку детали.
9. Техническое нормирование ремонтных работ.
10. Расчет технико-экономических показателей восстановления детали.
11. Разработка мероприятий по охране труда и защите окружающей среды при восстановлении заданной детали.
12. Заключение.
13. Список использованной литературы.
14. Приложения.

СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Лист 1. Ремонтный чертеж детали (А1).

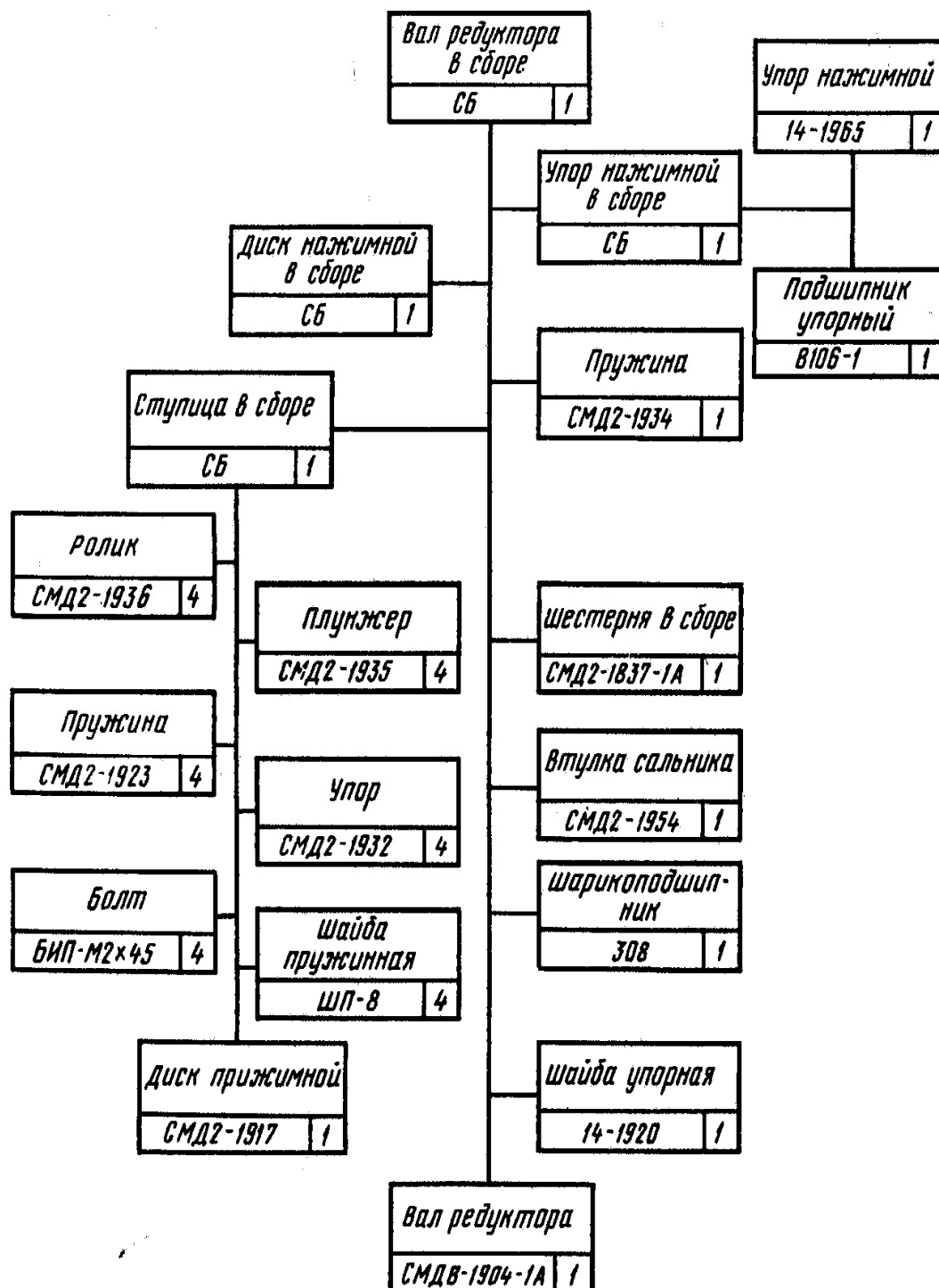
Лист 2. Карта технологического процесса восстановления заданной детали (А1).

Дата выдачи задания _____

Срок выполнения проекта _____

Студент _____

Преподаватель _____



Структурная схема разборки вала редуктора пускового двигателя ПД-10У.

Содержание информации в графах маршрутной карты

Номер графы	Наименование (условное обозначение) графы	Служебный символ	Содержание информации
1	-	-	Обозначение служебного символа и порядковый номер строки. Запись выполняют на уровне одной строки, например, М02, Б04. Допускается при указании номера строки в пределах от 01 до 09 применять вместо 0 знак Ø, например МØ2, БØ4.
2	-	М01	Наименование, сортament, размер и марка материала, обозначение стандарта, технических условий. Запись выполняется на уровне одной строки с применением разделительного знака дроби «/», например, лист БОН- 2,5×1000×2500 <u>ГОСТ 19903-74/III-IV В Ст. 3 ГОСТ 14637-89</u> .
3	Код	М02	Код материала по классификатору.
4	ЕВ	М02, К, М	Код единицы величины (массы, длины, площади и т.п.) детали, заготовки, материала по Классификатору СОЕВС. Допускается указывать единицы измерения величины.
5	МД	М02	Масса детали по конструкторскому документу.
6	ЕП	М02, Б, К, М	Единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала или норма времени, например 1, 10, 100.
7	Н. расх.	М02, К, М	Норма расхода материала.
8	КИМ	М02	Коэффициент использования материала. При автоматизированном проектировании допускается графу не заполнять.
9	Код заготовки	М02, М03	Код заготовки по классификатору. Допускается указывать вид

Номер графы	Наименование (условное обозначение) графы	Служебный символ	Содержание информации
			заготовки (отливки, прокат,ковка и т.п.)
10	Профиль и размеры	M02, M03	Профиль и размеры исходной заготовки. Информацию по размерам следует указывать исходя из имеющихся габаритов, например, лист 1,0×710×1420, 115×270×390 (для отливки). Допускается профиль не указывать.
11	КД	M02, M03	Количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки.
12	MЗ	M02, M03	Масса заготовки.
13	-	-	Графа для особых указаний. Порядок заполнения графы и обязательность заполнения устанавливаются в отраслевых нормативно-технических документах
14	Цех	A	Номер (код) цеха, в котором выполняется операция.
15	Уч.	A	Номер (код) участка, конвейера, поточной линии и т.п.
16	PM	A	Номер (код) рабочего места.
17	Опер.	A	Номер операции (процесса) в технологической последовательности изготовления или ремонта изделия (включая контроль и перемещение).
18	Код, наименование операции	A	Код операции по технологическому классификатору, наименование операции. Примечание. Допускается код операции не указывать.
19	Обозначение документа	A	Обозначение документов, инструкций по охране труда, применяемых при выполнении данной операции. Состав документов следует указывать через разделительный знак «;» с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки.
20	Код, наименование оборудования	Б	Код оборудования по классификатору, краткое наименование

Номер графы	Наименование (условное обозначение) графы	Служебный символ	Содержание информации
			оборудования, его инвентарный номер. Информацию следует указывать через разделительный знак «;». Допускается взамен краткого наименования оборудования указывать его модель. Допускается не указывать инвентарный номер.
21	СМ	Б	Степень механизации (код степени механизации). Обязательность заполнения графы устанавливается в отраслевых нормативно-технических документах.
22	Проф.	Б	Код профессии по классификатору ОКПДТР.
23	Р	Б	Разряд работы, необходимый для выполнения операции.
24	УТ	Б	Код условий труда по классификатору ОКПДТР и код вида нормы.
25	КР	Б	Количество исполнителей, занятых при выполнении операции.
26	КОИД	Б	Количество одновременно изготавливаемых (обрабатываемых, ремонтируемых) деталей (сборочных единиц) при выполнении одной операции. Примечание. При выполнении процесса перемещения следует указывать объем грузовой единицы - количество деталей в таре.
27	ОП	Б	Объем производственной партии в штуках. На стадиях разработки предварительного проекта и опытного образца допускается графу не заполнять. Примечание. При выполнении процесса перемещения в графе следует указывать объем транспортной партии, количество грузовых единиц, перемещаемых одновременно.

Номер графы	Наименование (условное обозначение) графы	Служебный символ	Содержание информации
28	К шт.	Б	Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании.
29	Тпз	Б	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию
30	Тшт.	Б	Норма штучного времени на операцию Примечание. Допускается, в соответствии с отраслевыми нормативно-техническими документами, для МК, применяемой при производстве опытного образца (опытной партии), взамен информации, предусмотренной для внесения в графы 29 и 30, вносить соответственно информацию по Тшт.к (норма штучно-калькуляционного времени на операцию) и Расц. (расценка на единицу нормирования, применяемая для операции).
31	Наименование детали, сб. единицы или материала	К, М	Наименование деталей, сборочных единиц, материалов, применяемых при выполнении операции. Примечание. Допускается не заполнять строку.
32	Обозначение, код	К, М	Обозначение деталей, сборочных единиц по конструкторскому документу или материалов по классификатору.
33	ОПП	К, М	Обозначение подразделения (склада, кладовой и т.п.), откуда поступают комплектующие детали, сборочные единицы или материалы; при разборке - куда поступают.
34	КИ	К, М	Количество деталей, сборочных единиц, применяемых при сборке изделия; при разборке - количество получаемых.

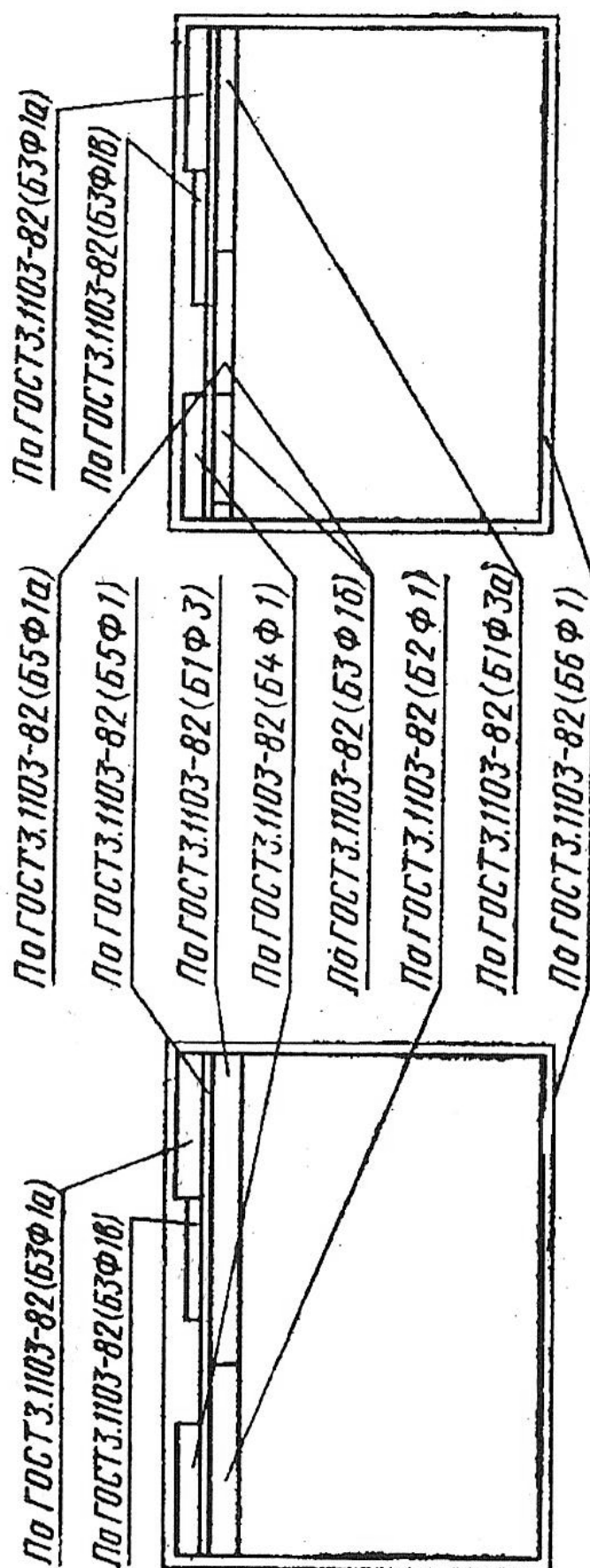
Содержание информации в графах карт
типовых технологических процессов

Номер графы	Наименование (условное обозначение) графы	Служебный символ	Содержание информации
1	-	-	Обозначение служебного символа и порядковый номер строки. Запись выполняют на уровне одной строки, например А01, Б02. В целях разделения информации при указании номеров строк от 01 до 09 при условии возможного применения служебного символа «О» допускается перед порядковым номером вместо нуля применять знак «Ø», например Ø4.
7	ЕВ	М, К, Н	Код единицы величины (массы, длины, площади и т.п.) детали (сборочной единицы, изделия) или заготовки по Классификатору СОЕИ.
9	ЕН	М, Б, К, Е, Н	Единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала или норма времени, например 1; 10; 100.
10	Н. расх.	М, К, Н	Норма расхода.
16	Цех	А, В, Ш	Номер (код) цеха, в котором выполняют операцию.
17	Уч.	А, В, Ш	Номер (код) участка, конвейера, поточной линии. Допускается графу не заполнять.
18	РМ	А, В, Ш	Номер (код) рабочего места. Допускается графу не заполнять.
19	Опер.	А, В, Ш	Номер операции в технологической последовательности изготовления (ремонта) изделия (составной его части), включая операции технического контроля и перемещений по КТТП или МК.
20	Код, наименование операции	А, В	Код операции по технологическому классификатору, наименование операции. Допускается код операции не указывать.
21	Обозначение документа	А, Г	Обозначение документов, инструкций по охране труда, применяемых при выполнении операции. В графе следует указы-

Номер графы	Наименование (условное обозначение) графы	Служебный символ	Содержание информации
			вать только те обозначения документов, которые отсутствуют в МК или КТТП и привязаны к конкретному обозначению изделия (его составной части), например КЭ, в которой содержатся конкретные данные на изделие (его составную часть) одного обозначения.
22	Код, наименование оборудования	Б, Д	Код оборудования по классификатору, краткое наименование оборудования. Информацию следует указывать через разделительный знак «;». Допускается: - не указывать инвентарный номер, код оборудования; - взамен краткого наименования указывать модель; - не заполнять графу при условии дублирования информации с МК или КТТП.
23	СМ	Б, Е	В графе следует проставлять условное обозначение (код), выраженное числовым значением и характеризующее степень механизации, применяемой на данной операции, например: - обработка детали вручную - 1; - обработка детали на универсальном металлорежущем станке - 2; - обработка детали на металлорежущем станке с ЧПУ - 3; - обработка детали на агрегатном станке - 4; - обработка детали на автоматической линии - 5. Обязательность заполнения устанавливается на отраслевом уровне.
24	Проф.	Б, Е	Код профессии по классификатору ОКПДТР.
25	Р	Б, Е	Разряд работы, необходимой для выполнения операции.
26	УТ	Б, Е	Код условий труда (форма и система оплаты труда и условия труда) по классификатору ОКПДТР и код вида нормы.

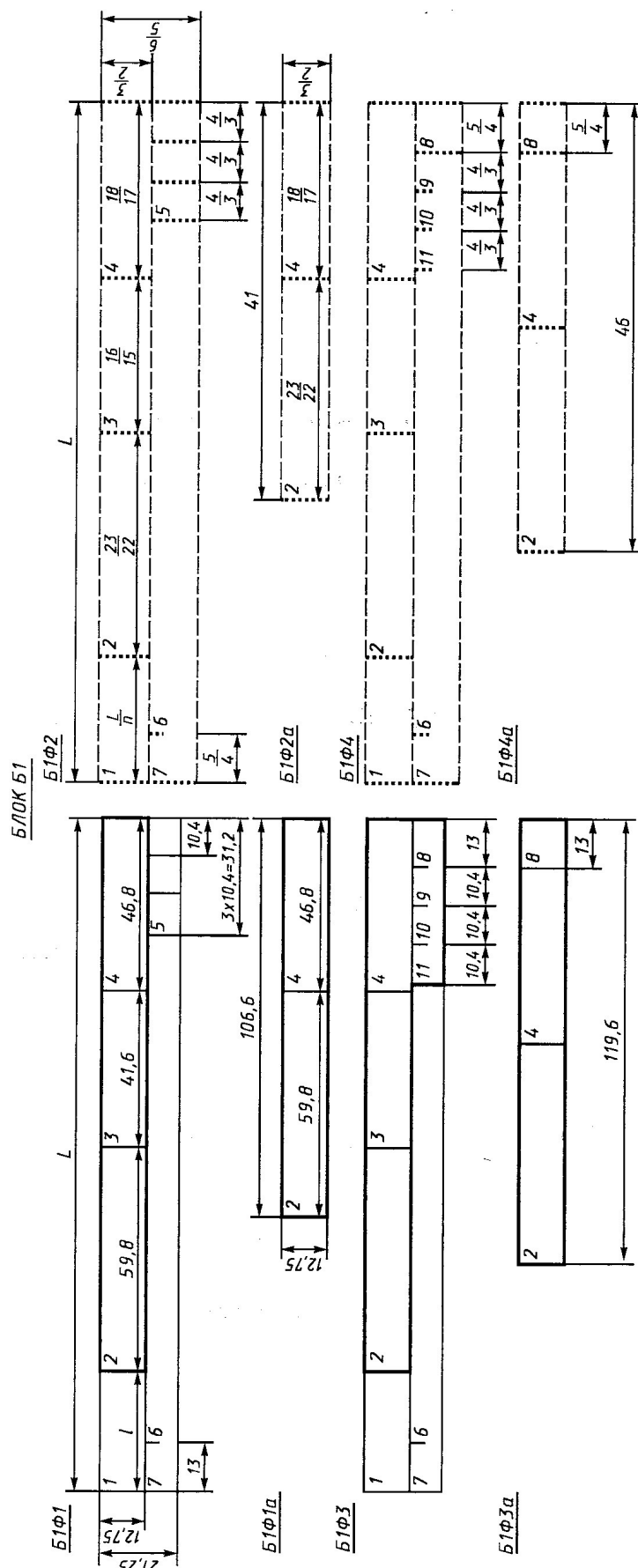
Номер графы	Наименование (условное обозначение) графы	Служебный символ	Содержание информации
27	КР	Б, Е	Количество исполнителей, занятых при выполнении операции.
30	$K_{шт}$	Б, Е	Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании. При одностаночном обслуживании $K_{шт} = 1$.
33	-	Т	Данные о применяемой технологической оснастке.
34	-	Р	Переменные данные по технологическим режимам.
37	Наименование детали, сб. единицы или материала	К, М, Л	Наименование деталей, сборочных единиц, материалов, применяемых при выполнении операции.
38	Обозначение, код	К, М, Н	Обозначение деталей, сборочных единиц по конструкторским документам или материалов по классификатору.
39	ОПП	К, М, Н	Обозначение подразделения (склада, кладовой и т.п.), откуда поступают комплектующие детали, сборочные единицы или материалы; при разработке - куда поступают.
40	КИ	К, М, Н	Количество деталей, сборочных единиц, применяемых при сборке изделия; при разборке - количество получаемых.

Расположение блоков и их размеры на технологических картах



Продолжение приложения 5

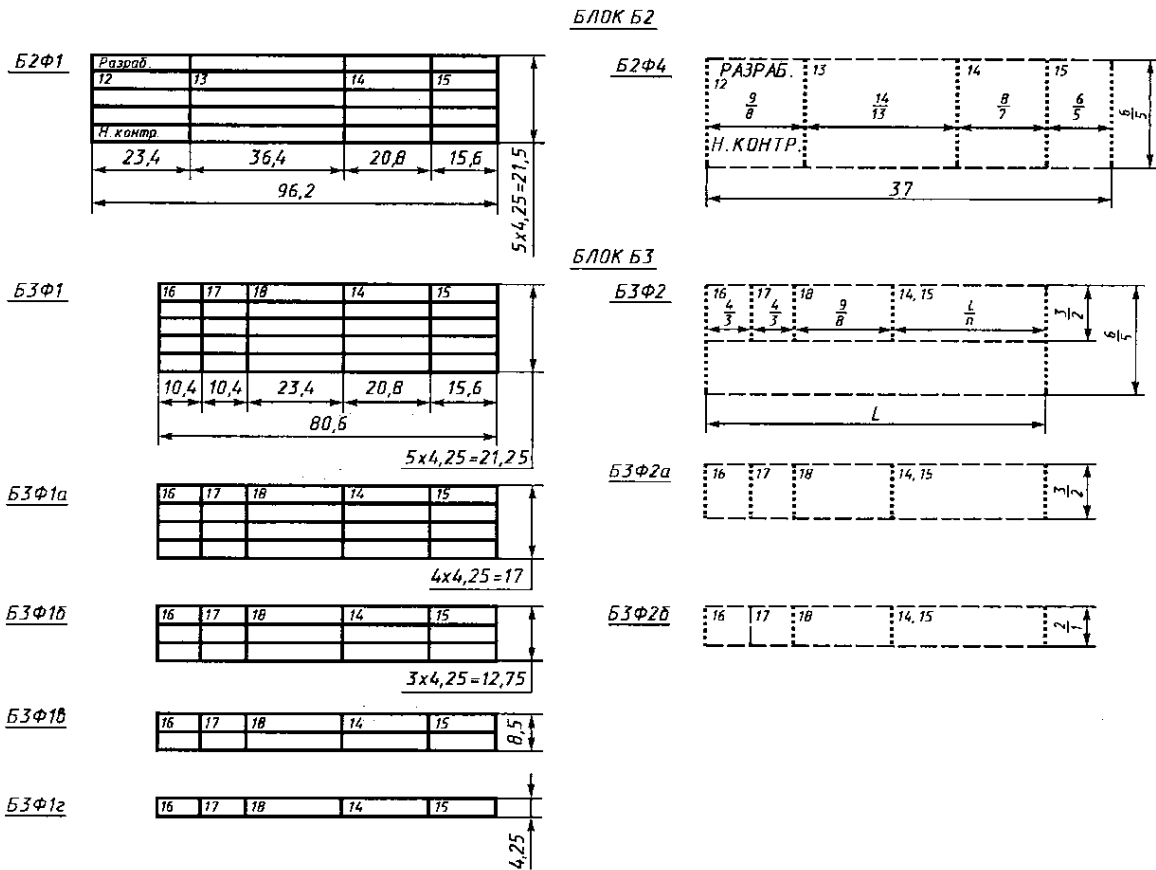
42



Черт. 1

Формат документа	L	l	Размеры в миллиметрах	
			t_{\max}	n
А4 с вертикальным расположением поля подшивки	182	33,8	63	5
			70	12
А4 с горизонтальным расположением поля подшивки	189,8	41,6	110	15
			128	10

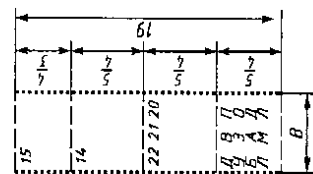
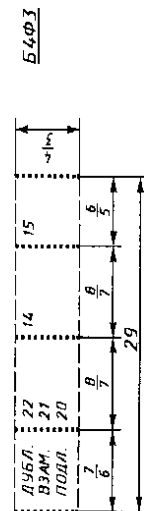
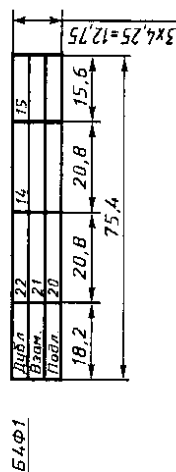
ГОСТ 3.1103—82



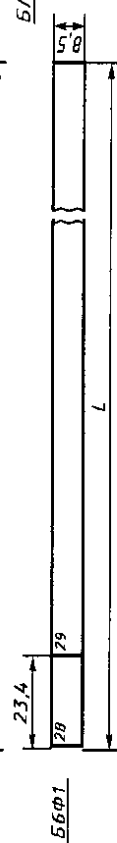
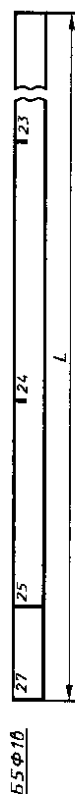
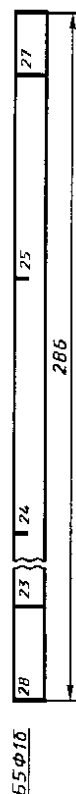
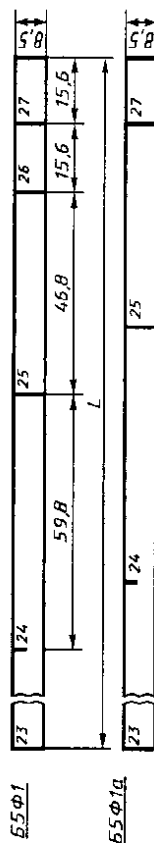
Черт. 2

Размеры в миллиметрах

t_{\max}	L	l	n
63	24	7	6
70	31	14	13
110	31	14	13
128	23	6	5



БЛОК Б5



Черт. 3

Формат документа		L, мм
А4 с вертикальным расположением поля подписки		182
А4 с горизонтальным расположением поля подписки		286
А3		390

ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ КАРТЫ ЭСКИЗОВ

Дудл. Взам. Подл.				ГОСТ 3.1105-84		Форма 7	
Разраб.		Киселев		Киселев		XXXXXX.XXXXXX 1 1	
Н. контр.		Сорокина		Сорокина		20140.00141	
		НПО "Ритм"		АБВГ XXXXXXXX.XXX			
		13.04.83		Шток			
		13.04.83				020; 025	
						12,5	

* размеры для справок

Маршрутная карта (первый или заглавный лист)

[illegible]

157

Приложение 9

Приложение 9

Пример оформления маршрутной карты на единственный технологический процесс (маршрутного описания) обработки резанием

ГОСТ 3 1118 - 82										Форма 1							
Д/об	Взам	Прог								2	1						
Разреш																	
Н.кв.			Ш т о к							0,1							
АЗЛК			АБВГ XXXXXX XXX							АБВГ 10101, 11423							
М 01			Круг В22 ГОСТ 2590-71/45 ГОСТ 1050-74														
Код			ЕВ	МД	ЕН	Н.рост	Лим	Код загот	Профил и размеры	КД	МЗ						
М 02			XXXXXX	XXXX	166	2 984	1	3 180	0,89	XXXXXX XXXX	Круг 22х125	1 3,150					
А			Цек	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции					Обозначение документа					
Б			Код, наименование оборудования				СМ	Проф	Р	ЧТ	КР	КНИД	ЕН	ДП	Кшм	Тпз	Тшм
А 03			01	02	—	005	XXXX	Отрезная	25006 0'551, ИОТ № 132-81								
Б 04			АБВГ XXXXXX XXX				8A641A	2	XXXXX	XXX XXXX	1	1	100	1	0,24	0,58	
О 05			Отрезать заготовку L=125±0,5														
Т 06			АБВГ XXXXXX XXX тиски, АБВГ XXXXXX XXX пила, XXXXXX XXX шаблон														
07																	
А 08			12	01	—	010	XXXX	Токарная	25140 00145, ИОТ № 101-81								
Б 09			АБВГ XXXXXX XXX				1K62	2	XXXXX	XXX XXXX	1	1	100	1	0,46	1,54	
О 10			Точить поверхность с подрезкой торца, выдерживая размеры 20-0,23, 15-0,74, 40±0,2 122±0,6														
Т 11			АБВГ XXXXXX XXX резец подрезной, АБВГ XXXXXX XXX скоба, ШЦ II 250 0,05														
12																	
А 13			12	02	—	015	XXXX	Токарная	25140 00145, ИОТ № 101-81								
Б 14			АБВГ XXXXXX XXX				1K62	2	XXXXX	XXX XXXX	1	1	100	1	0,52	1,44	
О 15			Точить поверхность с подрезкой торца, выдерживая D=22-0,28 и L=120-0,22														
Т 16			АБВГ XXXXXX XXX резец подрезной АБВГ XXXXXX XXX скоба, АБВГ XXXXXX XXX шаблон														
Мк																	

Пример оформления ЕТП, выполненного на форме МК с применением маршрутного описания

ГОСТ 3.1118-82										Формы 1	
Дубль											
Взлом											
Подля											
Разряд	Петров	14.08.83	14.08.83	14.08.83	14.08.83	14.08.83	14.08.83	14.08.83	14.08.83	14.08.83	14.08.83
Н.контр.	Зайцева										
М01	В 22 ГОСТ 2590-88/45 ГОСТ 1050-88										
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размер	КД	МЗ	
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОД
Б	Код, наименование оборудования										
А 03	12	02	—	5	Фрезерная		НОТ № 1455-82				
Б 04					Б НВ2		—	фрезер.	4	сп/н	1
0 05	Фрезеровать торцы с двух сторон, выдерживая размер 385±1.2										
Т 06	АБВГ. XXXXXX. XXX(1)-тыски; АБВГ. XXXXXX. XXX(2)-фреза дисковая 8КБМ; АБВГ. XXXXXX. XXX(3)-шаблон										
07											
А 08	12	02	—	10	Токарная		НОТ № 1565-82				
Б 09					1К62		—	токар	4	сп/н	1
0 10	Точить поверхности, выдерживая размеры Ф56-0.2; Ф32-0.17; 256±0.0; 40±0.2										
11	Притупить острые кромки										
Т 12	АБВГ. XXXXXX. XXX(1)-3-кулачковый патрон; АБВГ. XXXXXX. XXX(2)-резец проходной 8КБМ; АБВГ. XXXXXX. XXX-шабер;										
13	АБВГ. XXXXXX. XXX(3)-скоба; АБВГ. XXXXXX. XXX-микрометр; ШЦ11-250-0.05										
14											
А 15	12	02	—	15	Сверлильная		НОТ № 1613-82				
16	— сверл. 4 сп/н 1 1 1 450 1 0.13 0.45										
МК											

[illegible]

Карта типового (группового) технологического процесса
(последующие листы)

[illegible]

Пример оформления карты типового технологического процесса

ГОСТ 3.1121-84										Форма 1	
Дубл.	Взам.	Подп.									
Разраб.	Иванов	24.02.84	НПО "Ритм"		XXXXXX		XXXXXX		50251.00040	2	1
Н.контр.			Сидорова		25.02.84		Валки ходоные		A		
A	Цех Уч. РМ	Опер.	Код	наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	ЕН	Кит
B	Код		наименование оборудования	Обозначение, код	ОПП	ЕН	КИ	Н.расх.			
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала		Температура (град.)		Скорость (мм/с)						
P	Среда		Закалка		□. 20251.00012; □. 44251.00015; □. 25251.00401;						
A φ1	15	01	140	005	XXXX.	ИОТ № 1584-84					
φ2											
B φ3	АБВГ. XXXXXX. XXX - установка Т84 В4ИЗ-160/0,66				3	XXXXX	XXX	XXX	1	1	0,88
0 φ4	1. установить деталь в центре гидроподъемника и центрировать по индуктору										
φ5	с зазором 3,5 мм на сторону										
φ6	2. закалить поверхность 1 на длине 2 непрерывно-последовательным										
φ7	способом										
T φ8	АБВГ. XXXXXX. XXX - индуктор-спрейер										
P φ9	Эмульсия				860-880				2-3		
10											
A 11	15	01	141	010	XXXX.	Контроль		□. 25203.00216; ИОТ № 1521-84			
B 12	АБВГ. XXXXXX. XXX - контрольный стол				1	XXXXX	XXX	XXX	1	1	1
0 13	1. Контролировать толщину закаленного слоя металлографическим способом										
14	(при отлажке режима на образцах)										
15	2. Зачистить площадки под контроль твердости на 2-3 деталях от партии										
КТП/у К ТТП индукционной термической обработки											

Унифицированная форма ведомости технологических документов и ведомости держателей подлинников
(первый или заглавный лист)

По ГОСТ 3.1103-82 (Б4 Ф1)		По ГОСТ 3.1103-82 (Б3 Ф10)		По ГОСТ 3.1103-82 (Б3 Ф1а)		ГОСТ 3.1122-84 Форма 5	
По ГОСТ 3.1103-82 (Б2 Ф1)		По ГОСТ 3.1103-82 (Б5 Ф1)		По ГОСТ 3.1103-82 (Б1 Ф1)			
С	ИПП	Обозначение ДСЕ	Наименование ДСЕ	Наименование комплекта ТД	Кл		
Ф	ИПП	Обозначение комплекта ТД	Наименование комплекта ТД	Листов	Листов		
Г	ИПП	Обозначение ТД	Услов. обозн.	Лист	Листов		
1	2	3	4	5	6	3 × 4,25 = 12,75	
С 01	2	6	7	8	9	16 × 8,5 = 136	
Ф 02	2	6	7	8	9	210	
Г 03	9	10	11	12	13		
04							
05							
06							
07							
08							
09							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
По ГОСТ 3.1103-82 (Б6 Ф1)						297	

Дудл.	Взам.	Лобл.	ГДСТ 3.1118-82	Форма 2
Разряд	Гидорова	15.12.87	02100. 00118Р	1
Н.контр.	Петрова	18.12.89	5010124 00048Р	1
А	Цех УЧ. РМ Опер.	Код, наименование операции	АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ	К
Б	Код, наименование оборудования	СМ. проф. Р. УГ. КР. КОМД. ЕН. ОП. КШТ. Т.П.З	5010124 00048Р	РА
К/М.	Наименование детали, с/единицы или материала	Обозначение, код	ОПН. ЕВ. ЕН. КМ. Н.Р.А.С.К.	
РД 01	Код, наименование дефекта	ПЗП. ПЗР. ДЗР. СТО		
А 02	5 - 005 Дефектация	К. 2010124. 00055		
Б 03	АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ стол дефектавица	2 ХХХХХ ХХХ ХХХХ 1 1 1	1 0,08 мин 0,75 мин	
К 04	Клапан впускной	АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ		
РД 05	Износ стержня (деф. 1)	11 - 0,060 11 - 0,085 10,905 АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ калибр		
А 07	5 - 010 Дефектация	К. 2010124. 00055		
Б 08	АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ стол дефектавица	2 ХХХХХ ХХХ ХХХХ 1 1 1	1 0,85 мин 0,05 мин	
К 09	Гильза цилиндров	АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ		
РД 10	1. Износ внутренней поверхности (деф. 1)	130 + 0,04 130,05 Нутромер 100-160 ГОСТ 9244 - 75		
11				
12				
РД 13	2. Износ верхнего посадочного пояса (деф. 2)	153 + 0,050 152,80 Микрометр МК 175 - 2 ГОСТ 6507 - 78		
14				
15				
16				
МК/КТПД	Дефектация			

*Адигамов Наиль Рашатович
Сахапов Рустэм Лукманович
Зайсанов Радик Рафикович*

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
К КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ
по дисциплине
«Технология машиностроения, производство и ремонт
подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин»

Редакция и корректура авторов.

Подписано в печать 2012 г.
Формат 60x84¹/₁₆. Печатных листов 3,5.
Печать Riso. Бумага тип № 1. Тираж экз. Заказ

Печатно-множительный отдел КазГАСУ.
420043, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1.