

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

Институт «Энергетика и машиностроение»
Кафедра «Машиностроение»

Шевченко Николай Владимирович

Разработка и совершенствование технологии производства и
ремонта корпусных деталей

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

Институт «Энергетика и машиностроение»
Кафедра «Машиностроение»



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

На тему: «Разработка и совершенствование технологии производства и
ремонта корпусных деталей»

ОП 6В07105 – Индустриальная инженерия

Выполнил

Шевченко Н.В.



Научный руководитель
к.т.н., проф. кафедры
Керимжанова М.Ф.
« 02 » 06 2023г.

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

Институт «Энергетика и машиностроение»
Кафедра «Машиностроение»

6B07105 – Индустриальная инженерия

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Машиностроение

доктор РнБ, ассоц.проф.

Нугман Е.З.

« / » 2023г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся Шевченко Николаю Владимировичу
(Ф.И.О. обучающегося)

Тема: Разработка и совершенствование технологии производства и
ремонта корпусных деталей
(тема дипломного проекта)

Утверждена приказом проректора по АВ № 408– п от 23. 11. 2022 г.
Срок сдачи законченной работы " 2 " Июня 2023 г.

Исходные данные к дипломному проекту:

Сборочный чертеж проточного станка

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

- а) Производство корпусных деталей
- б) Тех. процес производства корпуса парового котла
- в) Технология ремонта корпуса К П П

Перечень графического материала: рабочий чертеж корпуса парового котла А1
СА-чертежи проточного станка 1 А 1
представлено 8 слайдов презентации

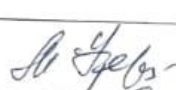
Рекомендуемая основная литература: из 78 наименований

ГРАФИК
подготовки дипломного проекта

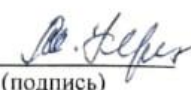
Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Производство корпусных деталей	13.02.23 - 15.03.23	
Разработка технологического процесса производства корпуса подшипника	20.03.23 - 02.04.23	
Технология ремонта корпуса коробки переключения передач	03.04.23 - 16.04.23	
Подготовка презентации	17.04.23 - 20.05.23	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект
с указанием относящихся к ним разделов

Наименование разделов	консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Основные разделы дипломного проекта	к.т.н., профессор М.Ф.Керимжанова	02.06.23	
Нормоконтролер	доктор PhD, ст.преп. Абилкайыр Ж.Н.	02.06.23	

Научный руководитель


(подпись)

Керимжанова М.Ф.
(Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению обучающийся Шевченко
(подпись)

Шевченко Н.В.
(Ф.И.О.)

Дата

« 5 » Декабря 2023г.

АНДАТПА

Корпустық бөлшектерді өндіру және жөндеу технологияларын әзірлеу және жетілдіру жөніндегі дипломдық жобада корпустық бөлшектердің жіктелуіне және оларға қойылатын техникалық талаптарға талдау жасалды.

Шатырды дайындауға арналған қалыптау диірменінің мойынтіректерінің корпусын өндірудің технологиялық процесі жобаланған.

Беріліс қорабының корпусын жөндеу технологиясы жасалды. Тозған беттерді қалпына келтіру әдістері және оларды таңдау критерийлері қарастырылады.

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте по разработке и совершенствованию технологий производства и ремонта корпусных деталей были выполнены анализ классификации корпусных деталей и технических требований к ним.

Спроектирован технологический процесс производства корпуса подшипника профилегибочного стана, предназначенного для изготовления кровли.

Разработана технология ремонта корпуса коробки переключения передач. Рассмотрены методы восстановления изношенных поверхностей и критерии их выбора.

ANNOTATION

In the diploma project on the development and improvement of technologies for the production and repair of body parts, the classification of body parts and technical requirements for them were analyzed.

The technological process of production of the bearing housing of the roll forming mill intended for the manufacture of the roof is designed.

A technology for repairing the gearbox housing has been developed. Methods of restoration of worn surfaces and criteria for their selection are considered.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Производство корпусных деталей	8
1.1 Классификация корпусных деталей в машиностроении	8
1.2 Анализ технических требований и материалы	10
1.3 Износ корпусных деталей	11
2 Разработка технологического процесса производства корпуса подшипника	13
2,1 Анализ служебного назначения корпуса	13
2.2 Выбор метода получения заготовки	14
2.3 Расчет режимов резания и нормирование операций	15
2.4 Разработка маршрута обработки корпуса	19
2.5 Анализ технологий производства корпусных деталей	20
3 Технология ремонта корпуса коробки переключения передач	22
3.1 Методы восстановления и критерии их выбора	24
3.2 Проектирование технологического процесса ремонта корпуса	28
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	33
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	34

ВВЕДЕНИЕ

Одним из главных направлений развития машиностроительной отрасли в настоящее время является производство машин высокого качества с минимальной себестоимостью изготовления. При этом основная тенденция связана с ресурсосбережением и долговечностью производимых машин и деталей машин.

Машиностроительная продукция применяется во всех отраслях промышленности в качестве основного, вспомогательного и специализированного технологического оборудования и оснастки. При этом различные машины и оборудование состоят из ряда узлов и деталей, для которых разработаны типовые технологические процессы. Существует традиционная классификация групп деталей машин: корпусные, детали класса – валы и оси, дисковые (детали зубчатых передач), рычаги и кронштейны, втулки, крепежные изделия. Эти классы деталей машин объединены по принципу конструктивных и технологических параметров. При этом разработаны и успешно применяются на производстве технологические процессы, основанные на использовании универсального оборудования, станков с числовым программным управлением.

Серийный характер выпускаемой машиностроительной продукции связан с развитием научно-технического прогресса - цифровизацией производства. Цифровизация охватывает все этапы производственного процесса, начиная с получения заготовок и заканчивая сборкой машин.

В настоящее время применяются инновационные технологии в области материаловедения, станочного оборудования с числовым программным управлением, видов и методов аддитивных технологических процессов, нанотехнологий и нанопокровов, в области автоматизации и роботизации технологических процессов производства различного рода машин и оборудования, качественного и производительного метрологического обеспечения производства.

Цифровизация машиностроительного производства направлена на сокращение малопроизводительного ручного труда, повышение эффективности и обеспечение стабильности высокого качества производимой продукции.

При этом в процессе эксплуатации любая машина изнашивается. В современном производстве процессы изнашивания машин, их узлов и деталей оказывают влияние на срок их службы. Наряду с новыми технологиями, реновационные технологии, а точнее, процессы ремонта машин и их деталей являются актуальными проблемами машиностроения.

Все машины по своей технической структуре имеют базовые детали-корпуса, в которые монтируются различные по назначению узлы, сборочные единицы и одиночные детали. Именно от качества изготовления корпусных деталей в большей степени зависит срок эксплуатации машин.

В дипломном проекте выполнена попытка актуализации ремонта корпусных деталей, выявления наиболее эффективных методов восстановления работоспособности деталей машин.

1 Производство корпусных деталей

1.1 Классификация корпусных деталей в машиностроении

Корпусные детали являются один из базовых, но и самых важных изделий. Главное назначение корпусных деталей является защита внутренних механизмов (валов, шестерёнок и т.д.) от попадания пыли и грязи во внутрь, также сохранение смазочных жидкостей для механизмов.

Классификация корпусных деталей металлорежущих станков по техническим условиям и служебному назначению представлена в табл.1.1

Таблица 1.1 – Классификация корпусных деталей станков

Индексы групп КД	I – детали, непосредственно не влияющие на точность		II – базовые детали, влияющие на точность, с установочными движениями корпусов		III – базовые детали, влияющие на точность, с рабочими движениями корпусов	
	Примеры	Предъявляемые к ним требования	Примеры	Предъявляемые к ним требования	Примеры	Предъявляемые к ним требования
А – без механизмов	Картеры, кронштейны, трубы станин	Прочность, жесткость	Центровые и задние бабки	Жесткость, точность, виброустойчивость	Суппорты, столы направляющие станин, ползуны строгальных и долбежных станков	Точность, жесткость, виброустойчивость, износостойкость
Б – с механизмами	Коробки подач, фартуки суппортов, редукторы приводов	Прочность, жесткость, виброустойчивость, бесшумность работы, термостойкость	Шпиндельные бабки, силовые головки агрегатных станков	Жесткость, виброустойчивость, бесшумность работы, термостойкость	Шпиндельные бабки шлифовальных станков	Жесткость, виброустойчивость, точность, бесшумность работы, термостойкость, износостойкость

Корпусные детали классифицируются по роду выполняемых функций:
- Фундаментальные плиты.

- Станины, рамы, основания, несущие кузова.
- Корпуса-кожухи.
- Корпусные детали узлов.

Корпусная деталь может быть получена из литой заготовки (рис.1.1,а) или из штамповки или поковки (рис.1.1, б), также можно получить корпусную деталь методом сварки из нескольких элементов (рис.1.1, в). Во всех случаях корпус подвергается механической обработке. Для установки корпусов часто выполняются монтажные отверстия, закрываемые крышками [1,2].

К корпусным деталям в автомобилях относятся картеры коробки переключения передач (КПП), моста и редуктора; блоки цилиндров, картеры сцепления и рулевого механизма; крышки, кронштейны, рычаги, корпуса вентиляции и пр. (рис.1.2)

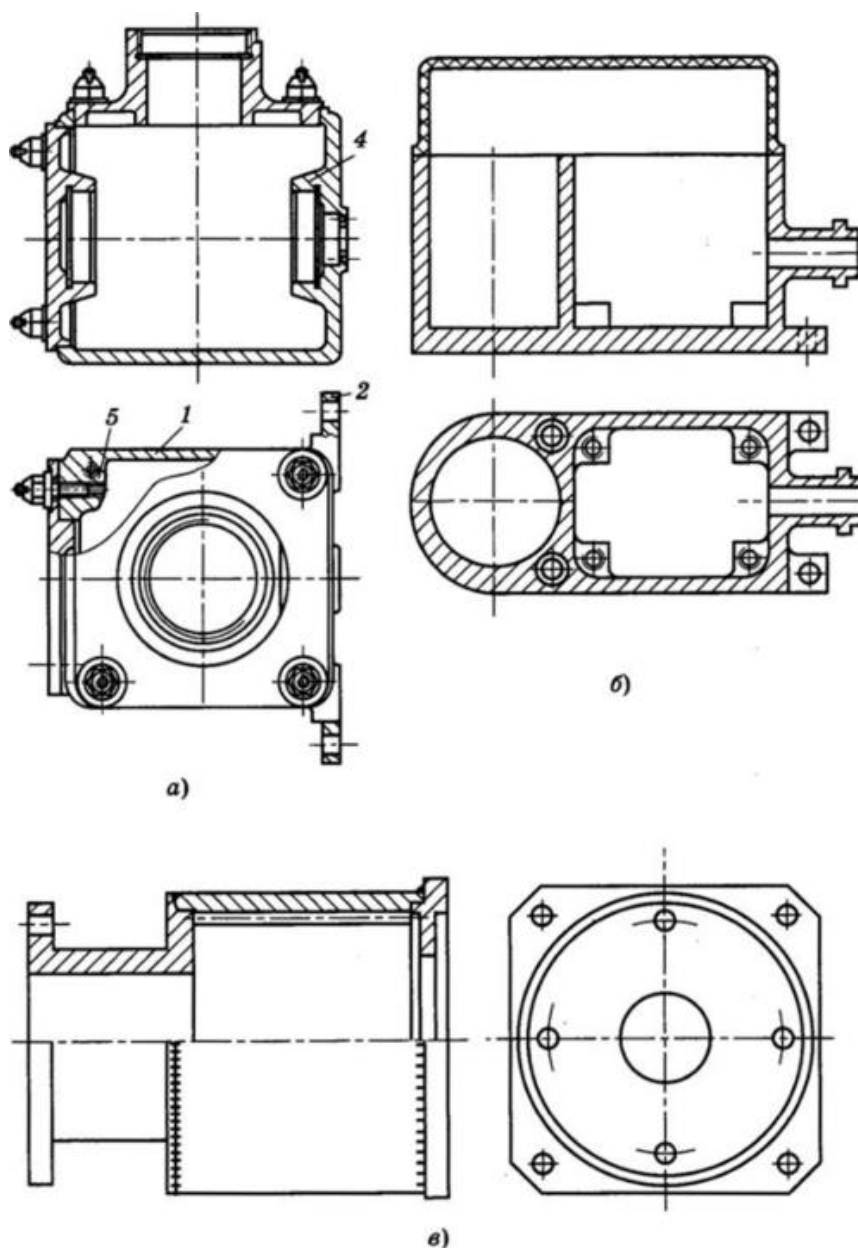
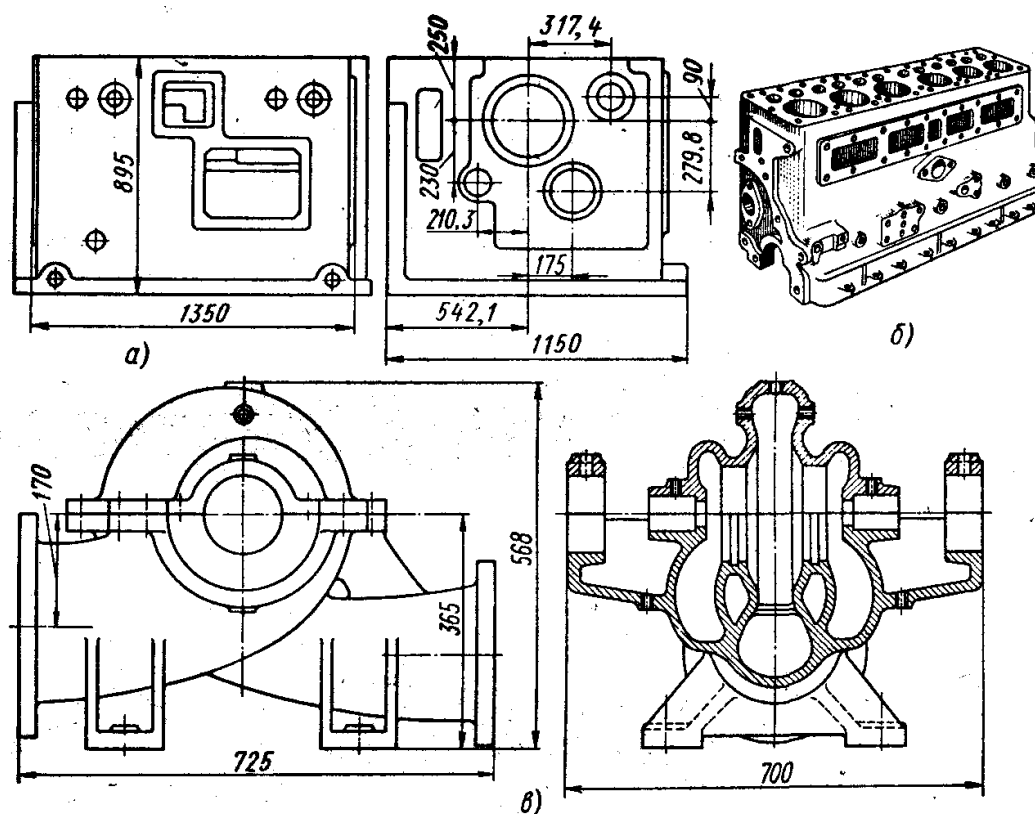


Рисунок 1.1– Разновидности корпусных деталей



а) корпус каретки; б) корпус блока цилиндров; в) корпус насоса

Рисунок 1.2 – Корпусные детали

1.2 Анализ технических требований и материалы

Корпусные детали являются базовыми деталями, поэтому они должны обеспечить постоянство точности относительного положения деталей и узлов в статическом состоянии машины и в процессе эксплуатации, а также плавность работы и отсутствие вибраций [1,2].

К корпусным деталям предъявляются требования по прочности, жесткости, износостойкости, точности, минимальным деформациям при переменной температуре, герметичности, удобству сборки и разборки сборочных единиц и узлов. Так, допускаемые отклонения по точности определяют исходя из характера собираемых узлов и условий их работы.

Требованием при обработке корпуса КПП являются обеспечение параллельности осей основных отверстий между собой и установочной плоскости при монтаже коробки передач на машине с отклонением не более 0,05 мм на 100 мм длины; обеспечение отклонения от перпендикулярности обработанных торцов осей основных отверстий не более 0,05 мм на максимальном радиусе и плоскостности опорных плоскостей и плоскостей разъема с отклонением не более 0,1 мм на 200 мм длины [3,4].

Основные погрешности обработки связаны с точностью изготовления плоских поверхностей и основных отверстий, от которых зависит работоспособность корпусных деталей и всей машины. Также имеет важное значение требование взаимного расположения плоскостей и основных отверстий, отверстий для крепежа и других поверхностей. Точность взаиморасположения оценивается такими показателями как соосность основных отверстий в разных стенках корпусной детали, например, корпуса редуктора; отклонения от параллельности и перпендикулярности плоскостей и отверстий; взаимного расположения отверстий [5].

Большинство корпусных деталей производят из различных видов чугуна, углеродистой и легированной стали, цветных сплавов.

Корпусные детали в автомобилестроении изготавливают, в основном, из серого, модифицированного и ковкого чугуна, из алюминиевых сплавов. Корпусные детали являются наиболее массивными и трудоемкими при их изготовлении. Часто применяемые материалы СЧ21, СЧ24, для сварных конструкций малоуглеродистые стали марок Ст3 и Ст4.

Принципы базирования корпусов при их изготовлении являются традиционными и включают принцип постоянства и совмещения баз. Классическая схема базирования корпусов призматического типа – на плоскость и два отверстия. В крупносерийном и массовом производстве корпусных деталей на поточных и автоматизированных линиях применяют приспособления-спутники, базирование в которых также осуществляется по классической схеме.

1.3 Износ корпусных деталей

Самыми распространенными видами износа корпусных деталей в процессе эксплуатации являются:

- износ цилиндрических посадочных поверхностей под подшипники качения, скольжения, под вкладыши и поверхности гильз;
- отклонения от точности расположения посадочных поверхностей;
- различного рода трещины, расколы;
- трещины под действием различного рода внутренних напряжений, особенно для корпусов, работающих при знакопеременных нагрузках и переменных температур;
- повреждения резьбовых соединений;
- износ плоских и цилиндрических трущихся поверхностей и др.

Так как износ всегда сопутствует эксплуатации машин и оборудования, актуальным остаются вопросы обеспечения восстановления и ремонта деталей и механизмов машин.

При эксплуатации корпуса коробки переключения передач (картера) автомобилей основными видами износа являются [3,4] :

- обломы и трещины;

- износ посадочных отверстий под подшипники качения диаметром от 70 мм;

- износ отверстий диаметром менее 35 мм;
- повреждение резьбовых отверстий;
- износ торцевых поверхностей или шеек под валы.

Для корпусной детали автомобиля – картера моста характерны повреждения, помимо перечисленных для картера КПП:

- погнутости, коробления;
- повреждения фланцев;
- повреждение сварных швов.

Вместе с тем, для корпуса V-образного блока цилиндров характерны следующие дефекты при эксплуатации:

- пробоины;
- трещины водяной рубашки;
- износ или деформация гнездовых поверхностей под вкладыши;
- износ посадочных гнезд под гильзы;
- износ отверстий под втулки распределительного вала.

К внешним дефектам коробки передач трансмиссии автомобилей следует отнести:

- шум и стуки в процессе эксплуатации;
- плохое включение зубчатых передач, возникающее в результате износа посадочных мест под подшипники и самих подшипников;
- износ шлицевых и шпоночных соединений;
- изломы и сколы в деталях.

2 Разработка технологического процесса производства корпуса подшипника

2.1 Анализ служебного назначения корпуса

В проекте рассматривается прокатный стан, предназначенный для производства кровельного покрытия посредством холодной последовательной гибки металла. Стан состоит из редуктора, передающего крутящий момент от электродвигателя к нижним валкам через цепь. Схема формообразования профиля в валках стана показана на рис.1.

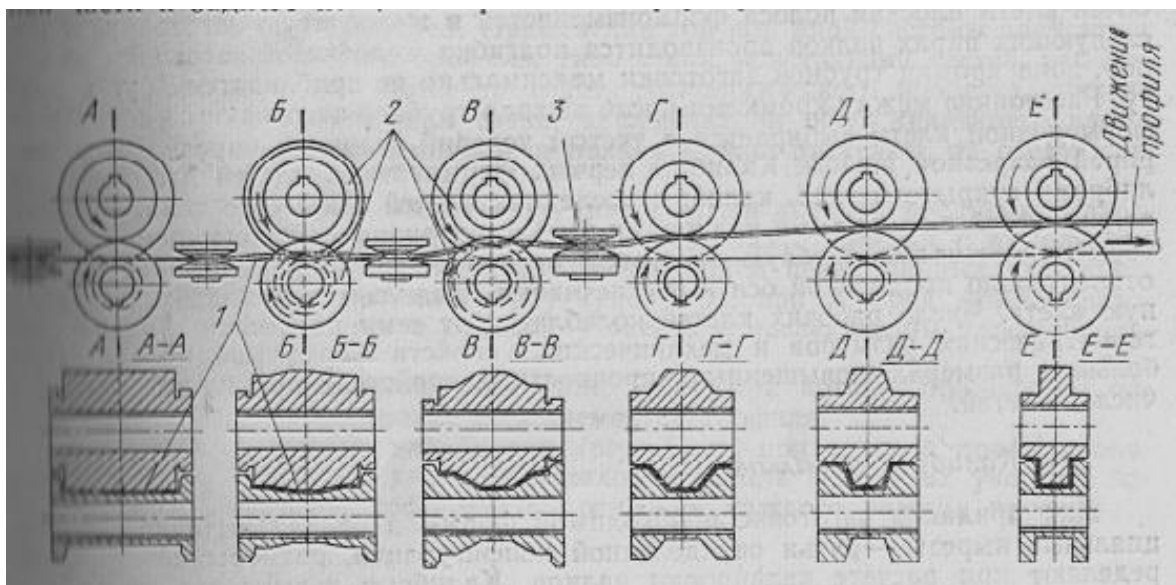


Рисунок 2.1 – Схема формообразования профиля

На данной схеме показано как плоская заготовка подается на первую пару горизонтальных валков в следующие формующие пары горизонтальных валков для подгибки ее элементов. Данный стан применяется при изготовлении кровельного покрытия из листового проката. Плоская полоса рулонной стали толщиной от 0,5 до 0,6 мм, шириной $625^{+0,1}$ мм вставляется в первую клеть. Эта клеть с цилиндрическими роликами (валками) подает полосу во вторую клеть и т.д. Обрезка готового профиля осуществляется в конце стана.

Конструкция стана обеспечивает удобство и простоту ее обслуживания: сборки и разборки, удобство демонтажа и монтажа верхнего и нижнего валков, при снятых крышках подшипников дает доступ к обслуживанию подшипников.

Корпус подшипника является основной (базовой) деталью стана. В этом корпусе устанавливаются валы с подшипниками и валковые узлы [4,5].

Для изготовления корпуса используется конструкционная углеродистая сталь обыкновенного качества Ст3 по ГОСТ. Из таких сталей изготавливаются большинство металлоконструкций в строительной индустрии: лист, профиль, трубы, двутавры и другой металлопрокат.

К данному корпусу предъявляются требования:

- обработка отверстий по 7 качеству точности;
- шероховатость отверстия $Ra = 3,2$.

Анализ конструкции корпуса подшипника на технологичность.

Корпус подшипника представляет собой заготовку из толстолистового металла, толщина которого 40 мм. В центре детали имеется отверстие для установки подшипника скольжения. По краям выполнены два паза. Требования точности и качества обрабатываемых поверхностей соответствуют условиям эксплуатации.

Корпус подшипника является технологичной деталью, допускает применение высокопроизводительных инструментов, режимов резания и оборудования [5].

2.1 Выбор метода получения заготовки

Основное условие при выборе метода получения заготовки — это обеспечение заданного качества готовой детали с минимальной себестоимостью.

Корпус подшипника. Из всех методов самый экономичный для данной детали сортовой толстолистовой прокат в соответствии с ГОСТ 19903-2015, ГОСТ 14637-89 [7,8,9].

$$S_{\text{заг. пр.}} = Q \cdot S - (Q - q) \frac{S_{\text{отх.}}}{1000} \quad (2.1)$$

где S - цена 1 килограмма материала, тенге;
 q - масса готовой детали, кг;
 $S_{\text{отх.}}$ - цена 1 тонны отходов, тенге;
 Q - масса заготовки, кг.

Стоимость сегодня 1 тонны листового проката составляет 500 тыс. тенге. Тогда: $S = 500$ тг, $q = 2,7$ кг, $S_{\text{отх.}} = 90\,000$ тг, $Q = 4$ кг

$$S_{\text{заг. пр.}} = 4 \times 500 - (4 - 2,7) \frac{90000}{1000} = 1883 \text{ тг}$$

Выбор баз. Причиной, вызывающими погрешности выполняемого размера и отклонений взаимного положения обрабатываемых поверхностей заготовки, являются погрешности установки заготовки на станке.

У заготовки различают поверхности: обрабатываемые, поверхности, которыми заготовку ориентируют относительно режущих инструментов, измерительные и свободные поверхности.

Основной технологической установочной базой при обработке корпуса является его нижняя плоская поверхность. Конструкторская база корпуса подшипника — ось отверстия.

2.2 Расчет режимов обработки и нормирование операций

Расчет режимов резания по обработке основных поверхностей корпуса подшипника выполняем с применением данных из справочной литературы [10,11].

Расчет операции сверления и растачивания основного отверстия:

Позиция 1 Сверлить отверстие диаметром 45мм, глубина L=34 мм.

Позиция 2 Расточить отверстие диаметром 89 мм, длина L=28 мм.

Позиция 3 Шлифовать до размера $90j_s \left(\begin{smallmatrix} +0,012 \\ -0,009 \end{smallmatrix} \right)$, длина L=28 мм.

Оборудование – токарно-винторезный станок с ЧПУ 16A25C3Ф39.

Приспособление – специальное.

Расчет по 1 позиции [1].

Выбор режущего инструмента- сверло диаметром 25мм, длина 200 мм,

Сверло диаметром 45 мм, длина 150 мм.

Материал режущей части сверла- быстрорежущая сталь P6M5

Режимы резания: подача S=0,25 мм/об

Стойкость сверла T=75 мин.

Расчет скорости сверления выполняем следующим образом:

$$V = \frac{C_v \times D^p}{T^m \times S^y} \times K_v \quad (2.2)$$

где коэффициент $C_v=9,8$; $p=0,4$; $y=0,5$; $m=0,2$ [1].

Коэффициент скорости K_v рассчитывается следующим образом:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} \quad (2.3)$$

$$\text{где } K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{nv} = \left(\frac{190}{210} \right)^{1,3} = 0.88$$

$$K_{uv} = 1, K_{lv} = 1.$$

$$\text{Таким образом: } V = \frac{9,8 \times 45^{0,4}}{75^{0,2} \times 0,25^{0,5}} \times 0,88 = 32,9 \text{ м/мин}$$

Осевая силу рассчитываем по формуле:

$$P_o = C_p \times 10 \times D^p \times S^y \times K_p \quad (2.4)$$

$$C_p=68; \rho=1; \gamma=0.7;$$

$$P_o = 68 \times 10 \times 45^1 \times 0.25^{0.7} \times 1.06 = 12325 \text{ Н}$$

Механизм подачи данного станка допускает силу подачи $P_{\max}=16 \text{ Мн}$, что Намного выше, чем $P_0=0.012 \text{ Мн}$.

Крутящий момент определяем так:

$$M_{kp} = 9.81 \times C_m \times D^{\rho} \times S^{\gamma} \times K_p \quad (2.5)$$

Мощность, необходимая для данной операции составляет:

$$N_p = \frac{M_{kp} \times n d}{9750} \quad (2.6)$$

Тогда
$$N_p = \frac{203.2 \times 200}{9750} = 4.1 \text{ кВт}$$

Паспортная мощность привода станка составляет 18 кВт, $\eta=0.8$.
Следовательно, по требуемой мощности резания, данный станок удовлетворяет выполнению операции.

Техническое нормирование операции [12].

Неполное штучное время (на обработку единицы изделия), составляет:

$$T_{шт.} = \frac{l}{n \times S_m} = \frac{l + y + \Delta}{n \times S} \quad (2.7)$$

где $y=0.3 \times D=0.3 \times 45=13.5 \text{ мм}$; $\Delta=1 \div 3 = 2 \text{ мм.}$; $L=34 \text{ мм.}$

$$T_{шт} = (34 + 13.5 + 2) / 200 \times 0.25 = 0.99 \text{ мин}$$

Расчеты по 2-й позиции:

Выбираем режущий инструмент – резец, материал режущей части – твердый сплав Т15К10.

Пользуясь справочными данными [11,14], определяем режимы резания

Стойкость резца – $T=180 \text{ мин}$

Подача $S=0.25 \text{ мм/об}$

Скорость $V=60 \text{ м/мин.}$

Число оборотов шпинделя станка $n=200 \text{ об/мин.}$

Мощность, которая затрачивается на растачивание отверстия составляет:

$N=1,4$ кВт.

Расчеты по 3-й позиции:

Содержание операции: шлифовать $\varnothing 90js\left(\begin{smallmatrix} +0,012 \\ -0,009 \end{smallmatrix}\right)$, $L=28$ мм.

Оборудование - внутришлифовальный станок модели 3Л725АФ2И

Режущий инструмент – шлифовальная головка, тип АW (ГОСТ 2447-82).

Мерительный инструмент – микрометрический нутромер 75-100.

Материал шлифовальной головки 37А – титанистый электрокорунд, применяемый для обработки сталей, связка керамическая. Зернистость М10-М5, индекс 40Н. Степень твердости круга СМ2-С2. Класс точности А.

Скорость резания составляет 35 м/с.

Таким образом [1]:

Скорость резания $V=35$ м/с

Подача круга $Sk=15-35$ м/мин

Продольная подача $S_{пр}=5-20$ м/минг

Поперечная подача $S_{пш}= 0,005-0,02$ м/ход.

Мощность резания при шлифовании определяется:

$$N = C_n \times V_3^r \times t^x \times S^y \times d^p \quad (2.8)$$

где $d=90$ мм, $C_p=2,65$, $V_3= 25$ м/мин, $r=0,5$, $x=0,5$, $y=0,55$, $p=0$.

Тогда $N=2,65 \times 30^{0,5} \times 0,05^{0,5} \times 5^{0,55} \times 90^0 = 2,5$ кВт

Данная рассчитанная мощность не превышает мощности главного привода станка: $2,5 < 7$ кВт.

Штучное время по данной позиции:

$$T_{н.шт.} = \frac{l \times h}{n_3 \times S_n \times S_{пш}} \times K \quad (2.8)$$

$L= 28$ мм, $h= 0,258$ мм, $n_3 = 480$ об/мин, $S_n=5$ м/мин, $S_{пш}=0,005$ мм/ход

$K= 1,4$. Таким образом: $T_{н шт}=0,8$ мин.

Для окончательного шлифования штучное время составляет:

$$T_{шт.} = (T_{н.шт.} + T_{\epsilon}) \times \left(1 + \frac{K_1 + K_2}{100} \right) \quad (2.9)$$

$T_{шт}= 2,2$ мин.

Так как данный станок с ЧПУ, то управляющая программа разрабатывается по следующей схеме (рис. 2.2) [15].



Рисунок 2.2 – Процесс разработки управляющей программы

Каждая команда в УП состоит из одного или нескольких слов. А слово состоит из:

- 1) буквенного адреса (один из G, F, X, Z, P, M, S, T)
- 2) математического знака +, -
- 3) значение буквенного адреса

Основное назначение буквенных адресов:

- N – номер кадра, может принимать значение от 0 до 249.
- G – подготовительная функция, постоянный цикл.
- X, Z – геометрические параметры по осям.
- S - частота вращения шпинделя, скорость резания.
- T - функция инструмента, номер инструмента, номер корректора.
- M - вспомогательная функция.
- P - команда перехода в группе команд передачи управления, параметр G функции.
- F - функция подачи, шаг резьбы.

2.3 Разработка маршрута обработки корпуса

Для обработки корпуса подшипника в качестве основных баз приняты торцы основного отверстия и плоскость [4,11]. По технологическому процессу предусмотрено использование наружных пазов и внутренних цилиндрических поверхностей. В таблице 2.1 показан маршрут обработки корпуса подшипника.

Таблица 2.1 – Маршрут обработки корпуса подшипника

№ операции	Наименование операции и переходов	Инструмент	Приспособление	Оборудование
	Заготовительная			Газорезательная машина
005	Слесарная	Зубило, молоток		Верстак
010	Фрезерная (фрезеровать торцы 120x120 мм)	Фреза торцевая ГОСТ24359-80	Тисы машинные	Вертикально-фрезерный станок 6313
015	Фрезерная (фрезеровать плоскость 34x120x120)	Фреза торцевая ГОСТ24359-80	Тисы машинные	Вертикально-фрезерный станок 6313
020	Фрезерная (фрезеровать паз18x10x120)	Фреза концевая ГОСТ 17026-71	Тисы машинные	Вертикально-фрезерный станок 6313
025	Сверлильная (сверлить отв. Ø40)	Сверло Ø25 ГОСТ10902-77	Патрон самоцентрирующий четырехкулачковый ГОСТ 2675-80	Токарно-винтор.станок 16A25Ф3С39
030	Фрезерная (фрезеровать паз18x10x120)	Фреза концевая ГОСТ 17026-71	Тисы машинные	Вертикально-фрезерный станок 6313
035	Токарная черновая (расточить отв. Ø45, Ø90, Ø110)	Расточной резец для глухих отв. ГОСТ 18873-73	Патрон самоцентрирующий четырехкулачковый ГОСТ 2675-80	Токарно-винтор.станок 16A25Ф3С39
040	Токарная чистовая (расточить отв. Ø90 _{js6})	Расточной резец для глухих отв. ГОСТ 18873-73	Патрон самоцентрирующий четырехкулачковый ГОСТ 2675-80	Токарно-винтор.станок 16A25Ф3С39

Продолжение табл.2.1

045	Сверлильная (сверлить отв. Ø5) Нарезать резьбу М6	Сверло Ø5 ГОСТ10902-77 Метчик М6 ГОСТ3266-81	Тисы машинные	Радиально-сверлильный станок 2А544
050	Шлифовальная (шлифовать пазы 18х10х120, выдерживая между ними размер 100-0,035)	Круг шлифовальный тип ПП ГОСТ2424-83	Тисы машинные	Плоско-шлифовальный станок 3Л723АФ2И

2.4 Анализ технологий производства корпусных деталей

Технологический маршрут корпуса коробки передач (КПП) в условиях серийного производства включает следующие основные операции:

- 1) обработку плоскости разъёма;
- 2) сверление отверстий в приливах;
- 3) фрезерование площадок при базировании заготовки по плоскости разъёма;
- 4) сверление отверстий в плоскости разъёма (включая отверстия под установочные пальцы);
- 5) окончательную обработку плоскости разъёма;
- 6) сборку корпуса коробки;
- 7) предварительное растачивание основных отверстий при базировании заготовки по двум отверстиям и плоскости;
- 8) обработку торцовых поверхностей, перпендикулярных осям основных отверстий при базировании заготовки по двум отверстиям и плоскости;
- 9) окончательное растачивание основных отверстий;
- 10) окончательное растачивание отверстия в верхней части корпуса с базированием заготовки по двум основным отверстиям; при этом должна обеспечиваться перпендикулярность оси отверстия в верхней части осям основных отверстий с отклонением не более 0,05 мм на 100 мм длины;
- 11) разборку корпуса коробки передач;
- 12) фрезерование боковой поверхности.

Последующие операции связаны с обработкой мелких отверстий цекованием отверстий, нарезанием в них резьбы, фрезерованием площадки под кронштейны и бонки. Перед окончательным контролем выполняют операции мойки и контрольного взвешивания [16].

Корпус КПП является разъёмным. Корпус коробки — разъёмный, верхнюю и нижнюю части изготавливают литьём в кокиль из алюминиевого сплава или чугуна. Картер коробки, а также крышка изготавливаются из серых чугунов марки СЧ24 и СЧ18. В таблице 2.2 представлен химический состав указанных марок чугуна.

Таблица 2.2 – Химический состав чугунов

Марка чугуна	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
				Не более			
СЧ 24	2,9-3,2	1,2-1,6	0,8-1,2	0,2	0,15	0,3	0,5
СЧ 18	3,1-3,4	1,7-2,1	0,8-1,2	0,3	0,15	0,3	0,5

В дальнейшем рассмотрим виды износа корпусных деталей, технологии восстановления основных деталей коробки переключения передач автомобилей.

3 Технология ремонта корпуса коробки переключения передач

Коробка переключения передач (КПП) является одной из ответственных узлов автомобиля. КПП- элемент трансмиссии автомобиля, передающий мощность от двигателя внутреннего сгорания (ДВС) на ведущие колеса, что обеспечивает возможность расширения диапазона частоты вращения и крутящего момента мотора. Именно этот узел отвечает за работу мотора, влияет на динамику движения и на расход топлива[16].

Известны следующие аббревиатуры КПП: МКПП, АКПП, РКПП, CVT и др. Механическая КПП является самым простым и надежным в эксплуатации типом трансмиссии (рис.3.1).



Рисунок 3.1 - Механическая коробка переключения передач

АКПП – гидромеханическая коробка переключения передач, передача крутящего момента в которой осуществляется с помощью электронного блока управления. Основными рабочими элементами АКПП являются гидротрансформатор и планетарная передача (рис.3.2, 3.3).

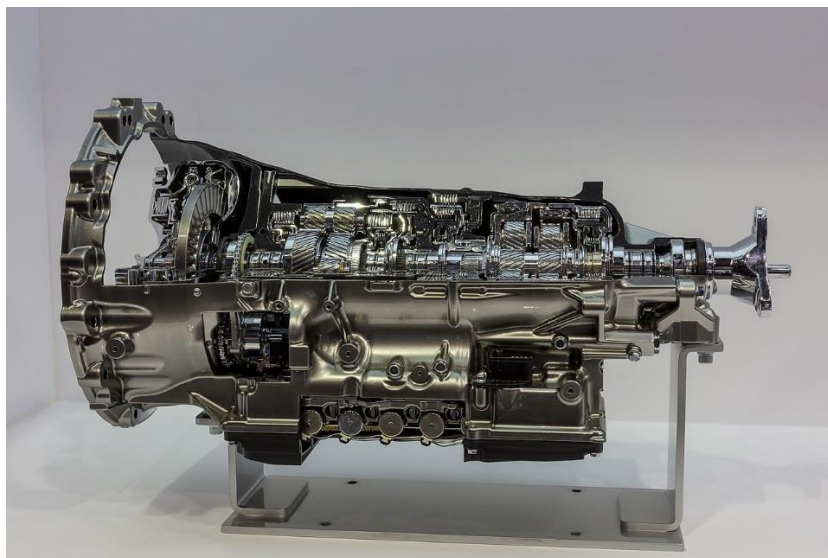


Рисунок 3.2 – Автоматическая КПП

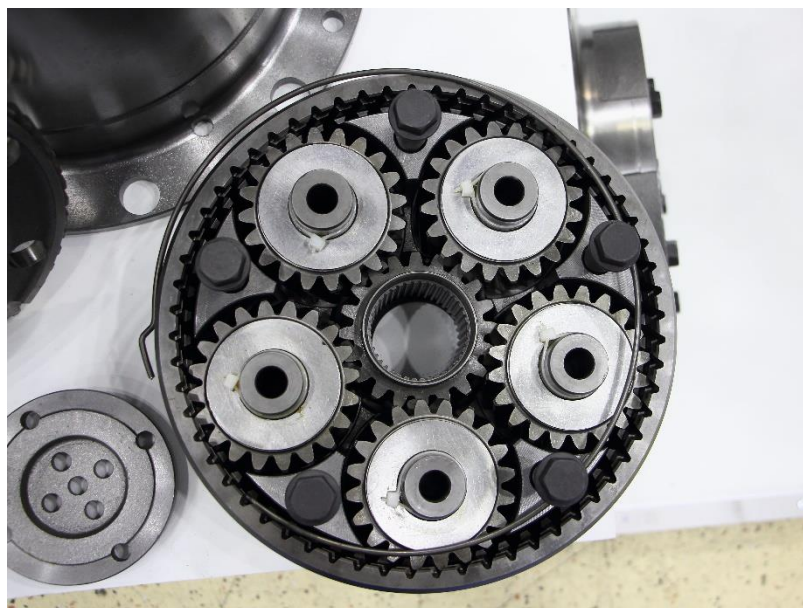


Рисунок 3.3 – Планетарная КПП

CVT или вариатор – фактически не имеет фиксированного количества передач и может выдавать неограниченное количество передаточных чисел (рис.3.4).

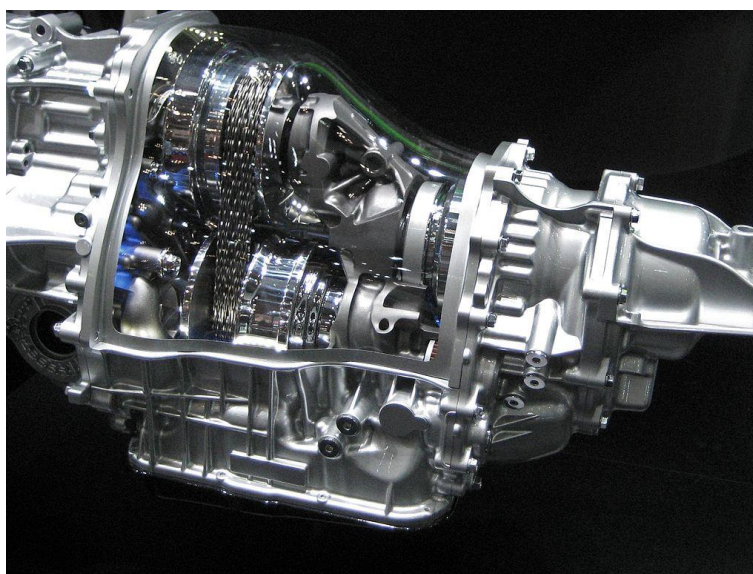


Рисунок 3.4 – Бесступенчатая КПП

Роботизированная КПП является гибридом АКПП и МКПП, в которой переключение передач осуществляется с помощью сервоприводов.

Основной деталью любых КПП является корпус (картер), который подвергается при эксплуатации различным динамическим нагрузкам и может привести к пробоям.

Виды износа и поломок рассмотрены в разделе 1.3.

3.1 Методы восстановления и критерии их выбора

При всех возникающих дефектах в процессе эксплуатации машин и механизмов, необходимо обеспечить работоспособность различных типов соединений, для чего нужно восстановить правильные геометрические формы и механические свойства поверхностей деталей и заданные при первоначальном изготовлении допуски на размеры. До проектирования технологических процессов ремонта машины, необходимо знать технологию ее изготовления. Ориентируясь на те технические требования, которые закладывались в процессе производства машины, можно выбрать наиболее рациональный способ или метод восстановления качества изношенных или поврежденных деталей.

В процессе ремонта, восстановление этих параметров осуществляется для новых, так называемых, ремонтных размеров. Ремонтные размеры закладываются при производстве различного оборудования на особо ответственные, часто изнашиваемые поверхности и детали. Например, ремонтные размеры на коренные шейки коленчатых валов двигателей. Такая технология позволяет сократить сроки ремонта и обеспечить повышение ресурса работы машины [16].

Восстановление исходных параметров узлов и их деталей может быть осуществлено различными методами и способами, такими, как обработка деталей давлением, производство дополнительных запасных комплектов, нанесением разного рода покрытий, в том числе гальванических, нанопокрывтий и т.п.

В таблице 3.1 представлена классификация распространенных способов восстановления деталей автомобилей.

Таблица 3.1 – Способы восстановления деталей

Слесарно-механическая	Обработка давлением	Сварка и наплавка	Напыление	Гальванические покрытия	Клеевые составы и пластмассы
Под ремонтный размер	Правка	Ручная	Газовое	Хромирование	Клеевыми составами
С применением дополнительной ремонтной детали	Осадка	Механизированная	Электродуговое	Отстаивание	Покрывтие пластмассами
	Раздача		Плазменное		
	Обжатие				

Сущность обеспечения ремонтного размера состоит в том, что наиболее дорогостоящую деталь из узла, подвергают механической обработке. При этом достигаются размеры, отличные от первоначального в сторону его увеличения или уменьшения от размера, указанного на рабочем чертеже. Механической обработке подвергают часть или всю изношенную поверхность до достижения

требуемого ремонтного размера. А другую менее дорогостоящую деталь либо заменяют новой, либо также выполняют механообработку.

Данный способ применяется при ремонте гнезд под подшипники качения в корпусных деталях автомобиля.

Другой способ восстановления связан с применением свойств пластичности материала изношенной детали.

Следующий способ – это методы сварки и наплавки. На изношенную или поврежденную поверхность наплавляют металл, а затем выполняют механическую обработку детали. При наличии сколов или образования пробоин, выполняют наложение заплат и последующую их сварку с основным материалом детали. Также после сварки или наплавки требуется механообработка.

Сущность способа напыления состоит в том, что на дефектную поверхность напыляют расплавленный металл. При этом данную поверхность соответствующим образом предварительно подготавливают. К эффективным методам относятся лазерное и плазменное напыление.

Гальванические покрытия схожи с методами термической обработки – хромированием, никелированием, меднением, фосфатированием. В этом случае осуществляют нанесение покрытия в гальванической ванне, методом электролитического осаждения металла на подготовленную, поврежденную поверхность.

Если на детали образовались вмятины, пробоины, трещины, их можно восстановить заполнением специальными клеевыми соединениями или пастами. Например, на стенках рубашки охлаждения головки и блока цилиндров возникающие трещины заделывают стеклотканью, которая предварительно пропитана клеевым составом. Таким же образом восстанавливают корпуса топливных баков и других емкостных деталей.

Выбор соответствующего способа восстановления, ремонта детали определяется технико-экономическим обоснованием. Принцип такой- стоимость отремонтированной детали должна обеспечить максимальный срок ее службы, но не должна превышать стоимость новой детали.

Критерии выбора способа восстановления детали зависят от ряда факторов:

- конструкторско-технологических особенностей и условий работы детали в узле;
- степени их износа;
- свойств способов восстановления;
- стоимости технологии восстановления.

Оценка применяемого способа выполняется по 3-м критериям:

- а) применимости;
- б) долговечности;
- в) технико-экономическому расчету.

Критерий применимости определяется функцией:

$$K_{\pi} = f_1(M_d; \Phi_d; D_d; I_d; H_d; \Sigma T_i), \quad (3.1)$$

где M_d - материал детали,

Φ_d - форма изношенной поверхности,

D_d - диаметр восстанавливаемой поверхности,

I_d - износ детали,

H_d - характер и значение нагрузки, которую воспринимает изношенная детали или поверхность,

ΣT_i - сумма технологических особенностей предлагаемого способа восстановления.

Данный критерий является качественным, не имеет количественной оценки. Предварительный критерий, позволяющий выбрать подходящий способ восстановления с помощью использования данных о современных способах ремонта, по данным передовых ремонтных, авторемонтных предприятий и компаний, информации из литературно-технических источников,

Предварительную оценку по этому критерию можно почерпнуть из табл.3.2

Таблица 3.2 – Технологические характеристики различных способов

Технологические характеристики способов	Способы восстановления							
	Наплавка в среде CO_2	Вибродуговая наплавка	Наплавка под слоем флюса	Напыление	Хромирование	Остаточное	Клеевые композиции	Ручная дуговая наплавка
Виды металлов и сплавов, по отношению к которым применим способ Виды поверхностей, по отношению к которым применим данный способ	Сталь	Сталь, чугун	Сталь	Все материалы	Сталь	Сталь, серый чугун	Все материалы	Все материалы
	Наружные цилиндрические, плоские	Наружные и внутренние цилиндрические	Наружные цилиндрические и плоские	Наружные цилиндрические, плоские	Наружные и внутренние цилиндрические	Наружные и внутренние цилиндрические, плоские	Наружные и внутренние цилиндрические, плоские	Наружные и внутренние цилиндрические, плоские
Применимость способа по отношению к деталям, испытывающим знакопеременные нагрузки	Применим	Не применим	Применим	Не применим	Применим	Применим	Применим	Применим

Продолжение табл.3.2

Минимальный диаметр (наружный) деталей класса «Круглые стержни», мм	10	15	35	30	5	12	5	10
Минимальный диаметр (внутренний) деталей класса «Корпусные» и «Полые цилиндры», мм		50			40	40	8	40
Наименьшая практическая толщина покрытия, мм	0,5	0,3	1,5	0,3	0,05	0,1	0,1	1,0
Наибольшая практическая толщина покрытия, мм	3,5	3,0	5,0	8,0	0,6	3,0	3,0	6,0
Снижение усталостной прочности, %	15	50	15	45	20	25	0	30

Работоспособность деформированной или поврежденной детали можно определить с помощью критерия долговечности.

Доказано, что K_d детали не должен быть ниже 0,8 (80%). Это означает, что процесс восстановления детали должен обеспечивать до 80% нормы пробега для новых машин и агрегатов.

Коэффициент долговечности определяется:

$$K_d = f(K_i, K_v, K_{сц}) \quad (3.2)$$

где K_i - коэффициент износостойкости,

K_v – коэффициент выносливости,

$K_{сц}$ – коэффициент сцепляемости.

Такие коэффициенты приводятся в справочниках для соответствующих способов восстановления. Если такие данные отсутствуют, то необходимо проведение экспериментальных исследований.

Заключительное решение по применению того или иного способа восстановления поверхности или детали в целом осуществляется после определения коэффициента технико-экономической эффективности:

$$K_{\varepsilon} = K_{\Pi} \varepsilon_A / 100 \quad (3.3)$$

где K_{Π} – коэффициент производительности данного способа,

ε_A - сравнительная экономичность предлагаемого способа, в %.

Определив подходящие способы по двум предыдущим критериям, с помощью данного критерия следует выбрать тот способ, который имеет наибольшие значения K_3 .

Значения коэффициентов K_3 и $K_П$ для некоторых способов, применяемых в автомобилестроении показаны в табл. 3.3.

Таблица 3.3 - Коэффициенты технико-экономической эффективности и производительности

Способ восстановления	$K_П$	K_3
Применение ремонтных размеров	2,60-2,40	0,875
Пластическое деформирование горячее	2,60-2,30	0,845
Применение клеевых композиций	1,73-1,37	0,455
Наплавка в среде флюса	1,62-1,45	0,436
Напыление	1,62-1,35	0,400
Пластическое деформирование (холодное)	1,00	0,345
Вибродуговая наплавка	0,85-0,72	0,256
Пористое хромирование	0,59-0,48	0,125
Замена части детали с применением сварки трением	2,90-2,30	0,025

При производстве деталей расходы на материалы и получение заготовок в среднем составляют 70-75% от полной себестоимости их изготовления. При износе рабочих поверхностей деталей, потери металла незначительные, составляют не более 0,2-0,3 %. Затраты, связанные с восстановлением поверхностей перечисленными методами, не превышают 6-8%, т.к. заготовкой является сама восстанавливаемая деталь.

Долговечность отремонтированных деталей должна быть не менее 80% от ресурса такой же новой детали.

3.2 Проектирование технологического процесса ремонта корпуса

Анализ технологических процессов восстановления деталей машин показал, что эффективнее и целесообразнее применять типовые решения и методики для разработки маршрутных и операционных планов. Такой подход позволяет значительно сократить сроки разработки и внедрения технологий ремонта с обеспечением стабильного качества восстанавливаемых машин, их узлов и деталей [17,18].

Восстановление корпуса коробки передач осуществляется в последовательности, указанной на рисунках 3.5-3.13. На рис.3.5 показано место пробойны в корпусе в процессе эксплуатации. Место пробойны зачищается и прорабатывается конструкторская документация для восстановления корпуса.

На рис. 3.6 подготовка заплата для пробойны. Изготавливаем зачатку. Вырезаем на станке плазменной резки, затем повторяем углы на гибочном станке.



Рисунок 3.5 – Место пробойны в корпусе



Рисунок 3.6 – Подготовка заплаты

Привариваем изготовленную зачатку на подготовленное место пробойны специальными электродами соблюдая температурный режим (рис.3.7).



Рисунок 3.7 - Установка заплатки

Далее осуществляется проверка качества швов капиллярным методом и выполняется комплекс малярных работ (рис.3.8).

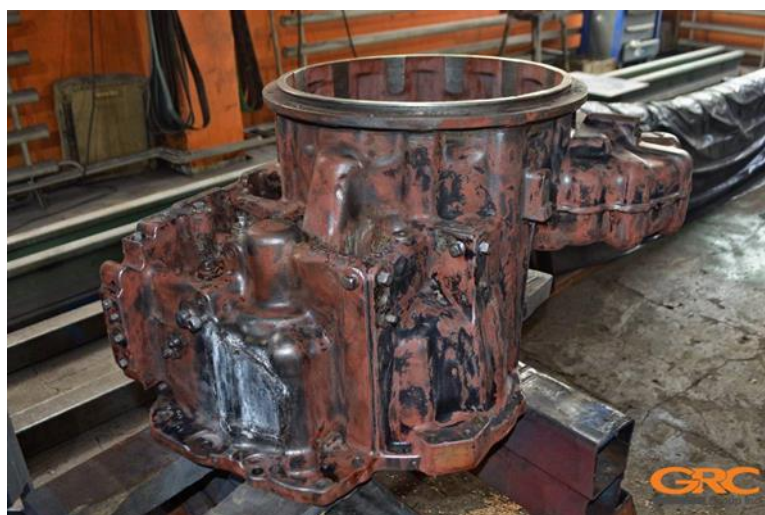


Рисунок 3.8 - Проверка качества сварочных швов

Нами представлен маршрут ремонт восстановления посадочного места (рис.3.9). Далее выполняется замер размеров и подготовка конструкторской документации. Выставляем КПП на координатно-расточной станок, растачиваем сквозное отверстие и фрезеруем глухое посадочное место, создавая технологическую базу под сварку (рис.3.10).

Изготавливаем технологическое кольцо для монтажа на место глухого посадочного места (рис.3.11).

Подбираем сварочный материал, после чего привариваем технологическое кольцо под посадку вала второй передачи, и наплавляем внутренний диаметр вала шестерни (рис.3.12).



Рисунок 3.9 – Посадочные места, подлежащие восстановлению

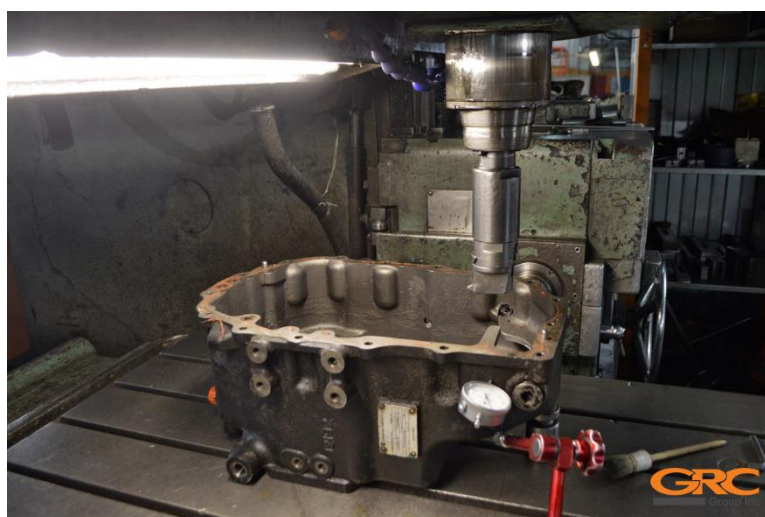


Рисунок 3.10 – Обработка поверхности стыка



Рисунок 3.11 - Технологическое кольцо

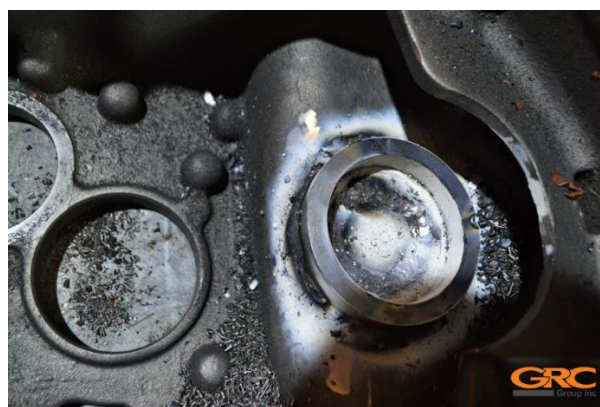


Рисунок 3.12 – Установка технологического кольца

Повторно выставляем на координатно-расточной станок, где растачиваем сквозное посадочное место под подшипник в заводской диаметр и фрезеруем швы глухой посадки (рис.3.13). Финальным осуществляется проверка качества работ, покраска и сдача заказчику [18].



Рисунок 3.13 – Подготовка места под подшипник

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тема дипломного проекта связана с разработкой и совершенствованием технологических процессов изготовления и ремонта корпусных деталей.

В процессе дипломирования были изучены классификация корпусных деталей, основные технические требования к конструкции и материалам. Классификация корпусов связана с конструктивными параметрами и родом выполняемых ими служебных функций, например, фундаментальные плиты, станины станков, рамы автомобилей и т.п. Выполнен анализ износа корпусных деталей. Основными видами износа корпусов являются пробоины, сколы, износ подшипниковых гнезд, трещины и износ шлицевых и шпоночных пазов.

Технологический процесс производства корпусов осуществляется по типовым технологиям. Базирование осуществляется по традиционной схеме- на плоскость и два отверстия с соблюдением принципов постоянства и совмещения баз. Обработка основных плоскостей чаще выполняется методами фрезерования и шлифования, а основных отверстий – методами растачивания и шлифования.

Разработана технология изготовления корпуса подшипника в серийном производстве. Выполнен анализ технических требований к корпусу, разработан маршрутный технологический процесс. Выполнены расчеты режимов обработки и нормирование технологических операций по обработке корпуса подшипника.

Выполнен анализ применяемых способов восстановления изношенных или дефектных деталей машин. Проанализирована технология ремонта корпусных деталей на примере картера коробки переключения передач. Рассмотрены методы восстановления изношенных поверхностей, а также критерии оценки этих методов: коэффициенты применимости, долговечности и технико-экономической эффективности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2013. – 568 с.
- 2 Безъязычный В.Ф., Корнеев В.Д., Чистяков Ю.П., Аверьянов И.Н. Технология машиностроения. Учебное пособие по выполнению курсового проекта / Сост. Безъязычный В.Ф., Корнеев В.Д., Чистяков Ю.П., Аверьянов И.Н.; РГАТА – Рыбинск, 2004. 141 с.
- 3 Безъязычный В.Ф., Технология машиностроения: Учебное пособие. Ч. 1 – Рыбинск: РГАТУ, 2015. – 164 с.
- 4 Безъязычный В.Ф. Технология машиностроения: Учебное пособие. Ч.2 – Рыбинск: РГАТУ, 2015. – 204 с.
- 5 Семенов А.Н. Технологичность конструкции изделия машиностроения - Рыбинск: РГАТУ имени П. А. Соловьева, 2016. -150 с.
- 6 Шабашов А.А. Проектирование машиностроительного производства: Учебное пособие - Екатеринбург издательство уральского университета, 2016 – 134с.
- 7 Круглов Е.П., Галимов Э.Р., Аблясова А.Г., Галимова Н.Я., Юрасов С.Ю., Ганиев М.М., Схиртладзе А.Г., Рябов Е.А. Выбор и способы изготовления заготовок для деталей машиностроения. - Казань, 2015.- 85с.
- 8 ГОСТ 19903-2015 Прокат листовой горячекатаный. Сортамент.- М.: Стандартинформ, 2016.
- 9 ГОСТ 14637-89 Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. - М.: Стандартинформ, 2009.
- 10 Желобова Т.А. Расчет припусков на обработку деталей. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине технология машиностроения. - Владимир, 2010. – 63с.
- 11 Справочник технолога-машиностроителя /Под ред. А.М.Дальского . В 2-х Т. -М.: Машиностроение. Т. 1, 2003.-912 с; Т.2, 2003-943 с.
- 12 Морозов И.М. , Гузеев В.И., Фадюшин С.А. Техническое нормирование операций механической обработки деталей. - Челябинск, 2013. – 60с.
- 13 Мальцев В.Г., Моргунов А.П., Морозова Н.С., Артюх Р.Л. Технологическая оснастка. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2019. – 90с.
- 14 Справочник технолога /А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; под общ ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение , 2004. – 784 с.
- 15 Маслов А.Р. Многооперационные станки и системы ЧПУ: Обзор // - М.: «Издательство «ИТО», 2006. – 223 с.
- 16 Таран Г.М., Гамалеев П.П., Ястребов Г.Ю. Технология восстановления и упрочнения автомобильных деталей.- Рубцовск, 2009.- 90 с.
- 17 Восстановление автомобильных деталей: технология и оборудование: Учебник /Под ред. В.Е. Канарчука. – М.: Транспорт, 1995. – 304 с.
- 18 Карагодин В.И., Митрохин Н.Н. Ремонт автомобилей и двигателей. – М.: Мастерство; Высшая школа, 2001. – 469 с.