

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИИ И ДИЗАЙНА»

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИЙ И ЭНЕРГЕТИКИ

Кафедра материаловедения и технологии машиностроения

ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОРПУСОВ

Методические указания к курсовой работе
по технологии машиностроения

Санкт-Петербург

2016

УДК 621(075)

Типовые технологические процессы механической обработки корпусов: методические указания к курсовой работе по технологии машиностроения /сост.: А.В. Гропянов, Н.Н. Ситов, М.Н. Жукова; ВШТЭ СПбГУПТД: СПб., 2016,-19 с.

Рассмотрены основные виды корпусов, технологические задачи при их изготовлении, материал и заготовки, схемы базирования и типовые маршруты обработки. Предназначены для студентов всех форм обучения по направлению 15.03.02. «Технологические машины и оборудование»

Рецензент: зам. директора института безотрывных форм обучения,
канд. техн. наук, доцент В.О. Варганов.

Подготовлены и рекомендованы к печати кафедрой материаловедения и технологии машиностроения Высшей школы технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна (протокол № 7 от 25.02.2016).

Утверждены к изданию методической комиссией института технологии ВШТЭ СПбГУПТД (протокол № 4 от 24.03.2016)

© Высшая школа технологии и энергетики
СП,ГУПТД, 2016

Антон Васильевич Гропянов
Николай Николаевич Ситов
Мария Николаевна Жукова

ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОРПУСОВ

Методические указания к курсовой работе

Редактор В.А.Басова

Техн. редактор Л.Я. Титова

Темплан 2016г.,поз.28

Подп. к печати 24.03.2016 Формат 60х84/16. Бумага тип. №1.

Печать офсетная. Объем 1,25 печ. л., 1,25 уч.-изд.л.

Тираж 100 экз. Изд. № 28 Цена «С». Заказ

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна. 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных этапов курсовой работы по технологии машиностроения является разработка технологического процесса (ТП) механической обработки детали. При этом для подавляющего большинства деталей при разработке ТП может быть использован типовой маршрут механической обработки с внесением в него изменений, учитывающих особенности конструкции данной конкретной детали.

Принцип типизации технологических процессов основан на идее проф. А.П. Соколовского, что детали, имеющие общие конструктивные и технологические признаки, нужно обрабатывать, применяя единый ТП, который назван типовым.

Работа по типизации ТП начинается с проведения классификации. Основной задачей классификации является приведение всего многообразия заготовок, поверхностей и их сочетаний к минимальному количеству типов, для которых можно разрабатывать типовые ТП в нескольких вариантах, чтобы для любого конкретного случая обработки заготовки данного типа можно было выбрать наиболее рациональный типовой процесс для данных условий производства. В классификаторе все машиностроительные детали делятся на шесть классов: 71,72,73,74,75,76. Каждый класс делится на подкласс, затем на группы и подгруппы; при этом учитываются определенные конструктивные признаки деталей.

Следующим этапом типизации ТП является разработка принципиально общего ТП с установлением типовых последовательности и содержания операций, типовых схем базирования и типовой оснастки. В различных справочниках, учебниках и учебных пособиях приведены маршруты обработки типовых деталей: *валов, втулок, рычагов, корпусов, зубчатых колес*. Причем для отнесения детали к одному из указанных типов нужно знать только ее конфигурацию и габариты.

Отнеся деталь к одному из указанных типов, нужно выбрать типовой маршрут для данного типа производства и скорректировать его применительно к конкретным особенностям каждой детали. В настоящих методических указаниях приведены типовые маршруты механической обработки корпусов. Для них рассмотрены основные технологические задачи, основные схемы базирования, применяемый материал, виды и методы получения заготовок. В таблицах приведены типовые маршруты механической обработки с указанием основных этапов, оборудования и приспособлений. Типовые ТП обработки приведены с указанием переходов для каждой операции, оборудования приспособлений, инструментов, операционных эскизов и схем обработки на основных операциях.

ТИПОВЫЕ МАРШРУТЫ ОБРАБОТКИ КОРПУСОВ

Основные виды корпусных деталей

Корпусные детали – это базовые детали, служащие для размещения в них сборочных единиц и отдельных деталей. Характерная особенность корпусов призматической формы – наличие опорных, достаточно протяженных и точных, плоскостей и отверстий, и нескольких осей симметрии.

К корпусным деталям призматической формы относят:

а) детали коробчатой формы в виде параллелепипеда, габариты которых имеют одинаковый порядок: корпуса редукторов, коробок скоростей, коробок передач, шпиндельных бабок (рис. 1 а);

б) корпусные детали с гладкими цилиндрическими поверхностями, протяженность которых превышает их диаметральные размеры: блоки цилиндров двигателей и компрессоров, корпуса различных цилиндров и гидрораспределителей, а также корпуса задних бабок, обеспечивающих базирование выдвигной пиноли и заднего центра (рис. 1 б);

в) корпусные детали типа кронштейнов, угольников и стоек (рис. 1 в).

При обработке корпусных деталей призматической формы решаются общие технологические задачи: обработки плоскостей фрезерованием или строганием и основных отверстий на токарных или расточных и сверлильных станках.

Основные технологические задачи

Точность размеров:

– точность диаметров основных отверстий под подшипники IT7, реже IT6;

– точность межосевых расстояний для цилиндрических зубчатых передач с межцентровым расстоянием 50-800 мм по СТСЭВ 641-77 от ± 25 до ± 280 мкм;

– точность расстояний от осей отверстий до установочных плоскостей может колебаться в широких пределах от IT6 до IT11.

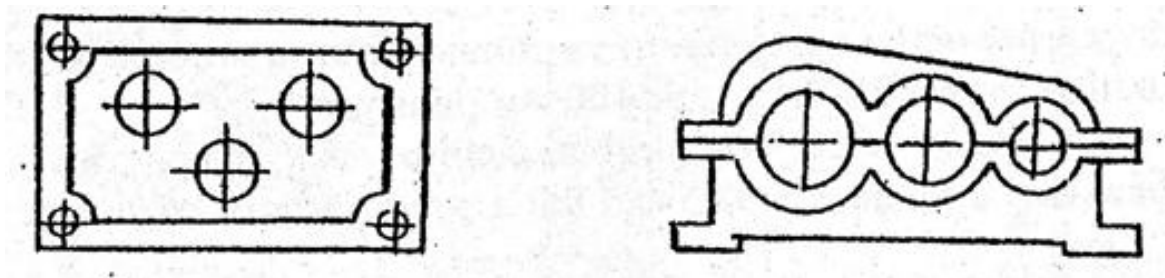
Точность формы:

– для отверстий, предназначенных для подшипников качения и скольжения, допуск круглости и допуск профиля продольного сечения не должен превышать 0,25–0,5 допуска на диаметр в зависимости от точности или типа подшипника;

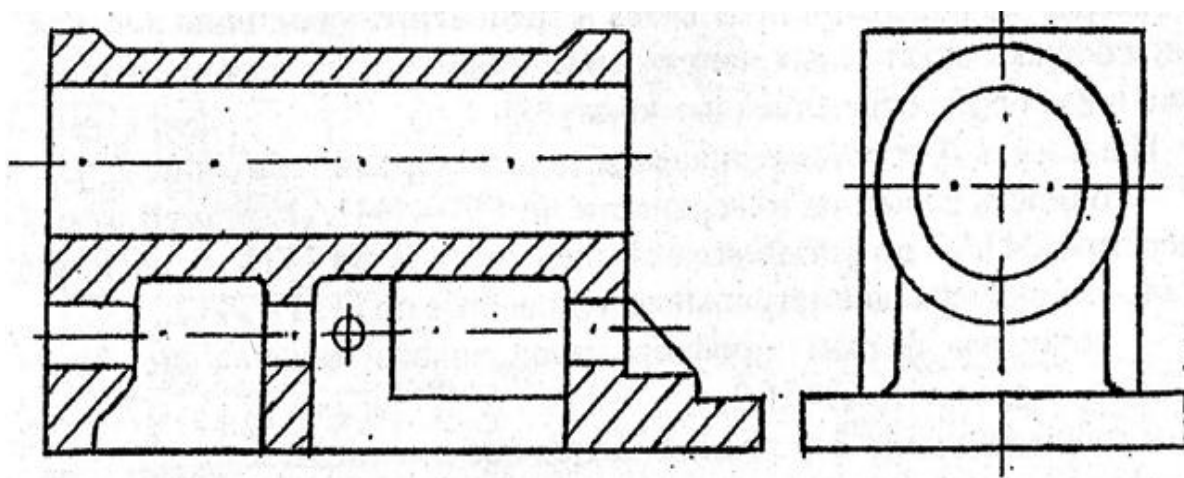
– допуск прямолинейности поверхностей прилегания не должен превышать 0,05–0,20 мм на всей длине;

– допуск плоскостности поверхностей скольжения 0,05 на длине 1 м.

a



б



в

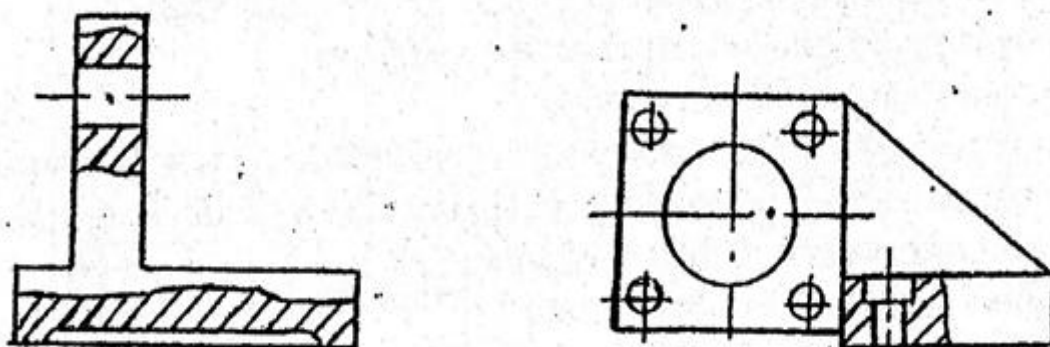


Рис. 1. Виды корпусных деталей

Точность взаимного расположения поверхностей:

- допуск соосности отверстий под подшипники в пределах половины допуска на диаметр меньшего отверстия;
- допуск параллельности осей отверстий в пределах 0,02–0,05 мм на 100 мм длины;
- допуск перпендикулярности торцовых поверхностей к осям отверстий в пределах 0,01–0,1 мм на 100 мм радиуса;
- у разъемных корпусов несовпадение осей отверстий с плоскостью разъема в пределах 0,05–0,3 мм в зависимости от диаметра отверстий.

Качество поверхностного слоя.

Шероховатость поверхностей отверстий $R_a = 2,5 \dots 0,25$ мкм (для IT7); $R_a = 6,3 \dots 0,63$ мкм, поверхностей скольжения $R_a = 1,0 \dots 0,2$ мкм, торцовых поверхностей $R_a = 6,3 \dots 1,25$ мкм.

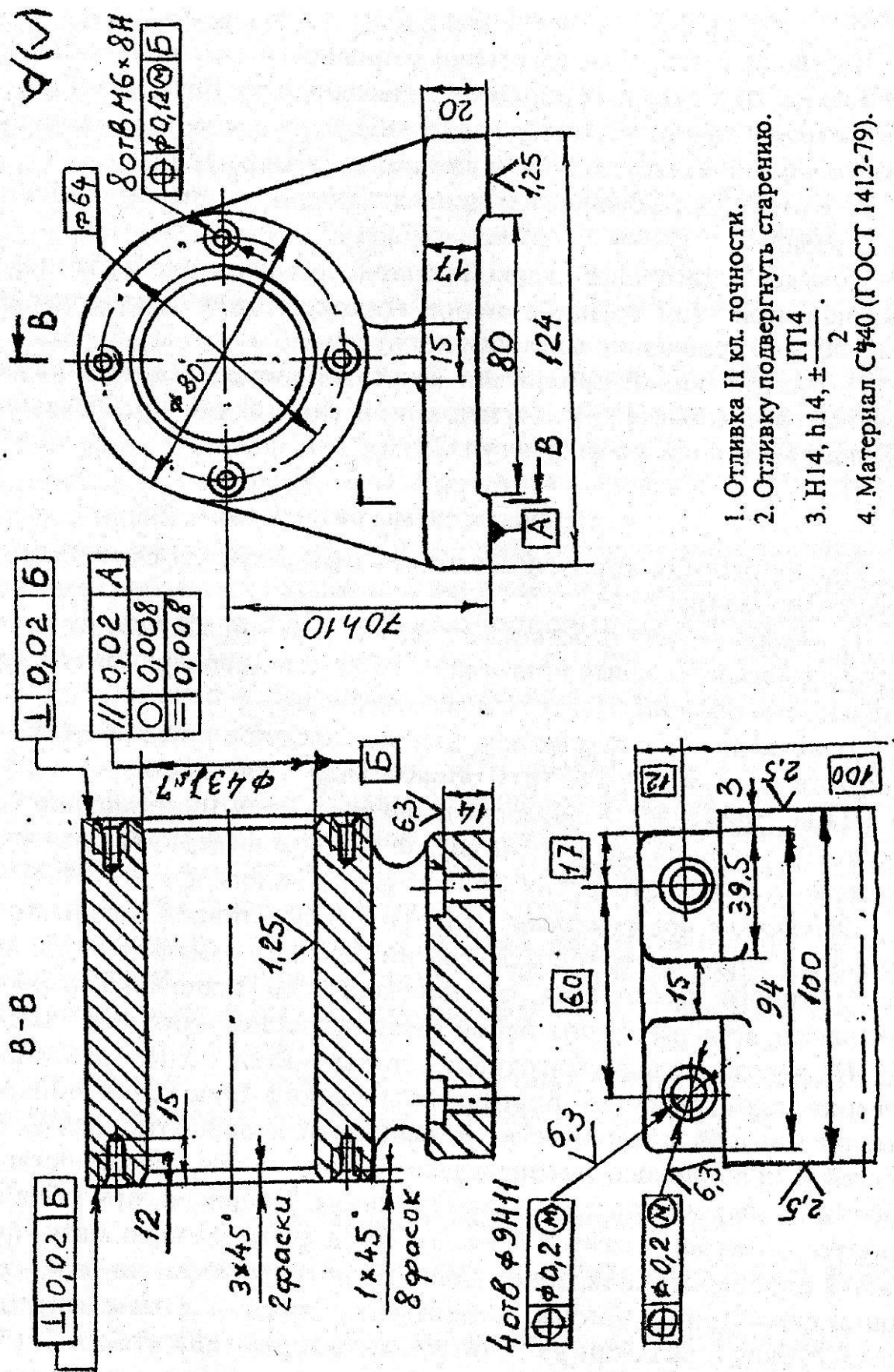
Твердость поверхностных слоев и требования к наличию в них заданного знака остаточных напряжений регламентируются достаточно редко - для особо ответственных корпусов.

Пример. Для рассматриваемой детали «кронштейн» (рис. 2):

- точность размеров поверхности по IT7 – $\varnothing 43J_7$, размер от оси отверстия $\varnothing 43J_7$ до установочной плоскости А по IT10 – 70h10; все остальные размеры диаметральные и линейные по IT11 – IT13;
- точность формы профиля продольного сечения - не более 0,008 мкм у отверстия $\varnothing 43J_7$;
- точность взаимного расположения поверхностей:
 - а) допуск параллельности оси отверстия $\varnothing 43J_7$ относительно установочной плоскости - не более 0,02 мм;
 - б) допуск смещения от номинального расположения осей отверстий - не более 0,12 мм;
 - в) допуск перпендикулярности оси отверстия торцовых плоскостей относительно плоскости В - не более 0,02 мм;
- качество поверхностного слоя:
 - а) шероховатость поверхности отверстия $\varnothing 43J_7$ $R_a = 1,25$ мкм;
 - б) шероховатость торцовых поверхностей В и В $R_a = 2,5$ мкм, установочной плоскости А $R_a = 1,25$ мкм;
 - в) отливку подвергнуть старению.

Материал и заготовки для корпусных деталей

В машиностроении для получения заготовок широко используются серый чугун марок СЧ 15, СЧ 18, СЧ 25, модифицированный и ковкий чугуны; углеродистые стали; в трубостроении и атомной технике – нержавеющие и жаропрочные стали и сплавы; в авиастроении – силумины и магниевые сплавы; в приборостроении – пластмассы.



2. Чертеж кривошейна

Рис.

Чугунные и стальные заготовки отливают в земляные и стержневые формы. Для сложных корпусов с высокими требованиями по точности и шероховатости (корпуса центробежных насосов) рекомендуется литье в оболочковые формы и по выплавляемым моделям.

Заготовки из алюминиевых сплавов получают литьем в кокиль и под давлением.

Получение заготовок сваркой позволяет снизить вес и сэкономить материал, при этом толщина стенок корпуса может быть уменьшена на 30–40 % по сравнению с литыми корпусами.

Рассматриваемый кронштейн изготавливается литьем в разовые песчаные объемные формы с машинной формовкой по деревянным моделям. Материал – серый чугун СЧ20.

Основные схемы базирования

При обработке корпусных деталей используются следующие методы базирования:

1) *обработка от плоскости*, т.е. вначале обрабатывают установочную плоскость, далее принимают ее за установочную базу и относительно нее обрабатывают точные отверстия;

2) *обработка от отверстия*, т.е. вначале окончательно обрабатывают отверстие, а затем от него обрабатывают плоскость.

Чаще применяется обработка от плоскости (базирование более простое и удобное), но в этом случае труднее выдержать два точных размера – диаметр отверстия и расстояние до плоскости.

Обработка от отверстия является более точной, особенно при наличии в корпусах точных отверстий больших размеров и при высокой точности расстояния от плоскости до основного отверстия (например, корпуса задних бабок токарных и шлифовальных станков).

На первой операции заготовку устанавливают по необработанным поверхностям, стремясь достичь правильного положения обрабатываемой базовой поверхности относительно необработанных поверхностей и правильного распределения припусков на поверхностях, обрабатываемых на последующих операциях. Например, при обработке корпуса электродвигателя (рис. 3 а) за установочную базу принимается необработанная поверхность А, за направляющую базу – плоскость симметрии корпуса, реализуемая тисками с самоцентрирующими губками, за опорную – поверхность торца упором В.

На последующих операциях корпусные детали базируют, выдерживая принципы постоянства и совмещения баз.

При обработке корпусных деталей призматического типа широкое распространение получил метод базирования по плоской поверхности 1 и двум отверстиям 2 (рис. 3 б), развернутым по 7-му качеству с использованием сплошного 3-го и срезанного 4-го пальцев (обработка от плоскости).

В станкостроении корпусные детали часто базируют по направляющим поверхностям 1 и 2 (рис. 3 г) или на шесть точек, расположенных в трех координатных плоскостях. Например, в корпусной детали 1 (рис. 3 ж), у которой основные отверстия неудобны для базирования или отсутствуют, установочной базой является нижняя плоскость, лишаящая деталь трех степеней свободы с помощью трех неподвижных опор 3, направляющей базой- задняя плоскость, реализуемая двумя опорами 2, и опорной – упором 4.

В схеме, приведенной на рис. 3 д, заготовку базируют по обработанной плоскости 1, поверхности полукруглых выемок 2 и торцу 3. Жесткий упор 5 служит для установки заготовки в продольном направлении, а подвижные опоры 4 предупреждают сдвиг заготовки в продольном направлении.

Заготовки корпусных деталей с одним отверстием устанавливают на самоцентрирующих оправках 1, вводимых в это отверстие. Оправка концами опирается на призмы 2. Поворот заготовки предупреждают прижатием ее к боковому упору 3 (рис. 3 е). Эта схема обеспечивает точное положение оси симметрии заготовки в приспособлении (обработка от отверстия).

При использовании станков с ЧПУ, особенно многооперационных, стремятся к обработке максимального количества поверхностей детали при одном закреплении на приспособлении-спутнике. На первом этапе фрезеруют базовую плоскость основания заготовки и изготавливают в ней отверстия под базовые штифты и крепежные винты. Затем устанавливают заготовку 1 по этой плоскости А (рис. 3 в) и двум отверстиям с помощью штифтов на переходные плиты 2 и крепят к этим плитам через втулки 5 с помощью винтов 6. После этого плиты 2 крепятся винтами 4 к спутнику 3.

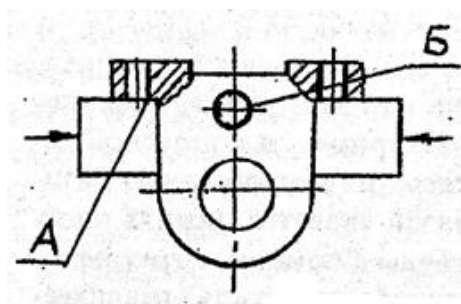
Если у детали есть ровная и протяженная черная поверхность, то эту поверхность можно принимать за установочную базу на станках с ЧПУ.

Технологические маршруты обработки корпусов

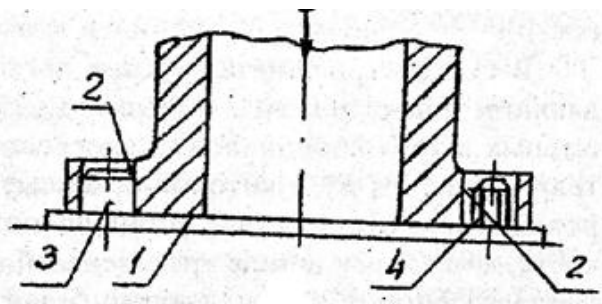
а) Укрупненный типовой маршрут обработки корпусной детали представлен в табл. 1

б) Технологический процесс обработки кронштейна (рис. 2) представлен в табл. 2.

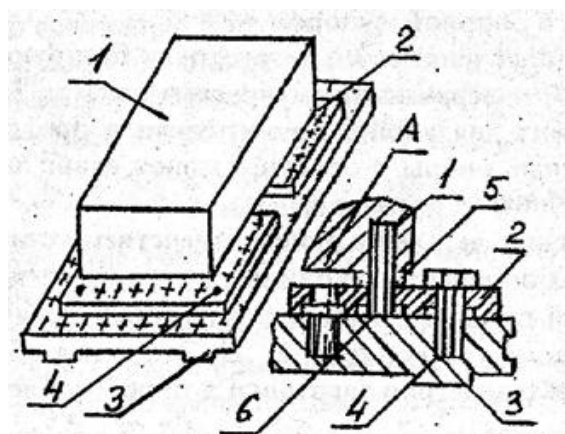
a



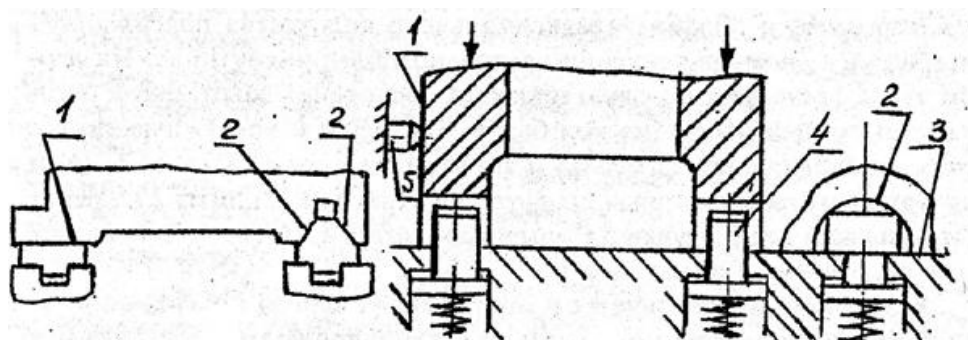
б



в



г д



е

ж

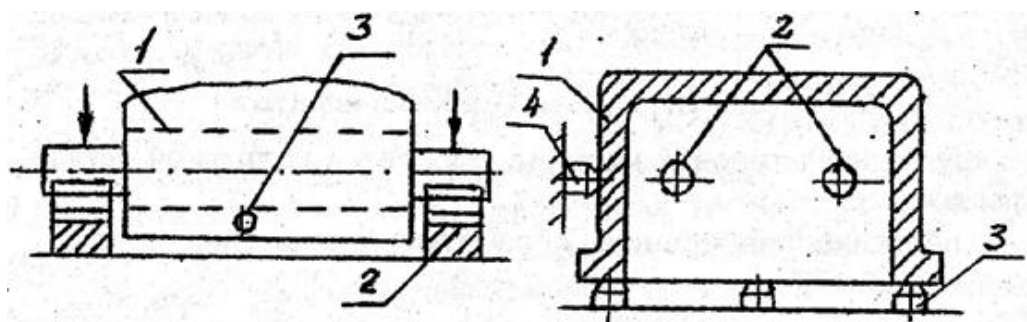


Рис. 3. Схемы базирования корпусных деталей

Таблица 1

Укрупненный маршрут обработки корпусной детали

№ этапа	Наименование этапа	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное и массовое	
		Оборудование	Приспособление	Оборудование	Приспособление	Оборудование	Приспособление
I	Черновая и чистовая обработка главной базирующей плоскости и взаимосвязанных с ней плоских поверхностей или плоскости и двух отверстий, используемых для дальнейшего базирования, и других отверстий: а) за несколько операций: – фрезерование базирующей плоскости и взаимосвязанных с ней плоскостей, сначала черновое, затем чистовое (вторым переходом) – сверление, зенкерование и развертывание базовых и других отверстий	Станки: вертикально- и горизонтально-фрезерный с ЧПУ или без него	УНП (базовые элементы: тиски или плита)	Станки и полуавтоматы вертикально-, горизонтально- и продольно-фрезерные с ЧПУ или без него (фрезами и наборами фрез)	СНП (базовые элементы: тиски или плита); многоместная установка заготовок	Полуавтоматы: барабанно-продольно-, горизонтально-, вертикально- и агрегатно-фрезерные или протяжные	НСП (многоместная установка заготовок)
		Станки: вертикально- или радиально-сверлильные с ЧПУ или без него	УНП (кондукторская чаша-тый)	Станки и полуавтоматы вертикально- или радиально-сверлильные с револьверной головкой	СНП (кондуктор)	Полуавтоматы вертикально-, радиально- или агрегатно-сверлильные, многошпиндельные, или с револьверными головками	НСП (кондуктор)

№ этапа	Наименование этапа	Тип производства					
		мелкосерийное		среднесерийное		крупносерийное и массовое	
		Оборудование	Приспособ- ление	Оборудование	Приспо- сoblение	Оборудование	Приспо- сoblение
–	б) за одну операцию	Станки: вертикально- или горизонтально-фрезерно- сверлильные-расточные с ЧПУ	УНП (базовые элементы: тиски или плита)	Станки: специализиро- ванные вертикально- и горизонтально- фрезерно- сверлильно- расточные с ЧПУ	СНП (базовые элементы: тиски или плита)	Станок фрезерно- сверлильный агрегатный специальный	НСП
II	Черновая и чистовая обработка главных и других отверстий: а) при вращении инструмента	Станки горизонтально- или вертикально-расточные или сверлильные с ЧПУили без него	УНП (кондуктор или другой конструк- ции)	Станки расточные или сверлильные одно- и много- шпиндельные специализирован- ные	СНП (кондуктор или другой конструк- ции)	Станки расточные или сверлильные многошпиндель- ные или агрегатные специальные	НСП
	б) при вращении детали	Станки: токарный и токарно- револьверный с ЧПУ или без него	УНП (базовые элементы: планшайба или угольник)	Станки и полуавтоматы токарно- револьверные	СНП (базовые элементы: планшайба или уголь- ник)	Полуавтоматы: токарно-револь- верные много- шпиндельные	НСП
III	Обработка мелких и резьбовых отверстий (сверление, зенкерование, развертывание, зенкование, нарезание резьбы)	Станки вертикально- и радиально- сверлильный с ЧПУ или без него	УНП (кондуктор или другой конструк- ции)	Станки и полуавтоматы радиально- и вертикально- сверлильные с револьверной головкой	СНП (кондук-тор)	Полуавтоматы вертикально-, радиально- и агрегатно-свер- лильные много- шпиндельные с револьверными головками	НСП (кондук- тор)

Окончание табл. 1

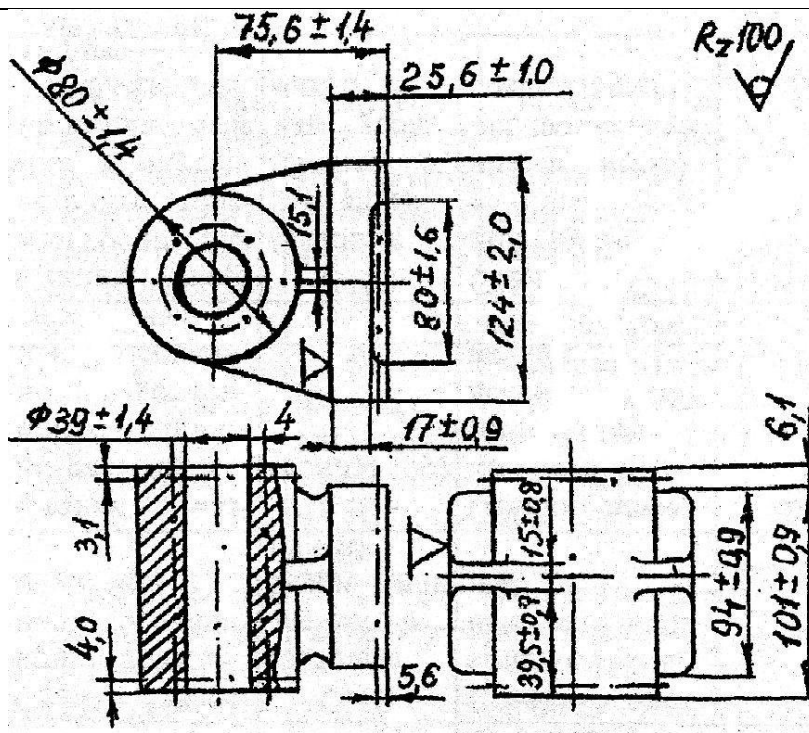
IV	Отделочная обработка плоских поверхностей	Станки плоскошлифовальные сЧПУ или без него	УНП (базовые элементы: тиски или плита)	Станок плоскошлифовальный специальный	СНП (базовые элементы: тиски или плита)	Станки плоскошлифовальные специальные	НСП
V	Отделочная обработка основных отверстий а) при вращении инструмента	Станки: алмазно-расточные или координатно-шлифовальные	УНП (кондуктор)	Станки алмазно-расточные или координатно-шлифовальные специализированные	СНП (кондуктор)	Станки алмазно-расточные многошпидельные специальные	НСП
	б) при вращении детали	Станки токарной группы для тонкого точения или внутришлифовальные	УНП (базовые элементы: планшайба или угольник)	Станки: токарной группы для тонкого точения и внутришлифовальной специализированные	СНП (базовые элементы: планшайба или угольник)	Станки: токарной группы для тонкого точения и внутришлифовальные специальные	НСП
VI	Контроль						

Примечание.

В условиях мелкосерийного производства возможно совмещение этапов 2-4 при обработке на горизонтальном фрезерно-сверлильно-расточном станке с ЧПУ, оснащенный глобусным столом. Для особо ответственных корпусов вводятся промежуточные термические операции отжига между операциями и после операций механической обработки.

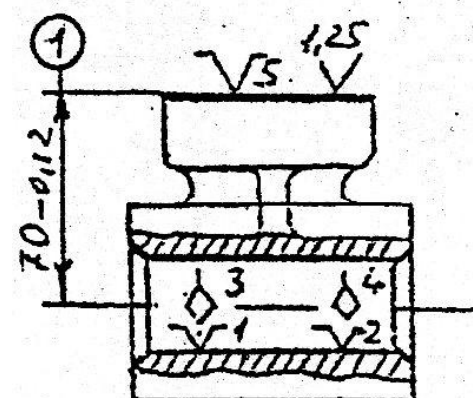
Технологический процесс механической обработки кронштейна
(мелкосерийное производство)

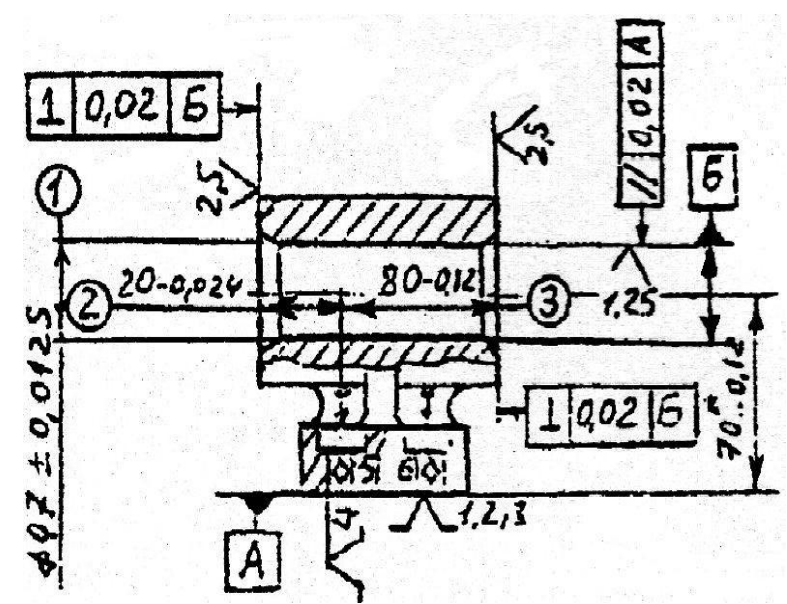
Таблица 2

Наименование и краткое попереходное содержание операций	Оборудование	Приспособление	Инструмент	Операционный эскиз
1	2	3	4	5
00. Смесеприготовительная 1. Приготовить формовочную и стержневую смесь 01. Формовочная: 1. Изготовить полуформу «низа» 02. Формовочная: 1. Изготовить полуформу «верха» 03. Стержневая: 1. Изготовить стержни	Смеситель 15326 Машина формовочная 22111 Машина стержневая пескоструйная 2Б83	Плита модельная «низа» Плита модельная «верха»	Гладилка, молоток, карасик	 1. Точность отливки 10-7-14-10 СМ2 ГОСТ 26645-85. 2. Уклоны формовочные 1°02'. 3. Неуказанные литейные радиусы 4 мм.

1	2	3	4	5
04. Плавильная: 1. Расплавить металл 2. Залить металл в форму 05. Выбивная: 1. Выбить отливку из формы 06. Обрубная: 1. Удалить заусенцы и питатели 07. Термическая: 1. Термообработать отливку 08. Очистная: 1. Очистить отливку от окалины 09. Контрольная: 1. Контролировать свойства и размеры отливки	Печь ИЧТ-1.0 Ковш кон.мо-норельсов 0,2 т Установка СВУ-5 Обдирочно-шлифовальный станок 3435 Печь ННО-16.20.12/13Г Барабан дробебетонный 42233	Круг	Пресс Бриннеля Штангенциркуль Шаблоны	

1	2	3	4	5
25. Фрезерно- сверлильно-расточная: 1.Фрезеровать плоскость 5 с припуском под шлифование 2. Зенкеровать отверстие 3 предварительно 3. Зенкеровать отверстие 3 окончательно 4. Развернуть отверстие 3 с припуском под тонкое растачивание 5. Зенкеровать фаску 6 6. Сверлить четыре отверстия 2 под резьбу 7. Зенковать четыре фаски 4 8. Нарезать резьбу в четырех отверстиях 2 Повернуть стол станка на 180°	Станок многоцелевой горизонтальный 6Б76ПМФ2	Наладка УНП (базовый элемент плита)	Фреза торцовая Ø100BK6 Зенкер Ø45, P6M5 Зенкер Ø46,7 P6M5 Развертка Ø46.93, P6M5 Зенкеровка Ø80, P6M5 Сверло Ø5, P6M5 Зенковка Ø20, P6M5 Метчик М6-8Н P6M5	6,3 ✓(M)

1	2	3	4	5
9. Фрезеровать торец 4 под тонкое обтачивание 10. Зенковать фаску 6 11. Сверлить четыре отверстия 2 под резьбу 12. Зенковать четыре маски 4 13. Нарезать резьбу в четырех отверстиях 2			Фреза торцовая ВК6 Зенковка. $\varnothing 80$, Р6М5 Сверло $\varnothing 5$, Р6М5 Зенковка $\varnothing 20$, Р6М5 Метчик М6-8Н, Р6М5	
30. Шлифовальная: 1. Шлифовать плоскость основания 1	Станок плоскошлифовальный 3Е710А	УНП (базовый элемент – тиски)	Круг ПП200х32хх76 24А40М25 К6	

1	2	3	4	5
35. Алмазно-расточная 1. Расточить отверстие 1 2. Подрезать торцы 2 и 3	Станок отделочно- расточной с горизон- тальным шпинделем двухсторон- ний 2A715	УНП (базовый элемент – плита)	Резец расточной алмазный Резец подрезной алмазный	

Примечание.

Операция 20-я – фрезерно-сверлильно-расточная -может быть разбита на две операции:

а) токарную, выполняемую на токарно-револьверном станке, на котором осуществляется обработка главного отверстия, фасок и подрезка двух торцов. Приспособление УНП (базовый элемент – угольник). В этом случае вращается деталь, меньше увод оси отверстия, чем при принятой схеме;

б) сверлильную, выполняемую на радиально-сверлильном станке, с базированием в приспособлении – скальчатом кондукторе на оправку по основному отверстию. В этом случае обеспечивается допуск на взаимное расположение крепежных отверстий. В принятой операции, выполняемой за один установ и две позиции на фрезерно-сверлильно-расточном станке с ЧПУ повышенной точности, точность детали в значительной степени обеспечивается системой ЧПУ станка. Кроме того, экономится время на установку, снятие детали и на настройку станка.

Рассмотренные типовые технологические процессы механической обработки корпусов позволяют, в зависимости от конструкции, размеров и материалов корпусов, подобрать оптимальный маршрут обработки.

Библиографический список

1. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов.- Изд.- 3-е, доп. и перераб. / под ред. В.С. Корсакова. – М.: Машиностроение, 1977.
2. Акимов В.Л. и др. Технологические расчеты при проектировании процессов механической обработки заготовок: учеб. пособие. – Л.: ЛПИ, 1980.
3. Обработка металлов резанием: справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; под общей ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Типовые маршруты обработки корпусов.....	4
Основные виды корпусных деталей.....	-
Основные технологические задачи.....	-
Точность взаимного расположения поверхностей.....	6
Материал и заготовки для корпусных деталей.....	-
Основные схемы базирования.....	8
Таблица 1. Укрупненный маршрут обработки корпусной детали.....	11
Таблица 2. Технологический процесс механической обработки кронштейна..	14
Библиографический список.....	21