

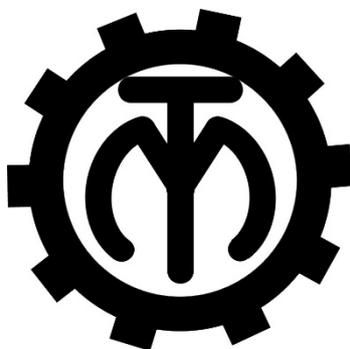
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технология машиностроения»

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальности
1-27 01 01 «Экономика и организация производства
(по направлениям)»
очной и заочной форм обучения*

Часть 3



Могилев 2021

УДК 621.01
ББК 65.304.15
Т38

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Технология машиностроения» «17» декабря 2020 г.,
протокол № 5

Составитель ст. преподаватель В. В. Афаневич

Рецензент канд. техн. наук, доц. А. П. Смоляр

Изложены перечень и содержание практических работ по дисциплине
«Технология машиностроения», даны рекомендации по выполнению всех прак-
тических заданий и приведены контрольные вопросы к каждой работе.

Учебно-методическое издание

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Часть 3

Ответственный за выпуск	В. М. Шеменков
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 46 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.

Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2021

Содержание

Введение.....	4
1 Практическое занятие № 1. Функциональное назначение детали и ее поверхностей. Анализ технологичности конструкции машины.....	5
2 Практические занятия № 2 и 3. Выявление конструкторских размерных цепей изделия, анализ вариантов достижения точности замыкающего звена.....	6
3 Практические занятия № 4 и 5. Метод полной взаимозаменяемости	6
4 Практические занятия № 6 и 7. Метод неполной взаимозаменяемости.....	7
5 Практическое занятие № 8. Метод групповой взаимозаменяемости...	8
6 Практические занятия № 9 и 10. Метод регулирования и пригонки.....	8
7 Практические занятия № 11 и 12. Установление точности поверхностей детали на основе размерного анализа.....	9
8 Практическое занятие № 13. Расчет режимов сборки соединений с натягом	10
9 Практическое занятие № 14. Расчет режимов сборки подшипников скольжения.....	10
10 Практическое занятие № 15. Расчет режимов сборки узлов с подшипниками качения.....	13
11 Практические занятия № 16 и 17. Составление схемы и техпроцесса сборки.....	15
Список литературы.....	16

Введение

Методические рекомендации составлены в соответствии с учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Технология машиностроения» для студентов специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства (по направлениям)».

Целью изучения дисциплины является приобретение студентами знаний и сведений, необходимых для проектирования технологических процессов изготовления деталей машин и сборки изделий заданного качества в требуемом количестве при высоких технико-экономических показателях, что является базой при подготовке специалистов инженерно-экономического профиля, готовых к решению производственных задач, связанных с вопросами технико-экономического обоснования выбора оптимальных методов получения заготовок деталей машин, их последующей механической обработки и сборки изделий при минимальных издержках производства.

Задачей учебной дисциплины является приобретение навыков анализа действующих вариантов получения заготовок, их механической обработки и сборки готовых изделий, применяемого оборудования и технологической оснастки, уровня механизации и автоматизации технологических процессов, качества выпускаемой продукции, технико-экономических показателей производственного процесса.

В методических рекомендациях изложены перечень и содержание практических работ по дисциплине «Технология машиностроения», даны рекомендации по выполнению всех практических заданий и приведены контрольные вопросы к каждой практической работе.

При оформлении отчетов к практическим работам студентами указываются название работы и цель работы. Далее приводятся результаты выполнения работы в соответствии с выданным преподавателем заданием и примером выполнения работы. В конце работы приводятся выводы.

1 Практическое занятие № 1. Функциональное назначение детали и ее поверхностей. Анализ технологичности конструкции машины

Цель практической работы – приобретение навыков выявления функционального назначения поверхностей детали, оценки уровня технологичности изделия (работа рассчитана на 2 академических часа).

Этапы выполнения работы

1 Изучить общие положения по определению функционального назначения детали и ее поверхностей и анализу технологичности конструкции машины [1, с. 12–14].

2 В соответствии с заданием преподавателя изучить сборочные чертежи редукторов, представленные в [1, рисунки В.1–В.10].

3 Для заданного сборочного чертежа выявить комплектующие редуктора (сборочные единицы, детали) и составить спецификацию.

4 На основе составленной спецификации выполнить анализ технологичности редуктора.

5 По указанию преподавателя определить функциональные назначения детали редуктора (вал).

6 Выявить у заданной детали исполнительные и свободные поверхности, основные и вспомогательные конструкторские базы.

Пример анализа технологичности изделия представлен в [1, с. 14].

Контрольные вопросы

- 1 Какие поверхности детали относят к исполнительным поверхностям?
- 2 Какие поверхности детали относят к свободным поверхностям?
- 3 По каким критериям может быть оценена конструкция изделия?
- 4 Какие конструкторские базы относят к основным?
- 5 Какие конструкторские базы относят к вспомогательным?
- 6 Как рассчитать коэффициенты применимости унифицированных сборочных единиц и деталей в изделии?
- 7 Как рассчитать коэффициент повторяемости составных частей изделия?

2 Практические занятия № 2 и 3. Выявление конструкторских размерных цепей изделия, анализ вариантов достижения точности замыкающего звена

Цель практической работы – приобретение навыков выявления конструкторских размерных цепей, а также их расчета (работа рассчитана на 4 академических часа).

Этапы выполнения работы

1 Изучить общие положения по выявлению конструкторских размерных цепей изделия и анализу вариантов достижения точности замыкающего звена [1, с. 36–39].

2 По заданию преподавателя выявить размерную цепь сборочного узла, используемого в практическом задании № 1.

3 Для заданной величины замыкающего звена выполнить расчет размерной цепи методами полной, неполной взаимозаменяемости, регулирования. Сделать выводы по результатам расчетов.

Пример расчетов размерных цепей представлен [1, с. 40].

Контрольные вопросы

1 Какие звенья размерной цепи относятся к увеличивающим звеньям, а какие – к уменьшающим?

2 Перечислите основные методы расчета точности замыкающего звена.

3 Преимущества и недостатки метода полной взаимозаменяемости.

4 Преимущества и недостатки метода неполной взаимозаменяемости.

3 Практические занятия № 4 и 5. Метод полной взаимозаменяемости

Цель практической работы – приобретение практических навыков достижения точности размерной цепи методом полной взаимозаменяемости (работа рассчитана на 4 академических часа).

Этапы выполнения работы

1 Изучить общие положения по методу полной взаимозаменяемости [1, с. 37–38].

2 По заданию преподавателя выявить размерную цепь сборочного узла, чертеж которого представлен в [2, рисунки 3.32–3.37].

3 Произвести расчет размерной цепи методом максимума-минимума.

Пример расчета размерной цепи методом максимума-минимума представлен [2, с. 184].

Контрольные вопросы

- 1 В чем суть метода полной взаимозаменяемости?
- 2 Достоинства метода полной взаимозаменяемости.
- 3 Недостатки метода полной взаимозаменяемости.
- 4 Чему равняется допуск замыкающего звена при проверке правильности назначения допусков составляющих звеньев?
- 5 Как можно определить координату середины поля допуска замыкающего звена?

4 Практические занятия № 6 и 7. Метод неполной взаимозаменяемости

Цель практической работы – приобретение практических навыков достижения точности размерной цепи методом неполной взаимозаменяемости (работа рассчитана на 4 академических часа).

Этапы выполнения работы

- 1 Изучить общие положения по методу неполной взаимозаменяемости [1, с. 38–39].
- 2 По заданию преподавателя выявить размерную цепь сборочного узла, чертеж которого представлен в [2, рисунки 3.32–3.37].
- 3 Произвести расчет размерной цепи теоретико-вероятностным методом.

Пример расчета размерной цепи теоретико-вероятностным методом представлен в [2, с. 189].

Контрольные вопросы

- 1 В чем суть метода неполной взаимозаменяемости?
- 2 Достоинства метода неполной взаимозаменяемости.
- 3 Недостатки метода неполной взаимозаменяемости.
- 4 Какие звенья относят к увеличивающим, а какие – к уменьшающим?

5 Практическое занятие № 8. Метод групповой взаимозаменяемости

Цель практической работы – приобретение практических навыков достижения точности размерной цепи методом групповой взаимозаменяемости (работа рассчитана на 2 академических часа).

Этапы выполнения работы

- 1 По заданию преподавателя ознакомиться со своим вариантом выполнения работы, которые представлены в [2, таблица 4.5].
- 2 Обеспечить минимальный и максимальный функциональные зазоры.
- 3 Определить производственные допуски деталей.
- 4 Составить карту сортировки деталей.

Пример расчета размерной цепи методом групповой взаимозаменяемости представлен в [2, с. 192].

Контрольные вопросы

- 1 В чем суть метода групповой взаимозаменяемости?
- 2 Достоинства метода групповой взаимозаменяемости.
- 3 Недостатки метода групповой взаимозаменяемости.

6 Практические занятия № 9 и 10. Метод регулирования и пригонки

Цель практической работы – приобретение практических навыков достижения точности размерной цепи методом регулирования и пригонки (работа рассчитана на 4 академических часа).

Этапы выполнения работы

- 1 Изучить общие положения по методу регулирования и пригонки [1, с. 39].
- 2 По заданию преподавателя выявить размерную цепь сборочного узла, чертеж которого представлен в [2, рисунки 3.32, 3.38, 3.39].
- 3 Методом регулирования обеспечить осевой зазор в радиально-упорных подшипниках сборочной единицы.

Пример проектирования операций фрезерной обработки представлен в [2, с. 192].

Контрольные вопросы

- 1 В чем суть метода регулирования?
- 2 В чем суть метода пригонки?
- 3 Достоинства и недостатки метода регулирования.
- 4 Достоинства и недостатки метода пригонки.

7 Практические занятия № 11 и 12. Установление точности поверхностей детали на основе размерного анализа

Цель практической работы – приобретение навыков рационального назначения допусков поверхностей деталей на основе расчета конструкторских размерных цепей (работа рассчитана на 4 академических часа).

Этапы выполнения работы

- 1 Изучить общие положения по установлению точности поверхностей детали на основе размерного анализа [1, с. 52].
- 2 По указанию преподавателя на основе расчетов размерных цепей, выполненных на практических занятиях № 2 и 3, установить линейные размеры поверхностей вала редуктора, используемого в практическом занятии № 1.
- 2 Назначить предельные отклонения на линейные размеры вала.

Пример выявления местных размерных цепей для расчета линейных размеров вала с отклонениями представлен в [1, с. 52].

Контрольные вопросы

- 1 Понятие служебного назначения машины.
- 2 Переход от параметров выпускаемой продукции к размерным связям исполнительных поверхностей машины.
- 3 В каких случаях требуется корректировка рабочих чертежей машины?
- 4 Какие размерные цепи называют технологическими?
- 5 Какие размерные цепи называют конструкторскими?
- 6 Основные правила выявления размерных цепей.
- 7 По каким критериям выполняется проверка правильности назначения размеров звена?
- 8 Какие параметры выступают в качестве замыкающих звеньев конструкторских и технологических размерных цепей?

8 Практическое занятие № 13. Расчет режимов сборки соединений с натягом

Цель практической работы – приобретение практических навыков расчета режимов сборки соединений с натягом (работа рассчитана на 2 академических часа).

Этапы выполнения работы

1 Изучить общие положения по расчету режимов сборки соединений с натягом [2, с. 200].

2 В соответствии с заданием преподавателя рассчитать предельные натяги, усилие запрессовки и увеличение наружного диаметра втулки. Задание выбирается в соответствии с вариантом [2, таблица 5.1].

3 При сборке соединения с нагревом рассчитать необходимую температуру нагрева.

Пример расчета режимов сборки соединения с натягом представлен в [2, с. 200].

Контрольные вопросы

- 1 Что такое посадка с натягом?
- 2 Какие существуют способы сборки посадок с натягом?
- 3 Как определяется максимальный натяг?

9 Практическое занятие № 14. Расчет режимов сборки подшипников скольжения

Цель практической работы – приобретение практических навыков расчета режимов сборки подшипников скольжения (работа рассчитана на 2 академических часа).

Теоретическая часть

Подшипники скольжения по конструктивным признакам делятся на неразъемные (глухие) и разъемные.

В первом случае в узел подшипника входят цельный корпус, втулка и соединительная деталь, во втором – разъемный корпус, два вкладыша и соединительная деталь. Втулку или вкладыши изготавливают, как правило, из антифрикционного материала. Соединительной деталью могут служить вал, палец, цапфа, короткий валик.

Неразъемные подшипники скольжения находят широкое применение там, где нагрузки и скорости скольжения невелики ($V_{ск} \leq 3$ м/с) – в приборах и механизмах управления.

Разъемные подшипники основное применение находят там, где невозможна или нежелательна осевая сборка (шейки коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания), а также в тяжелом машиностроении для крепления тяжело нагруженных валов.

Последовательность установки подшипников скольжения в корпусе зависит от конструкции подшипников, а также от всей собираемой сборочной единицы.

Сборка узлов с неразъемными подшипниками скольжения включает:

- промывку;
- сушку и контроль качества сопрягаемых деталей;
- запрессовку втулок в корпуса, стопорение от проворачивания, обработку (пригонку) отверстий запрессованных втулок (при необходимости) и контроль установки втулок;
- смазку и установку валов в отверстия втулок;
- установку маслоподводящей системы;
- смазку и испытание узлов.

Установку втулок в корпус осуществляют с натягом с помощью прессов, прессующих установок и скоб, виброударных и винтовых приспособлений путем предварительного охлаждения втулок (этот способ часто применяют при установке тонкостенных втулок в массивный корпус). В некоторых случаях установку втулок в корпус с зазором осуществляют с помощью клея.

Запрессовку в зависимости от размеров втулки и натяга в сопряжении производят при обычной температуре, с нагревом корпуса или же с охлаждением самой втулки.

Разъемные подшипники могут быть толстостенные и тонкостенные. Главным критерием отнесения подшипника к тому или иному типу является отношение k толщины стенки (без заливки) к наружному диаметру. Для толстостенных подшипников $k = 0,065...0,095$, для тонкостенных – $k = 0,025...0,045$.

Комплект разъемных подшипников состоит из двух деталей-вкладышей. Вкладыши устанавливаются в корпус и крышку с небольшим натягом или по скользящей посадке. При монтаже вкладышей в место посадки деревянную или алюминиевую планку накладывают на обе плоскости вкладыша и по ней наносят легкие удары молотком. Для предотвращения перемещения вкладышей применяют установочные штифты. Перед установкой вкладышей в корпус и крышку все сопрягаемые поверхности должны быть просмотрены, а при наличии на них заусенцев – зачищены шабером. Необходимо также проверить совпадение масляных каналов в корпусе и в крышке с отверстиями во вкладышах. Несовпадение этих отверстий на величину, превышающую 0,2 их диаметра, не допускается.

Сборка узлов с *разъемными подшипниками* скольжения включает:

- промывку;

- сушку и контроль качества сопрягаемых деталей;
- подгонку толстостенных вкладышей по валу – шабрение по шейке вала с проверкой на краску; для тонкостенного вкладыша пригонка его при сборке запрещается – точность сборки обеспечивается подбором комплекта вкладышей с учетом размеров шеек вала;
- проверку правильности установки вкладышей в корпусе и крышках подшипников;
- смазку и установку вала в подшипники;
- установку маслоподводящей системы;
- смазку и испытание узлов.

Достоинства подшипников скольжения:

- малые габариты в радиальном направлении;
- хорошая восприимчивость к динамическим нагрузкам (ударным и вибрационным);
- высокая точность сопряжения;
- хорошая прирабатываемость;
- высокая долговечность в условиях обильной жидкостной смазки;
- возможность работы в водной, абразивной и коррозионно-активной среде (при соответствующем подборе материалов и изготовлении);
- возможность сборки как в осевом, так и в радиальном направлении (в зависимости от конструкции);
- простота конструкции и низкая стоимость.

Недостатки подшипников скольжения:

- большие габариты в осевом направлении;
- значительный расход смазочного материала;
- необходимость контроля за постоянным поступлением смазочного материала к рабочим поверхностям;
- высокий пусковой момент и интенсивный износ в период пуска;
- необходимость использования в подшипнике дорогостоящих антифрикционных материалов.

Этапы выполнения работы

- 1 Рассчитать величину уменьшения диаметра отверстия вкладыша.
- 2 Решить вопрос о необходимости дополнительной обработки отверстия после сборки.
- 3 Исходные данные выбираются из [1, таблица 4.3] согласно заданному варианту.

Пример расчета режимов сборки подшипников скольжения представлен в [1, с. 190].

Контрольные вопросы

- 1 Как классифицируют подшипники скольжения?
- 2 Назовите достоинства и недостатки подшипников скольжения.

- 3 Как работают подшипники скольжения?
- 4 Какие материалы используют для вкладышей?
- 5 Какие виды смазки применяют в подшипниках скольжения и почему жидкостная смазка является самой благоприятной?
- 6 Какие виды разрушений встречаются в подшипниках скольжения?
- 7 Что является основным критерием работоспособности подшипников скольжения?
- 8 Как производится расчет подшипников скольжения на нагрев или охлаждение с целью собираемости их деталей?

10 Практическое занятие № 15. Расчет режимов сборки узлов с подшипниками качения

Цель практической работы – приобретение практических навыков расчета режимов сборки узлов с подшипниками качения (работа рассчитана на 2 академических часа).

Теоретическая часть

Подшипник качения – подшипник, работающий по принципу трения качения, который, как правило, включает шесть основных элементов:

- 1) наружное кольцо, устанавливаемое обычно в корпусе;
- 2) тела качения (шарики или ролики), обкатывающиеся при работе подшипника по беговым дорожкам наружного и внутреннего колец;
- 3) сепаратор, разделяющий тела качения друг от друга;
- 4) внутреннее кольцо, обычно насаживаемое на цапфу вала;
- 5) заклепки, соединяющие половинки сепараторов;
- 6) торцовые защитные шайбы.

Вращающиеся кольца ставят с натягом, исключая проворачивание их на посадочных поверхностях, смятие и фрикционную коррозию этих поверхностей.

Невращающиеся кольца устанавливают с минимальным зазором, обеспечивая равномерность износа беговых дорожек на этих кольцах за счет их медленного проворачивания вслед за вращением подвижного кольца.

Подшипниковые узлы монтируются:

– с фиксированными опорами (закрепляется в осевом направлении наружное или внутреннее кольцо). Недостаток – при температурном расширении вала могут заклинить тела качения;

– с плавающими опорами (одно из колец устанавливается с зазором в осевом направлении). Плавающей обычно делают ту опору, где меньше радиальная нагрузка. Недостаток – повышенный контроль из-за возможности появления динамических составляющих усилия.

Существуют два вида сборки:

- 1) радиальная – в разъем корпуса и крышки;
- 2) осевая – внутрь корпуса.

Сборка узлов с подшипниками качения включает:

- расконсервацию от упаковки предприятия-изготовителя;
- подготовку – подшипник следует проверить на легкость вращения, соответствие внешнего вида, зазоров требованиям нормативно-технической документации;
 - совмещение внутреннего кольца с валом и наружного с корпусом.
 - регулировку – правильность установки подшипника, прилегания торцов колец подшипника к торцам заплечиков; осевые зазоры между вращающимися и неподвижными деталями; совпадение проточек для подачи смазки в корпусах со смазочными каналами. Для подшипников с цилиндрическими роликами и без бортов после монтажа проверяют относительное смещение наружного и внутреннего колец в осевом направлении (не более 0,5...1,5 мм – для подшипников с короткими роликами, не более 1,0...2,0 мм – для подшипников с длинными роликами);
 - пробный запуск – пуск собранного узла на низкой частоте вращения без нагрузки, с прослушиванием шума вращения; контроль температуры подшипниковых узлов, которая не должна превышать температуру окружающей среды более чем на 40 °С.

Этапы выполнения работы

- 1 Изучить общие положения по расчету режимов сборки подшипников скольжения [1, с. 194–196].
- 2 Рассчитать необходимое условие при запрессовке подшипника на вал и величину уменьшения натяга при запрессовке подшипника с нагревом. Класс точности подшипника – 0.
- 3 Исходные данные выбираются из [1, таблица 4.7] согласно указанному варианту.
- 4 Размеры подшипников и предельные отклонения их внутренних колец приведены в [1, таблицы 4.4 и 4.6].

Пример расчета режимов сборки подшипников качения представлен в [1, с. 196].

Контрольные вопросы

- 1 Из каких деталей состоят подшипники качения?
- 2 Каковы достоинства и недостатки подшипников качения по сравнению с подшипниками скольжения?
- 3 По каким признакам классифицируют подшипники качения?

- 4 Как классифицируют подшипники качения в зависимости от направления воспринимаемой нагрузки?
- 5 Каковы виды разрушения подшипников качения?
- 6 Что является основным критерием работоспособности подшипников качения?
- 7 От каких факторов зависит выбор подшипника?
- 8 Как производят расчет подшипников качения?

11 Практические занятия № 16 и 17. Составление схемы и техпроцесса сборки машины

Цель практической работы – приобретение практических навыков разработки схем сборки узлов машин (работа рассчитана на 4 академических часа).

Этапы выполнения работы

- 1 Изучить общие положения по составлению схемы и техпроцесса сборки машины [1, с. 207–208].
- 2 Для сборочных чертежей редукторов, представленных в [1, рисунки В.1–В.10], выявить базовые детали, определить входящие в редукторы сборочные единицы.
- 3 Установить последовательность выполнения сборки.
- 4 Разработать схему сборки редуктора.
- 5 Построить циклограмму сборки узла редуктора.

Пример построения схемы сборки коническо-цилиндрического редуктора представлен в [1, с. 208].

Контрольные вопросы

- 1 В какой последовательности производится сборка узла?
- 2 Что содержит схема сборки и каков порядок ее построения? Какова ее роль при разработке технологического процесса сборки?
- 3 Что указывают в структурном блоке сборочной единицы?
- 4 Что такое базовая деталь?
- 5 Изложите основные принципы разбиения изделия на сборочные единицы и построения технологических схем общей и узловой сборки.
- 6 Какими методами достигается требуемая точность сборки? Дайте их краткую характеристику.
- 7 Перечислите организационные формы сборки. Каковы принципы осуществления стационарной и подвижной сборки?

8 Как проверяется правильность составления технологической схемы сборки?

Список литературы

1 Практикум по технологии машиностроения : учебное пособие / А. А. Жолобов, И. Д. Камчицкая, А. М. Федоренко ; под ред. А. А. Жолобова. – Минск : РИВШ, 2020. – 316 с.

2 Технология машиностроения. Практикум : учебное пособие / А. А. Жолобов [и др.] ; под ред. А. А. Жолобова. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. – 335 с.