

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ
И ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ
И КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ

Нижекамск
2014

УДК 621.01
3-18

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Нижнекамского химико-технологического института (филиала) ФГБОУ ВПО «КНИТУ».

Рецензенты:

Сагдеев А.А., кандидат технических наук, доцент;
Латыпов Д.Н., кандидат технических наук, доцент.

Закиров, М.А.

3-18 Проектирование технологических процессов сборки и обработки поверхности деталей в машиностроении : методические указания к практическим занятиям и контрольным работам / М.А. Закиров, О.И. Тарабарин. – Нижнекамск : Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2014. - 68 с.

Методические указания разработаны в соответствии с рабочей программой дисциплины «Технология машиностроения». Содержит теоретические основы и рекомендации по проектированию технологического процесса сборки изделий в машиностроении. На примере сборочного чертежа узла изделия рассмотрены практические приемы по расчленению изделия на составные части и составлению технологической схемы его сборки. Приведены методические рекомендации по составлению маршрута обработки базовой детали изделия и по выбору режущего инструмента при расчете параметров режима резания. Представлены задания для проектирования технологического процесса сборки узлов различных машин и механизмов и разработки технологического маршрута обработки поверхностей базовой детали для использования в практических занятиях и выполнения контрольных работ студентами заочной формы обучения.

Методические указания предназначены для студентов механических специальностей и профилей всех форм обучения, изучающих дисциплину «Технология машиностроения».

Разработаны на кафедре машин и аппаратов химических производств Нижнекамского химико-технологического института (филиала) ФГБОУ ВПО «КНИТУ».

УДК 621.01

© Закиров М.А., Тарабарин О.И., 2014
© Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2014

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Технология машиностроения» базируется на общепрофессиональных и специальных дисциплинах, которые изучались студентами ранее («Технология конструкционных материалов», «Материаловедение», «Детали машин», «Машины и аппараты химических производств», «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли» и др.). В соответствии с учебным планом, при изучении этой дисциплины студенты заочной формы обучения самостоятельно выполняют контрольную работу с целью углубленной теоретической подготовки к выполнению практических занятий и сдачи экзамена.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Для допуска к экзамену студенту необходимо получить положительную рецензию на контрольную работу, состоящую из двух теоретических вопросов и четырех практических задач, которые охватывают все разделы дисциплины: 1 – теоретические основы технологии машиностроения; 2 – основы проектирования технологических процессов изготовления изделий и сборки машин и механизмов; 3 – основы проектирования приспособлений. Содержание теоретического курса дисциплины приведено в разделе 1. «Теоретические вопросы к контрольной работе по дисциплине «Технология машиностроения».

Вариант контрольного задания выбирается по **табл. В.1** по начальной букве фамилии студента и последней цифре номера его зачетной книжки (шифра). Например, для студента Иванова В.П., с номером зачетной книжки 282413 в **табл. В.1** на пересечении строки «И» со столбцом «3» определяется вариант контрольного задания – 15. Далее для данного варианта по **табл. В.2** определяются номера теоретических вопросов и задач, на которые следует дать ответы данному студенту в своей контрольной работе. Так, в контрольной работе по 15 варианту студенту Иванову В.П. следует дать ответы на теоретические вопросы с номерами 4 и 19. В практической части контрольной работы следует изучить устройство, принцип действия и составить технологическую схему и технологический маршрут сборки узла 15 под названием «Опорный узел заточного механизма с коническим шлифовальным кругом», а для детали поз. 8 «Шлицевой вал», входящей в состав данного узла, выполнить рабочий чертеж детали с указанием всех размеров, допусков и посадок, шероховатости поверхностей, провести анализ технологичности конструкции разрабатываемой детали и разработать маршрут ее обработки.

Теоретические основы проектирования технологических процессов сборки, практические рекомендации и примеры по разработке технологической схемы и маршрута сборки на примере сборочных единиц и узлов типовых механизмов и машин представлены в разделе 2, требования и рекомендации по проектированию технологического маршрута обработки типовых деталей машиностроения – в разделе 3, рекомендации по выбору режущего инструмента

при расчете режимов резания – в 4 разделе данной работы. В приложениях приведены сборочные чертежи узлов, подлежащих проектированию в контрольной работе и на практических занятиях.

Табл. В.1. Варианты заданий к контрольной работе по дисциплине «Технология машиностроения»

Первая буква фамилии	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
А	1	29	7	35	13	41	19	47	25	3
Б	2	30	8	36	14	42	20	48	26	4
В	3	31	9	37	15	43	21	49	27	5
Г	4	32	10	38	16	44	22	50	28	6
Д	5	33	11	39	17	45	23	1	29	7
Е	6	34	12	40	18	46	24	2	30	8
Ж	7	35	13	41	19	47	25	3	31	9
З	8	36	14	42	20	48	26	4	32	10
И	9	37	15	43	21	49	27	5	33	11
К	10	38	16	44	22	50	28	6	34	12
Л	11	39	17	45	23	1	29	7	35	13
М	12	40	18	46	24	2	30	8	36	14
Н	13	41	19	47	25	3	31	9	37	15
О	14	42	20	48	26	4	32	10	38	16
П	15	43	21	49	27	5	33	11	39	17
Р	16	44	22	50	28	6	34	12	40	18
С	17	45	23	1	29	7	35	13	41	19
Т	18	46	24	2	30	8	36	14	42	20
У	19	47	25	3	31	9	37	15	43	21
Ф	20	48	26	4	32	10	38	16	44	22
Х	21	49	27	5	33	11	39	17	45	23
Ц	22	50	28	6	34	12	40	18	46	24
Ч	23	1	29	7	35	13	41	19	47	25
Ш	24	2	30	8	36	14	42	20	48	26
Щ	25	3	31	9	37	15	43	21	49	27
Э	26	4	32	10	38	16	44	22	50	28
Ю	27	5	33	11	39	17	45	23	1	29
Я	28	6	34	12	40	18	46	24	2	30

Табл. В.2. Номера узлов и позиций деталей (П) для разработки схемы сборки и маршрута обработки и теоретических вопросов по вариантам заданий

№ варианта	Номер узла для сборки	Наименование и номер позиции детали для разработки чертежа и маршрута обработки	№№ теоретич. вопросов	№ варианта	Номер узла для сборки	Наименование и номер позиции детали для разработки чертежа и маршрута обработки	№№ теоретич. вопросов
1	Узел 1	Стакан П.7	18, 33	26	Узел 6	Полумуфта П.7	8, 25
2	Узел 2	Ось П.5	17, 32	27	Узел 7	Колесо ведущее П.5	7, 24
3	Узел 3	Ось П.4	16, 31	28	Узел 8	Колесо зубчатое П.6	6, 23
4	Узел 4	Зубчатое колесо П.11	15, 30	29	Узел 9	Вал ведущий П.4	5, 22
5	Узел 5	Вал ведущий П.11	14, 29	30	Узел 10	Вал П.8	4, 21
6	Узел 6	Вал П.6	13, 28	31	Узел 11	Вал-шестерня П.2	3, 20
7	Узел 7	Вал П.8	12, 27	32	Узел 12	Крышка П.6	2, 19
8	Узел 8	Стакан П.3	26, 11	33	Узел 13	Фланец П.1	1, 18
9	Узел 9	Стакан П.7	10, 25	34	Узел 14	Втулка П.16	33, 17
10	Узел 10	Полумуфта П.7	9, 24	35	Узел 15	Стакан П.4	16, 32
11	Узел 11	Крышка П.6	8, 23	36	Узел 16	Колесо зубчатое П.4	15, 31
12	Узел 12	Шкив П.10	7, 22	37	Узел 17	Ось П.11	14, 30
13	Узел 13	Ступица П.6	6, 21	38	Узел 18	Стакан П.9	13, 29
14	Узел 14	Стакан П.10	5, 20	39	Узел 19	Стакан П.6	12, 28
15	Узел 15	Вал шлицевой П.8	4, 19	40	Узел 20	Вал ведущий П.4	11, 27
16	Узел 16	Зубчатое колесо П.2	3, 18	41	Узел 2	Полувал левый П.7	10, 26
17	Узел 17	Шкив П.1	2, 17	42	Узел 4	Шестерня зубчатая П.3	9, 25
18	Узел 18	Звездочка П.2	16, 33	43	Узел 5	Колесо зубчатое П.13	8, 24
19	Узел 19	Зубчатое колесо П.7	15, 32	44	Узел 6	Блок шестерен П.6	7, 23
20	Узел 20	Вал П.7	14, 31	45	Узел 8	Стакан П.14	6, 22
21	Узел 1	Зубчатое колесо П.10	13, 30	46	Узел 10	Колесо зубчатое П.12	5, 21
22	Узел 2	Полувал П.6	12, 29	47	Узел 11	Вал ведомый П.9	4, 20
23	Узел 3	Зубчатое колесо П.2	11, 28	48	Узел 14	Шпиндель П.11	3, 19
24	Узел 4	Ось П.7	10, 27	49	Узел 17	Колесо зубчатое П.7	2, 18
25	Узел 5	Вал ведомый П.12	9, 26	50	Узел 2	Звездочка П.11	1, 17

К контрольной работе по дисциплине «Технология машиностроения» предъявляются следующие требования:

1. Задание должно быть выполнено в полном объеме и правильно оформлено в виде пояснительной записки с титульным листом (обложкой) на листах писчей бумаги формата А4 с размерами сторон 210x297 мм (без рамок и основной надписи). Допускается также использование школьной тетради в клетку;

2. Все страницы пояснительной записки должны быть пронумерованы и написаны ручкой синего или черного цвета;

3. На каждой странице с правой стороны необходимо оставлять поля не менее 25 – 30 мм для замечаний рецензента;

4. Рисунки, схемы и эскизы выполняются четко и аккуратно, с использованием чертежных принадлежностей, с указанием подрисовочной надписи в виде: Рис. 1, Рис. 2, Рис. 3 и т.д.;

5. Титульный лист (обложка) пояснительной записки выполняется по форме, приведенной в ПРИЛОЖЕНИИ 1; на первой странице указывается вариант задания и номера входящих вопросов и заданий, а в конце – список использованной литературы;

6. Контрольную работу необходимо подписать и указать дату ее выполнения;

7. Контрольные работы, оформленные с нарушением перечисленных требований, на проверку не принимаются и не зачитываются.

Контрольные работы, оформленные в соответствии с указанными требованиями, в течение учебного семестра сдаются ответственному работнику деканата механического факультета НХТИ (каб. 324 корпуса «А», тел. (8555)-39-21-85), или факультета переподготовки (каб. 326 корпуса «А», тел. (8555)-39-23-14). После регистрации в журнале учета контрольных работ, последние, вместе с ведомостью и карточкой рецензента передаются работником соответствующего деканата ведущему дисциплину преподавателю кафедры МАХП НХТИ на рецензирование. Не допускается передача студентом контрольных работ непосредственно преподавателю!

Сроки выполнения контрольной работы по дисциплине устанавливаются учебным графиком, и, как правило, составляют один учебный семестр. После проверки и оценки преподавателем контрольные работы с заполненными карточками рецензента и подписанными ведомостями возвращаются в деканат. В случае отрицательной рецензии студент должен исправить отмеченные ошибки, дать исчерпывающие письменные ответы и направить работу в деканат на повторное рецензирование. Стирать и зачеркивать отмеченные преподавателем замечания не разрешается. Преподавателем не рассматриваются также исправления отдельно от самой контрольной работы.

При решении практических заданий по разработке схемы и маршрута сборки необходимо разобраться в назначении, составе, принципах работы предложенного узла, добавить на чертеже узла и указать в спецификации недостающие или неуказанные на чертеже позиции деталей и стандартных изделий.

Для составления технологической схемы сборки необходимо выделить базовую деталь, узлы и подузлы (подсборки), подлежащие предварительной сборке, из нескольких возможных вариантов предложить оптимальный вариант схемы сборки и разработать технологическую схему сборки по образцам примеров на **рис. 2.1** и **2.2** и составить маршрут сборки по форме **табл. 2.1** данной работы.

При выполнении расчетов сначала следует записать формулу, затем подставить в уравнения числовые значения, провести вычисления на калькуляторе (персональном компьютере) и записать результат расчета с обязательным указанием размерности. Во всех расчетах рекомендуется использовать размерность в системе СИ.

Уважаемые студенты! Убедительно рекомендуем Вам не полениться и провести повторную проверку правильности наиболее сложных и ответственных результатов вычислений. Ответ желательно подвергнуть критике на предмет соответствия полученного результата практическим условиям работы или сопоставить полученные данные с результатами аналогичных задач, содержащихся на примерах, приведенных в рекомендуемой или справочной литературе, а также в данной методической работе. На основе анализа и сравнения полученных результатов расчетов, следует дать обязательные заключения или выводы о соответствии (или несоответствии) результатов расчета рекомендованной области изменения основных параметров.

Контрольная работа должна способствовать приобретению студентами-заочниками навыков самостоятельной работы с основными справочниками, учебниками, учебными пособиями и методическими указаниями по данной дисциплине. Одной из основных задач контрольной работы является выработка навыков к ведению инженерно-технических расчетов с точностью $\pm 5\%$, что достигается использованием чисел не менее чем с тремя верными знаками.

Помните, что использование в расчетах цифр с большим числом верных знаков не увеличивает точности вычислений, а приводит к бесполезным затратам Вашего драгоценного времени и места в пояснительной записке. Применение инженерных калькуляторов является обязательным, а использование персональных компьютеров – желательным. При оформлении работы требуется отчетливое и грамотное (без орфографических ошибок) изложение, систематизированный ход вычислений и аккуратно-разборчивый текст.

Оформление списка литературы (библиографического списка) производится по требованию ГОСТ 7.1 – 84, в конце пояснительной записки в разделе «Список использованной литературы».

Для более четкой проработки материала дисциплины рекомендуется завести две тетради: одну – рабочую, для самостоятельной домашней работы с предварительными вариантами и результатами решения задач, с черновыми зарисовками эскизов, схем, узлов и подузлов, и вторую, – чистовую,

оформленную в соответствии с требованиями данных методических указаний, – для окончательного оформления контрольной работы, предназначенную для сдачи ее в деканат для проверки и оценки преподавателем.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

1.1. Теоретические основы технологии машиностроения

1. Понятие изделия в машиностроении: изделия основного и вспомогательного производства. Виды изделий: деталь; сборочная единица; комплекс; комплект.

2. Производственный процесс в машиностроении и его содержание. Производственная структура предприятия: рабочее место, производственный участок, цех, завод.

3. Технологический процесс в машиностроении и его виды. Структура и составляющие технологического процесса: операция, переход, проход, прием.

4. Основные количественные характеристики машиностроительного производства: программа выпуска; коэффициент закрепления операций. Ритм и такт выпуска изделий.

5. Виды производств в машиностроении: единичное; серийное; массовое. Их сравнительная характеристика, применяемое оборудование, уровень квалификации исполнителей. Принципы концентрации и дифференциации операций. Виды поточных производств.

6. Перспективные виды производств. Гибкие производственные системы (ГПС). Составные части и виды ГПС: гибкий производственный модуль; роботизированный технологический комплекс. Автоматизированные системы обеспечения ГПС.

7. Промышленные роботы, их классификация по назначению и по уровню развития. Проблемы и перспективы совершенствования робототехники в машиностроении.

8. Понятие о качестве продукции машиностроения. Наука квалиметрия. Показатели качества изделий, методы их определения и классификация.

9. Базирование и базы в машиностроении. Основные понятия и определения теории базирования: степень свободы изделия; правило шести точек.

10. Виды и комплекты баз для обработки деталей в металлорежущих станках. Условное обозначение баз на схемах обработки заготовок.

11. Конструкторские, технологические, измерительные базы. Правила и принципы выбора баз. Примеры выбора схем базирования для различных видов заготовок.

12. Назначение, классификация, область применения и условные обозначения центровых отверстий при обработке заготовок вращения на металлорежущих станках.

13. Погрешности установки и базирования. Составляющие погрешности установки, методы их определения, пути снижения.

14. Точность обработки. Характеристики точности: абсолютная и относительная точность. Виды производственной погрешности обработки изделий машиностроения.

15. Погрешности от упругих деформаций в системе станок – приспособление – инструмент – заготовка. Понятие жесткости и податливости системы. Расчет погрешностей от деформации для различных случаев жесткости системы.

16. Погрешности от напряжений в заготовках и от размерного износа инструмента. Характер их проявления; методика определения; пути снижения.

17. Изменение физико-механических характеристики поверхностного слоя деталей после механической обработки: остаточные напряжения; поверхностная твердость; использование явления технологической наследственности.

18. Точность размеров. Параметры точности размеров и соединений: Единая система допусков и посадок; качества точности, система отверстия, система вала. Условные обозначения допусков и посадок на чертежах изделий.

19. Точность формы и расположения поверхностей. Обозначение допусков формы и расположения поверхностей на чертежах изделий.

20. Понятие о шероховатости поверхности. Основные параметры шероховатости, их условное обозначение на чертежах изделий.

1.2. Основы проектирования технологических процессов изготовления изделий

21. Цели, задачи и принципы проектирования технологических процессов (ТП) изготовления изделий. Единичный и унифицированный; типовой и групповой ТП.

22. Исходные данные, основные принципы и последовательность этапов проектирования технологических процессов в машиностроении. Перечень и содержание разрабатываемой документации.

23. Понятие о технологичности конструкции изделия (ТКИ). Основные принципы и примеры, используемые при отработке конструкции изделия на технологичность. Качественные и количественные показатели ТКИ.

24. Выбор вида заготовки и способы ее получения: литье; обработка давлением; комбинированные методы получения заготовок из металлов.

25. Специальные методы получения заготовок в машиностроении: порошковая металлургия; неметаллические материалы на основе пластмасс; композиционные материалы. Их области применения, сравнительные характеристики.

26. Припуски на обработку заготовок. Задачи и сущность опытно-статистического и расчетно-аналитического методов определения припусков. Расчет составляющих минимального припуска для заготовок различной формы.

27. Основы технического нормирования в машиностроении. Способы определения составляющих нормы времени. Расчет норм времени на изготовление изделий. Нормы выработки.

28. Режим резания. Назначение и последовательность расчета составляющих режима резания. Выбор технических характеристик металлорежущего станка.

29. Техничко-экономических показатели изготовления деталей. Себестоимость изготовления изделия, методы определения составляющих себестоимости. Выбор оптимального варианта обработки.

1.3. Основы проектирование приспособлений

30. Назначение и классификация приспособлений для обработки и сборки изделий машиностроения. Требования, предъявляемые к приспособлениям. Основные элементы приспособлений.

31. Установочные элементы приспособлений для механической обработки заготовок. Назначение, классификация, область применения, сравнительные показатели различных видов установочных элементов, материалы для их изготовления.

32. Методы закрепления заготовок в приспособлениях при их механической обработке. Основы расчета зажимной силы и выбор зажимных устройств в приспособлениях.

33. Назначение и классификация элементов приспособлений для направления и контроля рабочего инструмента при механической обработке заготовок на металлорежущих станках.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Общие сведения о процессе сборки

Технологический процесс сборки представляет собой часть производственного процесса, непосредственно связанного с последовательным соединением, взаимной ориентировкой и фиксацией деталей и узлов для получения готового изделия, удовлетворяющего установленным требованиям [1, 2].

Технологическая подготовка сборочного производства состоит из разработки технологических процессов, проектирования и изготовления специальной оснастки, нестандартного оборудования, выполнения необходимых расчетов, планировок и других работ. Основной и наиболее важной частью технологической подготовки сборочного производства является **проектирование технологического процесса сборки**. Составляющими технологического процесса сборки являются технологическая операция и технологический переход.

Технологическая операция сборки представляет собой законченную часть этого процесса, выполняемую непрерывно над одной сборочной единицей или над совокупностью одновременно собираемых единиц (узлов, деталей), одним или группой (бригадой) рабочих на одном рабочем месте. Сборочная

операция – это технологическая операция установки и образования соединений составных частей заготовки или изделия.

Переход сборочного процесса – это законченная часть операции, выполняемая над определенным сборочным соединением при использовании одних и тех же инструментов.

В состав технологического процесса сборки в качестве технологических операций или переходов включаются разнообразные сборочные работы, например: соединение сопрягаемых деталей посредством приведения в соприкосновение их сборочных баз; проверка точности взаимного расположения собираемых деталей и узлов и внесение, если это необходимо, соответствующих исправлений путем регулировки, пригонки или подбора; фиксация положения деталей и узлов, обеспечивающего правильность выполнения ими целевого назначения при работе машины.

К технологическому процессу сборки относятся также операции, связанные с проверкой правильности действия отдельных механизмов и узлов и машины в целом (точность, плавность движений, бесшумность, надежность функционирования смазочной системы и т.п.). Сюда же относятся все необходимые по содержанию работы операции по очистке, промывке, окраске и отделке изделия или составляющих его сборочных соединений и деталей. Например, для выполнения операции установки задней бабки токарного станка, необходимо выполнить следующие переходы: 1 – установить бабку на станину станка и закрепить; 2 – проверить правильность положения бабки в двух взаимно перпендикулярных направлениях; 3 – пригнать бабку пришабриванием по высоте; 4 – отрегулировать положение бабки в горизонтальной плоскости при помощи компенсаторов.

В зависимости от программы выпуска сборочных единиц (изделий) определяются **степень концентрации** процесса сборки. Так, для малых серий операции общей и узловой сборки выполняются на одном рабочем месте, оснащенном сборочным стендом, одним или бригадой сборщиков (наблюдается принцип концентрации сборочных операций). Для условий крупносерийного и массового производств технологический процесс сборки разделяется на достаточно большое количество операций и, как правило, базовая деталь сборочной единицы перемещается, а на каждом рабочем месте выполняется определенная операция (наблюдается принцип дифференциации сборочных операций) [1, 2, 4].

Для мелкосерийного производства технологический процесс (маршрут) сборки разделяем на технологические операции, составной частью которых являются технологические переходы.

Разработка технологического процесса сборки включает 2 этапа:

1 этап – составление технологической схемы сборки;

2 этап – разработка маршрута сборки.

Последовательность и содержание указанных этапов разработки технологического процесса сборки приведена на примере сборки ступицы шкива вентилятора (**рис. 2.1**).

2.2. Составление технологической схемы сборки

Технологические схемы сборки позволяют наглядно представить (визуализировать) весь технологический процесс сборки, проверить правильность намеченной последовательности операций. Некоторые иностранные фирмы для наглядности и безошибочности выполнения сборочных операций выполняют фотографии отдельных сборочных позиций, что позволяет обеспечить качество изделия, не «забыть» слесарям монтажно-слесарных подразделений установить мелкую деталь.

Для разработки технологического процесса сборки следует изучить техническую характеристику и требования к собираемому изделию, установить назначение, состав и принцип взаимодействия всех его структурных элементов.

Рассмотрим пример составления технологической схемы сборки ступицы шкива вентилятора, сборочный чертеж которой представлен на рис. 2.1.

Пятиручьева шкив 8 клиноременной передачи вращается на двух радиально-упорных подшипниках качения 9, установленных на ступице 11 на переходной посадке. Ступица неподвижно закреплена цилиндрической поверхностью А на посадке с натягом в корпусе привода (на чертеже не показан). Радиальное биение поверхности Б шкива 8 относительно поверхности А ступицы 11 не должна превышать 0,020 мм (20 мкм). Уплотнение подшипников качения 9 на шкиве справа производится войлочным уплотнительным кольцом 10, пропитанным горячей смазкой, слева – фланцем 5 с прокладкой 6 из паронита ПОН-2, стянутым к шкиву четырьмя болтами 4 с резьбой М12 и глухой крышкой 1 с прокладкой 13 из картона, затянутой к фланцу 5 четырьмя винтами 2 с резьбой М6. Подшипники 9 зафиксированы на ступице 8 разрезным кольцом 3 и дистанционным компенсирующим кольцом 7, а в отверстии шкива 8 – дистанционной втулкой 12.

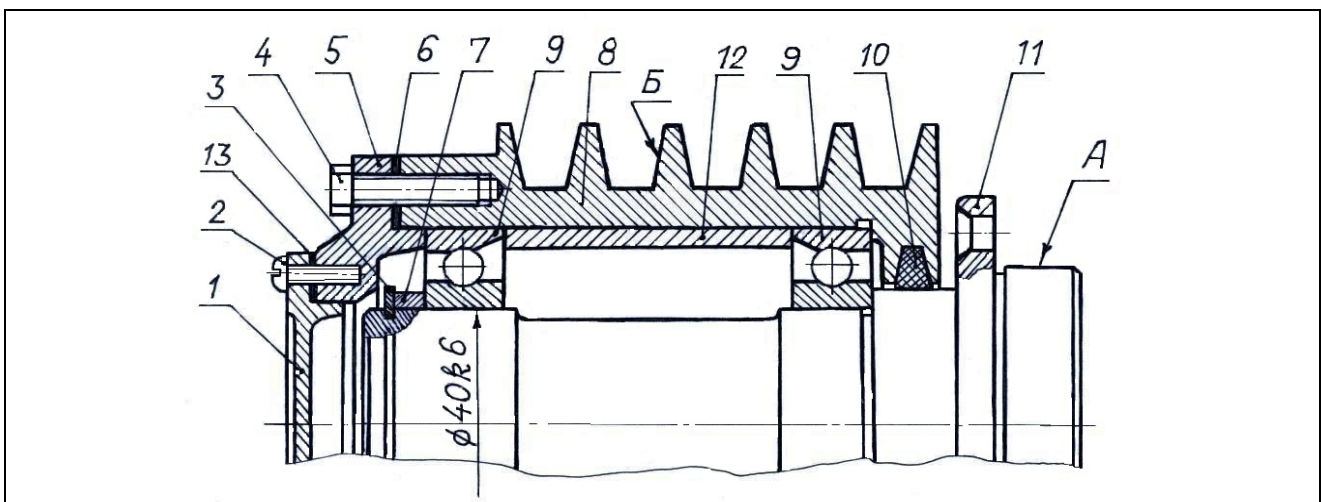


Рис. 2.1. Сборочный чертеж ступицы шкива вентилятора:

1 – крышка; 2 – винт М6х20 (4 шт.); 3 – кольцо разрезное фиксирующее; 4 – болт М12х35 (4 шт.); 5 – фланец; 6 – прокладка; 7 – кольцо дистанционное компенсирующее; 8 – шкив; 9 – подшипник (2 шт.); 10 – кольцо уплотнительное войлочное; 11 – ступица; 12 – втулка дистанционная; 13 – прокладка

Смазка подшипников качения осуществляется консистентной смазкой «Литол», «ЦИАТИМ», путем закладки во внутренние полости при сборке.

На схемах сборки каждую деталь указывают в рамке, в которой указывается наименование детали, ее позиция на чертеже и количество (рис. 2.2) [4]. При наличии на сборочном чертеже неуказанных деталей или стандартных изделий, следует ввести дополнительные позиции с их расшифровкой на спецификации или подрисуночной надписи к сборочному чертежу изделия или узла.

Для мелко- и среднесерийного производства сложные изделия целесообразно расчленить на отдельные (промежуточные) сборочные единицы 1 уровня (подсборки), которые собираются на отдельных участках и на общую сборку подаются в собранном виде, не составляя сборочного чертежа и спецификации с целью сокращения количества и стоимости разрабатываемой технологической документации процесса сборки.

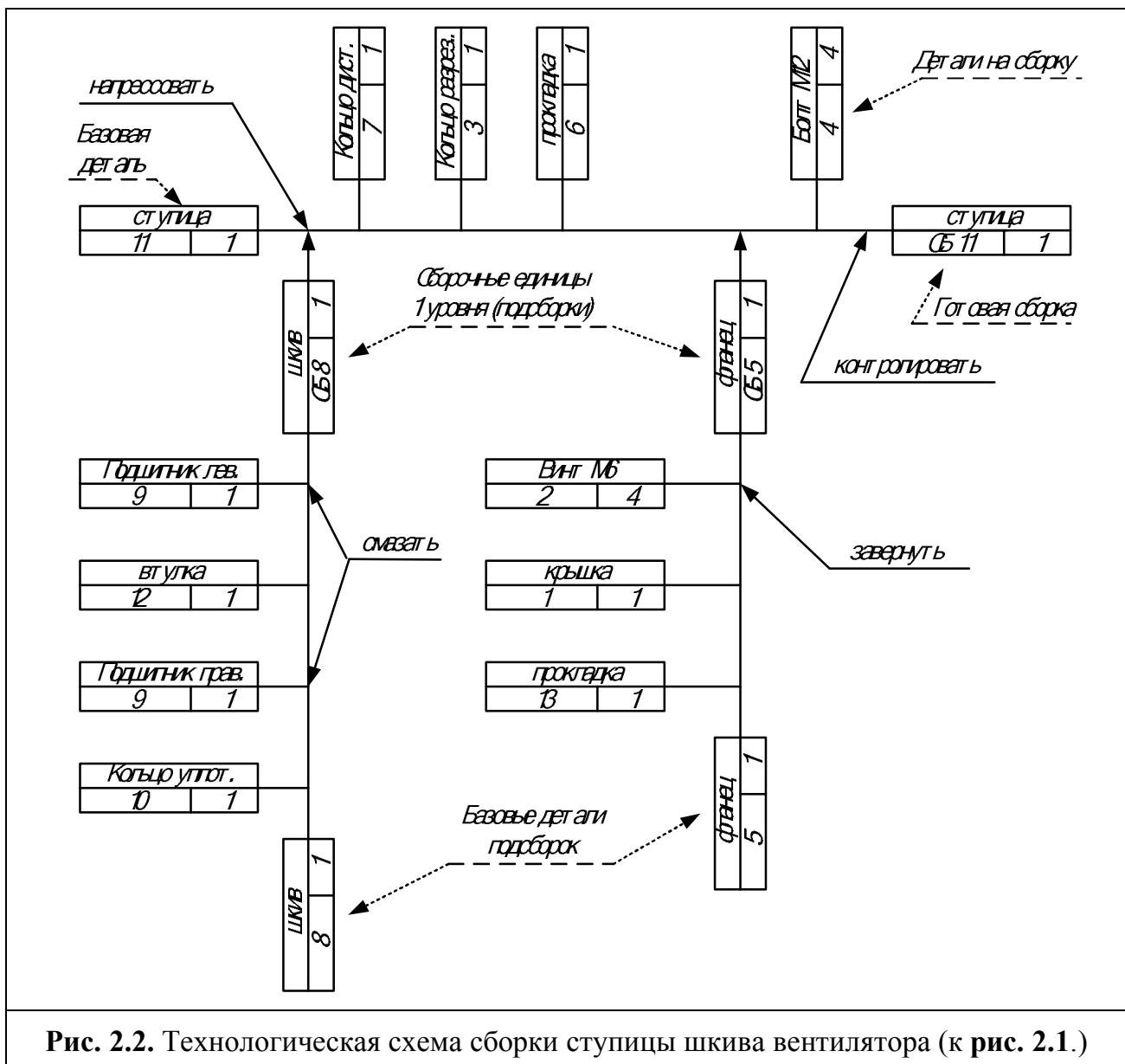


Рис. 2.2. Технологическая схема сборки ступицы шкива вентилятора (к рис. 2.1.)

Для составления технологической схемы сборки выбирается **базовая деталь** или ранее собранная сборочная единица. В рассматриваемом сборочном чертеже ступицы в качестве базовой детали на **рис. 2.2** принята «Ступица, поз. 11, кол. 1». Процесс сборки на схеме изображается **горизонтальной линией** в направлении от базовой детали до готового изделия или сборочной единицы. На **рис. 2.2. готовым изделием** проектируемого процесса сборки ступицы является сборочная единица – «Ступица, сб. 11, кол. 1».

Выше горизонтальной линии показывают в последовательности сборки прямоугольники, условно изображающие **детали**, а ниже – прямоугольники, условно изображающие **сборочные единицы** либо **под сборки** (под сборки – несколько деталей, соединяемых непосредственно перед общей сборкой на слесарном или сборочном столе). На под сборку не составляется сборочный чертеж и их нет в спецификации изделия. Это позволяет уменьшить время на разработку технологического процесса сборки и снизить трудоемкость сборки изделия в целом.

В качестве первой под сборки (под узла) на **рис. 2.2** принята сборочная единица 1 уровня – «Шкив, сб. 8, кол. 1», состоящая из предварительно собранных отдельной бригадой сборщиков путем последовательного присоединения к базовой детали «Шкив, поз. 8, кол. 1» входящих в ее состав четырех деталей: «Кольцо уплотнительное, поз. 10, кол. 1», «Подшипник правый, поз. 9, кол. 1», «Втулка, поз. 12, кол. 1», «Подшипник левый, поз. 9, кол. 1». Собранный таким образом под сборка «Шкив в сборе» в виде вертикальной линии подводится снизу к горизонтальной базовой линии сборки ступицы.

Следующей сборочной единицей 1 уровня (под сборкой) при сборке ступицы является «Фланец, сб. 5, кол. 1», поступающей на окончательную сборку в предварительно собранном виде, состоящей из базовой детали «Фланец, поз. 5, кол. 1» и деталей «Прокладка, поз.13, кол. 1», «Крышка, поз.1, кол. 1», стянутых с помощью деталей «Винт М6, поз. 2, кол. 4».

Если тип производства крупносерийный или массовый, то под сборка «Шкив в сборе, 8» будет являться отдельной сборочной единицей, на которую составляется свой сборочный чертеж со спецификацией, а на общую сборку данная сборочная единица подается в собранном виде. Следующей сборочной единицей при сборке ступицы в массовом и крупносерийном производстве будет являться под сборка «Фланец, сб. 5, кол. 1», поступающая на окончательную сборку в предварительно собранном виде согласно своему сборочному чертежу и спецификации. Для мелкосерийного и единичного производств сборочные чертежи спецификация на указанные под сборки не составляются.

Для наглядности процесса сборки на технологической схеме (**рис. 2.2**) рекомендуется указать виды выполняемых операций или переходов, например, «напрессовать», «затянуть», «смазать» и т.д. В технологической схеме разрабатываемого процесса сборки указываются также контрольные или другие операции, указанные в технических требованиях к собираемому изделию, в данном случае в виде контрольной операции в виде проверки величины радиального биения поверхности Б шкива 8 относительно поверхности А ступицы 11.

2.3. Составление маршрута сборки

На базе схемы сборки разрабатывается маршрут сборки сборочной единицы (узла). Для мелкосерийного производства маршрут сборки разделяют на технологические операции, составной частью которых являются технологические переходы.

Структура и содержание типового маршрута сборки ступицы шкива вентилятора, приведенной на **рис. 2.1**, и разработанной выше технологической схемы ее сборки (**рис. 2.2**), представлена в **табл. 2.1**.

Табл. 2.1. Маршрут сборки ступицы шкива вентилятора (к **рис. 2.1**)

Номер операции	Наименование операции	Содержание переходов операции
1	Сборочная (сборка шкива сб. 8)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Закрепить шкив (поз. 8) в приспособлении. 2. Установить в гнезде шкива войлочное уплотнительное кольцо (поз. 10), пропитанное в горячем масле. 3. Смазать и установить подшипник правый (поз. 9). 4. Протереть и установить дистанционную втулку (поз. 12). 5. Смазать и установить подшипник левый (поз. 9).
2	Установочная (установка шкива сб. 8)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Закрепить ступицу (поз. 11) в приспособлении. 2. Напрессовать шкив (сб. 8) на ступицу (поз. 11). 3. Протереть и установить дистанционное компенсационное кольцо (поз. 7). 4. Установить разрезное фиксирующее кольцо (поз. 3).
3	Сборочная (Сборка фланца сб. 5)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Закрепить фланец (поз. 5) в приспособлении. 2. На крышку (поз.1) установить прокладку из картона (поз.13). 3. Установить крышку (поз. 1) с прокладкой (поз.13) на гнездо шкива (поз.8). 4. Затянуть крышку (поз. 1) четырьмя винтами М6 (поз. 2).
4	Установочная (Установка фланца сб. 5)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить болты М12 (поз. 4) в отверстия фланца (поз.5). 2. Установить прокладку (поз. 6) из паронита на гнездо фланца (поз. 5). 3. Затянуть фланец (сб. 5) болтами М12 (поз. 4).
5	Контрольная (контроль радиального биения)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проверить легкость вращения шкива (поз. 8) на подшипниках (поз. 9). 2. Проверить биение поверхности Б шкива (поз.8) относительно посадочной поверхности А ступицы (поз.11).

Из сравнения маршрута сборки (**табл. 2.1**) и **рис. 2.2** следует, что технологическая схема сборки позволяет **значительно наглядней** в сравнении с маршрутом сборки представить всю совокупность и последовательность механосборочных работ.

3. СОСТАВЛЕНИЕ МАРШРУТА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

3.1. Разработка чертежа (эскиза) детали

Перед составлением маршрута обработки детали необходимо разработать чертеж (эскиз) детали, выполняемый в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) к рабочим чертежам деталей на основе анализа сборочного чертежа, назначения и условий работы сборочной единицы, детали и других специфических требований к изделию (узлу).

На **рис. 3.1** представлен фрагмент сборочного чертежа ведущего вала редуктора в сборе с корпусом и крышкой. Первоначально необходимо назначить по рекомендациям [3] посадки на сопрягаемые поверхности вала с учетом условий сборки и эксплуатации данного редуктора.

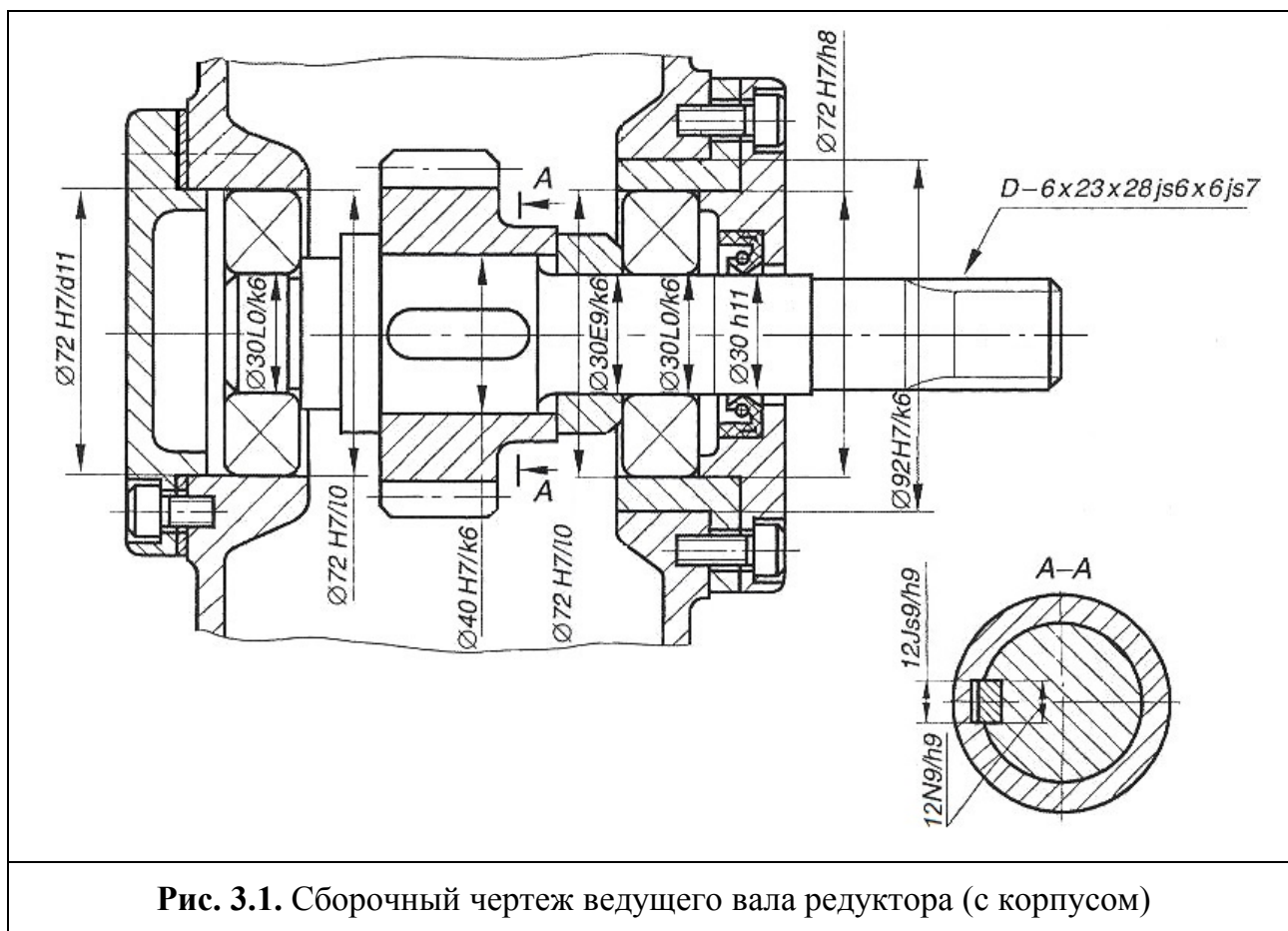


Рис. 3.1. Сборочный чертеж ведущего вала редуктора (с корпусом)

Так, исходя из циркуляционного нагружения внутренних колец подшипников выбрана посадка с натягом $L0/k6$, для монтажа зубчатого колеса принята переходная посадка $H7/k6$ (в системе отверстия), под манжетное уплотнение назначено поле допуска основного вала $h11$ с зазором с термической обработкой токами высокой частоты (ТВЧ) для исключения износа поверхности соприкосновения.

В отличие от предпочтительной и распространенной в машиностроении системы отверстия, для шпоночного соединения используется система вала: посадка шпонки с допуском $h9$ на пазу вала осуществляется по переходной по-

садке $N9$, а соединение шпонки с пазом на ступице колеса – по переходной посадке $Js9$. В комбинированной системе выполнена посадка с зазором дистанционного кольца на валу $\Phi 30E9/k6$. Назначение оптимальных допусков на размеры посадочных поверхностей составляет основную часть качественного анализа **технологичности конструкции изделия** (ТКИ).

На **рис. 3.2** приведен пример выполнения чертежа (эскиза) ведущего вала редуктора, сборочный чертеж которого представлен на **рис. 3.1**.

Чертеж детали следует начать с выбора марки материала заготовки и его стандарта (ГОСТа). Для проектируемого вала принята качественная углеродистая сталь марки 45 по ГОСТ 1050–88 с высоким содержанием углерода (0,45%), которая допускает термообработку рабочих поверхностей для увеличения их прочности и твердости.

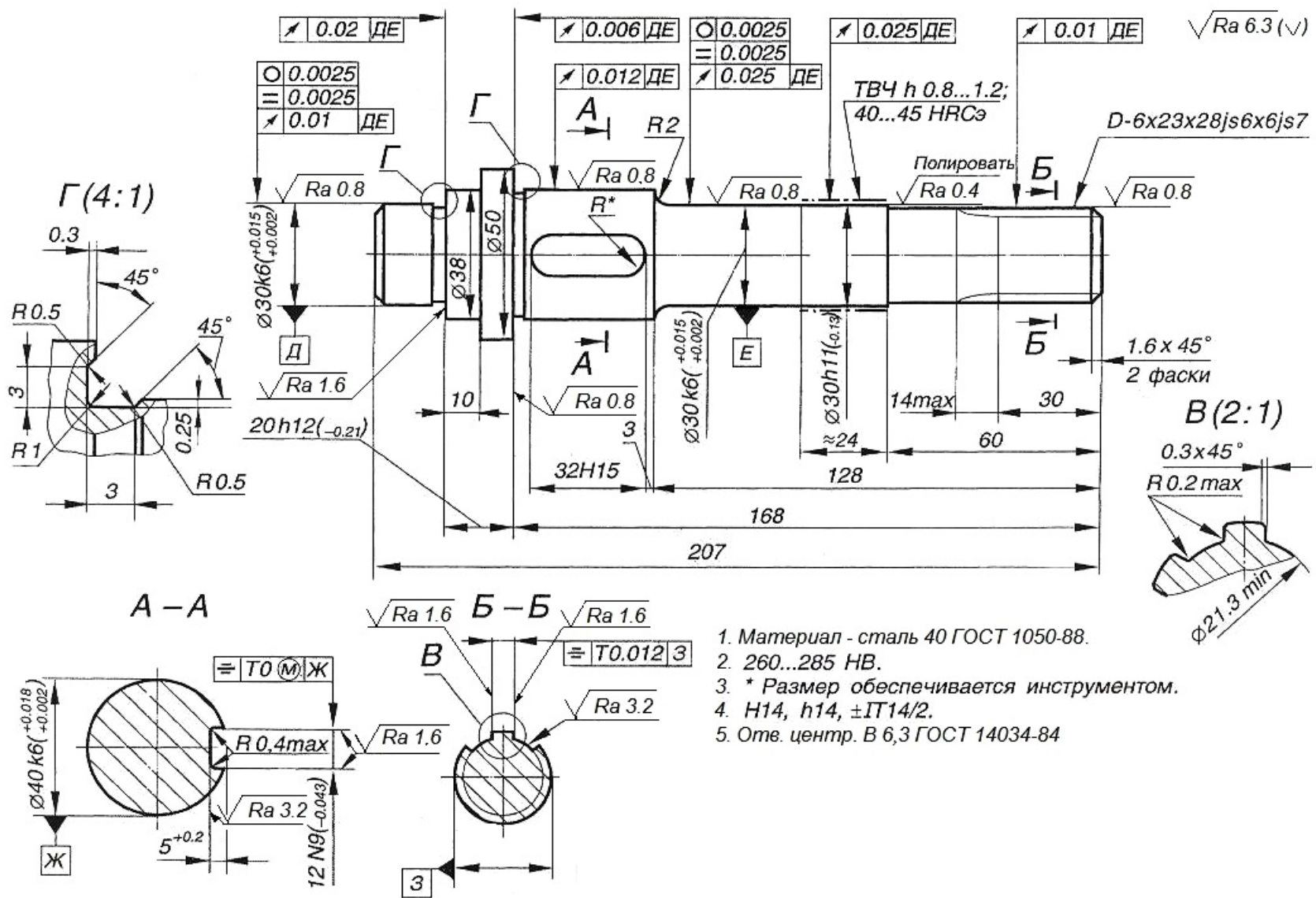
Для обеспечения требуемой точности обработки детали необходимо выбрать базы (на чертеже вала за базы приняты цилиндрические поверхности Д и Е, предназначенные для посадки подшипников качения). За технологические базы приняты центровые отверстия типа В с диаметром 6,3 мм по ГОСТ 14034–84, выполненные на торцах вала, которые обеспечивают соблюдение принципа постоянства баз при выполнении всех технологических операций обработки данного вала.

На чертеже детали указывают все размеры, включая габаритные и присоединительные, назначают, с учетом характера нагружения и в соответствии со сборочным чертежом, допуски на посадочные размеры.

На обработанных посадочных и свободных поверхностях назначают и указывают шероховатость поверхностей по ГОСТ 2309–73. При необходимости указывают вид термообработки и твердость обработанных поверхностей по ГОСТ 2.310–68. Так посадочная поверхность $\Phi 30h11$ вала редуктора на **рис. 3.2**, соприкасающаяся с резиновой манжетой, подвергается закалке токами высокой частоты (ТВЧ) до твердости 40 ... 45 единиц по шкале HRC (Роквелла) на глубину 0,8 ... 1,2 мм.

Кроме допусков на размеры сопрягаемых (посадочных) поверхностей проектируемого вала назначают и указывают допуски формы и расположения поверхностей по ГОСТ 2308–79. Например, отклонение от круглости и неперпендикулярность заплечиков поверхностей, сопрягаемых с кольцами подшипников, в значительной степени влияют на работоспособность подшипников качения, поэтому рекомендуется назначить допуски формы, рекомендованные в [3]. Отклонение от соосности поверхностей под кольцами подшипников может привести к появлению вибраций, что также негативно скажется на работоспособности узла, поэтому на **рис. 3.2** допуск соосности и неперпендикулярности заменены на более технологичные для контроля допуски радиального и торцевого биений.

На выноске В и в сечении Б – Б указаны размеры шлицевого соединения с 6 прямобочными шлицами с центрованием по наружному диаметру $D = 28$ мм с допуском $js6$, с внутренним диаметром $d = 23$ мм и с шириной $b = 6$ мм с допуском $js6$.



1. Материал - сталь 40 ГОСТ 1050-88.
2. 260...285 НВ.
3. * Размер обеспечивается инструментом.
4. H14, h14, ±IT14/2.
5. Отв. центр. В 6,3 ГОСТ 14034-84

Рис. 3.2 . Рабочий чертеж вала редуктора (к рис. 3.1)

Численное значение допусков формы и расположения можно принимать по рекомендациям [3].

На местах перехода диаметров валов указывают размеры канавок для выхода инструмента (узел Г) и радиусы закруглений переходов (узел В).

Примеры разработки и оформления рабочих чертежей типовых деталей машин и механизмов приведены на рис. П.4.1, П.4.2, П.4.3, П.4.4 и П.4.5 **ПРИЛОЖЕНИЯ 4** данной работы.

3.2. Анализ технологичности конструкции детали

В соответствии с ГОСТ 14.205–83 **технологичность** – это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат труда (себестоимости) при производстве, эксплуатации и ремонте при заданных показателях качества, объеме выпуска и условиях выполнения работ.

Производственная технологичность конструкции детали – это степень ее соответствия требованиям наиболее производительного и экономичного изготовления. Чем меньше трудоемкость и себестоимость изготовления, тем более технологичной является конструкция детали. Существует также технологичность конструкции заготовки, оказывающее значительное влияние на себестоимость детали в целом.

Производственная технологичность проявляется в сокращении затрат и средств на техническое обслуживание и ремонт изделия.

Технологичной при качественной оценке следует считать такую геометрическую конфигурацию детали и отдельных ее элементов, при которой учтены возможности минимального расхода материала и использованы наиболее производительные и экономичные для определенного типа производства методы изготовления. В связи с этим следует проанализировать чертеж детали по следующим параметрам технологичности [4–7]:

- степени унификации геометрических элементов (диаметров, длин, резьб, модулей, радиусов перехода и т.п.) в конструкции;
- наличия удобных базирующих поверхностей, обеспечивающих возможность реализации принципов совмещения и постоянства баз;
- возможности свободного подвода и вывода режущего инструмента при обработке;
- удобства контроля точностных параметров детали;
- возможности уменьшения протяженности точных обрабатываемых поверхностей;
- соответствия формы дна отверстия форме конца стандартного инструмента для его обработки (сверла, зенкера, развертки, метчика и др.).

На **рис. 3.3** показаны примеры обеспечения технологичности конструкции деталей при обработке на металлорежущих станках [6, 7].

1. Размеры поверхностей деталей должны соответствовать нормальному ряду длин и диаметров, для возможности их обработки стандартизованным инструментом. В случае обработки деталей с нестандартными размерами

приходится использовать более дорогой нестандартный инструмент или выполнять дополнительные технологические операции для получения заданных чертежом размеров и форм поверхностей.

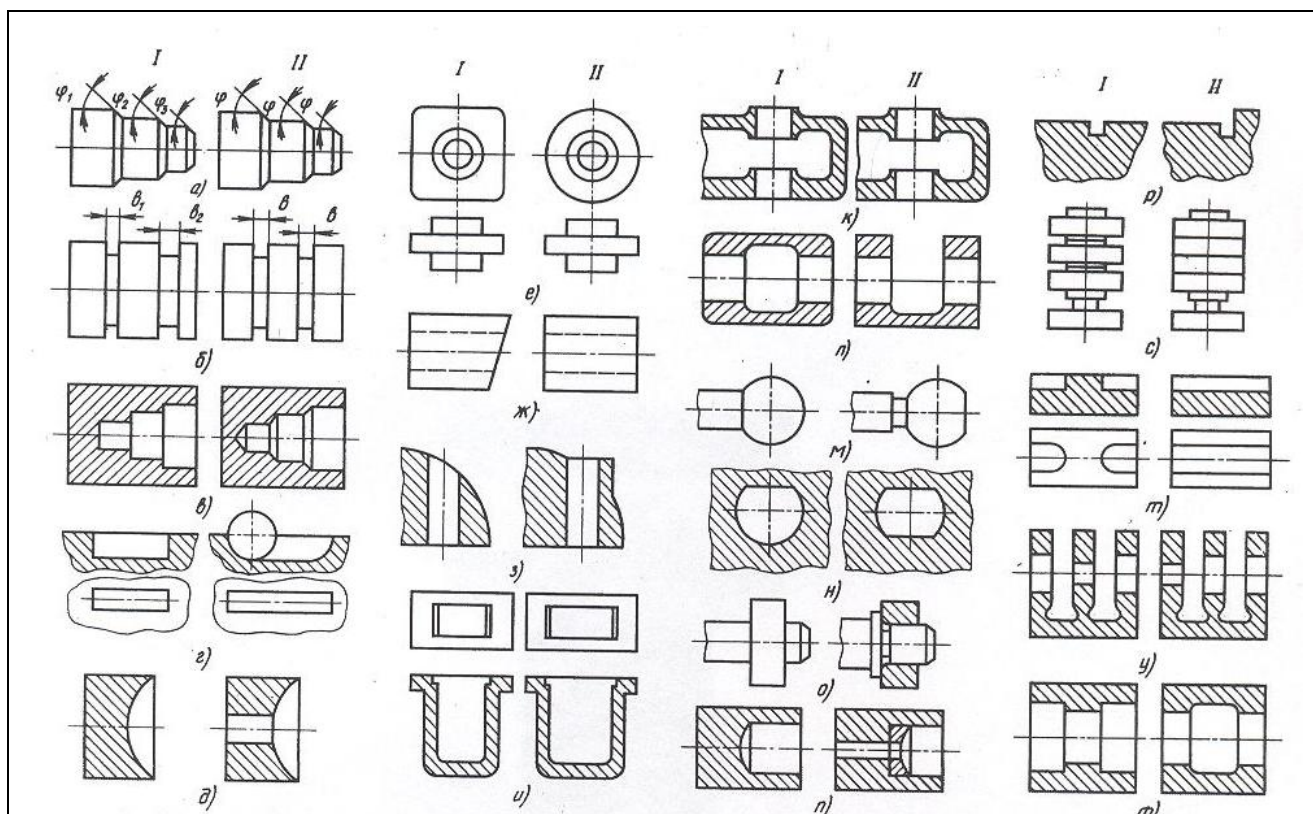


Рис. 3.3. Примеры технологичности деталей при обработке на станках [7]:
I – не технологичные; II – технологичные

2. Геометрические элементы детали должны быть по возможности унифицированы по форме и размерам. Это сокращает номенклатуру инструмента и повышает производительность обработки. Например, на чертеже ступенчатого вала (рис. 3.3, а) на конических переходах между ступенями вала и на фасках следует указать одинаковые углы в 30, 45 или 60°, для обеспечения их обработки с использованием одного и того же стандартного токарного резца с одинаковым углом в плане φ . Канавки на одной и той же детали следует назначать одинаковой ширины (рис. 3.3, б) и обрабатывать одним и тем же канавочным (отрезным) резцом с шириной режущей кромки, равной ширине канавки b .

3. Обрабатываемые поверхности деталей должны соответствовать по форме стандартному инструменту. Например, дно глухого отверстия (рис. 3.3, в) и переходы между ступенями следует проектировать не под прямым углом, а конической формы под углом в 120°, образуемым режущей кромкой стандартного сверла. Форму и ширину шпоночного паза (рис. 3.3, г) следует принимать в соответствии с размерами пальцевой или дисковой шпоночной фрезы, обеспечивая обработку ширины за один проход инструмента, с радиусами перехода (закруглений), равными радиусу режущей кромки самой

фрезы. Отверстия в деталях должны соответствовать по размерам (диаметру и длине) стандартным сверлам.

4. Обработку фасонных поверхностей следует проектировать таким образом, чтобы различные участки режущей кромки инструмента работали в одинаковых условиях, в частности, при близких скоростях резания. Так при обработке сферической поверхности (рис. 3.3, *д, н*) вблизи от оси вращения скорость резания мала, и инструмент не режет, а сминает материал заготовки. Поэтому в средней части заготовки рекомендуется выполнить осевое отверстие, облегчающее процесс резания. Целесообразно так проектировать детали, чтобы сила резания не изменялась в процессе обработки, так как изменение силы резания вызывает погрешность формы. Например, ширина фрезеруемых плоских участков по верхнему торцу (рис. 3.3, *и*) должна быть одинаковой по всему прямоугольному контуру обрабатываемой детали.

С целью максимального упрощения фасонных поверхностей желательно отделить их от остальных поверхностей канавками (рис. 3.3, *м*) или плоской лыской с торца, выполнять поверхности симметричными (рис. 3.3, *н*). Эти приемы снижают стоимость обработки и позволяют использовать высокопроизводительные методы обработки. Облегчить процесс последующей обработки и снизить себестоимость изготовления изделия позволяют переходные канавки (рис. 3.3, *р*), разграничивающие поверхности, обрабатываемые различными методами или на различных технологических операциях (например, канавки для выхода шлифовального круга, сбег резьбы и др.)

5. Для предохранения от поломки необходима безударная работа инструмента, с плавным входом его в материал заготовки и выход. Это достигается наличием фасок (рис. 3.3, *а, в*) и канавок (рис. 3.3, *р*) для входа и выхода инструмента. Безударную обработку торцов детали обеспечивает замена прямоугольного фланца круглым (рис. 3.3, *е*). С этой же целью шлицевые отверстия втулок и муфт должны быть сплошными, и не иметь выточек в средней части.

6. Конструктивные элементы деталей не должны вызывать деформаций изгиба инструмента, особенно на его входе и выходе из заготовки. Поэтому при сверлении, зенкерования (рис. 3.3, *з*), развертывании и протягивании отверстий (рис. 3.3, *ж*), поверхность, в которую входит и выходит инструмент, должна быть строго перпендикулярной направлению его осевого движения. Это требование имеет особое значение для заготовок, обрабатываемых на агрегатных станках, автоматических линиях и станках с ЧПУ, когда используется большое число осевых инструментов с недостаточной изгибной жесткостью. Для исключения возможности увода оси отверстия и поломки сверла в заготовке не следует предусматривать сквозные отверстия с отношением длины к диаметру более 10, а глубина глухих отверстий не должна превышать шесть диаметров. При невозможности соблюдения указанных требований приходится использовать специальные усиленные удлиненные сверла с обязательной подачей смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ).

7. Для упрощения процесса обработки и проведения замеров следует обеспечить свободный доступ к обрабатываемой поверхности. Так для удобства обработки внутренних торцов приливов для отверстий в корпусе (рис. 3.3, *к*) увеличивают диаметры сквозных отверстий для ввода инструмента. На рис. 3.3, *л* удалена центральная часть заготовки со свободной несопрягаемой полостью, что позволяет исключить необходимость обработки закрытых поверхностей.

8. Уменьшение трудоемкости обработки сложных деталей можно обеспечить за счет упрощения ее конфигурации посредством расчленения на ряд простых, допускающих высокопроизводительную обработку, с последующей сборкой различными методами сборки. Примеры таких деталей приведены на рис. 3.3, *о* и 3.3, *п*, каждая из которых расчленена на две относительно простые детали, собранные на готовое изделие методом прессовой посадки с натягом.

9. Производительность обработки можно значительно повысить, используя метод многоместной обработки. Так на рис. 3.3 *с* приведен пример трехместной обработки, когда заготовки установлены на оправку без зазоров так, чтобы выход инструмента из одной заготовки был совмещен со входом в другую заготовку, без образования заусенцев на готовых деталях. Аналогичный принцип использован на примере рис. 3.3, *т*, когда одним инструментом осуществляется обработка двух соосных пазов напроход, заменяя таким образом полузакрытые пазы сквозными.

10. Особое внимание нужно уделять технологичности корпусных деталей, для которых характерны высокая стоимость и трудоемкость обработки. Отверстия в корпусных деталях следует выполнять соосными. Отверстия, к которым предъявляются высокие требования по точности расположения, рационально обрабатывать за одну установку, не закрепляя заготовку. Конструкция корпусных деталей должна обеспечивать обработку отверстий за один рабочий ход, а их диаметры должны изменяться последовательно (рис. 3.3, *у*). Более точное отверстие должно быть сквозным, допускающим обработку одним инструментом, например, разверткой или протяжкой (рис. 3.3, *ф*). На этом рисунке продемонстрирован принцип максимального уменьшения длины обработки глубоких точных отверстий, в частности за счет выполнения в средней части необрабатываемого участка отверстия при отливке заготовки.

Качественная оценка технологичности изделия производится обобщенными показателями: «рекомендуется – не рекомендуется», «технологично – нетехнологично» и т.п. Качественная оценка, как правило, предшествует количественной оценке технологичности, которая выполняется с использованием соответствующих численных коэффициентов [1, 2].

3.3. Составление маршрута обработки детали

Маршрут обработки детали это последовательность технологических операций обработки заготовки, при реализации которого обеспечивается техническая задача – получение детали в соответствии с требованиями чертежа и технических условий [1, 2].

Технологическая операция – это часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте, под которым понимается часть производственного участка, на котором установлено определенное технологическое оборудование. **Наименование операции** назначается по типу оборудования, например, обработка на токарном станке с числовым программным управлением модели 16К20Ф3 – **токарная с ЧПУ**.

Составляющими технологической операции является **технологический переход**, представляющий собой законченную часть технологической операции, под которым понимается часть операции, характеризующаяся определенным инструментом, обрабатывающим одну или несколько поверхностей детали. Например, (переход 1 токарной операции): точить поверхности $\Phi 35$, $\Phi 36$, с образованием галтели на длину 15 и 40 мм соответственно, контурным резцом.

Вспомогательный переход – действия исполнителя или оборудования по установке и снятию заготовки со станка, смене инструмента и пр.

Одну и ту же деталь можно изготовить, используя различные маршруты обработки, выбор оптимального маршрута представляет собой непростую технико-экономическую задачу. Очень часто маршрут обработки составляется на основе имеющегося на предприятии металлообрабатывающего оборудования.

В данной работе мы будем использовать **типовые технологические маршруты механической обработки деталей** в условиях мелкосерийного и среднесерийного производства, приведенные в [4, 5, 6].

Пример составления маршрута обработки детали «Ведущий вал редуктора» (**рис. 3.2**) представлен в **табл. 3.1**. Для обеспечения возможности внесения дополнительных (пропущенных) операций в разрабатываемый маршрут обработки, номера операций следует начинать с номера 05, прибавляя по 5 позиций на каждую операцию, т.е. в последовательности 05, 10, 15 и т.д.

Исходные данные: вид заготовки – круглый прокат $\Phi 52$ мм, длиной 3000 мм, материал заготовки – качественная углеродистая сталь марки 45 по ГОСТ 1050–88, число деталей из заготовки – 14.

Табл. 3.1. Маршрут обработки детали «Ведущий вал редуктора» (к **рис. 3.2**)

Операция	Наименование операции и содержание переходов	Технологические базы	Станок. Технологическая оснастка
05	Заготовительная. Нарезать заготовки в длину 214,2 мм в количестве 14 шт.	Наружная цилиндрическая поверхность и торец.	Абразивно-отрезной станок. Призматическое зажимное приспособление.
010	Токарная. Подрезать торец, сверлить центровое отверстие типа В диаметром 6,3 мм. Переустановить. Подрезать второй торец на длину 207 мм, сверлить центровое отверстие	Наружная цилиндрическая поверхность с упором в торец.	Токарный станок 16К20. Трехкулачковый патрон

015	Токарная с ЧПУ. 1. Точить шейки $\Phi 28$ на длине 60 мм, $\Phi 30_{к6}$ на длине 68 мм, $\Phi 40_{к6}$ на длину 40 мм, с образованием фаски и галтели начерно и начисто. 2. Прорезать канавку, обеспечив размеры на виде Г.	Центровые отверстия и левый торец.	Токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3. Передний центр с поводковым патроном, задний центр.
020	Токарная с ЧПУ. 1. Точить шейки $\Phi 30_{к6}$ на длину 19мм, $\Phi 38$ на длину 10 мм, цилиндрическую поверхность $\Phi 50$ мм начерно и начисто. 2. Прорезать канавку обеспечив размеры на выноске Г.	Центровые отверстия и левый торец.	Токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3, Передний центр с поводковым патроном, задний центр.
025	Фрезерная. Фрезеровать шпоночный паз 12N9 на глубину 5 мм окончательно.	Цилиндрическая поверхность $\Phi 40_{к6}$ и торец поверхности с диаметром 50 мм.	Шпоночно-фрезерный 6930. Станочные тиски.
030	Фрезерная. Фрезеровать 6 шлицев шириной 6 js6, внутренним диаметром 23 мм на длине 30+14 мм.	Центровые отверстия.	Шлицефрезерный горизонтальный полуавтомат 5Ф352ПФ2. Центры, поводок.
035	Слесарная. Зачистить заусенцы.		
040	Контрольная. Контролировать размеры детали.		Универсальные средства измерений, центровочное устройство.
045	Термическая. Термообработать цилиндрическую поверхность $\Phi 30$ на длине 24 мм.		Установка ТВЧ. Индуктор.
050	Центрошлифовальная. Шлифовать центровочные отверстия.	Цилиндрическая поверхность $\Phi 30$, торцевая поверхность.	Центрошлифовальный станок МВ119. Приспособление при станке.
055	Шлифовальная. Шлифовать шейки $\Phi 23_{h14}$ на длине 60 мм, $\Phi 30_{h11}$, $\Phi 30_{к6}$, $\Phi 40_{к6}$ с подшлифовкой торца $\Phi 50/ \Phi 40$ окончательно.	Центровые отверстия	Круглошлифовальный станок с ЧПУ 3М153ВФ2. Удлиненный центр, поводок.
060	Шлифовальная. Шлифовать шейку $\Phi 30_{к6}$ с подшлифовкой торца $\Phi 38/ \Phi 30$ окончательно	Центровые отверстия	Круглошлифовальный станок с ЧПУ 3М153ВФ2. Удлиненный центр, поводок.
065	Шлифовальная. Шлифовать 6 шлицев по ширине в размер 6js7, а наружный центровочный диаметр – на размер $\Phi 28_{js6}$ по требованиям сечения Б – Б.	Центровые отверстия	Шлицешлифовальный полуавтомат 3М451ВФ20. Поводковый центр.

070	Полировальная. Полировать цилиндрическую закаленную поверхность $\Phi 30h11$ на длине 24 мм.	Центровые отверстия	Круглошлифовальный станок с ЧПУ 3М153ВФ2. Удлиненный центр, поводок.
075	Моечная. Промыть деталь. Просушить.		Моечная машина.
080	Контрольная. Контролировать параметры детали согласно чертежа.		Стол контролера, универсальные и специальные средства измерений.

**Прибыль лежит на кромке
режущего инструмента
К. Маркс**

4. ОСНОВЫ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

К параметрам, определяющим технологический режим резания, относятся [1, 2]:

- t – глубина резания (мм);
- S – подача инструмента (мм/об, мм/мин);
- v – скорость резания (м/мин).

Кроме указанных параметров должны быть заданы (или выбраны): материал инструмента, стойкость T инструмента (определяется временем работы инструмента до затупления, мин). В связи с этим кратко рассмотрим принципы выбора режущего инструмента для выполнения операций механической обработки деталей.

Расчет режимов резания производится с целью определения силы резания и выбора мощности станка.

4.1. Инструментальные материалы и области их применения

Для изготовления инструментов в настоящее время применяют большое количество инструментальных материалов, которые можно подразделить на следующие группы:

- 1 – инструментальные углеродистые и легированные стали;
- 2 – инструментальные быстрорежущие стали;
- 3 – инструментальные твердые сплавы;
- 4 – минералокерамические и сверхтвердые инструментальные материалы.

Практика обработки различных материалов, а также исследования теплообразования, деформации и трения при резании показывают, что материал режущей части инструмента находится во взаимодействии с обрабатываемым материалом и оказывает большое влияние на процесс резания и достижение высокой производительности труда. В этой связи инструментальные материалы должны обладать следующими свойствами:

- высокой твердостью после термообработки;

- высокой теплостойкостью, т. е. способностью сохранять высокую твердость при нагреве. Это особенно важно, так как в процессе резания инструмент нагревается до очень высокой температуры;
- высокой износостойкостью;
- возможно более высокой прочностью. Прочность для инструментальных материалов оценивается временным сопротивлением на изгиб;
- удовлетворительными технологическими качествами (хорошо поддается ковке, термообработке, шлифованию, заточке и т. д.);
- сравнительной дешевизной и отсутствием остродефицитных элементов.

4.1.1. Инструментальные углеродистые и легированные стали

Инструментальные стали обозначаются буквой «У», за которой следует цифра, характеризующая процентное содержание углерода в стали, деленное на 10. Например, сталь У10 содержит 1% углерода. Эти стали должны содержать ограниченное содержание вредных примесей – кремния, марганца, серы, фосфора и др. Марка высококачественной стали с пониженным содержанием вредных примесей обозначается буквой А.

Наиболее широко применяются стали марок У10А, У12А, У13А. Твердость этих сталей 62...65 HRC, но для них характерна низкая теплостойкость. Под **теплостойкостью** понимается температура, при которой материал длительное время сохраняет высокую стойкость после многократного нагрева.

Для указанных инструментальных сталей теплостойкость находится в диапазоне 200 – 250 °С, поэтому на практике их применяют сравнительно редко, в основном для изготовления ручного слесарного инструмента: напильников, шаберов, для обработки древесины.

Легированные инструментальные стали имеют в своем составе легирующие элементы (Х – хром, С – кремний, Г – марганец, В – вольфрам, Ф – ванадий, Т – титан, Н – никель, М – молибден). В сравнении с углеродистыми сталями они имеют большую теплостойкость и допускают повышенные скорости резания. Например, стали марок 11Х, 11ХФ применяются для изготовления метчиков, Х6ВФ – для резьбонакатного инструмента, имеет более высокую теплостойкость 400 – 500°С.

4.1.2. Быстрорежущие стали

Быстрорежущие стали обозначаются буквами, соответствующими карбидообразующим легирующим элементам (Р – вольфрам, М – молибден, Ф – ванадий, А – азот, К – кобальт, Т – титан, Ц – цирконий). За буквой следует цифра, обозначающая среднее содержание элемента в процентах (содержание хрома до 4% в обозначении марок не указывается) Цифра, стоящая в начале обозначения, определяет процентное содержание углерода, деленное на 10. Например, в быстрорежущей стали марки 11РЗАМЗФ2 содержание углерода составляет 1,1%, вольфрама – 3%, азота – до 1% , молибдена – 3%, ванадия – 2%, остальное – железо.

Быстрорежущие стали разделяются на три группы по производительности (табл. 4.1).

Быстрорежущие стали могут работать при скоростях резания 20 – 40 м/мин. Их производительность определяется теплостойкостью. В теплостойких сталях (высокая производительность) при нагреве в процессе резания из мартенсита выделяются карбиды вольфрама, молибдена или ванадия, при этом твердость инструментальной стали не снижается, а наоборот, повышается. Такой эффект принято называть **вторичной твердостью** или **дисперсионным твердением**. Поэтому теплостойкие стали способны работать в более тяжелых условиях и при резании более прочных материалов.

Табл. 4.1. Классификация быстрорежущих сталей по производительности

Нормальной производи- тельности	Повышенной производи- тельности	Высокой производителъ- ности
P18, P12, P6M5, A11P3M3Ф2	P9K5, P9K10, P12Ф3, P6M5K5-МП*	V3M12K23, Ф14M7K25, V3M12K23-МП*
МП * – спекание из порошкового материала		

Теплостойкость стали оценивается температурой отпуска в течение 4 часов, после которого твердость стали будет составлять HRC 58.

Сущность метода **порошкового получения сталей** заключается в том, расплавленный металл превращается в порошок определенной дисперсности. Затем порошок прессуют в течение 5 – 6 час при большом давлении до 250 МПа, а затем спекают при температуре примерно 1150° С, не доведя до температуры плавления. При таком способе получения образуется однородная структура с повышенной стойкостью материала.

Общим недостатком инструментальных материалов из легированных и быстрорежущих сталей является их низкая скорость резания и, следовательно, малая производительность обработки. Значимым отрицательным фактором является низкая стойкость и высокие затраты на инструменты.

Основным видом режущих материалов в практике металлообработки ведущих машиностроительных фирм является инструменты из твердого сплава.

4.1.3. Инструментальные твердые сплавы

Твердые сплавы выполнены на основе карбидов вольфрама WC, титана TiC, и тантала TaC. Эти сплавы получают методом порошковой металлургии в виде пластинок или коронок путем спекания при температуре около 1500° С. В качестве связки используют кобальт.

В зависимости от карбидной фазы и связки обозначение твердых сплавов включает буквы, характеризующие карбидообразующие элементы (В – вольфрам, Т – титан, вторая буква Т – тантал и связку (буква К – кобальт). Массовые доли элементов выражаются в процентном отношении, сумма которых составляет 100%. Например, ВК8 (однокарбидный сплав) содержит 8% кобальта и остальные 92% – карбид вольфрама WC. Марка Т5К10

(двухкарбидный сплав) содержит 5% карбидов титана TiC, 10% кобальта, а остальные 85% составляет карбид вольфрама WC. Марка ТТ8К6 (трехкарбидный сплав) содержит 6% кобальта, 8% карбидов титана и тантала, 86% карбидов вольфрама.

Основные параметры и области применения твердых сплавов представлены в табл. 4.2.

Табл. 4.2. Физико-механические параметры и области применения титановольфрамовой группы сплавов

Марка сплава	Предел прочности, МПа	Плотность, кг/м ³	Твердость, HRC	Область применения
T30K6	980	9500-9800	92,0	Чистовая обработка незакаленных и закаленных углеродистых сталей (точение, нарезание резьбы, развертывание)
T15K6	1176	11100-11600	90,0	Получистовое точение (непрерывное резание), чистовое точение (прерывистое резание), нарезание резьбы резцами и вращающимися головками, получистовое и чистовое фрезерование сплошных поверхностей; растачивание, чистовое зенкерование, развертывание при обработке углеродистых и легированных сталей
T14K8	1274	11200-11600	89,6	То же, что для сплава T15K6, а также черновая обработка при неравномерном сечении и непрерывном резании
T5K10	1421	12400-13100	88,5	Черновое точение и фрезерование при неравномерном сечении и прерывистом резании; фасонное точение, отрезка резцами, чистовое строгание и другие виды обработки углеродистых и легированных сталей преимущественно в виде поковок, штамповок и отливок по корке и окалине
T5K12	1666	13100-13500	87,0	Тяжелое черновое точение при неравномерном сечении стальных поковок, штамповок и отливок по корке с раковинами при наличии следов песка, шлака и других примесей после литья; все виды строгания, сверления углеродистых и легированных сталей

4.1.4. Минералокерамические и сверхтвердые инструментальные материалы

Применение этой группы инструментальных материалов позволяет резко увеличить оптимальные скорости резания и, следовательно, производительность обработки (рис. 4.1).

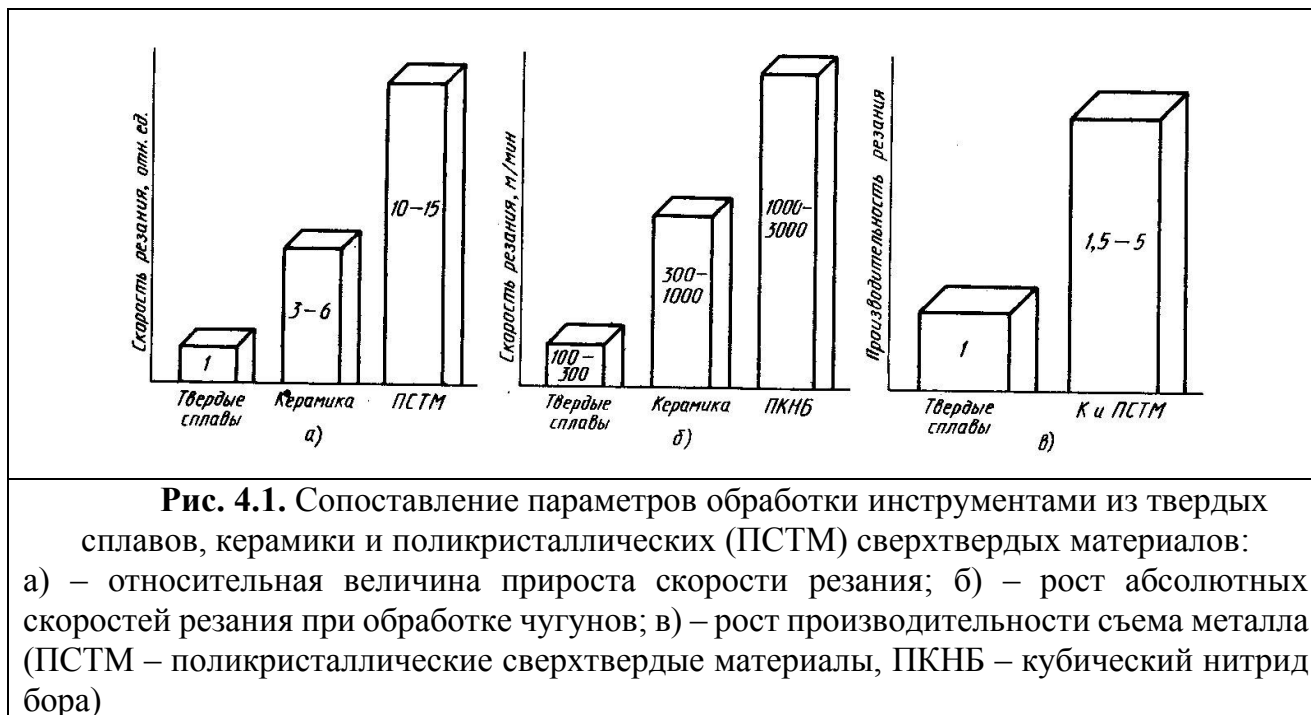


Рис. 4.1. Сопоставление параметров обработки инструментами из твердых сплавов, керамики и поликристаллических (ПСТМ) сверхтвердых материалов:

а) – относительная величина прироста скорости резания; б) – рост абсолютных скоростей резания при обработке чугунов; в) – рост производительности съема металла (ПСТМ – поликристаллические сверхтвердые материалы, ПКНБ – кубический нитрид бора)

Минералокерамические инструментальные материалы изготавливаются на основе белой оксидной керамики, содержащей 99,7% глинозема Al_2O_3 или смеси Al_2O_3 и карбидов титана TiC .

На основе алюмооксидной керамики разработан ряд материалов, имеющих достаточно широкую область применения при изготовлении режущего инструмента (табл. 4.3).

Износостойкость инструментов из минералокерамики в 5 – 10 раз выше, чем у твердых сплавов при увеличении производительности в 2 раза.

Минералокерамика поставляется в виде непористых многогранных и круглых режущих пластинок.

Табл. 4.3. Характеристики и область применения минералокерамических материалов

Марка материала	Характеристика	Область применения
ВО13, ВО18	Белая оксидная керамика на основе Al_2O_3	Чистовое и получистовое точение нетермообработанных конструкционных сталей и чугунов
ВОК71	Смешанная оксидно-карбидная керамика Al_2O_3+TiC	Чистовое, получистовое и предварительное точение нетермообработанных и закаленных сталей

ВОК95	Двухслойные пластины	и чугунов
Кортинит ОНТ-20	Смешанная оксид-но-нитридная керамика Al_2O_3+TiN	
Силинит-Р	Смешанная керамика на основе нитрида кремния Si_3N_4	Получистовое и предварительное точение и фрезерование чугунов, в том числе по литейной корке
–	Керамика на основе Al_2O_3 , упрочненная нитевидными кристаллами карбида кремния SiC	Скоростное точение жаропрочных сплавов на никелевой основе

Синтетические сверхтвердые материалы обладают высокой износостойкостью, твердостью и низким коэффициентом трения.

В технологии получения современных сверхтвердых материалов выделяются три основные группы:

– синтез из гексогонального нитрида бора – композит 01 (эльбор – Р) и композит 02 (белбор);

– синтез из вюрцитоподобной модификации нитрида бора – композит 10 (гексогонит – Р) и композит 09;

– спекание из кубического нитрида бора с легирующими добавками (композиты 05 и 06).

Спекание кубического нитрида бора с жаропрочными связующими позволило получить новый поликристаллический материал – киборит для точения жаропрочных сталей при высоких скоростях резания.

Томал 10 – крупные двухслойные поликристаллы, полученные спеканием зерен кубического нитрида бора со связующим веществом.

Карбонадо (АСПК) – цельные и двухслойные поликристаллы, полученные синтезом или спеканием синтетических алмазов со связующим веществом.

4.2. Назначение глубины резания

Глубина резания t определяется видом обработки, так при сверлении глубина резания равна радиусу сверла. При фрезеровании глубина резания определяется типом инструмента, технологическими возможностями станка и другими факторами.

Рассмотрим принцип выбора глубины резания при точении на токарных станках как наиболее распространенный в машиностроении метод обработки. При однократном черновом точении и отсутствии ограничений по мощности станка глубина резания принимается равной припуску на обработку Z_{imin} , но следует учитывать, что большие глубины резания вызывают вибрации при точении, появление которых недопустимо. Отсюда следует, что при выборе глубины резания необходимо учитывать жесткость технологической системы станок – приспособление – инструмент – заготовка.

При обработке на станках с ЧПУ заготовок из сортового проката слой металла с наружной поверхности снимается за несколько проходов, причем на каждом последующем проходе следует назначать меньшую глубину резания, чем на предшествующем. При параметре шероховатости $Ra = 3,2$ мкм глубину резания принимают: $t = 0,5 - 2,0$ мм; на окончательном чистовом проходе с шероховатостью $Ra = 0,8 - 1,25$ мкм рекомендуется глубина $t = 0,1 - 0,4$ мм.

4.3. Выбор подачи

При черновом точении подача S назначается максимально допустимой при ограничивающих факторах мощности станка, прочности державки и режущей пластины [5, табл. 11, 12, 13]. При окончательном чистовом проходе подачу выбирают в зависимости от требуемой величины шероховатости и радиуса при вершине резца [5, табл. 14].

При прорезании пазов и отрезке заготовки величина поперечной подачи зависит от свойств материала заготовки и диаметра обработки [5, табл. 15].

4.4. Расчет скорости резания

При проектировании технологических операций должна быть, наряду с технической, решена экономическая задача – обеспечение наименьшей себестоимости обработанной детали и наибольшей производительности. Одним из важнейших факторов, обеспечивающих решение этой задачи, является скорость резания. При наружном продольном и поперечном точении, растачивании, скорость резания определяется по эмпирической формуле

$$v = C_v \cdot K_v / (T^m \cdot t^x \cdot S^y), \text{ м/мин.} \quad (4.1)$$

Здесь C_v , K_v , m , x , y – эмпирические коэффициенты, учитывающие свойства обрабатываемого материала, состояние поверхности заготовки и другие факторы (определяются по [5, табл. 1 – 4, 5, 6, 17]).

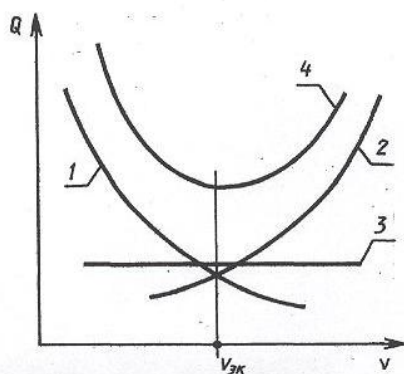


Рис.4.2. Влияние скорости резания v на составляющие себестоимости обработки Q : 1 – стоимость машинного времени обработки; 2 – затраты на инструмент, его замену и наладку; 3 – непроизводительные затраты, учитывающие постоянную долю себестоимости; 4 – суммарная себестоимость

Из анализа формулы (4.1) следует, что при заданных значениях глубины резания и подачи можно получить множество значений скоростей резания,

изменяя стойкость T инструмента. Этот факт иллюстрирует **рис. 4.2**, где представлена зависимость себестоимости обработки от скорости резания.

Суммарная кривая 4 имеет минимум, определяющий наименьшую себестоимость. При малых скоростях резания велика составляющая стоимости машинного времени обработки (кривая 1). Кроме этого на инструменте из твердого сплава образуется нарост, который ухудшает условия резания.

При скоростях резания, больше оптимальных, снижается стойкость инструмента T , увеличиваются затраты времени на замену и наладку инструмента (кривая 2). Исходя из опыта обработки точением сталей и чугунов, стойкость задается в диапазоне 80 – 120 мин.

5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Получить у преподавателя вариант задания из ПРИЛОЖЕНИЯ 1 или 2 к данной работе в виде сборочного чертежа подлежащего сборке изделия (сборочной единицы, узла).

2. Изучить сборочный чертеж изделия, описать его работу и составных частей и, по возможности, сформулировать основные технические требования на сборку.

3. Расчленить сборочную единицу на сборочные единицы, под сборки и детали и составить технологическую схему в форме **рис. 2.1**.

4. Составить технологический маршрут сборки в форме **табл. 2.1**.

5. Выполнить эскиз (чертеж) предложенной преподавателем детали.

6. Выбрать материал детали, на основе анализа технологичности конструкции выбрать и обозначить допуски и посадки сопрягаемых поверхностей, назначить твердость и шероховатость, допуски форм и расположения поверхностей.

7. Составить маршрут обработки детали в форме **табл. 3.1**.

8. Для одной из технологических операций из маршрута обработки, указанной преподавателем, подобрать глубину резания, подачу и рассчитать скорость резания.

9. Сдать отчет преподавателю.

6. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Основная:

1. Маталин А.А. Технология машиностроения: Учебник. 2-е изд., испр. – С.-Пб.: Издательство «Лань», 2008. – 512с.: ил. – (Учебники для вузов).

2. Мосталыгин Г.П., Толмачевский Н.Н. Технология машиностроения: Учеб. для вузов. – М.: Машиностроение, 1990. – 228 с.

6.2. Дополнительная:

3. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. /В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, Брагинский. – 6-е изд. Перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1982. – Ч.1, Ч.2.

4. Технология машиностроения: Сборник задач и упражнений: Учеб. пособие./ В.И. Аверченков и др.; Под общ. ред. В.И. Аверченкова и Е.А. Польского. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 288 с. (Высшее образование).

5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.: ил.

6. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. Ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение. 1988. – 736 с.: ил.

6. Балабанов А.Н. Технологичность конструкций машин. – М.: Машиностроение, 1987. – 336 с.: ил.

**Образец выполнения титульного листа контрольной работы для студентов
заочной формы обучения**

Министерство образования и науки Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования «Казанский национальный
исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВПО «КНИТУ»)

Механический факультет
Заочное отделение

Кафедра МАХП

Контрольная работа по дисциплине: «Технология машиностроения»

Студент _____, группа _____
(Фамилия, И.О.)

Шифр _____ (№ зачетной книжки) Вариант № _____

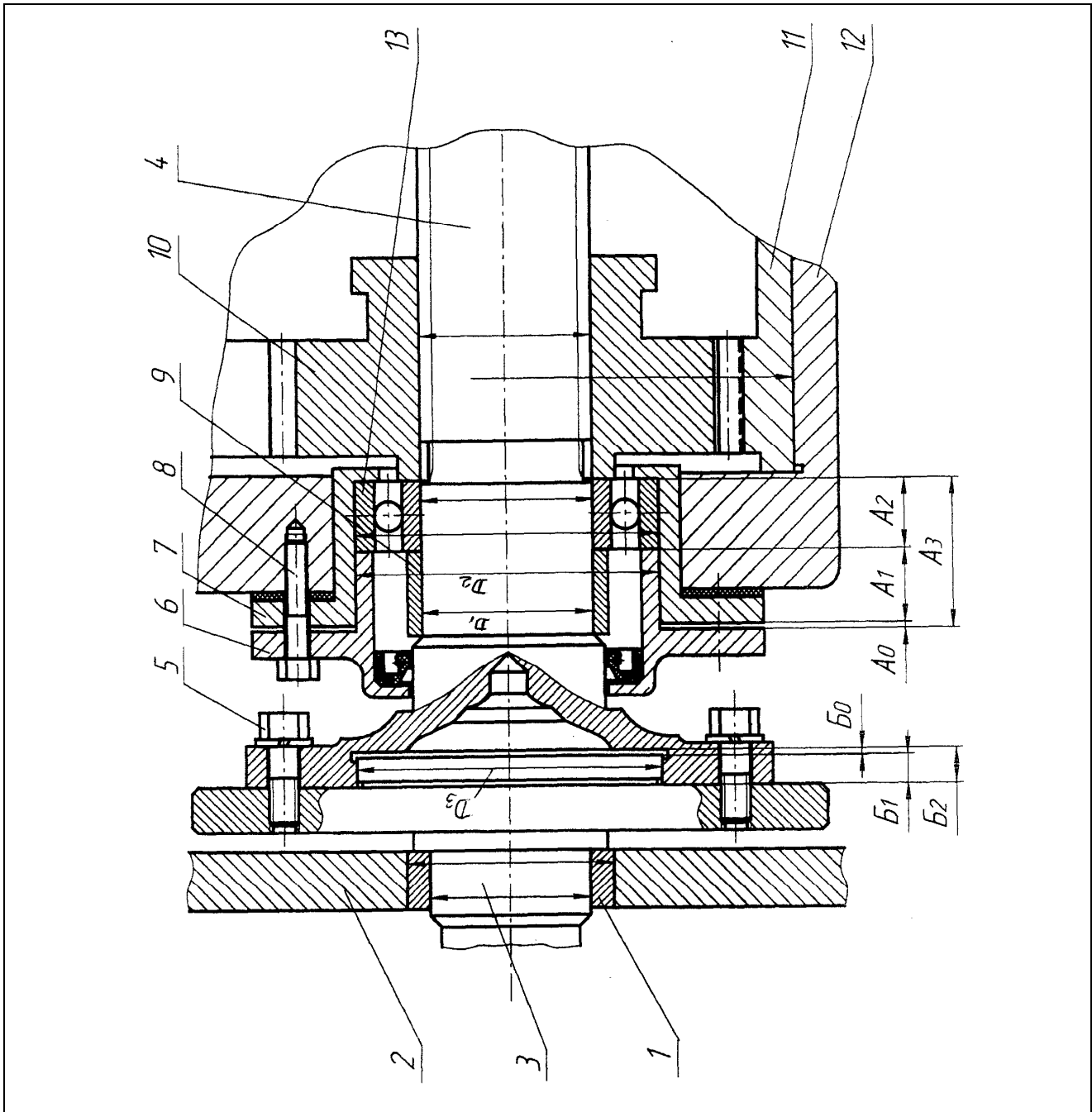
Домашний адрес (для иногородних) _____

Преподаватель _____ (_____)
(Подпись) (И.О. Фамилия)

Нижекамск 201__ г.

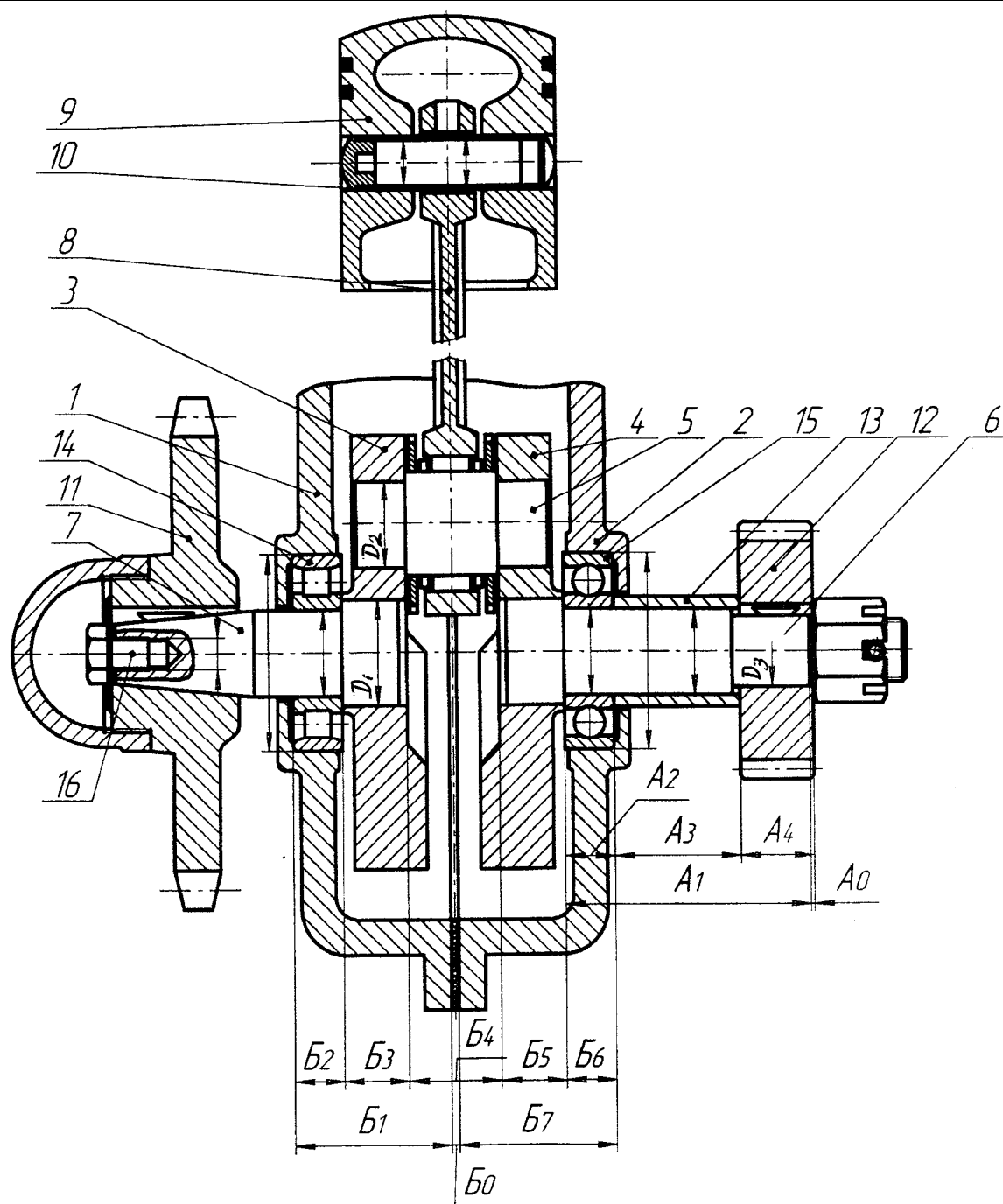
ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Чертежи узлов механизмов для разработки технологического процесса сборки и составления маршрутов обработки базовых деталей



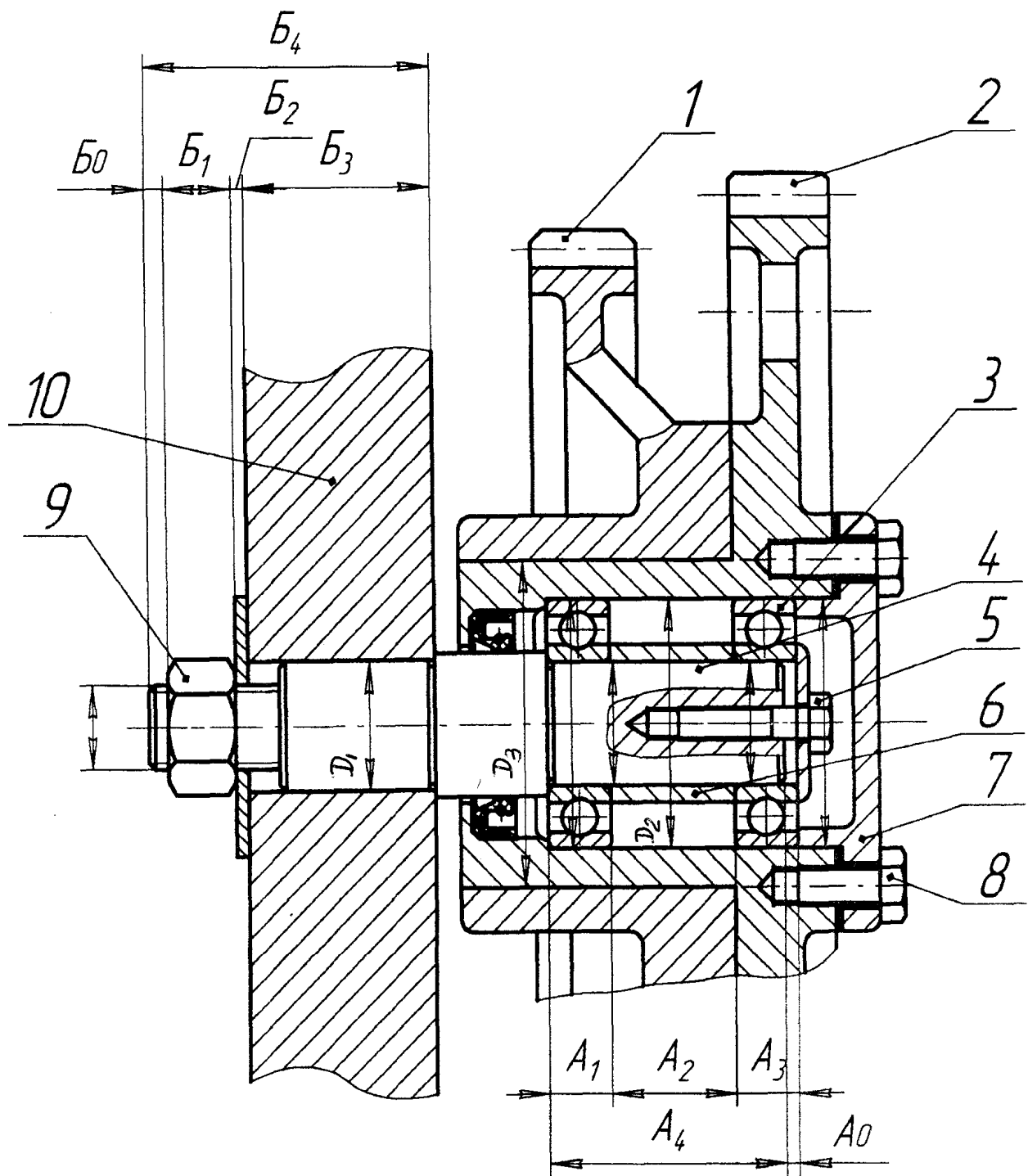
Узел 1. Привод с внутренним зубчатым зацеплением.

Вращение от вала 3, установленного в корпусе 2, через подшипник скольжения 1, передается шлицевому валу 4 посредством шести болтов 5. Зубчатое колесо 10 перемещается по шлицевому валу 4 и входит в зацепление с внутренним зубчатым венцом 11, от которого вращение за счет посадки с натягом передается на корпус 12 привода. Радиальный подшипник качения 13 посажен в стакан 7 на скользящей посадке и фиксируется в стакане с помощью крышки 6 с манжетным уплотнением с помощью четырех болтов 8. Дистанционное кольцо 9 устанавливается на валу 4 свободно на скользящей посадке.



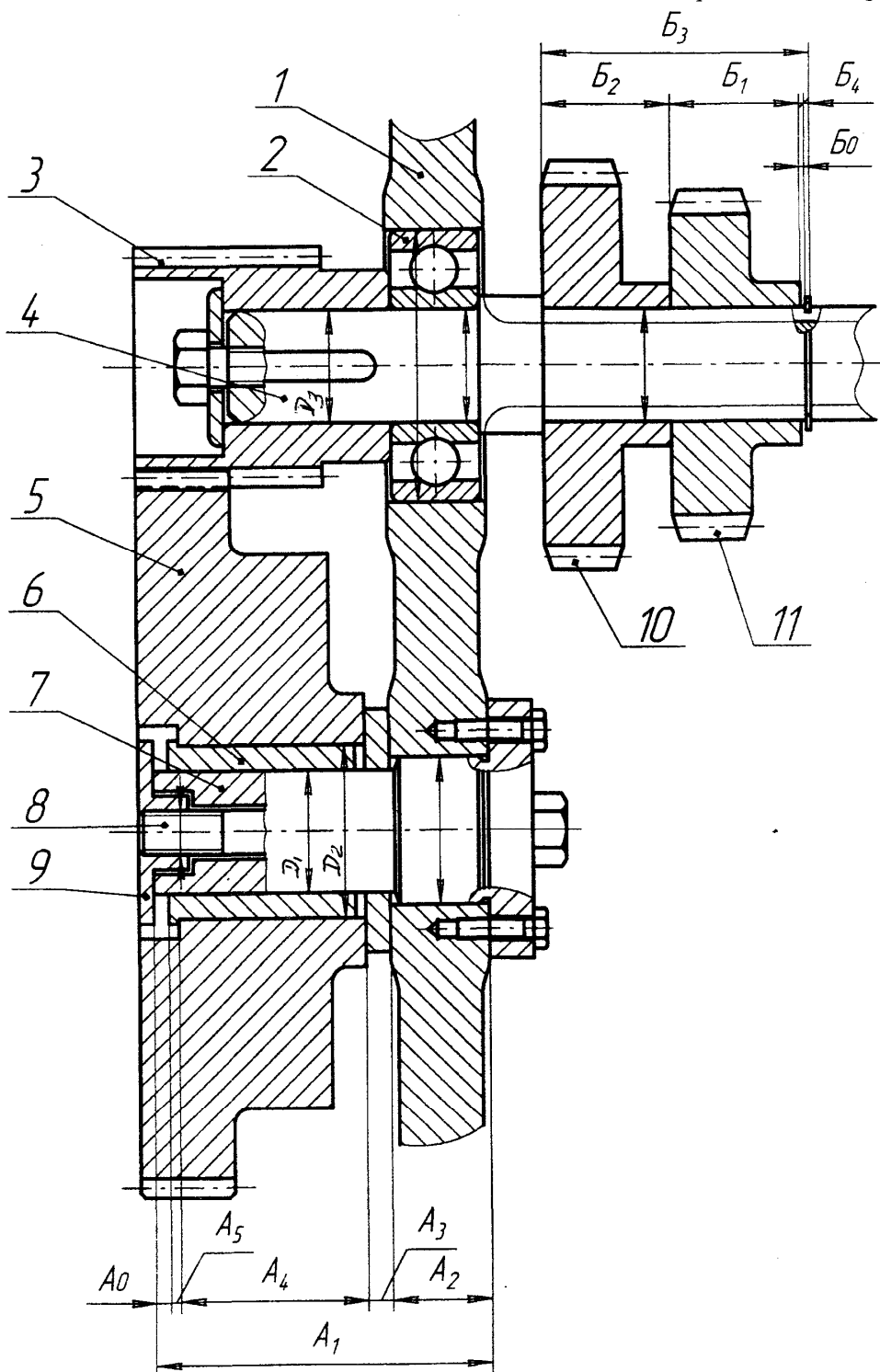
Узел 2. Кривошипно-шатунный механизм с составным коленчатым валом.

Возвратно-поступательное движение от поршня 9 посредством шатуна 9 с пальцем 10 передается на составной коленчатый вал, состоящий из двух полувалов 6 и 7 с противовесами 3 и 4, соединенных с помощью оси 5 на посадках с натягом. Шатун 9 соединен с осью 5 коленчатого вала через игольчатый подшипник. Коленчатый вал вращается на шариковом 15 и роликовом 14 подшипниках качения в составном корпусе, состоящем из двух половин 1 и 2, стянутых болтами с гайкой через прокладку толщиной B_0 . Вращательное движение от коленчатого вала посредством конической посадки с сегментной шпонкой передается на составную звездочку 11 с резьбовой крышкой и на приводную шестерню 13, посаженную на цилиндрической переходной посадке с сегментной шпонкой, стянутых через дистанционную втулку 13 корончатой гайкой с шплинтом



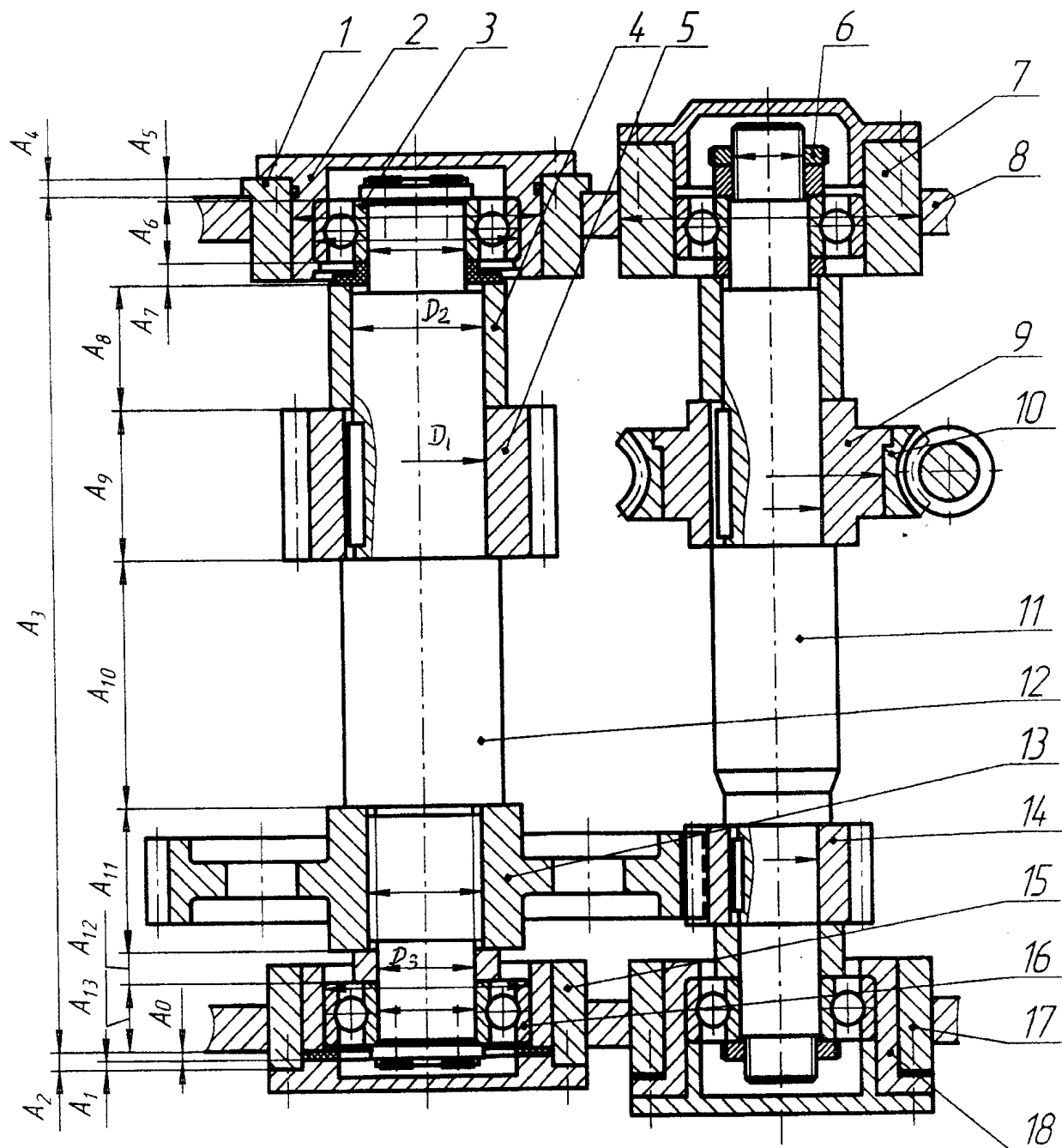
Узел 3. Ось вращения блока составных зубчатых колес.

Ось 4 неподвижно закреплена на посадке с натягом в корпусе 10 привода с помощью гайки 9 с шайбой. На оси 4 на двух подшипниках качения 3, закрепленных с помощью дистанционной втулки 6 и торцевой шайбы с болтом 5, вращается блок зубчатых колес 1 и 2, соединенных между собой на посадке с натягом. Крышка 7 с помощью четырех болтов 8 фиксирует наружные кольца подшипников качения по скользящей посадке в гнезде зубчатого колеса 2. Защита подшипников качения обеспечивается манжетным уплотнением.



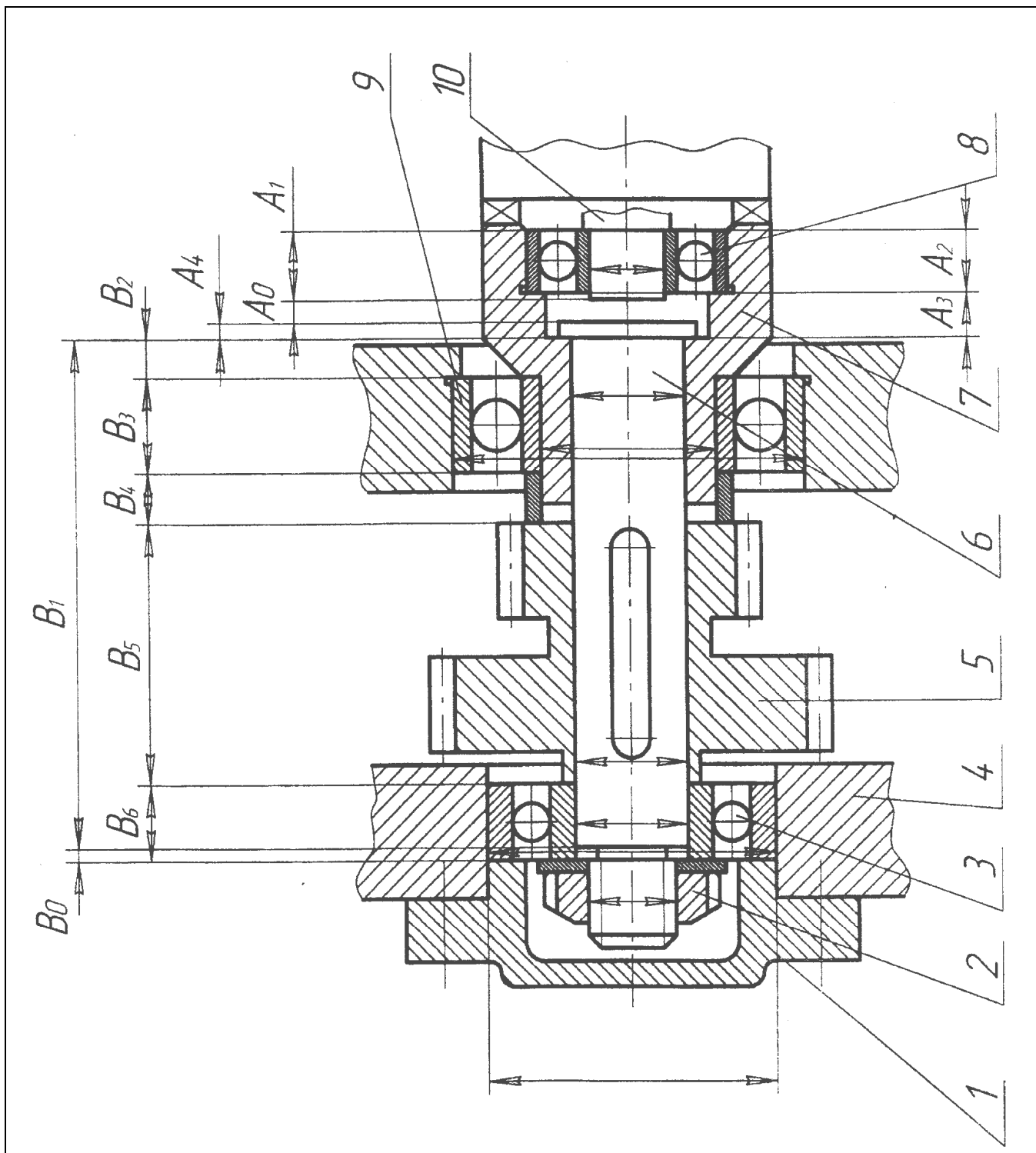
Узел 4. Коробка скоростей с цилиндрическими зубчатыми колесами.

Зубчатое колесо 5 с напрессованной в нее втулкой 6 скольжения свободно вращается на оси 7, закрепленной четырьмя болтами в корпусе 1 коробки скоростей. Осевое перемещение колеса 5 на оси 7 ($A_0 = 0,5 \dots 1,0$ мм) обеспечивается специальной гайкой 9, путем ее вворачивания на регулирующий болт 8 с резьбой М10. Для снижения сил трения между колесом 5 и корпусом 1 установлено дистанционное кольцо толщиной A_3 , насаженное на ось 7 на посадке с зазором. Вращение от колеса 5 передается шестерне 3, от которой через шпоночное соединение – на вал 4, установленный на подшипнике качения 2 в корпусе 1, а далее на подвижные шестерни 10 и 11, установленные на шлицах вала 4 коробки скоростей.



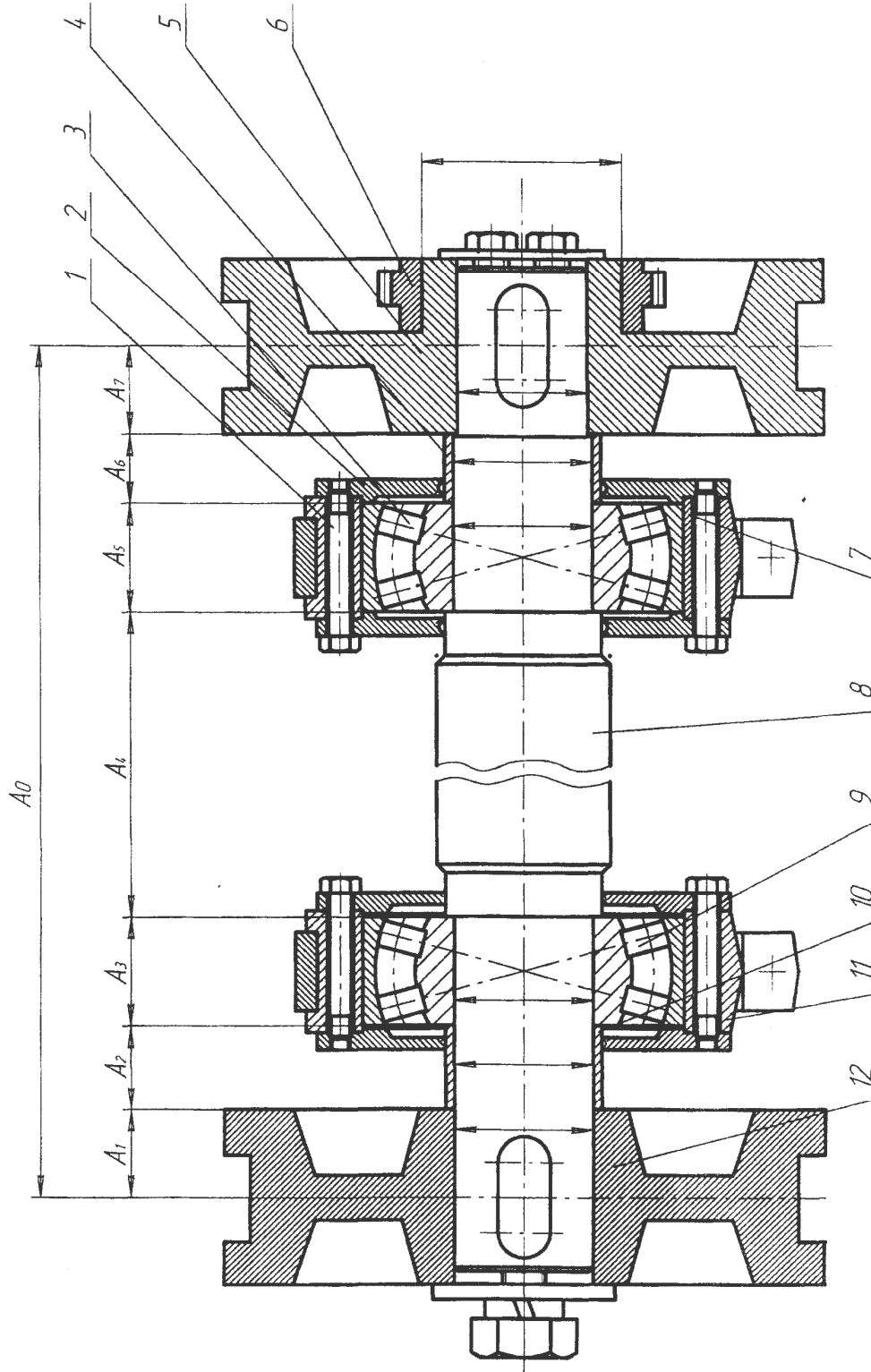
Узел 5. Горизонтальный червячно-цилиндрический редуктор.

Вращение от ведущего червяка передается на составное червячное колесо быстроходной ступени редуктора, состоящее из стальной ступицы 9 с напрессованным зубчатым венцом 10 из бронзы. Далее вращение от червячного колеса через шпонки передается на вал 11 и цилиндрическую шестерню 14 промежуточной ступени редуктора. Зубчатое колесо 13 через шлицы передает вращение на ведомый вал 12 и шестерню 5 тихоходной ступени редуктора. Корпус редуктора 8 и корпуса подшипников 1, 7, 15, 17 сварные и имеют горизонтальный разъем с крышкой редуктора (на чертеже не показана). Закрепление подшипников и колес на промежуточном валу 11 – с помощью гаек 6 с резьбой М32х1,5 и дистанционных втулок, а на тихоходном валу 12 – с помощью торцевых шайб с двумя болтами. На корпусах (гнездах) 1, 15, 17 подшипники установлены в стаканах 18.



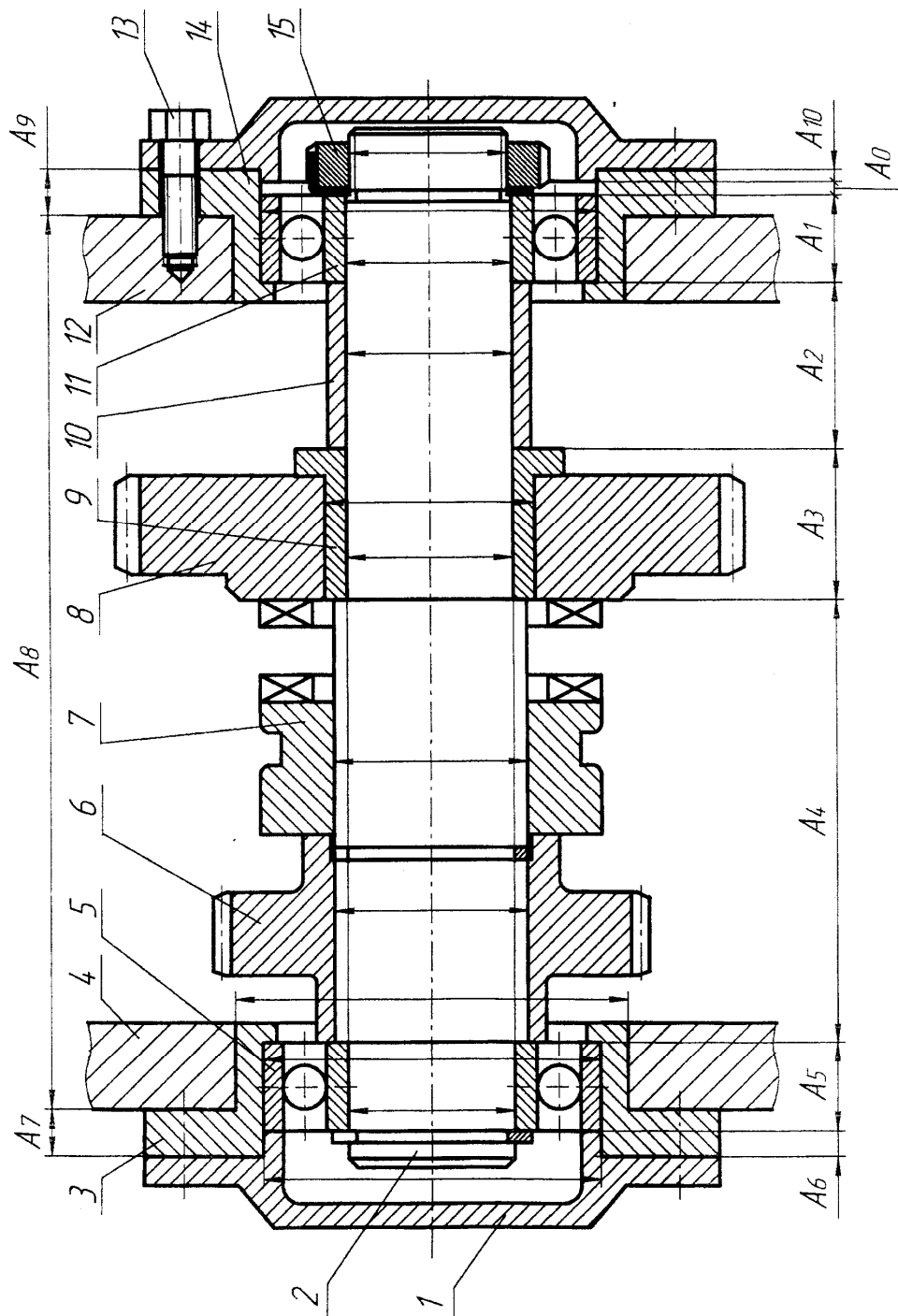
Узел 6. Передаточный механизм с полумуфтой.

Механизм служит для передачи вращения с различными частотами вращения от блока шестерен 5 через вал 6 и полумуфту 7 на входной вал 10 исполнительного механизма, соединенный соосно с полумуфтой 7 посредством подшипника качения 8 легкой серии. Блок шестерен 5 соединен с валом 6 через шпонку на переходной посадке, а полумуфта 7 с валом 6 – на прессовой посадке с натягом. Вал вращается на двух шариковых подшипниках качения 9 тяжелой и 3 средней серий, закрытых слева глухой крышкой 1 на четырех болтах М8, размещенных в отверстиях разъемного корпуса 4 механизма.



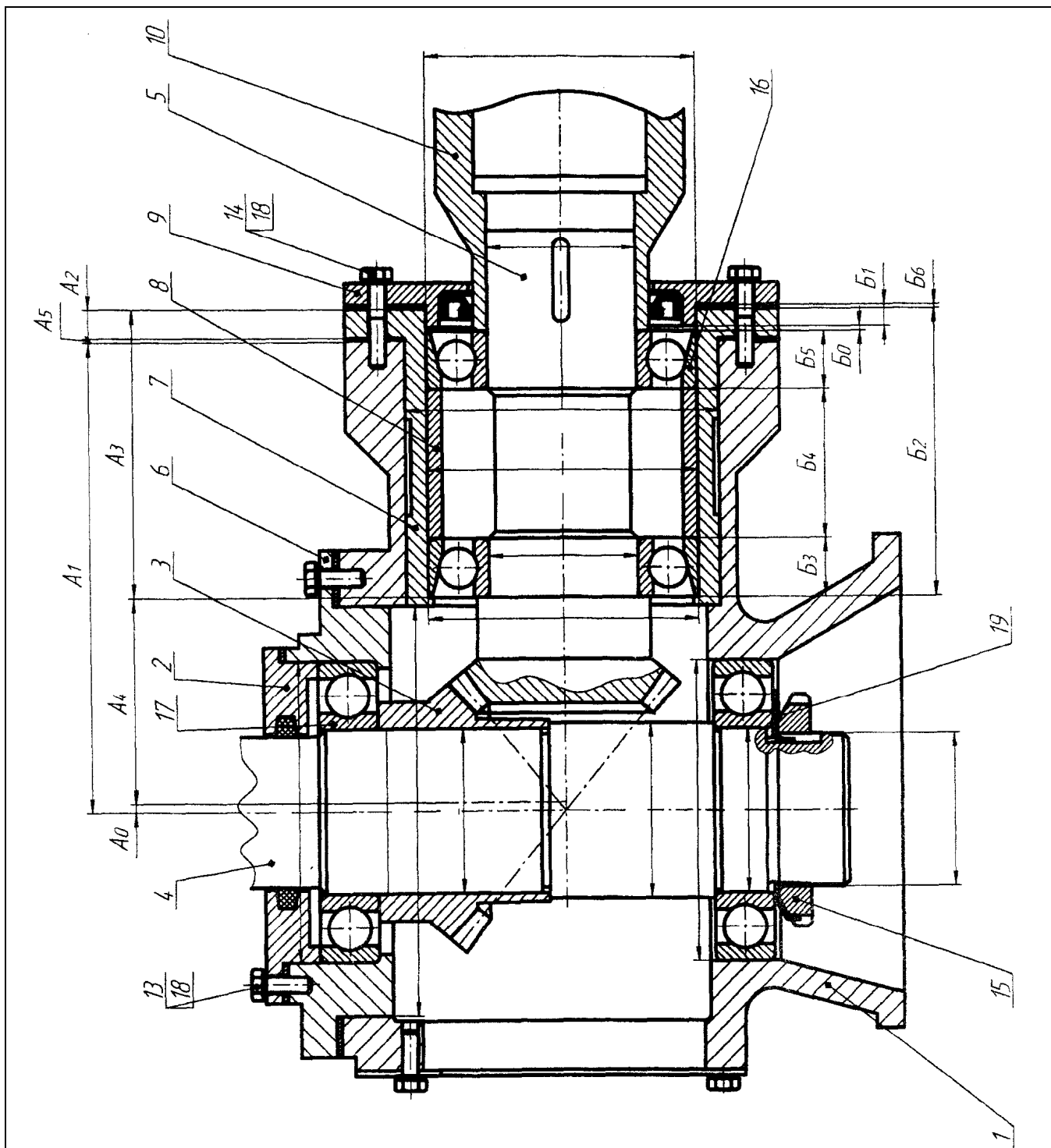
Узел 7. Ведущий вал механизма передвижения тележки.

Вращение от привода передается на зубчатый венец 6, соединенный на посадке с натягом на правое ведущее ходовое колесо 5, и далее через шпоночные соединения – на вал 8 и на левое ходовое колесо 12 механизма. Вал вращается на двух двухрядных сферических роликовых подшипниках качения 3, 9, посаженных внутренними кольцами на валу 8 с натягом, а наружными кольцами – на скользящей посадке в корпусах подшипников 7 и 11, закрытых с торцов крышками 2 и стянутыми болтами 1. Фиксация подшипников и колес на валу производится дистанционными кольцами 4 и 10 и торцевыми шайбами с болтами.



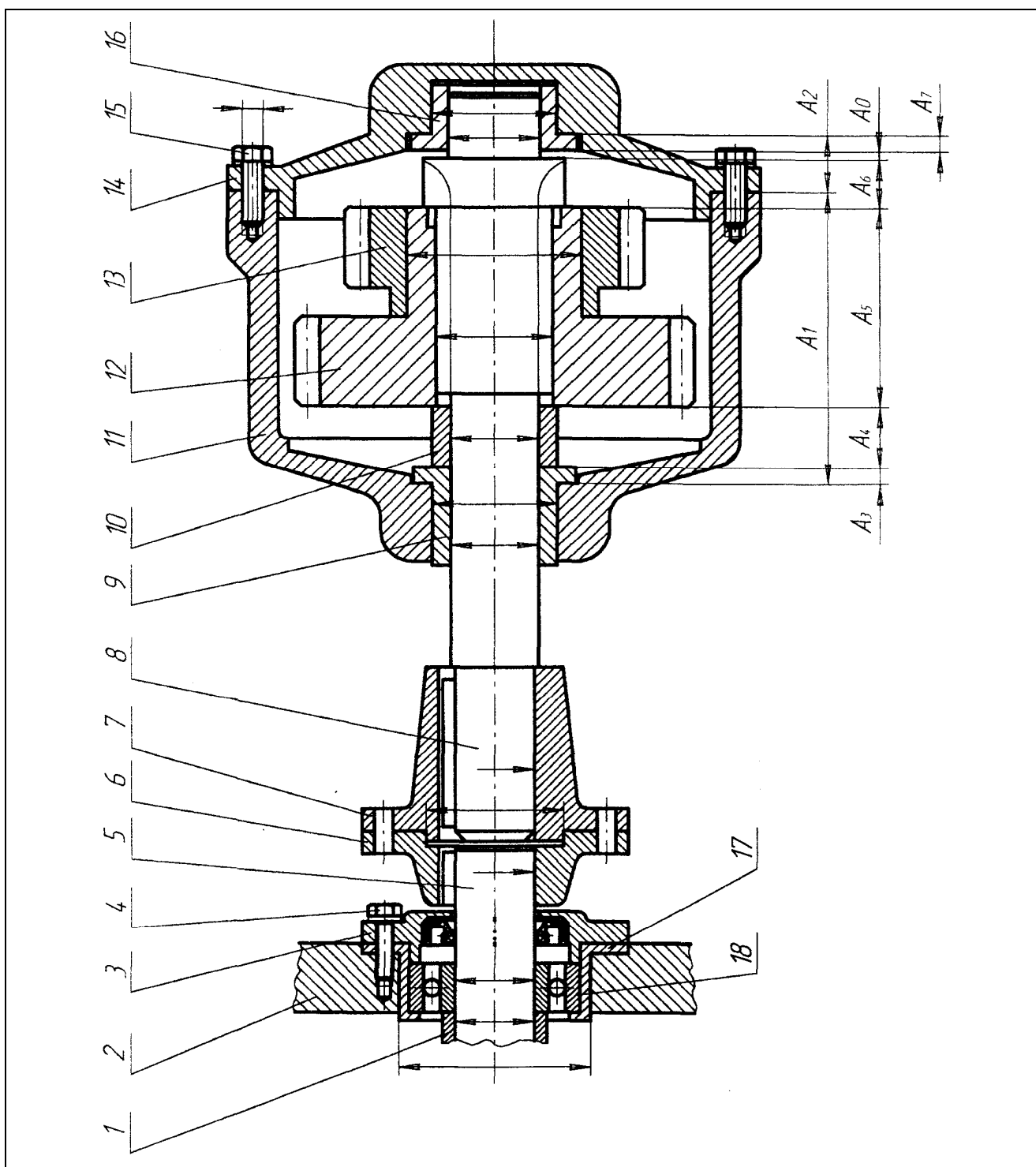
Узел 8. Промежуточный вал коробки скоростей.

При включении муфты 7 смещением ее на шлицах вала 2 вправо, вращение от ведущего колеса 8 через муфту 7 передается на ведомое зубчатое колесо 6. При выключении муфты 7 смещением ее влево вращение колеса 6 прекращается, продолжает вращаться только ведущее колесо 8 на втулке 9 скольжения. Колесо 6 и подвижная муфта 7 установлены на валу 2 на шлицах, антифрикционная втулка 9 скольжения установлена на валу 2 неподвижно на посадке с натягом, а с колесом 8 образует скользящую посадку с зазором. Вал вращается на двух подшипниках качения 5, установленных в стаканах 3, 14 в корпусе 4, 12, закрытых с торцов глухими крышками 1 болтами М8. Фиксация подшипников и неподвижных деталей на валу 2 производится: справа гайкой 15 с корончатой шайбой с отгибаемыми усиками, а слева – разрезной упругой шайбой.



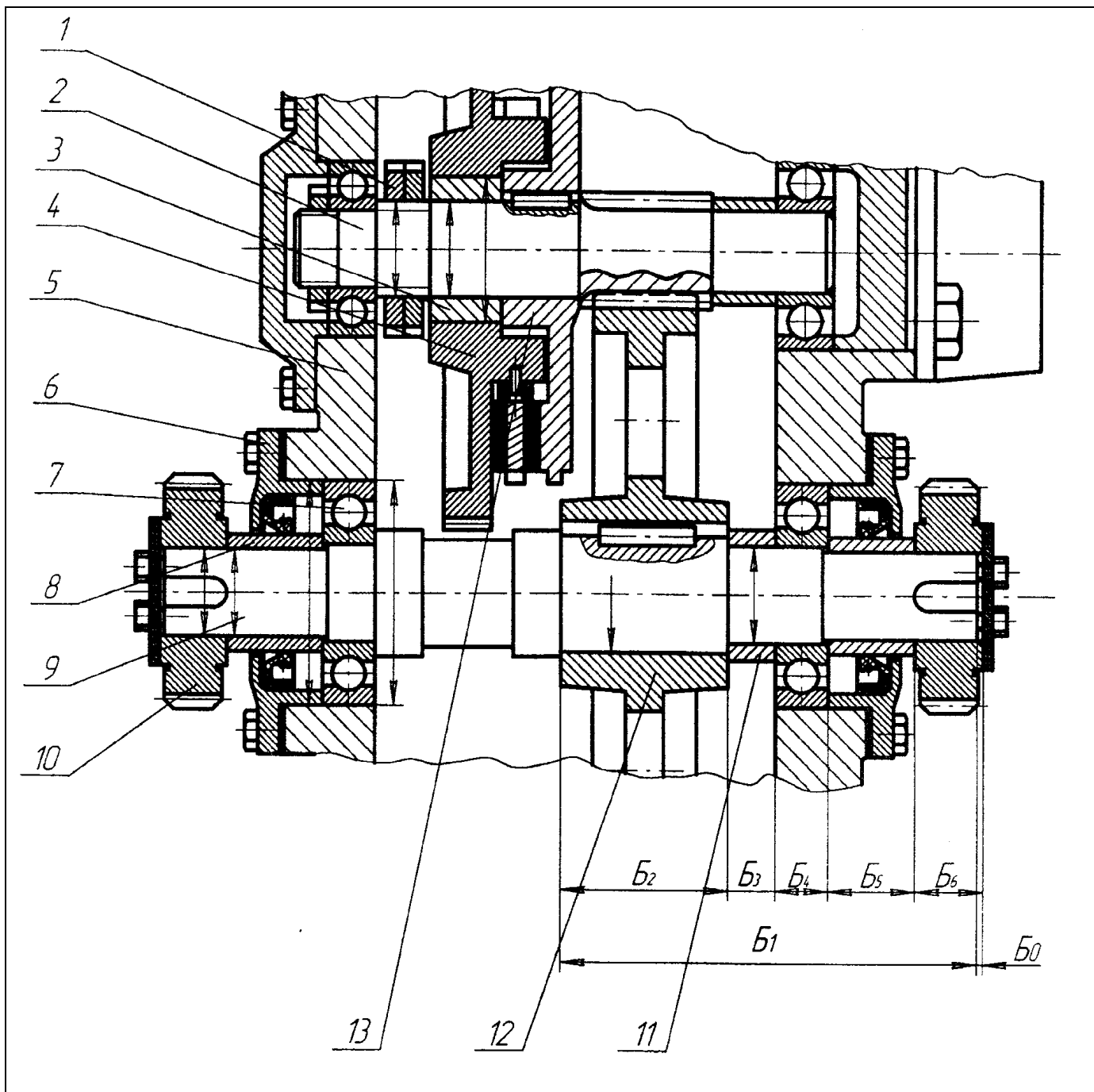
Узел 9. Конический редуктор отбора мощности.

Вращение от ведущего вала 4 за счет посадки с натягом передается на ведущее коническое колесо 3, от которого получает вращение ведомый конический вал-шестерня 5 и посаженная на шпонке полумуфта 10 вала отбора мощности. Подшипники качения 17 на ведущем валу шариковые радиальные, закреплены на валу 4 с помощью гайки 15 с корончатой шайбой 19, закрыты сверху сквозной крышкой 2 с войлочным уплотнением и стянуты шестью болтами 13 с пружинной шайбой 18 в гнездах корпуса 1. Подшипники 16 ведомого вала шариковые радиально-упорные, установлены в стакане 7 с дистанционной втулкой 8, закрыты справа сквозной крышкой 9 с манжетным уплотнением и закреплены в проточке корпуса 1 шестью болтами 14 с пружинными шайбами 18.



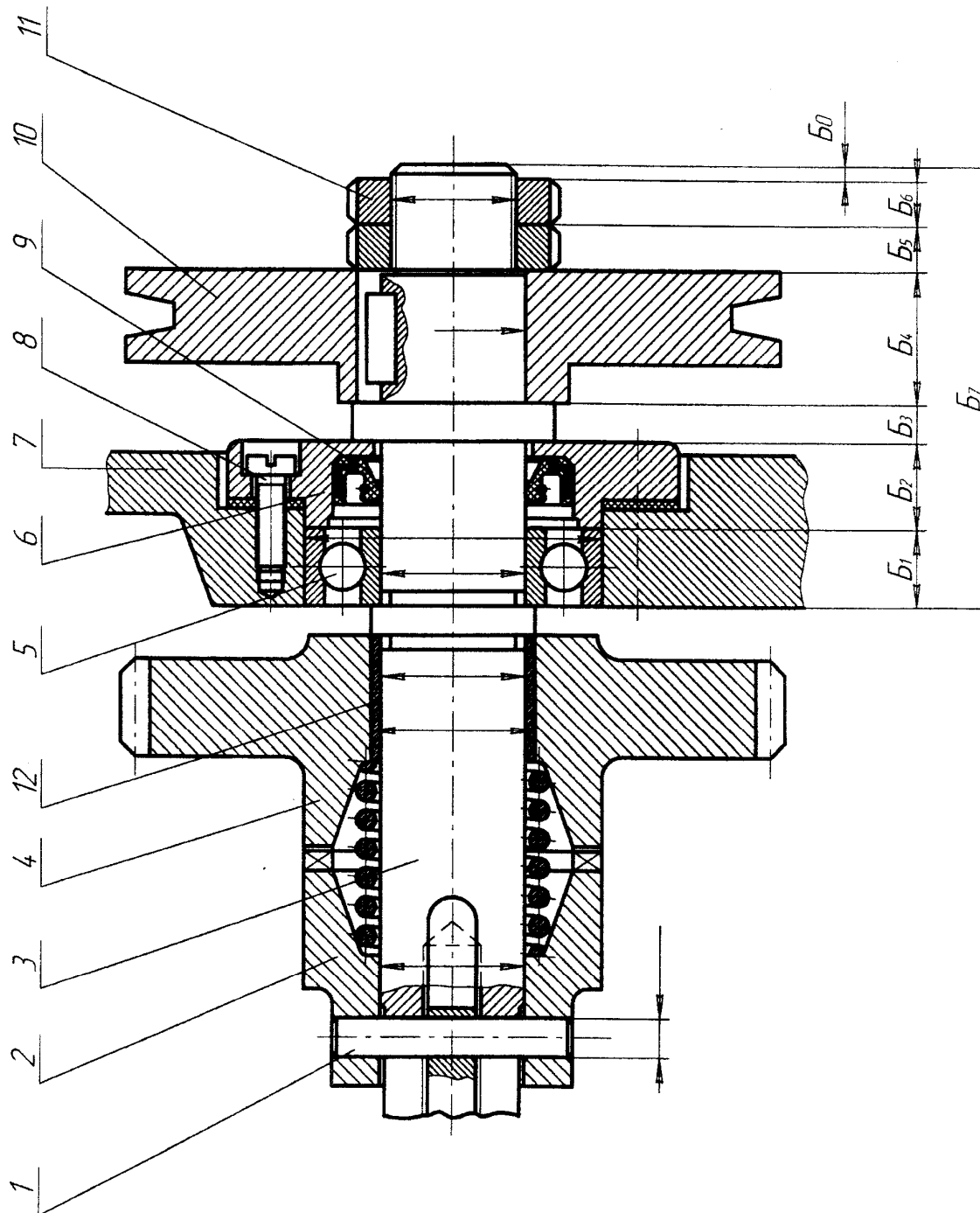
Узел 10. Приводной механизм отбора мощности.

Узел предназначен для передачи вращения от первичного вала 5 на вторичный вал 8 с установленным на нем блоком шестерен 12, 13. Первичный вал 5 с насаженной на шпонке полумуфтой 6 вращается на подшипниках качения 18, установленных в стакане 17 в корпусе 2 механизма и закрытых крышкой 3 с манжетным уплотнением болтами 4. Вторичный вал 8 с насаженной на входном конце полумуфтой 7, вращается на втулках 9 и 16 подшипников скольжения, установленных на посадке с натягом в корпусе 11 и крышке 14 механизма. На шлицевом конце вторичного вала 8 установлен блок шестерен, состоящий из напрессованного зубчатого колеса 12 и шестерни 13.



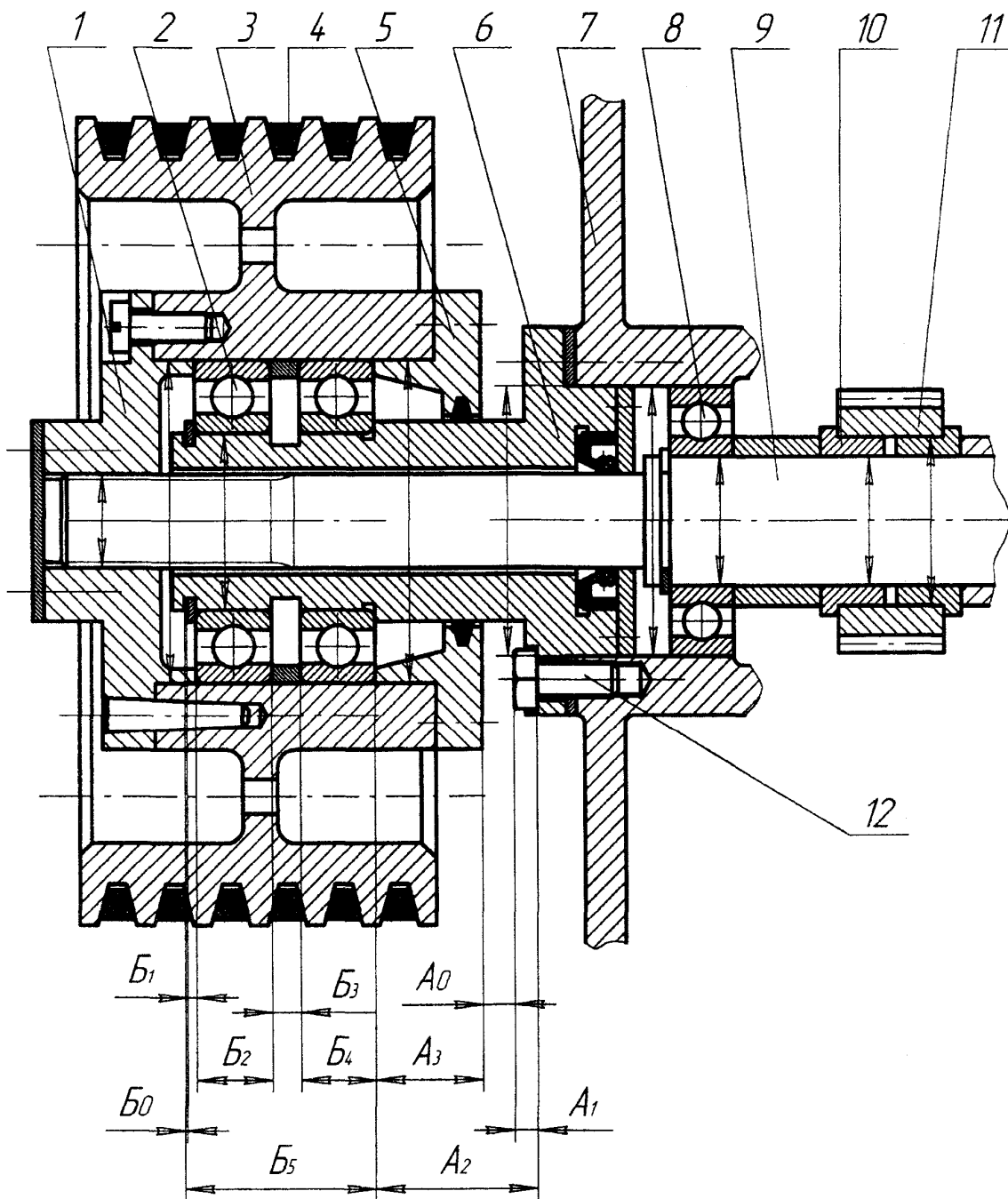
Узел 11. Редуктор привода с фрикционной муфтой.

Узел предназначен для передачи вращения от зубчатого колеса 4 через фрикционную муфту 13 на ведущий вал-шестерню 2 и далее на ведомый вал 9 привода и на две приводные шестерни 10 механизма. На ведущем валу-шестерне на прессовой посадке с натягом неподвижно установлена втулка 3, осевое положение которой на валу зафиксировано двумя гайками 1. На втулке свободно вращается зубчатое колесо 4, получающее вращение от ведущей шестерни (на чертеже не показано). К правому торцу зубчатого колеса с помощью пружин прижимаются диски предохранительной фрикционной муфты 13, которая через шпоночное соединение на ступице передает вращение валу-шестерне 2, от которой через зубчатое колесо 12 приводится во вращение ведомый вал 9 механизма с приводными шестернями 10, соединенными с валом на шпонках и закрепленных торцевыми шайбами с двумя болтами.



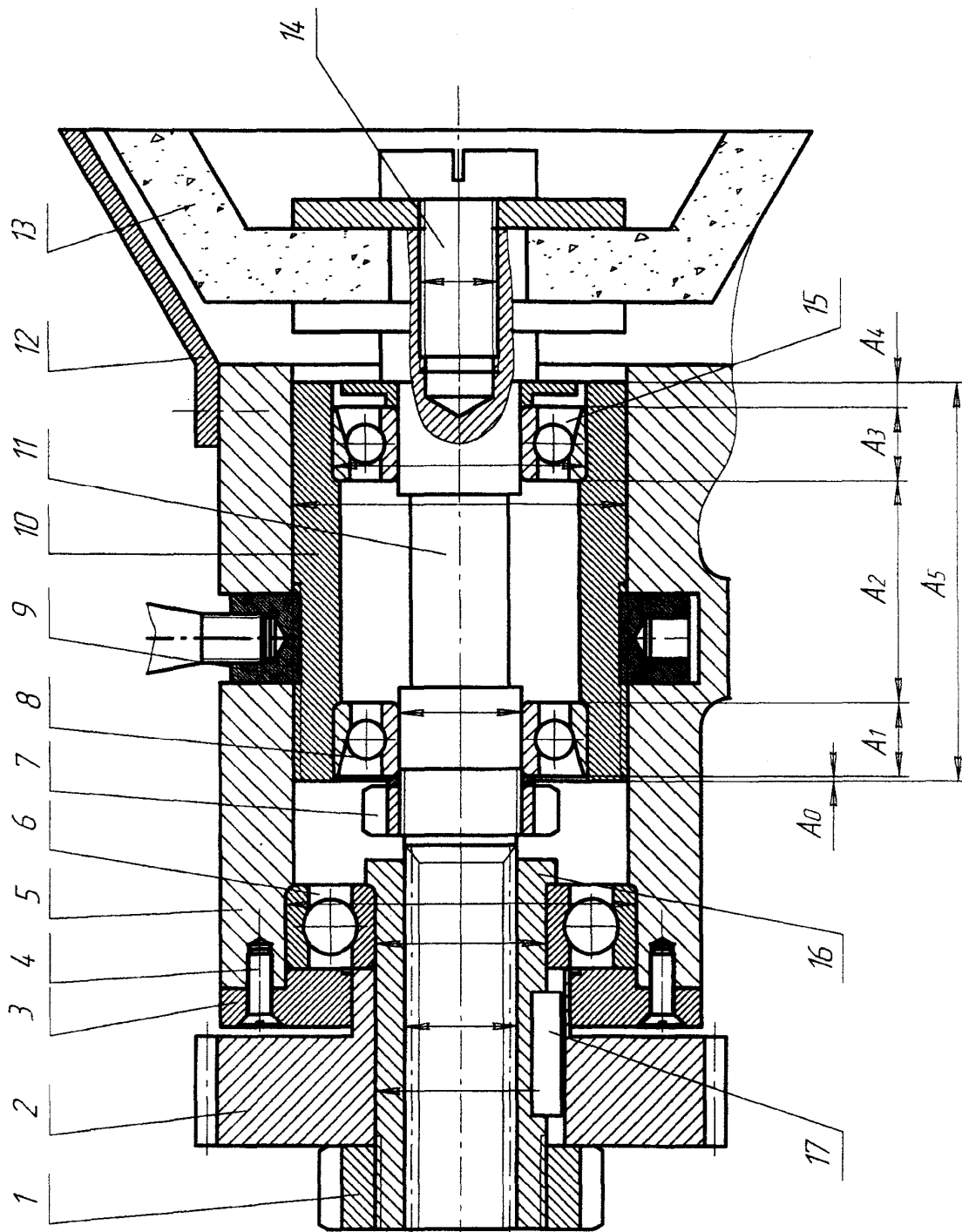
Узел 12. Передаточный механизм с кулачковой муфтой.

Вращение к валу 3, установленному на подшипниках качения 5 в корпусе 7 механизма, передается от ведущего шкива 10 через шпонку. Кулачковая муфта 2 с помощью напрессованного в ней штифта 1 с тягой, установленной в центре вала, может передвигаться в пазу вала 3. В правом (включенном) положении муфта 2 передает вращение от шкива 10 с валом 3 на ведомое колесо 4, а при смещении влево муфта 2 выходит из зацепления с колесом 4 (выключается) и колесо 4 останавливается, обеспечивая свободное вращение вала 3 относительно колеса с напрессованной внутри втулкой скольжения 12, образующей с валом скользящую посадку с зазором. Уплотнение подшипников качения 5 производится манжетным уплотнением 9, установленным на сквозной крышке 6 корпуса. Пружина сжатия обеспечивает постоянное поджатие колеса к буртику вала, для исключения осевого смещения колеса 4 влево при выключении муфты 2.



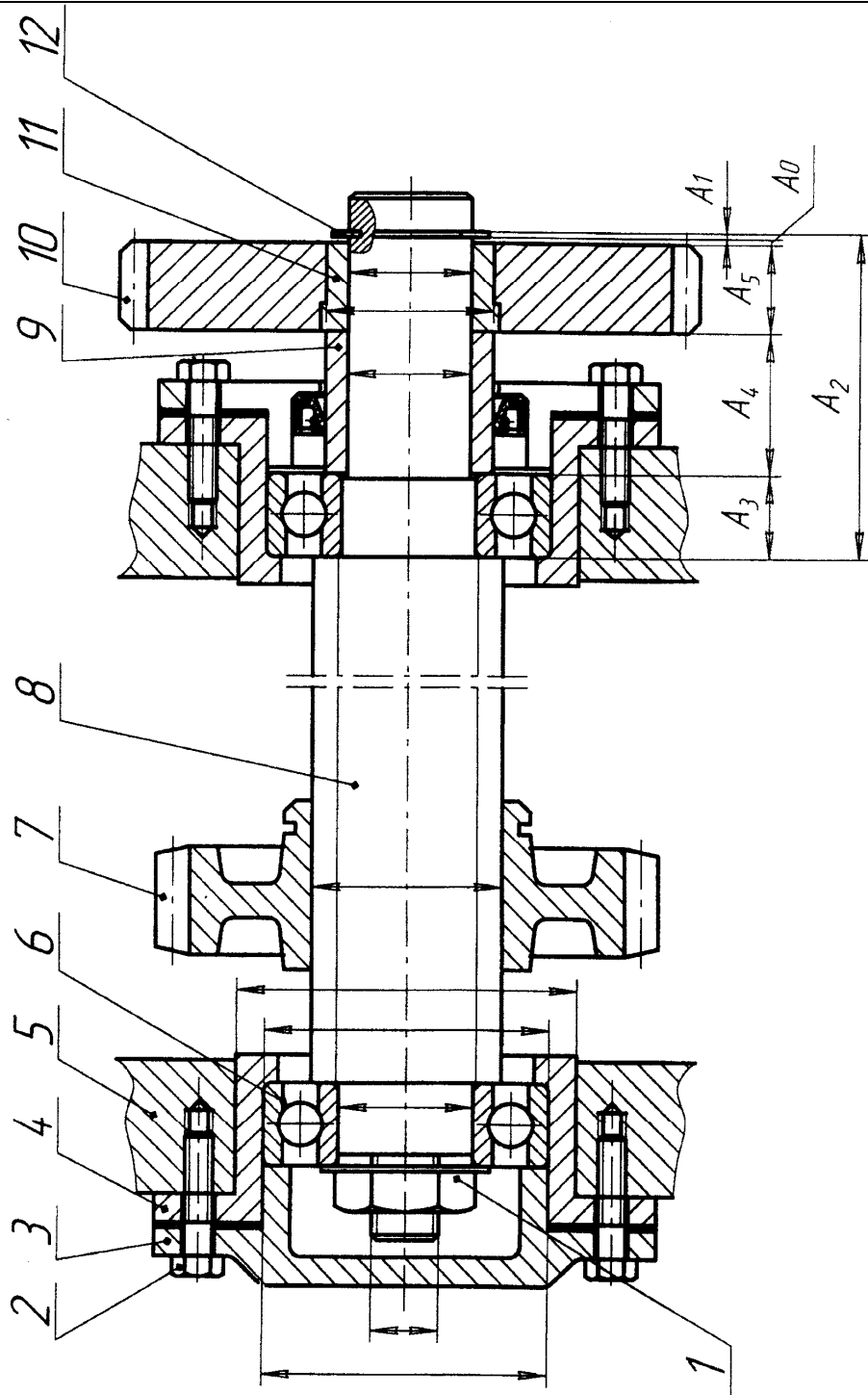
Узел 13. Шкив клиноременной передачи.

Узел служит для передачи вращения от шкива 3 на приводную шестерню 11 исполнительного механизма, установленную на шлицевой вал 9 с помощью втулки 10 с натягом. Для разгрузки шлицевого вала 9 от действия радиальной нагрузки натяжения ремней 4, шкив 3 вращается на двух подшипниках качения 2, установленных на неподвижной ступице 6, закрепленной в корпусе 7 исполнительного механизма с помощью болтов 12, а ведомый шлицевой вал 9 вращается на двух подшипниках качения 8, установленных в гнезде корпуса 7 соосно со ступицей 6. Крутящий момент передается от шкива 3 на вал 9 через фланец 1 посредством шлицевого соединения и болтов с коническим штифтом. Подшипниковый узел шкива закрыт сквозной крышкой 5 с войлочным уплотнением, а подшипники 8 шлицевого вала 9 – манжетным уплотнением, установленным в гнездах ступицы 6.



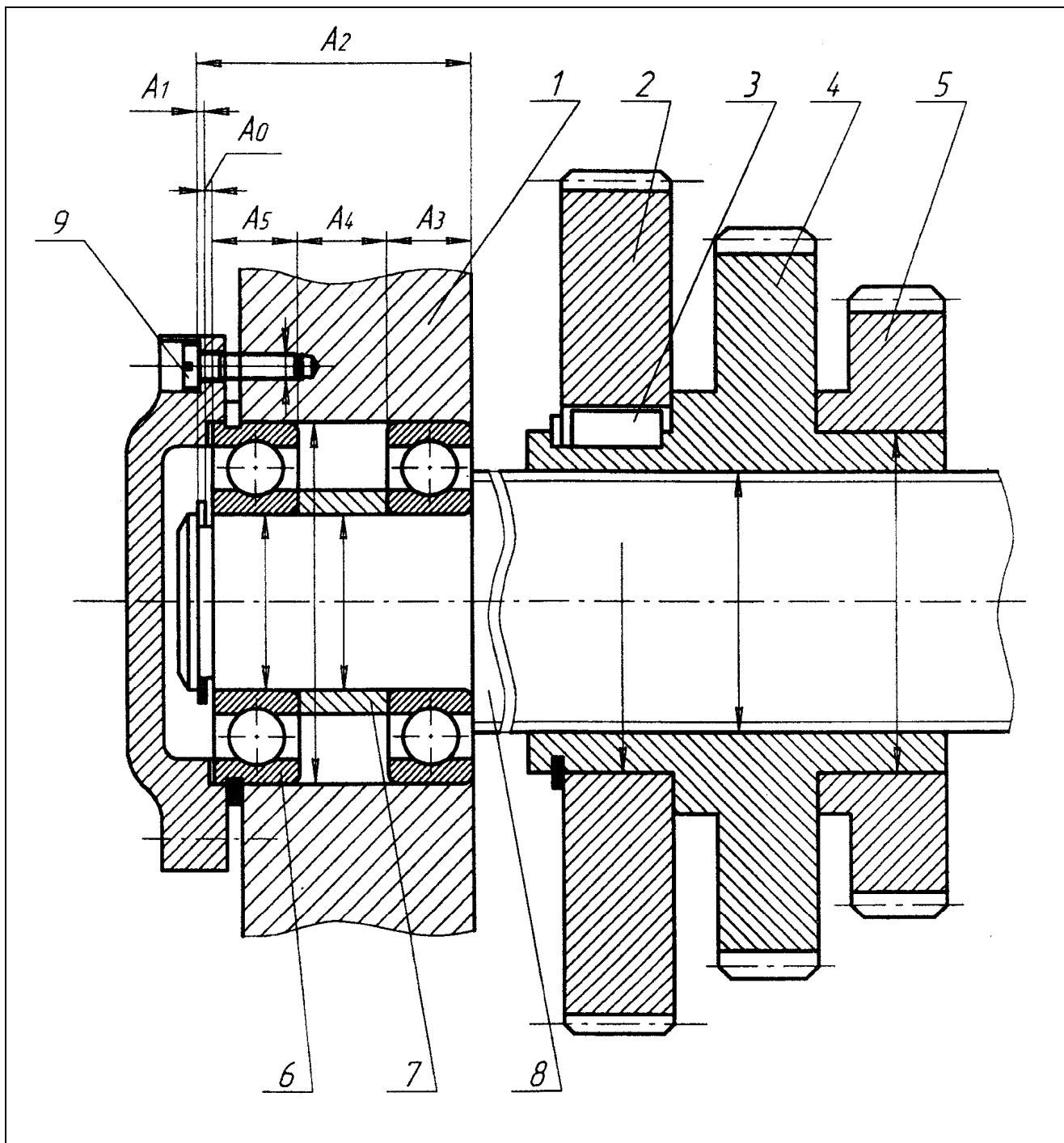
Узел 14. Заточной механизм с коническим шлифовальным кругом.

Узел служит для передачи вращения от ведущего зубчатого колеса 2 к коническому шлифовальному кругу 13 заточного механизма, имеющему возможность изменения и фиксации осевого положения шпиндельного узла с помощью гайки 9 с рукояткой. Вращение от ведущего зубчатого колеса 12 посредством шпонки 17 и переходной посадки с гайкой 1, через шлицевую втулку 16, вращающуюся на подшипнике качения 6, передается на левый хвостовик шпинделя 11. Шпиндель 11 с закрепленным на правом хвостовике коническим шлифовальным кругом 13, вращается на двух радиально-упорных подшипниках качения 8 внутри подвижного стакана 10, осевое положение которого регулируется с помощью резьбового соединения гайки 9 с рукояткой относительно корпуса 5 механизма.



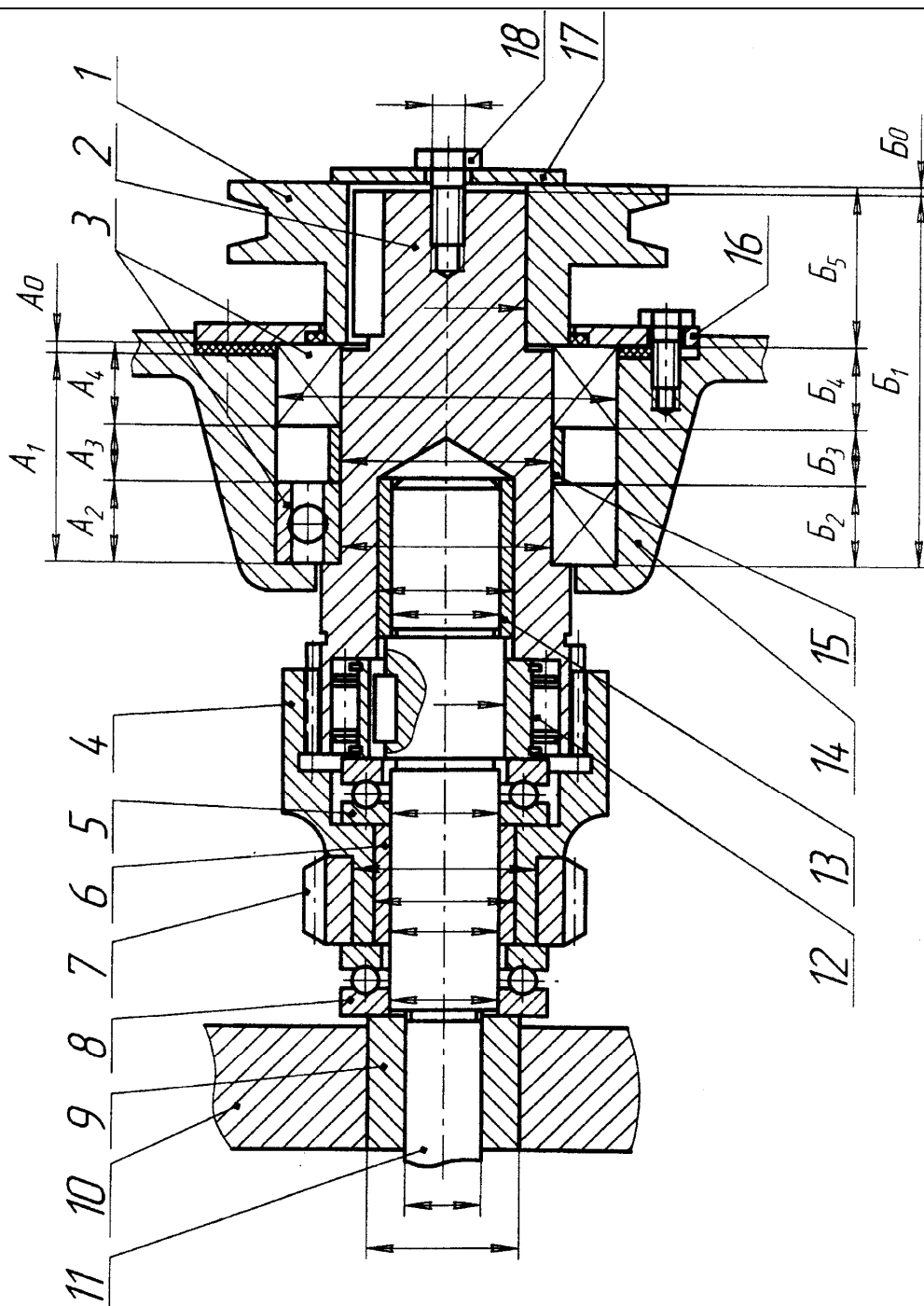
Узел 15. Промежуточный вал коробки скоростей

Узел служит для включения – выключения ведомого колеса 10 коробки скоростей 5 посредством перемещения подвижного колеса 7 на шлицевом валу 8. Шлицевой вал 8 установлен на двух подшипниках качения 6 в стаканах 4, размещенных в гнездах корпуса 5 редуктора и закрыт с торцов глухой 3 и сквозной крышками болтами 2 с манжетным уплотнением. Ведомое зубчатое колесо 10 с неподвижной запрессованной втулкой 11 насажено на валу 8 на посадке с натягом и зафиксировано с помощью разрезной упругой шайбы 12. Слева подшипник качения 6 закреплен на валу гайкой 1 с резьбой M16x1,5 и торцевой шайбой.



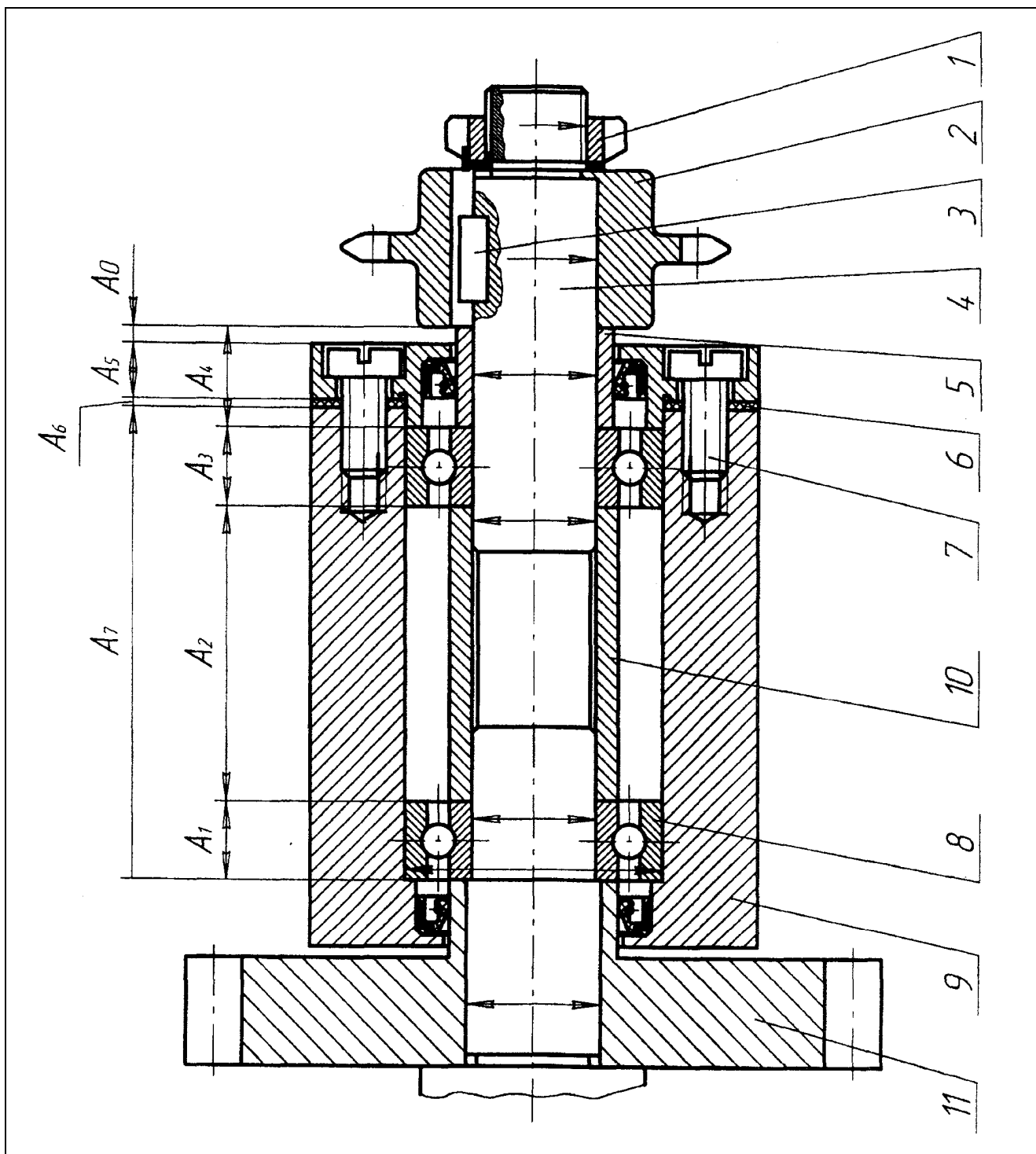
Узел 16. Блок шестерен из трех зубчатых колес.

Вращающийся на сдвоенных подшипниках качения 6 шлицевой вал 8 получает вращение от перемещающегося вдоль оси блока шестерен из трех зубчатых колес 2, 4, 5, входящих в зацепление в зависимости от их осевого положения от соответствующих ведущих шестерен механизма 1. Колеса 4 и 5 неподвижно соединены друг с другом на посадке с натягом, а колеса 2 и 4 – на шпонке 3 с переходной посадкой и зафиксированы разрезной шайбой. Подшипники 6 зафиксированы на валу 8 и корпусе 1 разрезными упругими кольцами, причем по наружному кольцу – переходной посадкой без зазора, а по внутреннему кольцу – посадкой с зазором. Крышка подшипника – сквозная, с креплением четырьмя винтами 9 с резьбой М6.



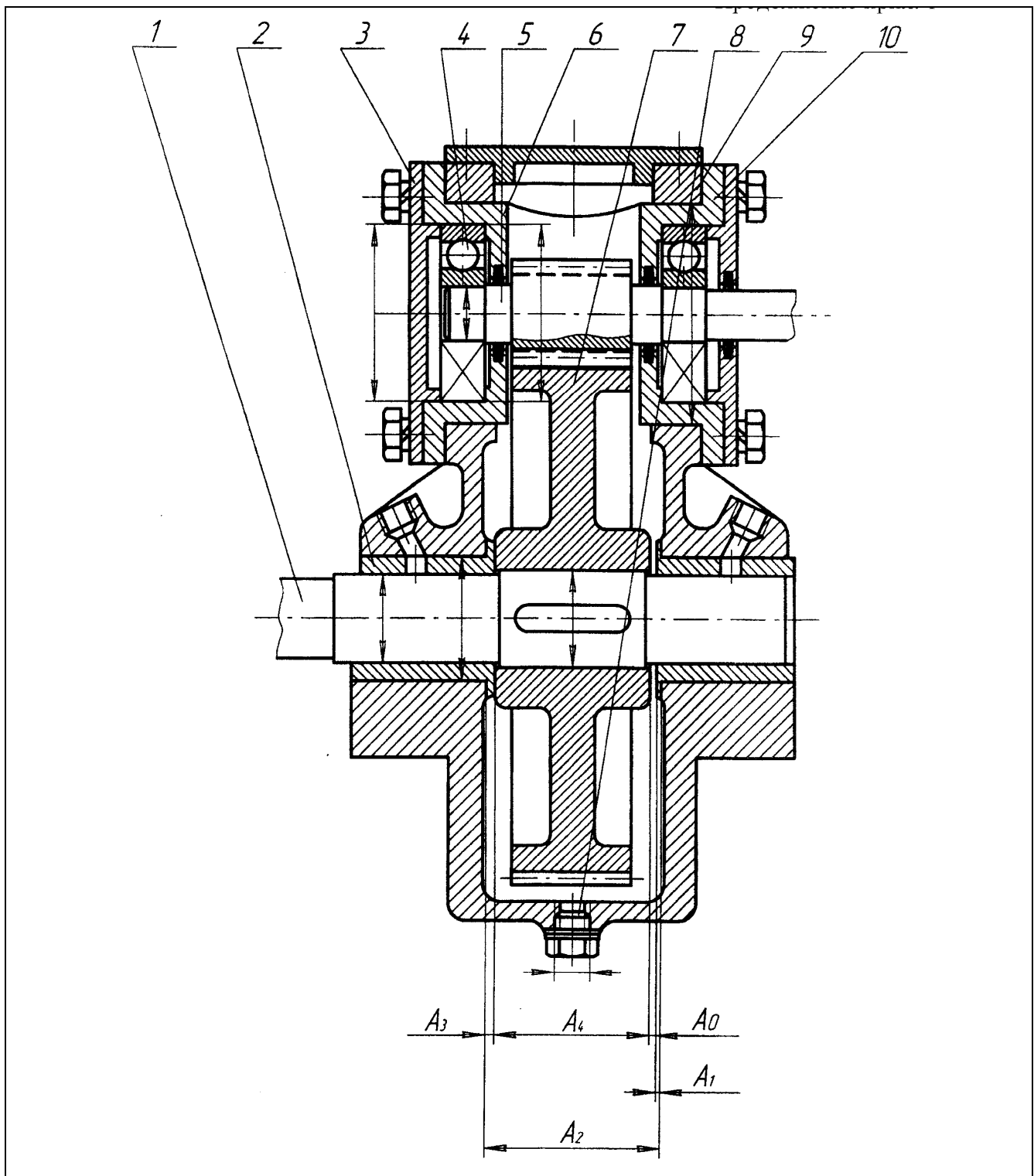
Узел 17. Ведущий вал редуктора с обгонной муфтой.

Вращение от шкива 1 через шпонку передается на ведущий вал 2, установленный на двух подшипниках качения 3 в корпусе 14 редуктора. Левый зубчатый хвостовик вала 2 входит в зацепление с внутренними зубьями колеса 4, приводя во вращение насаженную на посадке с натягом ведомую шестерню 7 с напрессованной втулкой скольжения 6. Включенными роликами 12 обгонной муфты вращение от вала 2 одновременно передается внутренней ступице муфты и далее через шпонку на ведомую ось 11 редуктора. При остановке вращения шкива 1 от привода происходит остановка вала 2 и входящего в зацепление с ним внутреннего колеса 4 с ведомой шестерней 7. При этом происходит отключение роликов 12 обгонной муфты, а ведомая ось 11 сохранит свое вращение на втулке скольжения 9, размещенной неподвижно в корпусе 10 редуктора и втулке скольжения 13, установленной внутри вала 2.



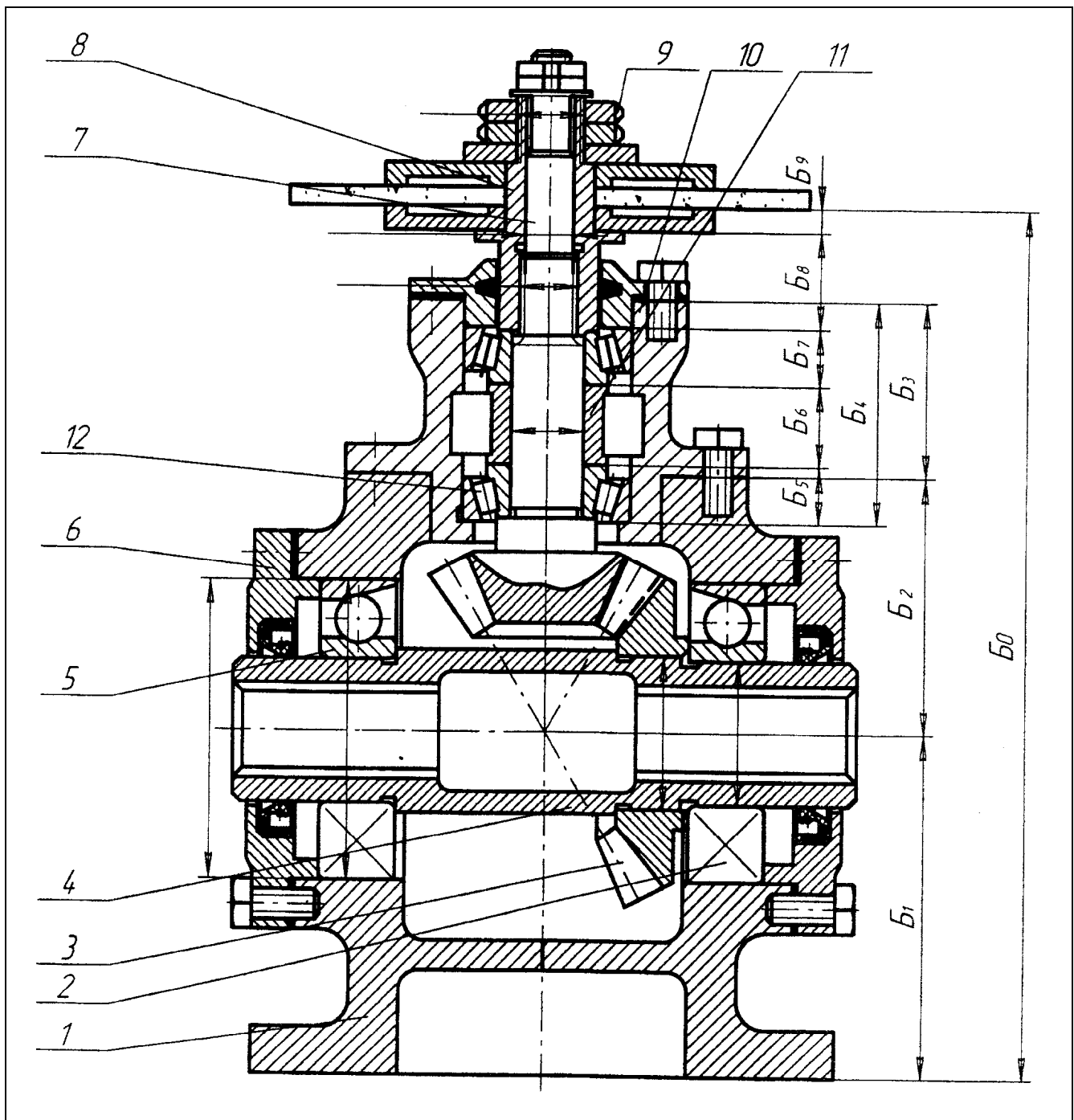
Узел 18. Ведомый вал со звездочкой

Крутящий момент передается от ведущего зубчатого колеса 11 на вал 4 посредством прессовой посадки с натягом, далее на ведомую звездочку 2 цепной передачи через шпоночное соединение. Подшипники качения 8 легкой серии установлены наружными кольцами в стакан 9 на переходной посадке, а внутренними кольцами – на скользящей посадке с зазором и зафиксированы на валу 4 гайкой с прорезями и корончатой шайбой с отогнутыми усиками. Уплотнение подшипников качения производится с помощью манжетных уплотнений и сквозной крышки с четырьмя винтами 7 с резьбой М 8.



Узел 19. Одноступенчатый цилиндрический редуктор

Вращение от первичного вала-шестерни 5, установленного на двух подшипниках качения 4, через цилиндрическое зацепление передается на зубчатое колесо 7 и далее через призматическую шпонку к ведомому валу 1, установленному на втулках 2 подшипников скольжения. Шариковые однорядные подшипники качения 4 на ведущем валу установлены в стаканах 6, 10, установленных по посадке с зазором в гнездах цельного корпуса 9. Уплотнение подшипников качения 4 на ведущем валу производится тремя войлочными кольцами, установленными изнутри в канавках стаканов 6, 10, а снаружи – в канавке плоской сквозной крышки, стянутой болтами с пружинной шайбой.



Узел 20. Конический редуктор со шлифовальным кругом

Вращение от привода передается на полый ведущий шлицевой вал 4 редуктора, установленный на двух радиально-упорных подшипниках качения 5, закрытых с торцов сквозными крышками 6 с манжетным уплотнением. На ведущий вал по неподвижной посадке с натягом запрессовано коническое зубчатое колесо 3, передающее вращение на вертикальный шпиндель 7, выполненный в виде конического вала-шестерни. Шпиндель 7 вращается на двух конических подшипниках качения 12, размещенных в стакане 10, установленном в гнезде цельного корпуса 1 на скользящей посадке с зазором. На верхнем выходном конце шпинделя 7 установлена шлицевая втулка 8 с двумя дисками и двумя гайками 9 для закрепления шлифовального круга.

Варианты сборочных чертежей механизмов и узлов для разработки технологических схем и маршрута сборки

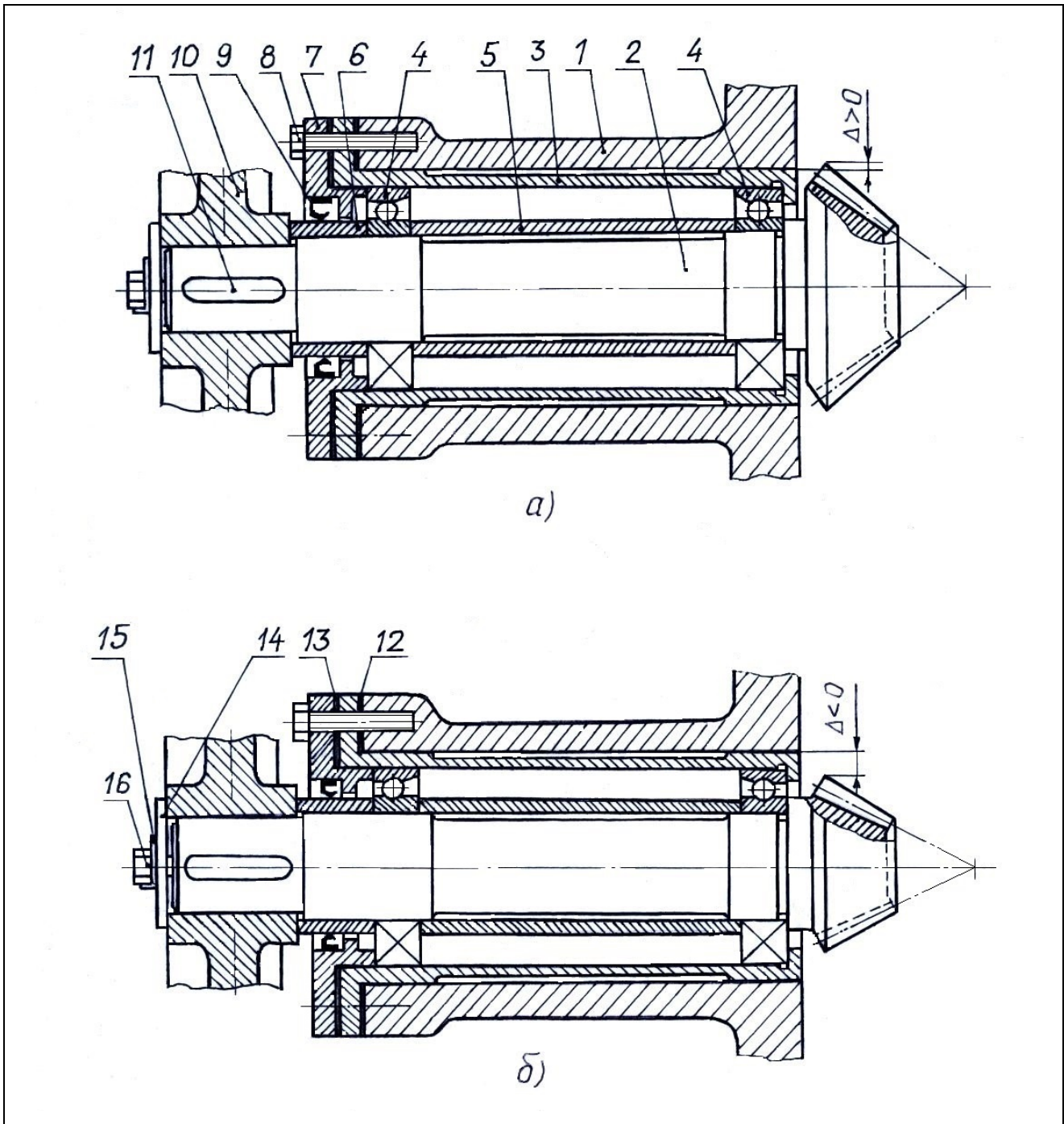


Рис. П.3.1, а, б. Ведущий вал-шестерня:

Вариант а) – без монтажного зазора Δ ; Вариант б) – с монтажным зазором Δ :
 1 – корпус; 2 – вал-шестерня; 3 – стакан; 4 – подшипник радиально-упорный (2 шт.); 5 – втулка дистанционная; 6 – втулка упорная; 7 – фланец; 8 – болт М8х35 (4 шт.); 9 – манжета уплотнительная; 10 – колесо зубчатое; 11 – шпонка; 12 – прокладка; 13 – набор прокладок; 14 – шайба торцевая; 15 – шайба стопорная (отгибная); 16 – болт М8х25.

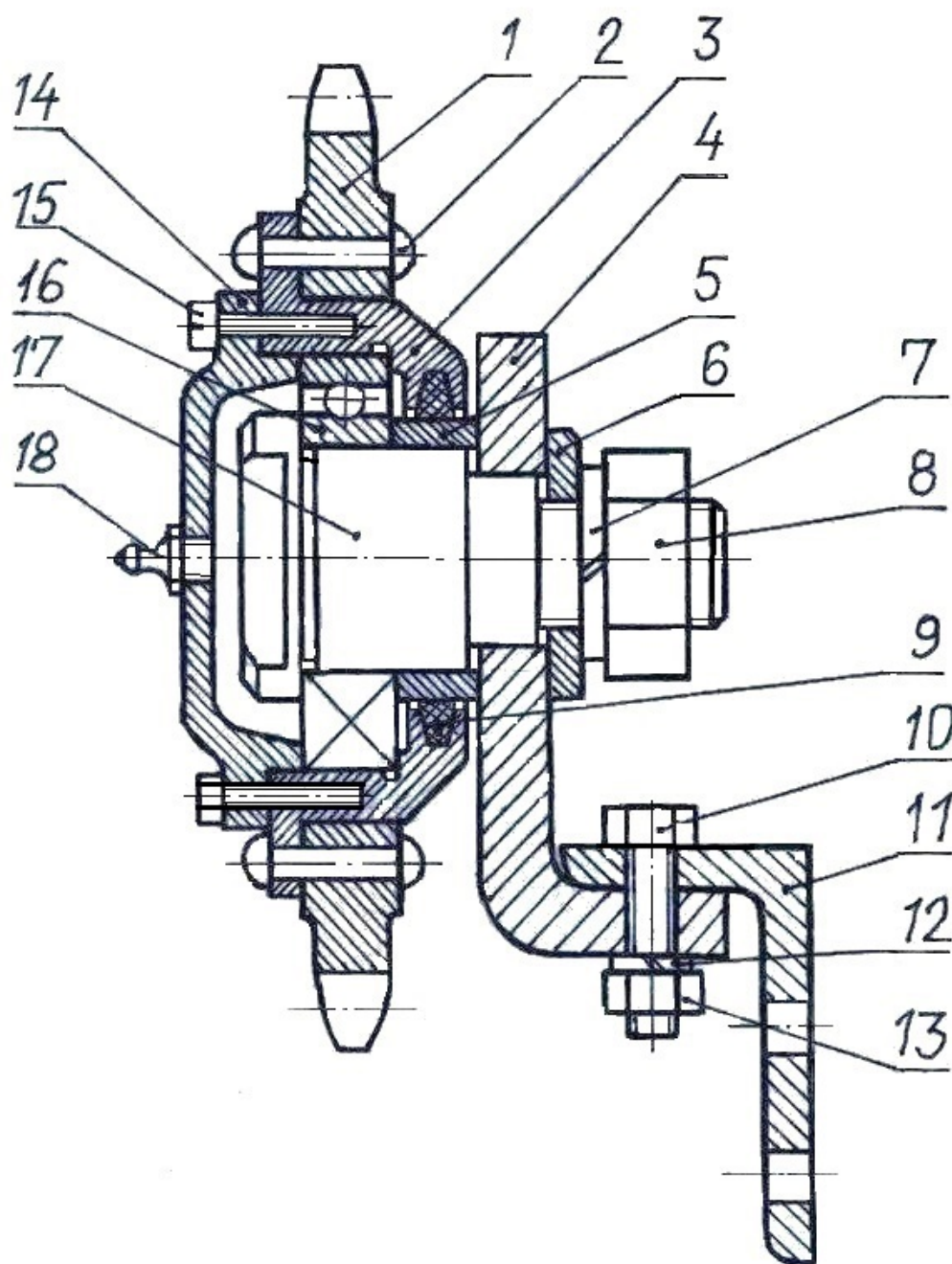


Рис. П.3.2. Звездочка в сборе:

1 – звездочка; 2 – заклепка (6 шт.); 3 – ступица; 4 – кронштейн; 5 – втулка; 6 – шайба; 7 – шайба пружинная; 8 – гайка М20; 9 – уплотнение войлочное; 10 – болт М8х35 (2 шт.); 11 – уголок неравнобокий 40х63; 12 – шайба пружинная (2 шт.); 13 – гайка М8 (2 шт.); крышка глухая; 14 – крышка; 15 – винт М5х30 (6 шт.); 16 – подшипник шариковый радиальный № 205; 17 – ось; 18 – пресс-масленка.

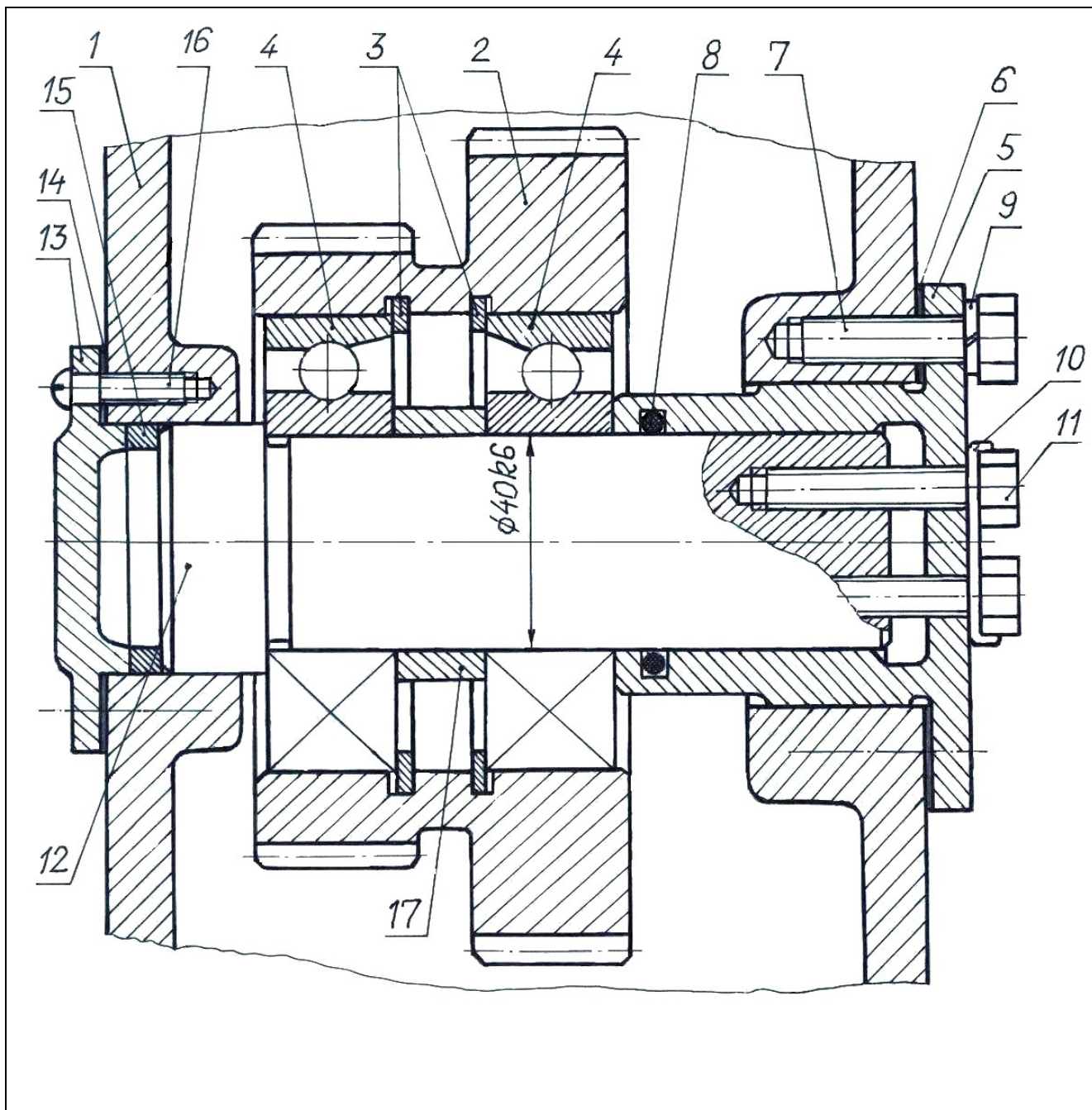


Рис. П.3.3. Ось блока шестерен:

1 – корпус; 2 – блок шестерен; 3 – кольцо пружинное (2 шт.); 4 – подшипник радиально-упорный 1208 (2 шт.); 5 – фланец; 6 – прокладка; 7 – болт М10х40 (4 шт.); 8 – кольцо уплотнительное; 9 – шайба пружинная (4 шт.); 10 – шайба стопорная (отгибная); 11 – болт М8х50; 12 – ось; 13 – вал; 14 – крышка; 15 – кольцо дистанционное; 16 – винт М6х30 (4 шт.); 17 – втулка дистанционная

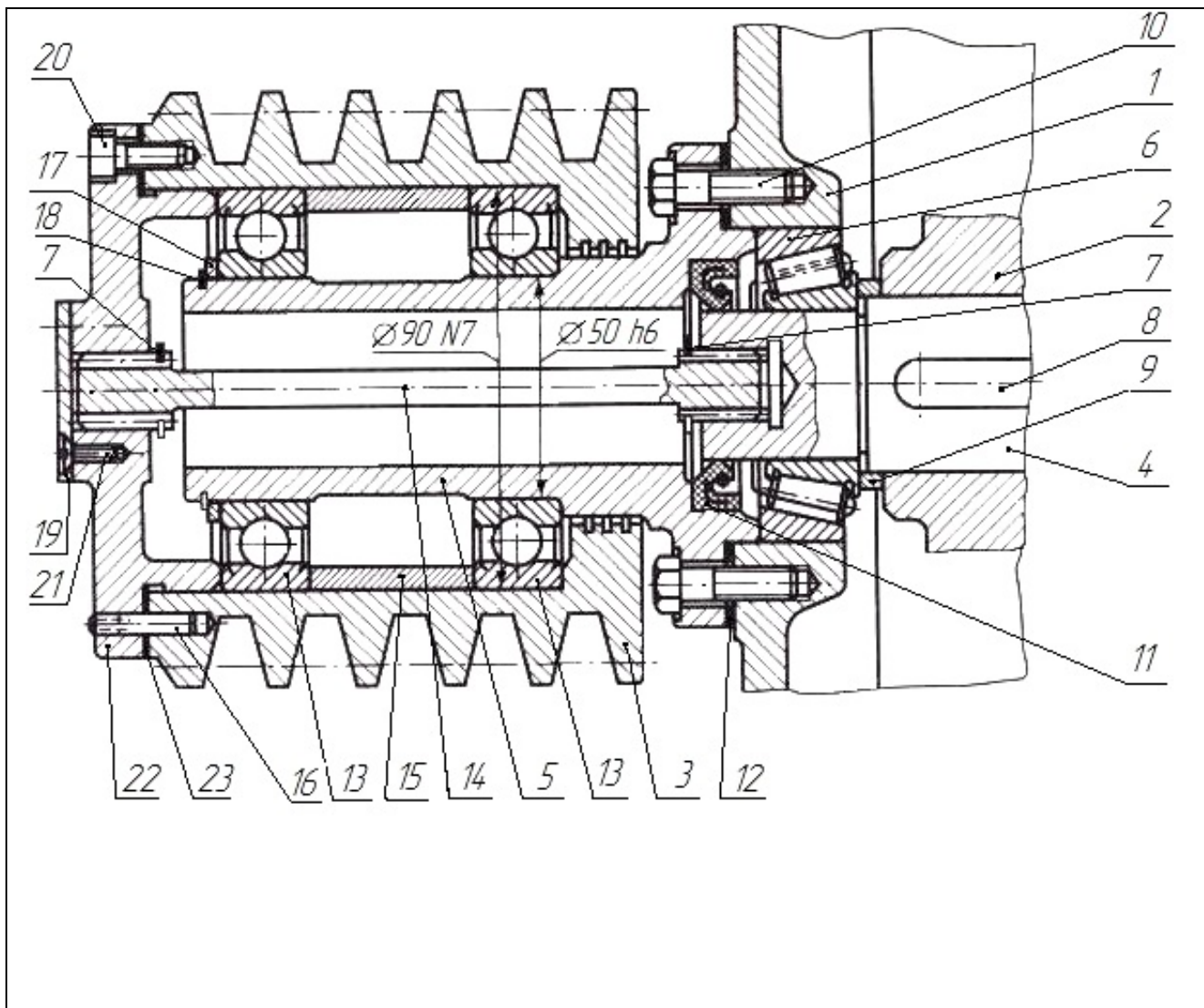


Рис. П.3.4. Разгруженный шкив:

1 – корпус; 2 – колесо зубчатое; 3 – шкив; 4 – вал ведомый; 5 – втулка; 6 – подшипник конический; 7 – кольцо разрезное (2 шт.); 8 – шпонка; 9 – кольцо дистанционное; 10 – болт М8х40 (4 шт.); 11 – манжета; 12 – прокладка; 13 – подшипник шариковый; 14 – вал шлицевой; 15 – втулка дистанционная; 16 – штифт цилиндрический (1 шт.) 17 – кольцо компенсирующее; 18 – кольцо разрезное; 19 – крышка глухая; 20 – винт М6х25 (6 шт.) 21 – винт М5х20 (4 шт.); 22 – крышка сквозная; 23 – прокладка.

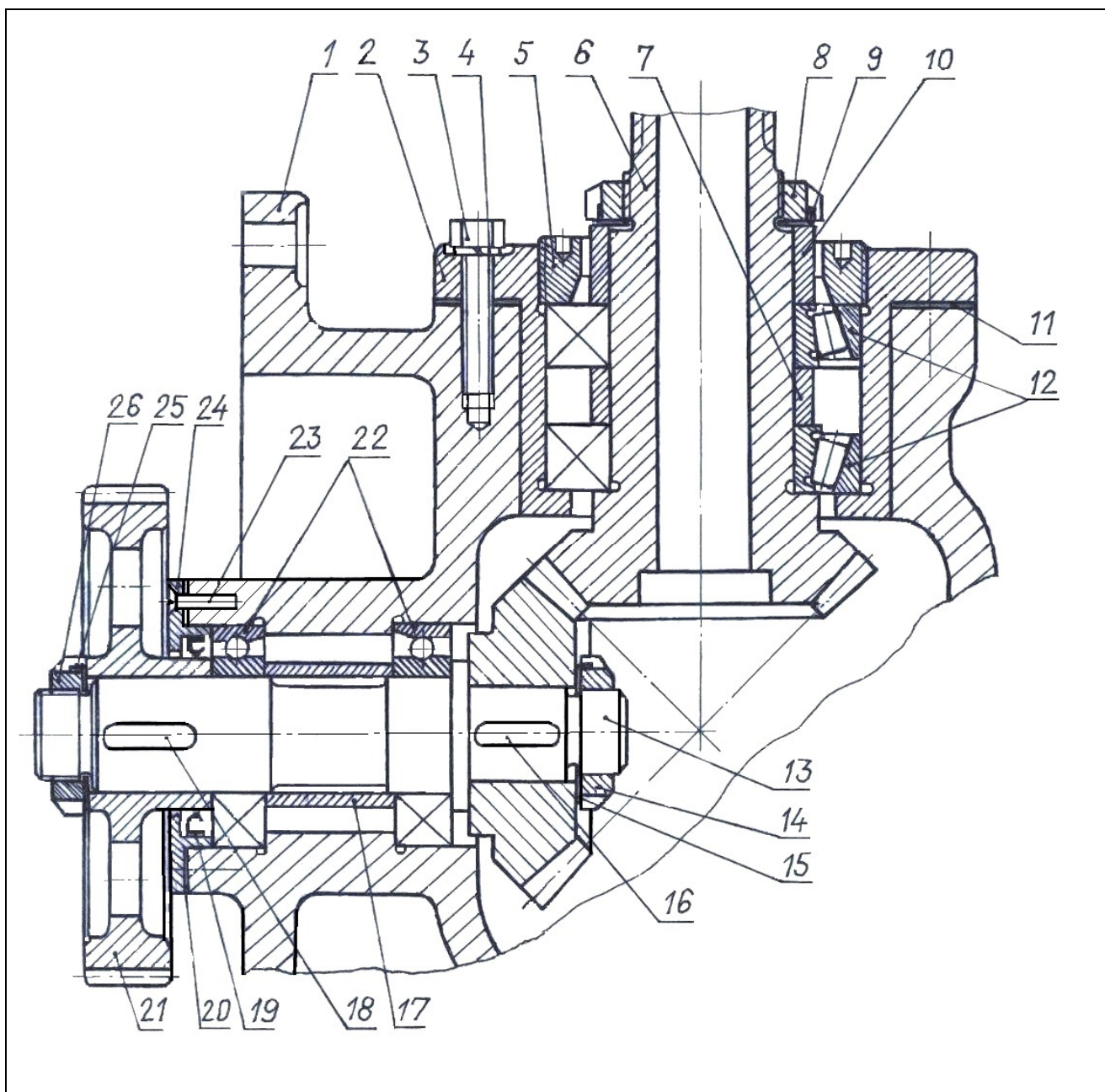


Рис. П.3.5. Конический редуктор:

1 – корпус; 2 – стакан; 3 – Болт М8х40 (4 шт.); 4 – шайба пружинная; 5 – Втулка резьбовая; 6 – вал-шестерня ведущая; 7 – втулка дистанционная; 8 – гайка шлицевая; 9 – шайба корончатая; 10 – втулка нажимная; 11 – прокладка; 12 – подшипник конический (2 шт.); 13 – вал ведомый; 14 – гайка шлицевая; 15 – шайба корончатая; 16 – шпонка; 17 – втулка дистанционная; 18 – шпонка; 19 – манжета; 20 – прокладка; 21 – колесо зубчатое; 22 – подшипник шариковый (2 шт.); 23 – винт М5Х25 (4 шт.); 24 – крышка сквозная; 25 – шайба корончатая; 26 – гайка шлицевая.

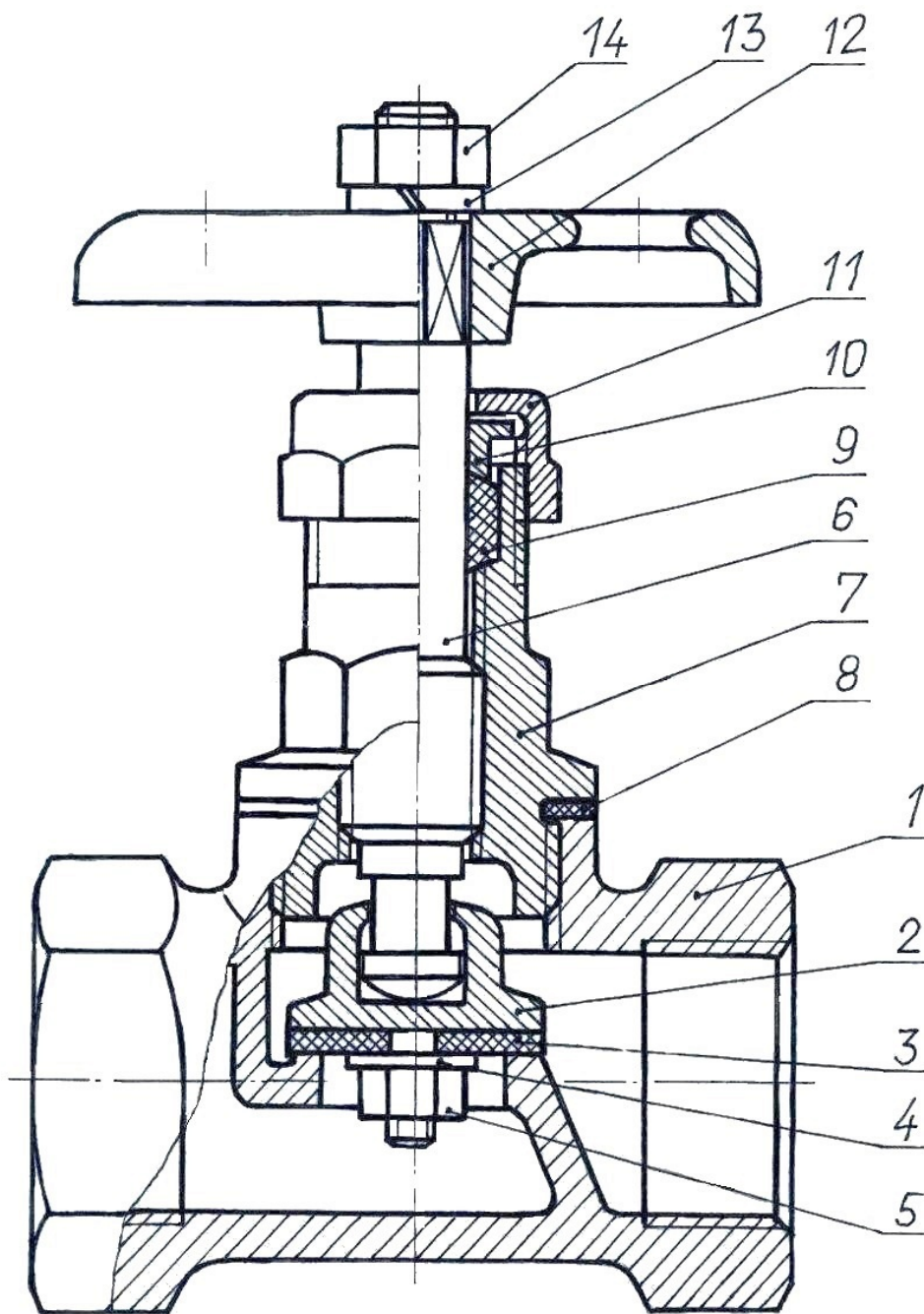


Рис. П.3.6. Вентиль в сборе:

1 – корпус; 2 – клапан; 3 – прокладка клапана; 4 – шайба; 5 – гайка М6; 6 – золотник; 7 – крышка; 8 – прокладка; 9 – уплотнение сальниковое; 10 – втулка нажимная; 11 – грундбукса; 12 – рукоятка; 13 – шайба пружинная; 14 – гайка М 10 .

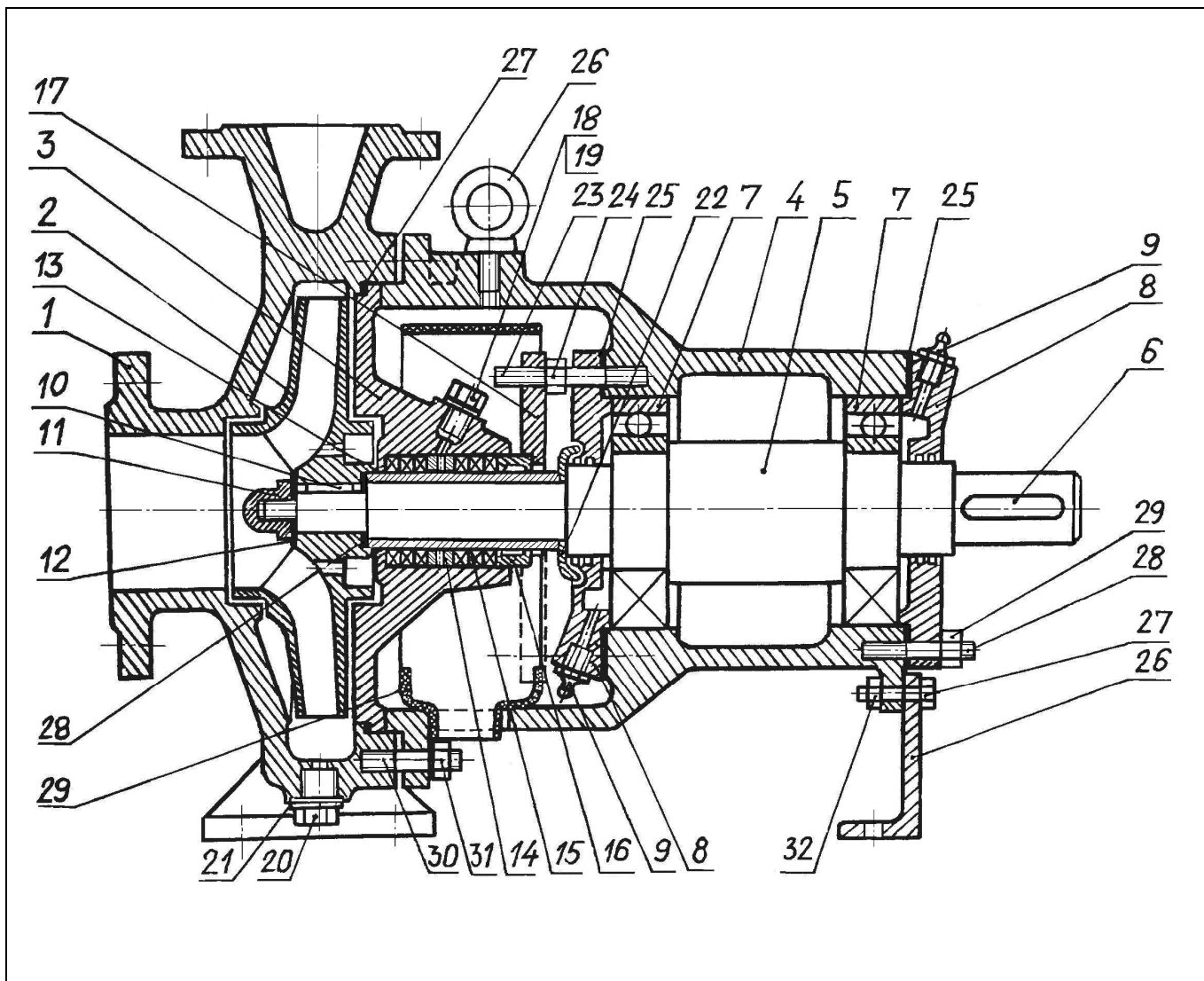


Рис. П.3.7. Насос консольный центробежный марки НК:

1 – корпус насоса; 2 – колесо; 3 – корпус уплотнения; 4 – кронштейн; 5 – вал; 6 – шпонка; 7 – подшипник шариковый (2 шт.); крышка подшипника (2 шт.); 9 пресс-масленка (2 шт.); 10 – шпонка; 11 – гайка колеса; 12 – прокладка; 13 – втулка сальника; 14 – фонарь уплотнения; 15 – кольцо сальниковое (6 шт.); 16 – втулка нажимная; 17 – грундбукса; 18 – пробка М10; 19 – прокладка; 20 – пробка М16; 21 – прокладка; 22 – кольцо защитное; 23 – шпилька М10 (2 шт.); 24 – гайка М10 (2 шт.); 25 – прокладка (2 шт.); 26 – кронштейн; 27 – болт М8х30 (2 шт.); 28 – шпилька М10 (8 шт.); 29 – гайка М 10 (8 шт.); 30 – шпилька М12 (6 шт.); 31 – гака М12 (6 шт.); 32 – гайка М8 (2 шт.).

Примеры выполнения рабочих чертежей типовых деталей

62

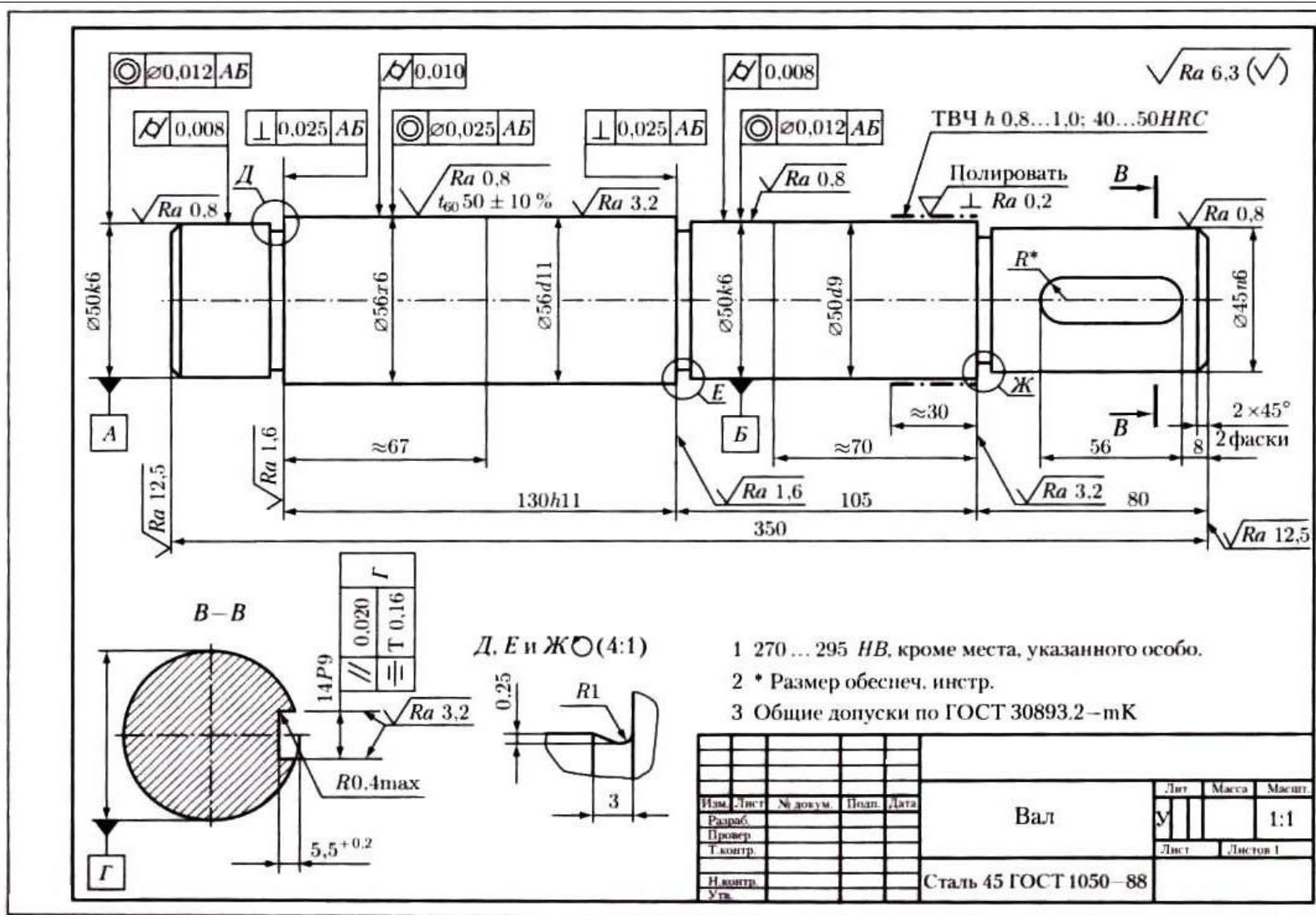


Рис. П.4.1. Пример рабочего чертежа вала редуктора

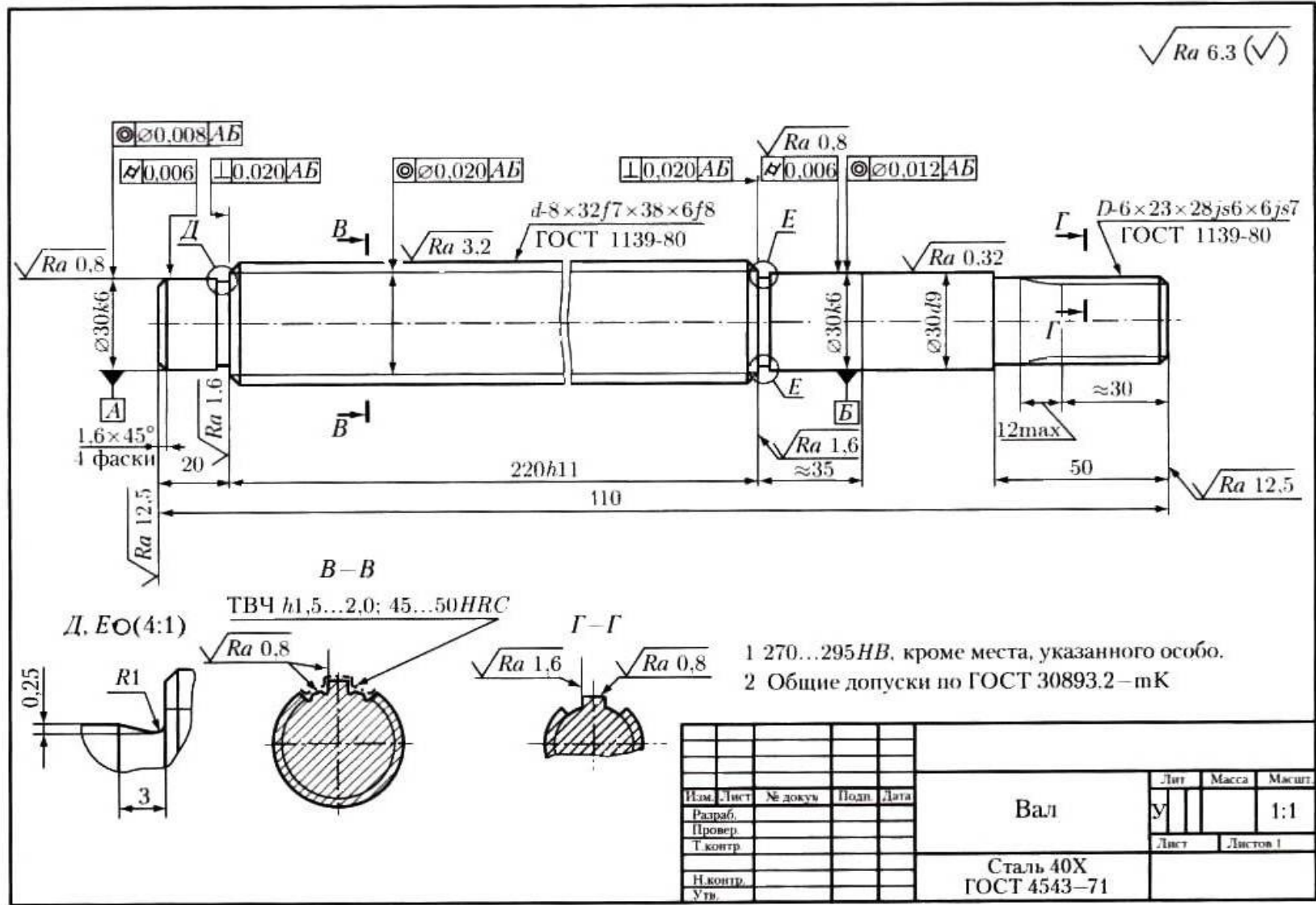


Рис. П.4.2. Пример рабочего чертежа шлицевого вала

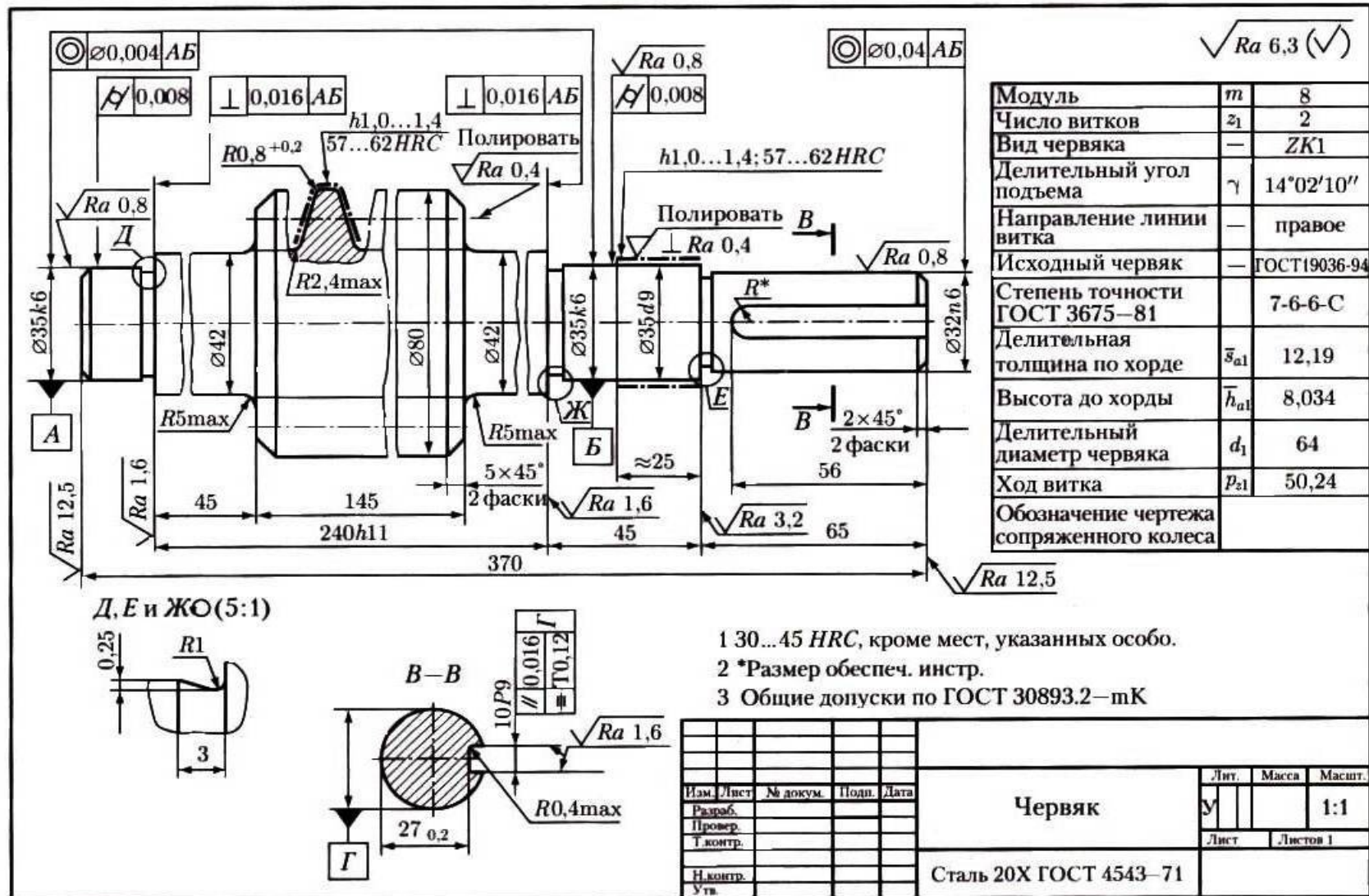
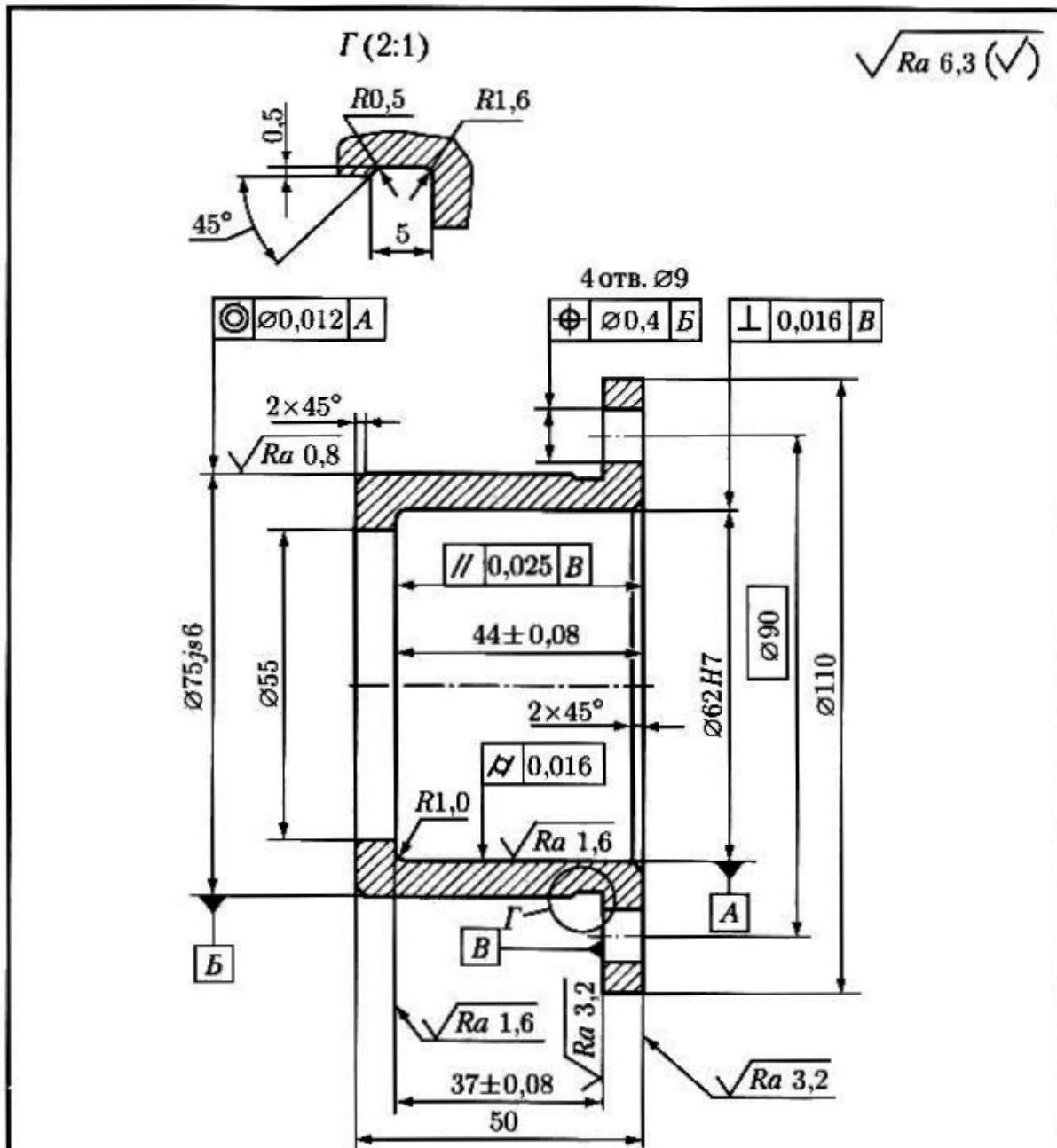


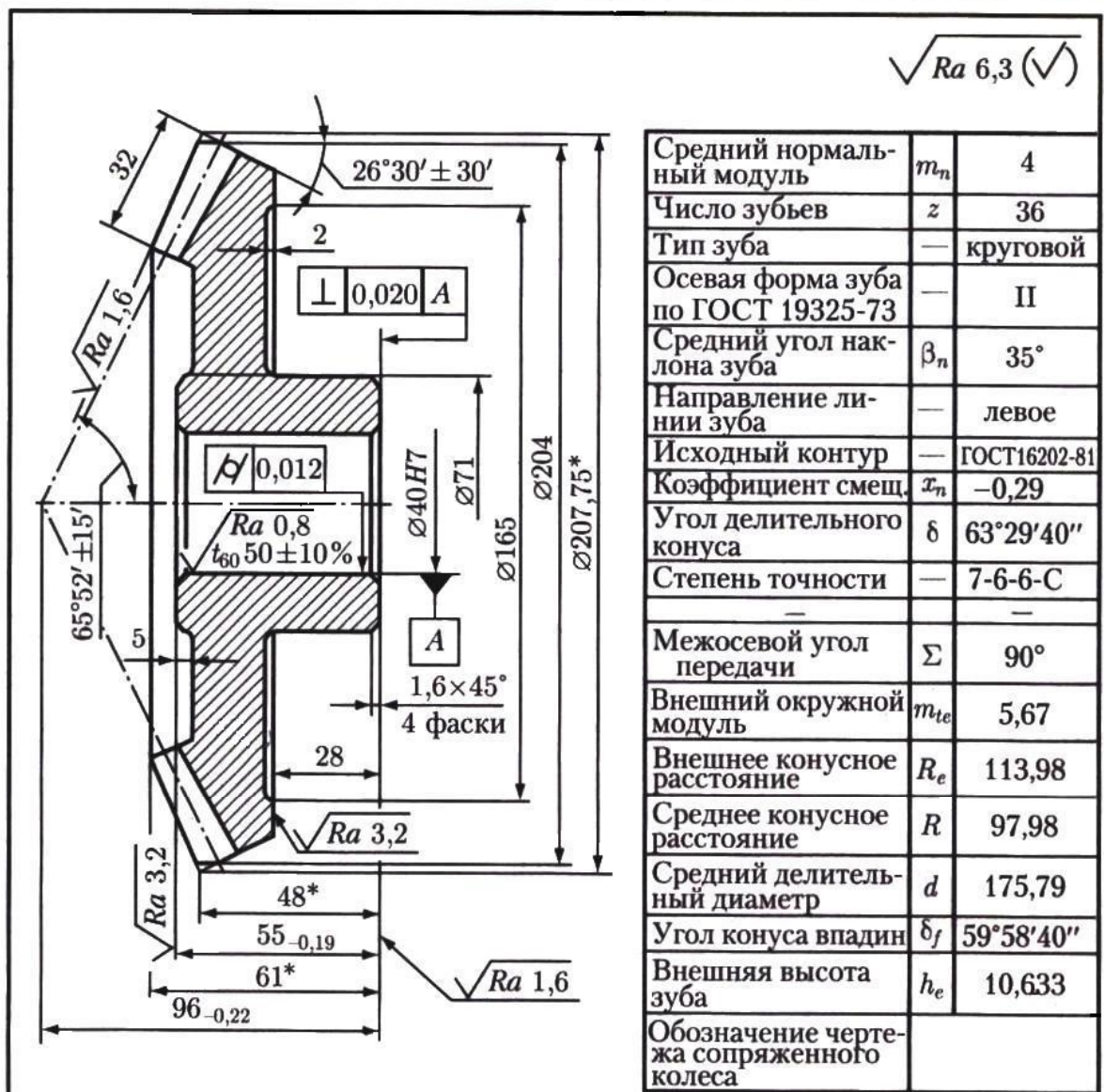
Рис. П.4.3. Пример рабочего чертежа червячного вала



Общие допуски по ГОСТ 30893.2–mK

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стакан	Лит.	Масса	Масшт.
Разраб.						У		1:1
Пров.						Лист	Листов 1	
Т. контр.								
Н. контр.					СЧ15 ГОСТ 1412–85			
Утв.								

Рис. П.4.4. Пример рабочего чертежа стакана



1. 269 ... 302 НВ.
2. * Размеры для справок.
3. Неуказанные радиусы скруглений 2 мм max.
4. H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Колесо зубчатое
Разраб.					
Провер.					
Т.контр.					
Н.контр.					Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71
Утв.					
					Лит. У
					Масса
					Масшт. 1:1
					Лист 1
					Листов 1

Рис. П.4.5. Пример рабочего чертежа конического зубчатого колеса

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»	8
1.1. Теоретические основы технологии машиностроения	8
1.2. Основы проектирования технологических процессов изготовления деталей	9
1.3. Основы проектирования приспособлений	10
2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	10
2.1. Общие сведения о процессах сборки	10
2.2. Составление технологической схемы сборки	12
2.3. Составление маршрута сборки	15
3. СОСТАВЛЕНИЕ МАРШРУТА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ	16
3.1. Разработка чертежа (эскиза) детали	16
3.2. Анализ технологичности конструкции детали	19
3.3. Составление маршрута обработки детали	22
4. ОСНОВЫ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ	25
4.1. Инструментальные материалы и область их применения	25
4.1.1. Инструментальные углеродистые и легированные стали	26
4.1.2. Быстрорежущие стали	26
4.1.3. Инструментальные твердые сплавы	27
4.1.4. Минералокерамические и сверхтвердые инструментальные ма- териалы	29
4.2. Назначение глубины резания	30
4.3. Выбор подачи	31
4.4. Расчет скорости резания	31
5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	32
6. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	32
6.1. Основная	32
6.2. Дополнительная	33
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. (Образец выполнения титульного листа контрольной работы для студентов заочной формы обучения)	34
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Чертежи узлов механизмов для разработки технологиче- ского процесса сборки и составления маршрута обработки базовых деталей	35
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Варианты сборочных чертежей механизмов и узлов для разработки технологических схем и маршрута сборки	55
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Примеры выполнения рабочих чертежей типовых деталей	62

Учебное издание

Закиров Мазит Ахтямович

кандидат технических наук, доцент

Тарабарин Олег Игоревич

доктор технических наук, профессор

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ
И ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ
И КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ**

Корректор Габдурахимова Т.М.
Худ. редактор Федорова Л.Г.

Сдано в набор 08.04.2014
Подписано в печать 12.05.2014.
Бумага писчая. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 4,25. Тираж 100.
Заказ №22.

НХТИ (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ».
г. Нижнекамск, 423570, ул.30 лет Победы, д.5а.