

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии им. А.Буркитбаева

Кафедра Стандартизация, сертификация и технология машиностроения

Баймаханов Максат Досболулы

Разработать технологический процесс изготовления детали «шкив» и сборки
изделия «Стенд», годовая программа 1200 штук

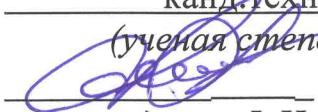
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

Специальность 5B071200 - Машиностроение

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии имени А.Буркитбаева
Кафедра стандартизации, сертификации и технологии машиностроения
Шифр и наименование специальности 5B071200 – Машиностроение

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ССиТМ
канд.техн.наук, доцент
(ученая степень, звание)
Альпейсов А.Т.
подпись Ф.И.О.
“ 06 ” 11 2019 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся Баймаханову Максату Досболулы
Тема Разработать технологический процесс изготовления детали «шкив» и
сборки изделия «Стенд», годовая программа 1200 штук
Утверждена приказом по университету № 1252-б от « 06 » 11 2018 г.
Срок сдачи законченной работы «13» мая 2019г.
Исходные данные к дипломному проекту:

Чертежи детали и сборочная чертеж

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

- a) Технологический процесс изготовление детали «шикв»
b) Маркиручная карта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных
чертежей) А1 шкив, Стенд состоящие зубч. колёс, головка, шкив,
операции токарные, проходные, патрон.

Рекомендуемая основная литература Список состоит из 25 ссылок

ГРАФИК
подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Проектирование технологии изготовления вала	11.02 – 26.02.2019	<i>дис</i>
Разработка технологии обработки вала	20.02-18.03.2019	<i>дис</i>
Проектирование сборочного маршрута	26.03-24.04.2019	<i>дис</i>

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

Наименование раздела	Научный руководитель, консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтроль	Исабеков Ж.Н.	06.05.19.	<i>Ж.Н.</i>

Научный руководитель *Аскаров Е.С.* / Аскаров Е.С./
(Ф.И.О.)
(подпись)

Задание приняла к исполнению студент *М.Д.* / Баймаханов М.Д./
(Ф.И.О.)
(подпись)

Дата «*08*» *05* 2019г.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект посвящен проектированию участка по производству стенда с разработкой технологии механической обработки шкива приводного. Проект содержит разделы: технологическая часть, включающая расчеты режимов резания, расчет припусков на обработку детали, нормирование технологического процесса и определение трудоемкости изготовления деталей; конструкторская часть, включающая расчет приспособления на точность и прочностной расчет; заключение.

В проекте рассмотрены основные технологические конструкторские вопросы; приведены требуемые расчеты припусков, режимов резания, норм времени. За счет применения станочного приспособления, назначения оптимальных режимов резания получено годовая экономия .

АНДАТТА

Дипломдық жоба стенд шығаратын бөлімді жобалауға және шкивті технологиялық өндеуге арналған. Жобаның құрамына келесі бөлімдер кіреді: кесу режимдерін есептеу, детальды өндеуге қажетті әдістерді есептеу, технологиялық үрдісті нормалау және білікті шығару еңбек сыйымдылығын анықтау сияқты бөлімшілер кіретін технологиялық бөлім; қондырғының дәлдікке және беріктілікке есептеуін қамтитын конструкторлық бөлім; қорытынды.

Жобада негізгі технологиялық және конструкторлық сұрақтар қарастырылған; әдіптерге кесу режимдеріне, уақыт нормаларына қажетті есептеулер келтірілген. Жонғылау қондырғысын қолдану арқылы, оптималды кесу режимдерін беру арқылы жылдық экономия болды.

ANNOTATION

The graduation project is devoted to the design of the site for the production of the stand with the development of the technology of mechanical processing of the drive pulley. The project includes sections: the technological part, which includes calculations of cutting conditions, the calculation of allowances for machining parts, the rationing of the technological process and the determination of the complexity of the manufacture of parts; design part, including the calculation of the device for accuracy and strength calculation; conclusion.

The project addresses the main technological design issues; The required calculations of allowances, cutting conditions, time rates are given. Through the use of machine tools, the appointment of optimal cutting conditions obtained annual savings.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Проектирование технологического процесса сборки пресса	8
1.1 Анализ служебного назначения сборки пресса	8
1.2 Определение типа производства	10
1.3 Анализ конструкции узла на технологичность	11
1.4 Разработка схема сборки	11
1.5 Выбор организационной формы сборки	11
2 Проектирование технологического процесса изготовления шкива приводного	13
2.1 Служебное назначение детали и анализ технических требований	13
2.2 Определение типа производства	13
2.3 Анализ конструкции стойки на технологичность	15
2.4 Выбор метода получения заготовки и способы ее производства	16
2.5 Выбор баз	18
2.6 Разработка маршрута обработки шкива приводного	19
2.7 Расчет припусков на обработку	22
2.8 Расчет режимов резания	23
2.9 Нормирование операций и определение трудоемкости обработки	27
3 Конструирование приспособления	29
3.1 Исходные данные к задаче конструирования приспособления	29
3.2 Расчет зажимного усилия приспособления	29
4 Проектирование участка механического цеха	31
4.1 Исходные данные для проектирования участка механического цеха	31
4.2 Разработка компоновочного плана участка цеха	32
Заключение	34
Список использованной литературы	35
Приложение	37
Спецификация	38

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – важнейшая отрасль промышленности. Его продукция – машины различного назначения – поставляются всем отраслям народного хозяйства. Рост промышленности и народного хозяйства, а также темпы перевооружения их новой техникой в значительной степени зависят от уровня развития машиностроения.

Технологический процесс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкции машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства. В настоящее время важно качественно, дешево и в заданные плановые сроки с минимальными затратами живого и овеществленного труда изготовить машину, применив современные высокопроизводительное оборудование, инструмент, технологическую оснастку, средства механизации и автоматизации производства. От принятой технологии производства во многом зависят долговечность и надежность работы выпускаемых машин, а также экономика их эксплуатации. Совершенствование технологии машиностроения определяется потребностями производства необходимых обществу машин. Вместе с тем развитие новых прогрессивных технологических методов способствует конструированию более совершенных машин, снижению их себестоимости и уменьшению затрат труда на их изготовление.[2]

Машиностроение – важнейшая отрасль промышленности. Это обусловлено в первую очередь тем, что машиностроение:

- создает машины и оборудование, используемое в других отраслях, и тем самым создает условия для развития всех других отраслей промышленности;
- является крупнейшим потребителем продукции черной и цветной металлургии, а также целого ряда других отраслей;
- обеспечивает занятость довольно большой доли трудовых ресурсов; выступает как районаобразующий фактор;
- является отражением степени развития производительных сил в регионе;
- дает существенный толчок развитию прогрессивных технологий.

Алматинское акционерное общество АЗТМ является главным поставщиком волочильного оборудования для всех стран СНГ, его продукция экспортируется во многие страны дальнего зарубежья.

Для обеспечения качественного изготовления каждой детали в отдельности, узла и всей машины, оборудования и агрегата перед инженерами механиками стоят задачи овладения глубокими знаниями основ инженерных дисциплин и практическое приложение полученных знаний непосредственно в изготовлении определенной машиностроительной продукции.

Экономическая политика правительства республики Казахстан направлена на ускорение развития научно-технического прогресса, широкое внедрение в производство достижений науки и техники, передового опыта, прогрессивной технологии, на повышение эффективности отрасли машиностроения как основной отрасли всей промышленности.

1 Проектирование технологического процесса сборки стенда

1.1 Анализ служебного назначения сборки стенда

Стенд для испытания зубчатых колес СТЗ01, в дальнейшем «Стенд», предназначен для испытания зубчатых колес на износ, силовые воздействия статического и динамического характера, реверс и т.д.

Кинематическая схема Стенда.

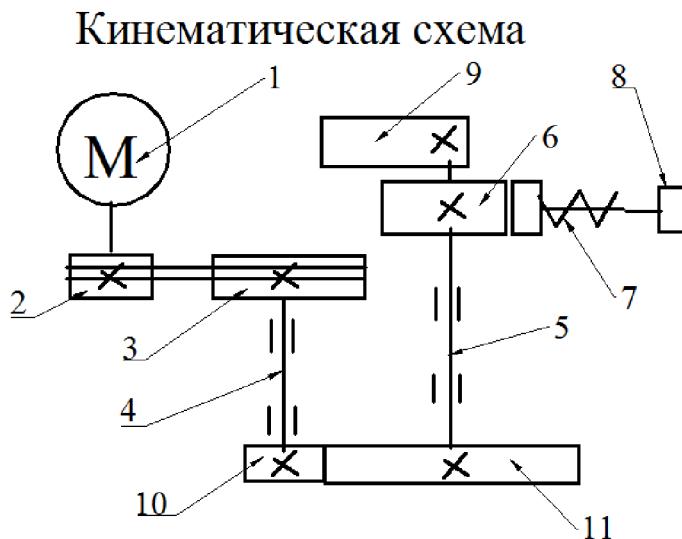


Рисунок 1.

Мотор постоянного тока 1 вращает шкив 2, который через ремни вращает шкив 3, жестко установленный на приводном валу 4. На валу 4 ставится зубчатое колесо 10. Это колесо 10 вращает зубчатое колесо 11, которое установлено на валу 5. На валу 5 установлены тормозной диск 6, поджатый колодкой 7 с пружиной. Усилие пружины регулируется винтом 8. На валу 5 также установлен сегмент- эксцентрик 9 со смещенным центром.

Схемы испытаний. Испытуемое колесо 11.

1. Испытания на надежность. На стенд ставится колесо 11. Пружиной 7 устанавливается средняя статическая нагрузка. Сегмент 9 отсутствует. Имеется масляная ванна. Мотор 1 на постоянной скорости вращает стенд определенное время (5...10 часов). Исследуется износ колеса.
2. Испытание на реверс. То же , что и в п.1. Но в определенное время меняется направление вращения мотора 9.
3. Испытание на статическую повышенную нагрузку. То же , что в п.1. Но нагрузка пружиной 7 увеличена в несколько раз.
4. Сравнительные испытания. То же, что в п.1. Вместо колеса 11 ставится два колеса, ширина которых в 2 раза меньше колеса 11. Колеса имеют разные материалы изготовления или геометрию. Исследуется разница характера износа.

5. Динамические испытания. То же, что в п1. Устанавливается сегмент 9. Он создает динамическую переменную нагрузку. Исследуется износ колеса 11.
 6. Скоростные испытания колеса. Колеса 10 и 11 поменять местами.

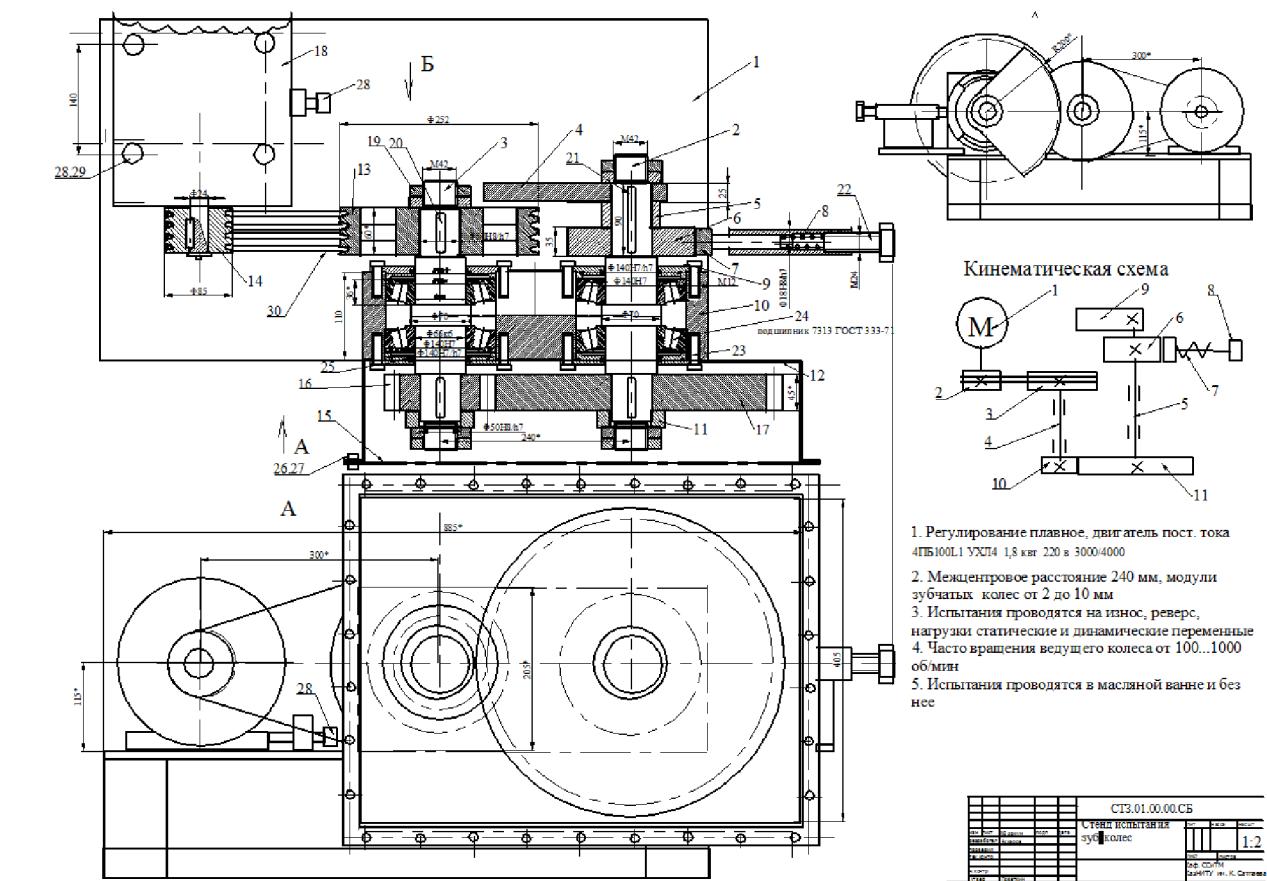


Рисунок 2- Сборочный чертеж

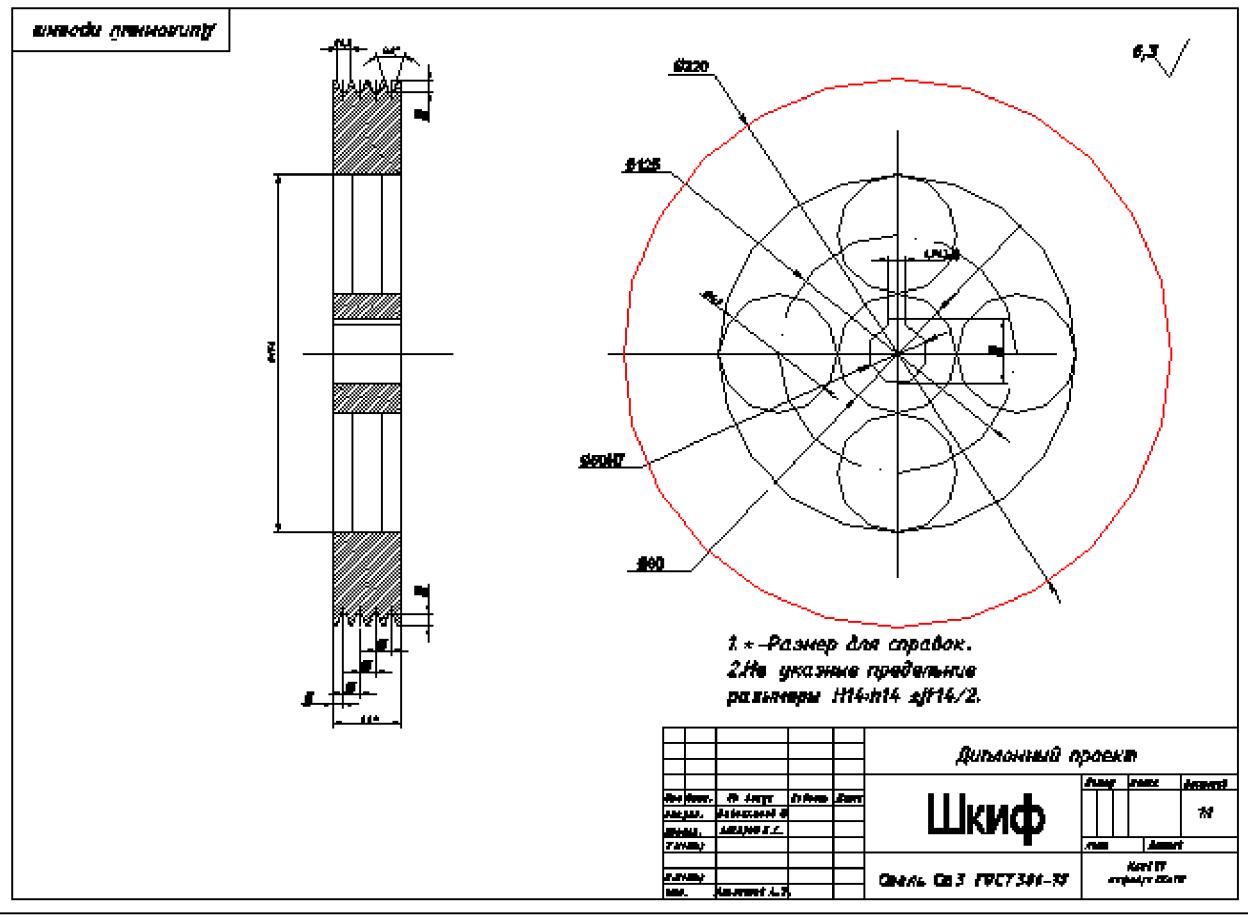


Рисунок 3 – Шкив

Деталь «шкив» представляет собой фрикционную вращающуюся деталь ремённой передачи, выполненную в виде колеса, охватываемого гибкой связью (ремнем). Служебное назначение шкива состоит в использовании его как одной из основных частей ременной передачи. Шкив имеет большой диаметр более 500 мм, требуется крупная отливка (рисунок 3).

1.2 Определение типа производства

Тип производства зависит от величины производственной программы, характером составных частей, а также технических и экономических условий существования технологического процесса.

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций – $K_{з.о.}$, определяется по формуле:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum P}{P} = \frac{K_b \cdot \Phi \cdot \sum P}{\sum W_i \cdot t_i}; \quad (1)$$

где $\sum P$ - суммарное число различных операций.

P - число рабочих подразделений.

K_b - коэффициент выполнения норм. $K_b = 2 \div 10$

$\sum W_i \cdot t_i$ – суммарная трудоемкость программы выпуска;

W_i – программа выпуска каждой i -ой детали ($W_i=1200$ штук)

t_i – трудоемкость каждой i -ой позиции.

$10 < K_{3.0} \leq 20$ – серийное производство;

По расчетам $K_{\text{сеп.}} = 2,4$, что устанавливает крупносерийное производство изделия.

1.3 Анализ конструкции узла на технологичность

При ознакомлении с собираемым изделием был проведен критический анализ технологичности конструкции.

В качестве показателей технологичности приняты коэффициенты преемственности, нормализации, применения материалов.

Коэффициент преемственности K_P определяет наличие в новой конструкции деталей и узлов, применявшимся в ранее созданных конструкциях:

$$K_{CT} = \frac{E_{CT} + D_{CT}}{E + D} = \frac{25}{30} = 0,83 \quad (2)$$

где, E_{CT} – число стандартных, нормализованных и унифицированных сборочных единиц в изделии;

D_{CT} – число стандартных, нормированных и унифицированных деталей, не вошедших в состав сборочных единиц;

E - количество сборочных единиц;

D – количество деталей не вошедших в состав сборочных единиц.

Коэффициент повторяемости K_y – устанавливает степень унификации деталей в данной конструкции находим по формуле (3).

$$K_y = \frac{N}{N_n}, \quad (3)$$

где N – общее число деталей;

N_n – число наименований деталей в изделии;

$$K_y = \frac{55}{23} = 2,39 \approx 2,4$$

На основе полученных данных можно сделать вывод о том, что данная конструкция технологична, так как все коэффициенты имеют среднее значение.

1.4 Разработка схемы сборки

Технология схемы сборки является основной для проектирования технологических процессов сборки. Схема сборки показывает в какой последовательности собираются составные части изделия.

1.5 Выбор организационной формы сборки

Основные формы организации технологических процессов определяются по ГОСТ 14312 – 74.

В основном организационная форма сборки зависит от конструктивной особенности и объема выпуска собираемого изделия. Учитывая темп производства принимается крупносерийное производство.

Подвижная поточная сборка и дифференциацией процесса на операции и передачей собираемого объекта от данного рабочего места к другому посредством механической транспортировки устройств. Серийным называется такое производство, при котором изготовление изделий производится партиями или сериями, состоящих из одноименных, однотипных по конструкции и одинаковых по размерам изделий, запускаемых в производство одновременно. Основным принципом этого вида производства является изготовление всей партии (серии) целиком, так и сборки детали.

В серийном производстве в зависимости от количества изделий в серии, их характера и трудоемкости, частоты повторяемости серии в течение года, различают мелко-, средне- и крупносерийное производство. В серийном производстве технологический процесс преимущественно дифференцирован, т.е. расчленён на отдельные операции, которые закрепляются за отдельными станками. Станки, применяемые в серийном производстве: универсальные, специальные, агрегатные и автоматизированные. Станочный парк должен быть специализирован в такой мере, чтобы был возможен переход от производства одной серии машин к другой, несколько отличающихся в конструктивном отношении. При использовании универсальных станков должны широко применяться специальные и специализированные приспособления и инструмент. Измерительный инструмент – предельные калибр, шаблоны.

Серийный выпуск машин стал возможен в связи с развитием высокопроизводительных методов производства, а дальнейшее повышение быстродействия, точности, мощности, рабочих давлений, температур, коэффициента полезного действия, износостойкости и других показателей работы машин было достигнуто в результате разработки новых технологических методов и процессов.[3]

2 Проектирование технологического процесса изготовления шкива приводного

2.1 Служебное назначение детали и анализ технических требований

Деталь «шкив» представляет собой фрикционную вращающуюся деталь ремённой передачи, выполненную в виде колеса, охватываемого гибкой связью (ремнем). Служебное назначение шкива состоит в использовании его как одной из основных частей ременной передачи.

Передающие вращающий момент рабочие шкивы (ведущий и ведомый) закрепляют на валах посредством шпоночных, зубчатых, штифтовых и прочих соединений. Не передающие вращающего момента шкивы (холостые шкивы, натяжные ролики) свободно вращаются на валах или осях. Конструкции шкивов отличаются большим разнообразием.

Шкив малых диаметров выполняют монолитными, средних и больших диаметров – имеют ступицу и обод, связанные диском или спицами. Крупные шкивы иногда выполняют из двух половин, соединённых болтами. Изготавливают шкив из чугуна, стали лёгкого сплава, пластмассы, иногда дерева.

Шкив под плоские ремни имеет цилиндрическую или слегка выпуклую рабочую поверхность для предохранения ремня от сбегания, с той же целью шкивы иногда снабжаются ребордами. Шкив под клиновые и поликлиновые ремни имеют канавки трапециoidalного профиля. Шкив под ремень круглого сечения снабжают канавкой со скруглённым дном.

Шкив зубчатоременных передач имеют зубья, идущие в осевом направлении, и реборды. Ступенчатые шкивы применяют в передачах с регулированием передаточного отношения путём перевода ремня с одной ступени на другую. Раздвижные конические шкивы в бесступенчатых передачах с широким клиновым ремнем выполняют с одним или обоими подпружиненными передвижными конусами, а также с принудительным перемещением одного или обоих конусов.

Данная деталь «шкив» представляет собой колесо, которое является частью ременной передачи. Служебное назначение шкива состоит в том, чтобы передавать крутящий момент через ремень на вал. С валом шкив соединяется посадкой с натягом, прижимается шайбой и фиксируется болтами. Во внутреннюю часть шкива крепится зубчатая полумуфта переходной посадкой и фиксируется штифтом. Соединение деталей осуществляется под прессом. При работе данного механизма вращение шкива на валу передается на зубчатую полумуфту, далее через зубчатую втулку – на полумуфту и на вал.

2.2 Определение типа производства

Технология изготовления деталей в значительной степени зависит от типа производства. Поэтому, приступая к разработке технологического процесса на заданную деталь, необходимо предварительно установить, к какому типу будет

относиться производство данной детали, учитывая ее размеры и объем годового выпуска [2].

Согласно ГОСТ 3.1121–84 тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций $k_{з.о.}$, который определяется выражением 4:

$$k_{з.о.} = \frac{O}{P}, \quad (4)$$

где O – суммарное число различных операций, выполняемых на производственном участке за месяц;

P – число рабочих мест, выполняющих различные операции [2].

Серийным называется такое производство, при котором изготовление изделий производится партиями или сериями, состоящими из одноименных, однотипных по конструкции и одинаковых по размерам изделий, запускаемых в производство одновременно. Основным принципом этого вида производства является изготовление всей партии (серии) целиком, так и сборки детали.

В серийном производстве в зависимости от количества изделий в серии, их характера и трудоемкости, частоты повторяемости серии в течение года, различают мелко-, средне- и крупносерийное производство. В серийном производстве технологический процесс преимущественно дифференцирован, т.е. расчленён на отдельные операции, которые закрепляются за отдельными станками. Станки, применяемые в серийном производстве: универсальные, специальные, агрегатные и автоматизированные.

При дипломном проектировании тип производства условно можно определить, пользуясь зависимостью типа производства от объема годового выпуска и массы детали. Масса детали 31 кг, годовой объем выпуска 3000 штук, исходя из этого, принимаем крупносерийное производство.

Оно характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых партиями и большим объемом выпуска. В крупносерийном производстве технологический процесс изготовления детали дифференцирован, то есть, расчленен на отдельные самостоятельные операции, выполняемые на специальных станках [2].

В зависимости от производственной программы и характера продукции выделяют три типа производства: единичное, серийное и крупносерийное. Тип производства характеризуется тектом выпуска и коэффициентом серийности. Величина такта выпуска рассчитывается по формуле 5:

$$t_e = \frac{F_a \cdot 60}{N}, \quad (5)$$

$$t = \frac{2070 * 60}{1200} = 41.4 \text{мин/шт}$$

где $F_a = 2070$ час – действие годового фонда работы станка в год;

$N=1200$ – годовая производственная программа выпуска изделия.

Коэффициент серийности определяется по формуле 6:

$$K_{sep} = \frac{t_e}{T_{um}}, \quad (6)$$

$$K_{cep} = \frac{41,4}{17} = 2,4,$$

где $T_{шт} = 17$ мин – штучное время обработки детали.

$K_{cep} = 2 \div 10$ – коэффициент серийности для крупносерийного производства [2].

2.3 Анализ конструкции стойки на технологичность

Анализ технологичности конструкции изделия производится с учетом типа производства и метода выполнения работ [2].

Понятие технологичности – это оценка конструкции машины с точки зрения современной технологии, может быть рассчитана по ГОСТ. В соответствии с ГОСТ14.205–83 технологичность – это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте при заданных показателях качества, объема выпуска и условиях выполнения работ.

Для оценки технологичности детали необходимо провести расчет некоторых коэффициентов (таблица 1).

Таблица 1

Анализ технологичности

№	Требования технологичности	Характеристика технологичности
1	Свойства материала детали должны удовлетворять существующей технологии изготовления, хранения и транспортировки.	Технологична
2	Конструкция детали должна обеспечить возможность применения типовых, групповых или стандартных технологических процессов.	Технологична
3	Конструкция детали должна обеспечивать возможность многоместной обработки.	Технологична
4	Возможность обработки максимального количества диаметров высокопроизводительными методами и инструментами.	Технологична
5	Перепад диаметров шеек должен быть минимальным.	Технологична
6	Диаметры шеек должны убывать от середины к торцам вала или от одного торца к другому.	Технологична
7	Отсутствие глубоких отверстий малого диаметра.	Технологична
8	Форма конструктивных элементов детали (КЭД) – фасок, канавок и т.п. Элементов должна обеспечивать удобный подвод инструмента.	Технологична

Вывод: деталь стойка удовлетворяет требования на технологичность, и притом, что производство крупносерийное, конструкция детали достаточно технологична.

2.4 Выбор метода получения заготовки и способы ее производства

Главным при выборе заготовки является обеспечение заданного качества готовой детали при ее минимальной себестоимости. Выбрать заготовку – значит установить способ ее получения, наметены припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на точность изготовления. В машиностроении основными видами заготовок для деталей являются стальные и чугунные отливки, отливки из цветных металлов и сплавов, штамповки и все возможные виды проката.

Способ получения заготовки должен быть наиболее экономичным при заданном объеме выпуска детали. На выбор формы, размеров и способа получения заготовки большое значение оказывает конструкция и материал детали. Вид заготовки оказывает значительное влияние на характер технологического процесса, трудоемкость и экономичность ее обработки.

К металлическим заготовкам относятся: прокат из стали и цветных металлов (простых и сложных профилей) в виде прутков и труб, поковки, листовая штамповка, отливки.

Большинство деталей типа валов, втулок, шайб и колец изготавливают из заготовок, поставляемых в виде круглых, шестигранных и квадратных прутков. Крупные и сложные по форме детали получают из штучных заготовок, полученных литьем, ковкой или штамповкой. Заготовка должна иметь несколько большие размеры, чем готовая деталь, т. е. предусматривается слой металла, снимаемый при механической обработке, который называется припуском на обработку. Величина припуска должна быть наименьшей (т. е. заготовка по форме и размерам должна приближаться к форме и размерам готовой детали), но при этом должно быть обеспечено получение годной детали.

Исходя из необходимости максимального приближения формы и размеров заготовки к параметрам готовой детали, применяем такой метод, как прокат под прессом. В результате проката получаем заготовку круглого сечения.

В данном проекте принимаем, что из готового металлопроката круглого сечения диаметром 180 мм отрезаем заготовку для изготовления шкива. При дальнейшей обработке заготовки на станках с ЧПУ получаем готовое изделие. При выборе станков с ЧПУ на каждую технологическую операцию ориентируемся на размеры обрабатываемых ими деталей (табл. 2.1). В соответствии со способом обработки и стадиями операций получаем квалитеты точности обрабатываемых поверхностей, приведенные в табл. 2.2.

Выбор вида заготовки зависит от конструктивных форм деталей, их назначения, условий их работы в собранном узле. Максимально приблизить

геометрические формы и размеры заготовки к размерам и форме готовой детали – одна из главных задач в заготовительном производстве [3].

Деталь – шкив приводной.

Материал – Сталь 35Л.

Сравниваем два метода:

1 Проектный метод – литье в песчано-глинистые формы:

$$\begin{aligned} K_{\text{e.m.}} &= 0,7, \\ G_{\text{заг.}} &= \frac{G_g}{K_{\text{e.m.}}}, \\ G_{\text{заг.}} &= \frac{31}{0,7} = 44 \text{ кг}, \end{aligned} \quad (7)$$

где $G_{\text{заг.}}$ – масса заготовки;

G_g – масса готового изделия.

$$\begin{aligned} C &= \frac{\Pi \cdot G_g}{1000}, \\ C &= \frac{100000 \cdot 44}{1000} = 4400 \text{ мр}, \end{aligned} \quad (8)$$

где C – стоимость заготовки;

Π – цена одной тонны заготовок.

$$\begin{aligned} k_M &= \frac{M_g}{G_{\text{заг.}}}, \\ k_M &= \frac{31}{44} = 0,701, \end{aligned} \quad (9)$$

где k_M – коэффициент использования материала.

2 Литье в кокиль:

$$\begin{aligned} K_{\text{e.m.}} &= 0,8, \\ G_{\text{заг.}} &= \frac{G_g}{K_{\text{e.m.}}} = \frac{31}{0,8} = 39 \text{ кг}, \\ C &= \frac{\Pi \cdot G_g}{1000} = \frac{100000 \cdot 39}{1000} = 3900 \text{ мр}, \\ k_M &= \frac{M_g}{G_{\text{заг.}}} = \frac{31}{39} = 0,795. \end{aligned}$$

Все полученные данные заносим в таблицу 2.

Из таблицы 2 видно, что дешевле заготовка, полученная вторым способом, то есть литьем в кокиль, а также коэффициент использования материала больше ($0,795 > 0,701$).

Таблица 2

Себестоимость заготовки

			Метод получения заготовки

№	Наименование	Условн. обознач.	Литье в песчано- глинистые формы	Литье в кокиль
1.	Масса детали	G_g	31 кг	31 кг
2.	Масса заготовки	$G_{ЗАГ}$	44 кг	39 кг
3.	Коэффициент использования материала	k_M	0,701	0,795
4.	Цена за 1 тонну	Π	100000	100000
5.	Себестоимость	S	4400 тг	3900 тг

Вывод: так как стоимость заготовки литьем в кокиль дешевле, мы выбираем этот вид получения заготовки.

2.5 Выбор баз

Выбор технологических баз и последовательности обработки поверхностей заготовки является наиболее ответственным этапом разработки технологического процесса. Правильность принятия решения на этом этапе технологического проектирования во многом определяет достижение требуемой точности детали в процессе ее изготовления и экономичность технологического процесса.

Выбор технологических баз основывается на выявлении и анализе функционального назначения поверхностей детали и установлении соответствующих размерных связей, определяющих точность положения одних поверхностей детали относительно других. Выполнение такого анализа требует полного и четкого понимания задач служебного назначения детали.

Следует различать выбор технологических баз для обработки большинства поверхностей заготовки и выбор технологических баз на первой или на первых операциях, когда создаются базы для выполнения большинства операций технологического процесса. В первую очередь необходимо выбирать технологические базы для обработки большинства поверхностей детали, а затем базы для первой или первых операций.

Для заготовок корпусных деталей машин характерным является наличие нескольких комплектов вспомогательных баз, образуемых сочетанием различных геометрических поверхностей, которые определенным образом связаны с основными базами и между собой.

Анализ функционального назначения различных поверхностей детали и размерных связей между ними позволяет определить поверхности, относительно которых задано положение большинства других поверхностей, и выявить поверхности, к которым предъявляют наиболее жесткие технические требования, необходимость выполнения их во многом определяет принимаемые решения.

Базовой называют поверхность, заменяющую ее совокупность поверхностей, ось, точку детали или сборочной единицы, по отношению к

которым ориентируется другие детали изделия или поверхности детали, обрабатываемые или собираемые на данной операции.

По характеру своего назначения базы подразделяются на конструкторские, технологические и измерительные.

Конструкторской основной базой для стойки будет являться его ось отверстий, вспомогательной – поверхности стойки.

Технологической базой у стойки будет являться нижняя плоскость.

Измерительными базами будут являться те поверхности, от которых будут производиться отсчет и контроль размеров деталей при обработке [4].

2.6 Разработка маршрута обработки шкива

Маршрут обработки исполнительной поверхности, исходя из выбранной заготовки, назначается опытным технологом или с помощью справочника технолога-машиностроителя [5].

Технологический процесс изготовления шкива:

001 Заготовительная

Литье в металлические формы – кокиль [5].

005 Токарная

Проточит поверхность 220 *мм* с размера 68 *мм*.

Оборудование: Токарный станок модели 16К20.

Приспособление: специальное.

Режущий инструмент: фреза торцовальная ВК8 Ø200 *мм*.

Мерительный инструмент: штангенциркуль ЩИ – II [5].

010 Токарная

Проточит поверхность 220 *мм* с размера 68 *мм*.

Оборудование: Токарный станок модели 16К20.

010 Токарная

Проточит поверхность 220 *мм* с размера 68 *мм*.

Оборудование: Токарный станок модели 16К20.

015 Сверлильная

Сверлить два отверстия Ø36 *мм* на *l* = 60 *мм*.

Оборудование: специальный агрегатный горизонтально-сверлильный станок.

Приспособление: тиски машинные.

Режущий инструмент: сверло спиральное Р9 Ø36 *мм*;

Мерительный инструмент: штангенциркуль ЩИ – I [5].

020 Сверлильная

Зенкеровать два отверстия с Ø36 *мм* до Ø39,8 *мм* на *l* = 60 *мм*.

Развернуть два отверстия с Ø39,8 *мм* до Ø40Н9_(-0,062) *мм* на *l* = 60 *мм*.

Выдержать размеры 106±0,07 *мм*, 783±0,5 *мм*, 150±0,1 *мм*.

Оборудование: вертикально-сверлильный станок модели 2Н135.

Приспособление: тиски универсальные с гидравлическим приводом [5].

Режущий инструмент:

I – переход: сверло спиральное $P9 \ \varnothing 36 \text{ мм}$;

II – переход: зенкер $BK-8 \ \varnothing 39,8 \text{ мм}$;

III – переход: развертка $P9 \ \varnothing 40 \text{ мм}$ [5].

Мерительный инструмент:

I – переход штангенциркуль ЩИ-II ;

II – переход: штангенциркуль ЩИ-II ;

III – переход: пробка калибр $\varnothing 40h8$.

025 Сверлильная

I – переход: Сверлить два отверстия $\varnothing 24 \text{ мм}$ на $l = 35 \text{ мм}$, выдержать размеры $55 \text{ мм}, 105 \text{ мм}$.

II – переход: Цековать два отверстия $\varnothing 40 \text{ мм}$ на $l = 3 \text{ мм}$, в двух отверстиях $\varnothing 24 \text{ мм}$.

Оборудование: специальный агрегатный горизонтально-сверлильный станок.

Приспособление: тиски машинные, накладной кондуктор.

Режущий инструмент:

I – переход: сверло спиральное $P9, P6M3 \ \varnothing 24 \text{ мм}$;

II – переход: цековка $P9 \ \varnothing 40 \text{ мм}$.

Мерительный инструмент: штангенциркуль ЩИ-I .

030 Сверлильная

I – переход: Сверлить отверстие $\varnothing 8,5 \text{ мм}$ на $l = 35 \text{ мм}$.

II – переход: Нарезать резьбу $M10$ на $l = 35 \text{ мм}$.

Оборудование: вертикально-сверлильный станок модели $2H125$.

Приспособление: тиски универсальные с гидравлическим приводом.

Режущий инструмент:

I – переход: сверло спиральное $P6M5 \ \varnothing 85 \text{ мм}$;

II – переход: метчик $M10 P9$.

Мерительный инструмент: штангенциркуль ЩИ-I .

035 Слесарная

Снять заусенцы.

Оборудование: верстак слесарный.

Приспособление: тиски.

Режущий инструмент: напильник личной.

040 Контрольная

Контролировать размеры стойки.

Оборудование: стол.

Приспособление: призмы.

Мерительный инструмент:

– пробка-калибр $\varnothing 40 \text{ мм}$;

– штангенциркуль ЩИ-I ;

– штангенциркуль ЩИ-II ;

– штангенциркуль ЩИ-III .

Маршрутная технология и исходные данные для разработки технологического процесса механической обработки шкива приведены в таблице 3.

Таблица 3

Маршрут обработки

№ Опер.	Наименование операции и переходов	Оборудование
001	Заготовительная: Литье в металлические формы – кокиль.	
005	Токарная Прточit поверхность 220 <i>мм</i> с размера 68 <i>мм</i> .	Токарный станок модели 16К20.
010	Токарная Прточit поверхность 220 <i>мм</i> с размера 68 <i>мм</i> .	Токарный станок модели 16К20.
015	Сверлильная Сверлить два отверстия Ø36 <i>мм</i> на <i>l</i> = 60 <i>мм</i> .	Специальный агрегатный горизонтально- сверлильный станок
020	Сверлильная Зенкеровать два отверстия с Ø36 <i>мм</i> до Ø39,8 <i>мм</i> на <i>l</i> = 60 <i>мм</i> . Развернуть два отверстия с Ø39,8 <i>мм</i> до Ø40H9 _(-0,062) <i>мм</i> на <i>l</i> = 60 <i>мм</i> . Выдержать размеры 106±0,07 <i>мм</i> , 783±0,5 <i>мм</i> , 150±0,1 <i>мм</i> .	Вертикально- сверлильный станок модели 2Н135
025	Сверлильная Сверлить два отверстия Ø24 <i>мм</i> на <i>l</i> = 35 <i>мм</i> , выдержать размеры 55 <i>мм</i> , 105 <i>мм</i> . Цековать два отверстия Ø40 <i>мм</i> на <i>l</i> = 3 <i>мм</i> , в двух отверстиях Ø24 <i>мм</i> .	Специальный агрегатный горизонтально- сверлильный станок
030	Сверлильная Сверлить отверстие Ø8,5 <i>мм</i> на <i>l</i> = 35 <i>мм</i> . Нарезать резьбу M10 на <i>l</i> = 35 <i>мм</i> .	Вертикально- сверлильный станок модели 2Н125
035	Слесарная Снять заусенцы.	Верстак слесарный
040	Контрольная	

2.7 Расчет припусков на обработку

Припуск – слой материала, удаляемый с поверхности заготовки, в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности детали может быть назначен по справочным таблицам или на основе расчетно-аналитического метода.

Припуск на обработку представляет собой металл, снимаемый с заготовки, для получения готовой детали. Факторами, влияющими на величину припуска, являются: тип производства, режимы резания, режущий инструмент, конструктивные формы и размеры обрабатываемых деталей.

Расчетной величиной припуска является минимальный припуск на обработку, достаточный для устранения на выполняемом переходе погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе, и для компенсации погрешностей, возникающих на выполняемом переходе [6].

Припуски на механическую обработку и допускаемые отклонения размеров представлены в таблице 4.

Таблица 4

Припуски на механическую обработку

Содержание операции	Элементы припуска				Расчетный припуск, $2Z_{\min}$	Расчетный размер, мм	Допуск, мкм	Предельные размеры		Предельные значения припусков	
	R _Z	h	Δ_{Σ}	E _y				max	min	max	min
Заготовка: Отливка	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сверление	R _{Z+h} 700	1200	-	-	34,171	1200	44,171	42,971	-	-	-
Зенкерование черновое	50	50	60	1000	4524	38,695	160	48,7	48,54	-4,53	-5,57
чистовое	40	40	-	500	1207	39,902	100	49,902	49,802	-1,20	-1,26
Развертывание тонкое	5	10	-	-	160	40,062	62	50,062	50,00	-0,16	-0,20

На основе расчетов промежуточных припусков определяют предельные размеры заготовки по всем технологическим переходам. Промежуточные расчетные размеры устанавливают в порядке, обратном ходу технологического процесса обработки этой поверхности, то есть от размера готовой детали к размеру заготовки, путем последовательного прибавления (для наружных поверхностей) к исходному размеру готовой детали промежуточных припусков

или путем последовательного вычитания (для внутренних поверхностей) от исходного размера готовой детали промежуточных припусков.

Наименьшие (наибольшие) предельные размеры по всем технологическим переходам определяют, и округляя их увеличением (уменьшением) расчетных размеров до того знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода. Наибольшие (наименьшие) предельные размеры вычисляют путем прибавления (вычитания) допуска к округленному наименьшему (наибольшему) предельному размеру.

Предельные значения припусков определяют как разность наибольших (наименьших) предельных размеров и как разность наименьших (наибольших) предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов.

Расчет минимальных припусков на диаметральные размеры для каждого перехода.

$$Z_{\min} = 2(R_{z-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon^2_i}), \quad (10)$$

Черновое:

$$Z_{\min} = 2(700 + \sqrt{1200^2 + 1000^2}) = 4524 \text{ мкм}.$$

Чистовое:

$$Z_{\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{60^2 + 500^2}) = 1207 \text{ мкм}.$$

Тонкое:

$$Z_{\min} = 2(40 + 40 + \sqrt{0^2 + 0^2}) = 160 \text{ мкм}.$$

Проверка:

$$Z_{\text{общ. max}} - Z_{\text{общ. min}} = T_3 - T_d$$

$$1200 - 62 = 1138 \text{ мкм};$$

$$-5891 - (-7029) = 1138 \text{ мкм};$$

$$1138 = 1138 \text{ мкм}.$$

расчет выполнен, верно.

2.8 Расчет режимов резания

При определении режимов резания для любой операции это нахождение наиболее рационального сочетания глубины. Подачи и скорости резания. Это сочетание должно обеспечить наивыгоднейшую обработку детали при максимальном использовании мощности станка и склонности инструмента. Определение режимов резания является важнейшей частью разработки технологического процесса, так как от режима резания зависит производительность и экономичность всей обработки [7].

Деталь – стойка.

Зенкерование черновое

Материал стойки – СЧ 15, $T_e = 170 \text{ МПа}$.

Глубина резания $t = 4 \text{ мм}$.

Подача $S = 1,8 \text{ мм/об}$.

Определяем скорость резания по формуле 11:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y} K_V, \quad (11)$$

где $T = 50$ мин – стойкость инструмента или период работы инструмента до затупления;

K_V – поправочный коэффициент.

$$C_v = 18,8, \quad x = 0,1, \quad y = 0,4, \quad m = 0,125, \quad q = 0,2.$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{UV} \cdot K_{LV},$$

где $K_{UV} = 1$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{T_e} \right)^{n_v} = \left(\frac{190}{170} \right)^{1,3} = 1,12^{1,3} = 1,16,$$

где $n_v = 1,3, \quad K_{LV} = 0,8$.

$$K_V = 1,16 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,93.$$

Определим скорость резания:

$$V = \frac{18,8 \cdot 40^{0,2}}{50^{0,125} \cdot 4^{0,1} \cdot 1,8^{0,4}} 0,93 = 15,6 \text{ м/мин}.$$

Крутящий момент и осевую силу рассчитываем по формулам 12 и 13:

$$M_{kp} = 10C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \quad (12)$$

$$P_0 = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \quad (13)$$

где $C_p = 46, \quad C_M = 0,196$ – постоянные величины;

$q = 0,85, \quad x = 0,8, \quad y = 0,7$, – показатели степени;

t – ширина лезвия резца;

$K_p = K_{Mp}$ – поправочный коэффициент.

$$K_{Mp} = \left(\frac{T_e}{190} \right)^n = \left(\frac{170}{190} \right)^{0,75} = 0,92,$$

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,196 \cdot 40^{0,85} \cdot 4^{0,8} \cdot 1,8^{0,7} \cdot 0,92 = 186,6 \text{ H} \cdot \text{м}.$$

Определим силу резания

$$x = 1, \quad y = 0,4,$$

$$P_0 = 10 \cdot 46 \cdot 4^1 \cdot 1,8^{0,4} \cdot 0,92 = 2150 \text{ кН}.$$

005 Токарная

1 Глубина резания $t = 2 \text{ мм}$;

2 Подача $S = 112 \text{ мм/мин}$;

3 Скорость резания $V = 240 \text{ м/мин}$;

4 Частота вращения шпинделя $n_{un} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 240}{3,14 \cdot 160} = 479 \text{ об/мин}, \quad n_{cm} = 500 \text{ об/мин};$

5 $V_g = \frac{\pi D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 500}{1000} = 251 \text{ м/мин};$

6 Мощность резания $N_{pes} = 3,2 \text{ кВт};$

7 Основное технологическое время:

$$L = l + l_1 + l_2; \quad l = 150 \text{ мм}; \quad l_1 = 40 \text{ мм}; \quad l_2 = 40 \text{ мм};$$

$$T_{och} = \frac{L}{S_{min}} \cdot i = \frac{150+40+40}{112} \cdot 1 = 2,14 \text{ мин};$$

8 $T_{secn} = 1,8 \text{ мин};$

$$9 T_{um} = (T_{och} + T_{secn}) \left(1 + \frac{a+b}{100} \right) = (2,14 + 1,8) \left(1 + \frac{3+4}{100} \right) = 4,2 \text{ мин}.$$

010 Фрезерная $D_{\phi p} = 70 \text{ мм}$

1 Глубина резания $t = 1 \text{ мм};$

2 Подача $S = 100 \text{ мм/мин};$

3 Скорость резания $V = 160 \text{ м/мин};$

$$4 \text{ Частота вращения шпинделя } n_{un} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 160}{3,14 \cdot 70} = 727 \text{ об/мин, } n_{cm} = 800 \text{ об/мин};$$

$$5 V_g = \frac{\pi D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 800}{1000} = 176 \text{ м/мин};$$

6 Мощность резания $N_{pes} = 1,2 \text{ кВт};$

$$7 \text{ Основное технологическое время } T_{och} = \frac{L}{S_{min}} \cdot i = \frac{70+3}{100} \cdot 4 = 2,92 \text{ мин};$$

8 $T_{secn} = 1,1 \text{ мин};$

$$9 T_{um} = (T_{och} + T_{secn}) \left(1 + \frac{a+b}{100} \right) = (2,92 + 1,1) \cdot 1,08 = 4,34 \text{ мин}.$$

015 Сверлильная

$$1 \text{ Глубина резания } t = \frac{D}{2} = \frac{36-32}{2} = 2 \text{ мм};$$

2 Подача $S = 0,2 \div 0,4 \text{ мм/об}; S_{cm} = 0,4 \text{ мм/об};$

3 Скорость резания $V = 20 \text{ м/мин};$

$$4 \text{ Частота вращения шпинделя } n_{un} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 36} = 177 \text{ об/мин, } n_{cm} = 150 \text{ об/мин};$$

$$5 V_g = \frac{\pi D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 150}{1000} = 17 \text{ м/мин};$$

6 Мощность резания $N_{pes} = 1,8 \text{ кВт};$

$$7 \text{ Основное технологическое время } T_{och} = \frac{L}{S_{min}} \cdot i = \frac{60+12+12}{100} \cdot 2 = 2,8 \text{ мин};$$

8 $T_{secn} = 1,3 \text{ мин};$

$$9 T_{um} = (T_{och} + T_{secn}) \left(1 + \frac{a+b}{100} \right) = (2,8 + 1,3) \cdot 1,07 = 4,4 \text{ мин}.$$

020 Сверлильная

$$1 \text{ Глубина резания } t = \frac{D}{2} = \frac{39,8-36}{2} = 1,9 \text{ мм};$$

2 Подача $S = 0,2 \div 0,4 \text{ мм/об}; S_{cm} = 0,4 \text{ мм/об};$

3 Скорость резания $V = 30 \text{ м/мин};$

4 Частота вращения шпинделья $n_{un} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 39,8} = 240 \text{ об / мин}$, $n_{cm} = 200 \text{ об / мин}$;

$$5 V_g = \frac{\pi D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 39,8 \cdot 200}{1000} = 25 \text{ м / мин};$$

6 Мощность резания $N_{pes} = 0,5 \text{ кВт}$;

7 Основное технологическое время $T_{och} = \frac{L}{n \cdot S_{min}} \cdot i = \frac{60 + 60 + 3 + 3}{200 \cdot 0,4} \cdot 2 = 3,15 \text{ мин}$;

8 $T_{ecn} = 1,28 \text{ мин}$;

$$9 T_{um} = (T_{och} + T_{ecn}) \left(1 + \frac{a+b}{100} \right) = (3,15 + 1,28) \cdot 1,08 = 4,8 \text{ мин}.$$

025 Сверлильная

1 Глубина резания $t = \frac{D}{2} = \frac{24}{2} = 12 \text{ мм}$;

2 Подача $S = 0,2 \div 0,4 \text{ мм / об}$; $S_{cm} = 0,4 \text{ мм / об}$;

3 Скорость резания $V = 25 \text{ м / мин}$;

4 Частота вращения шпинделья $n_{un} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 24} = 329 \text{ об / мин}$, $n_{cm} = 300 \text{ об / мин}$;

$$5 V_g = \frac{\pi D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 300}{1000} = 22,8 \text{ м / мин};$$

6 Мощность резания $N_{pes} = 1,2 \text{ кВт}$;

7 Основное технологическое время $T_{och} = \frac{L}{n \cdot S_{min}} \cdot i = \frac{35 + 10 + 10}{300 \cdot 0,4} \cdot 1 = 0,46 \text{ мин}$;

8 $T_{ecn} = 1,2 \text{ мин}$;

$$9 T_{um} = (T_{och} + T_{ecn}) \left(1 + \frac{a+b}{100} \right) = (0,46 + 1,2) \cdot 1,07 = 1,78 \text{ мин}.$$

Таблица 5

Расчеты режимов резания на изготовление шкива

№ операции	Глубина резания $t, \text{мм}$	Подача $S, \text{мм / об}$	Скорость резания $V, \text{м / мин}$	Частота вращения шпинделья $n, \text{об / мин}$	Мощность резания $N, \text{кВт}$	Основное технологич. время $T_{och}, \text{мин}$	Штучное время $T_{um}, \text{мин}$
005	2	112	240	500	3,2	2,14	4,2
010	1	100	160	800	1,2	2,92	4,34
015	2	0,4	20	150	1,8	2,8	4,4
020	1,9	0,4	30	200	0,5	3,15	4,8
025	12	0,4	25	300	1,2	0,46	1,78
030	4,25 0,75	0,5 1,5	30 8	1000 200	2,1 1,1	0,1 0,13	1,0 1,44

2.9 Нормирование операции и определение трудоемкости обработки

Техническое нормирование труда – это совокупность методов и приемов по выявлению резервов рабочего времени и установлению необходимой мерой труда.

Задачами технического нормирования является выявление резервов рабочего времени и улучшение организации труда на предприятии, установление правильной меры труда (то есть определение нормы времени) и, в конечном счете – повышение производительности труда и увеличения объема производства [8]. Определяется по формуле 14:

$$T_0 = \frac{L_{pi}}{n \cdot S_0}, \quad (14)$$

Расчетная длина рабочего хода инструмента вычисляется по формуле 15:

$$L_p = L_0 + L_{ep} + L_{cx}, \quad (15)$$

где $L_{ep} = 4 \text{ мм}$ и $L_{cx} = 2 \text{ мм}$ – длина врезания и схода инструмента;

$L_0 = 39 \text{ мм}$ – длина обрабатываемой поверхности.

$$L_p = 39 + 4 + 2 = 45 \text{ мм}.$$

Черновое:

$$T_0 = \frac{45 \cdot 1}{124 \cdot 1,8} = 0,2 \text{ мин};$$

Чистовое:

$$T_0 = \frac{45 \cdot 1}{146 \cdot 1,9} = 0,16 \text{ мин};$$

Тонкое:

$$T_0 = \frac{45 \cdot 1}{97,9 \cdot 0,8} = 0,5 \text{ мин}.$$

Находим вспомогательное время по формуле 16:

$$T_{ecn} = T_{ycm} + T_{nep} + T_{izm}, \quad (16)$$

$$T_{ecn} = 4,1 + 0,45 + 0,39 = 4,94 \text{ мин},$$

где $T_{ycm} = 4,1 \text{ мин}$ – время установки и снятия заготовки;

$T_{nep} = 0,45 \text{ мин}$ – время, связанное с переходом;

$T_{izm} = 0,39 \text{ мин}$ – время на измерение.

Находим оперативное время на все операции по формуле 17:

$$T_{on} = T_o + T_e, \quad (17)$$

Черновое:

$$T_{on} = 0,2 + 4,94 = 5,14 \text{ мин};$$

Чистовое:

$$T_{on} = 0,16 + 4,94 = 5,1 \text{ мин};$$

Тонкое:

$$T_{on} = 0,5 + 4,94 = 5,44 \text{ мин}.$$

Находим штучное время по формуле 18:

$$T_{um} = T_{on} \cdot \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right), \quad (18)$$

где $\alpha = (6 \div 8)\%$;

$\beta = (0,6 \div 9)\%$;

$\gamma = (2 \div 3)\%$.

Черновое:

$$T_{um} = 1,086 \cdot 5,14 = 5,58 \text{ мин};$$

Чистовое:

$$T_{um} = 1,086 \cdot 5,1 = 5,53 \text{ мин};$$

Тонкое:

$$T_{um} = 1,086 \cdot 5,44 = 5,9 \text{ мин}.$$

Общее время:

$$T_{um} = 5,58 + 5,53 + 5,9 = 17,01 \text{ мин}.$$

Найдем штучно-калькуляционное время по формуле 19:

$$T_{um-k} = T_{um} + \frac{T_{n,3}}{n}, \quad (19)$$

$$T_{um-k} = 17,01 + \frac{17,8}{50} = 17,4 \text{ мин},$$

где $T_{n,3} = 17,8 \text{ мин}$ – подготовительно-заключительное время;

$$n = 30 \div 50.$$

Таблица 6

Расчетные данные на остальные поверхности заготовки стойки

Операция	Шероховатость	Размер снимаемого слоя	Подача s , мм/об	Скорость V , м/мин	Время, мин
Токарная	12,5	1,18	0,3	136	1,7
		0,14	0,165	152	
Сверлильная отв. $\varnothing 24$	3,2	2,24	0,4	15,6	0,58
		0,2	0,2	18,4	
Протяжная	-	2,28	0,6	150	0,33
		0,2	0,135	128	
Сверлильная отв. $\varnothing 40$	3,2	2,32	0,6	15,4	2,0
		0,4	0,4	13,9	

Время необходимое для обработки заготовки шкива 137 мин.

3 Конструирование приспособления

3.1 Исходные данные к задаче конструирования приспособления

Станочными приспособлениями в машиностроении называют дополнительные устройства к металлорежущим станкам, применяемые для установки и закрепления деталей, обрабатываемых на металлорежущих станках.

Выбор станочных приспособлений зависит от формы, габаритных размеров и технических требований, предъявляемых к обрабатываемым деталям, а также от типа производства и программы выпуска изделий.

В качестве исходных данных для проектирования приспособления берут:

- а) схему базирования и закрепления деталей на данной операции, то есть схему приспособления;
- б) данные технологического оборудования;
- в) данные режущего инструмента;
- г) геометрические размеры обрабатываемой детали;
- д) механические характеристики обрабатываемой детали.

Расчету подлежат:

- а) величина зажимного усилия;
- б) расчет приспособления на точность;
- в) несущие элементы приспособления на прочность;
- г) экономическое обоснование выбора приспособления.

Приспособления для фрезерных станков в зависимости от назначения подразделяются на приспособления, предназначенные только для закрепления заготовки в требуемом положении и предотвращающие ее смещение или вибрацию под действием сил резания или собственной массы, и приспособления, выполняющие делительные функции (изменение и точная индексация различных положений обрабатываемых поверхностей заготовки относительно фрезы в процессе обработки). К приспособлениям относят также устройства, применение которых позволяет расширить возможности фрезерного станка: фрезерные вертикальные накладные головки, долбежные накладные головки, накладные сверлильные головки, приспособления для нарезки реек [9].

3.2 Расчет зажимного усилия приспособления

Расчет выходного усилия цилиндра двухстороннего силового действия с уплотняющими резиновыми кольцами на поршне и штоке.

Выходное усилие рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{\pi D_{\text{u}}^2}{4} p - \pi \left[\left(T_{\kappa} \cdot D_{\text{u}} + T_{\text{M}} \frac{D_{\text{u}}^2 - D_{\kappa}^2}{4} \right) + \left(T_{\kappa} \cdot d_n + T_{\text{M}} \frac{d_{\kappa}^2 - d_n^2}{4} \right) \right],$$

где d_n – диаметр штока;

d_k – наружный диаметр уплотняющего резинового кольца на штоке.

Замена в формуле выражения силы трения поршня $\pi \cdot \left(T_k \cdot d_{u.} + T_m \frac{D_{u.}^2 - D_k^2}{4} \right)$ через T_{np} , а выражение силы трения штока $\pi \cdot \left(T_k \cdot d_n + T_m \frac{d_k^2 - d_n^2}{4} \right)$ через T_u и получим по формуле 20:

$$Q = \frac{\pi D_{u.}^2}{4} p - (T_{np} + q)$$

или

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p - (T_{np} + T_u), \quad (20)$$

где $T_{np} = 0,5 \text{ MPa}$ и $T_u = 0,125 \text{ MPa}$ выбираем по справочнику;

$D_{u.} = 115 \text{ mm}$ – диаметр гидроцилиндра;

$p = 0,4 \text{ MPa}$ – давление масла в системе.

$$Q = \frac{3,14 \cdot 11,5^2}{4} \cdot 0,4 - (0,5 + 0,125) = 40,9 \text{ MPa}.$$

$$Q > P_z,$$

где P_z – сила резания.

4 Проектирование участка механического цеха

4.1 Исходные данные для проектирования участка механического цеха

Завершающим этапом разработки любого технологического процесса является определение потребности количества оборудования, рабочих мест, их загрузки и производственных площадей на основе достижения наиболее высокой производительности труда и наиболее высокого технико-экономического эффекта.

Важнейшим резервом увеличения мощности производства наряду с вводом в действие новых цехов и участков является увеличение мощности путем реконструкции участков, рационального расположения оборудования, механизации и автоматизации производства, улучшения действующих и внедрения новых технологических процессов и организационных форм производства.

Проектирование участков механических цехов имеет целью установить техническую возможность и экономическую целесообразность предлагаемого решения, выбора наилучшего и наиболее экономичного варианта и составления технико-экономического обоснования преимущества этого решения перед другими.

Решение этих вопросов не ограничивается знанием методов обработки на различного рода станках и требует изучения и знания целого комплекса вопросов, связанных с расчетом мощностей, выбором организационных форм и методов выполнения производственного процесса, определением рабочего состава, площадей и всем устройством участка и цеха; необходимо также учитывать уровень развития данной отрасли машиностроения, динамику измерителей производителей труда, новой техники и другие факторы [10].

Исходными данными для проектирования участка механического цеха являются: рабочие чертежи детали и технические условия на ее изготовление, режим работы участка, производственная программа, технологический процесс и технологический маршрут, данные о действующем (при расширении или реконструкции) производстве (планировка оборудования, план и разрез цеха), схема коммуникаций всех видов энергии (электричество, пар, газ, воздух и т.д.), а также сроки и очередность ввода мощностей на участке [10].

Необходимо рассчитать участок механического цеха для обработки детали стойки. Номенклатура деталей с указанием штамповочных операций для каждой детали, нормой штучного времени на каждую операцию, необходимое усилие пресса, годовая программа выпуска.

Необходимо рассчитать:

- 1 Количество и состав производственного оборудования;
- 2 Количество и состав производственных рабочих;
- 3 Расход основных и вспомогательных материалов;
- 4 Площадь участка цеха;
- 5 Энергетические потребности цеха.

По типу преобладающего производства участок цеха относится к крупносерийному производству. Годовой объем производства деталей «стойка» составляет 1200 штук. Для выпуска этого количества деталей используется следующее оборудование: горизонтально-фрезерный станок модели 6М82Г – 1 шт., вертикально-фрезерный станок модели 6Р13 – 1 шт., специальный агрегатный горизонтально-сверлильный станок – 1 шт., вертикально-сверлильный станок модели 2Н135 – 1 шт., вертикально-сверлильный станок модели 2Н125 – 1 шт.

4.2 Разработка компоновочного плана участка цеха

Рациональное расположение оборудования на производственном участке, как правило, определяют объемом и организацией производства, характером изготавляемых деталей и технологическим процессом. Оно характеризуется наименьшими затратами труда на межоперационную транспортировку деталей с соблюдением требований техники безопасности и пожарной охраны, а также эффективным использованием производственной площади.

Металлорежущие станки производственных участков могут быть расположены по признаку однородности обработки, т.е. по видам оборудования (токарные, фрезерные, шлифовальные, сверлильные и другие группы станков), и в порядке последовательности выполнения технологического процесса, т.е. по потоку.

Расположение оборудования по одному из этих способов зависит от объема и организации производства.

По результатам расчетов, с учетом рекомендаций литературы, выполняем компоновочный план цеха. Наиболее распространенной конструкцией здания цехов механосборочного производства является здание прямоугольной формы с полом на бетонном основании с системой колонн. Колонны соединены стропильными и подстропильными фермами, на которые сверху укладываются перекрытия. Для машиностроения приблизительно 85% зданий являются одноэтажными, как наиболее экономичные и не имеющие ограничения по размещению тяжелого оборудования [11].

Основными параметрами производственных зданий являются:

L – ширина пролета (расстояние между продольными осями колонн, образующими пролет);

t – шаг колонн (расстояние между поперечными осями колонн);

h – высота пролета.

При реализации требований к типизации и унификации производственных зданий разработаны производственные помещения габаритами 30×60 м, сеткой колонн 6×30 м, и общей площадью 1800 м².

Поскольку в данном цехе имеются грузовые краны грузоподъемностью $10/1,5$ т, то высоту пролета принимаем 8 м.

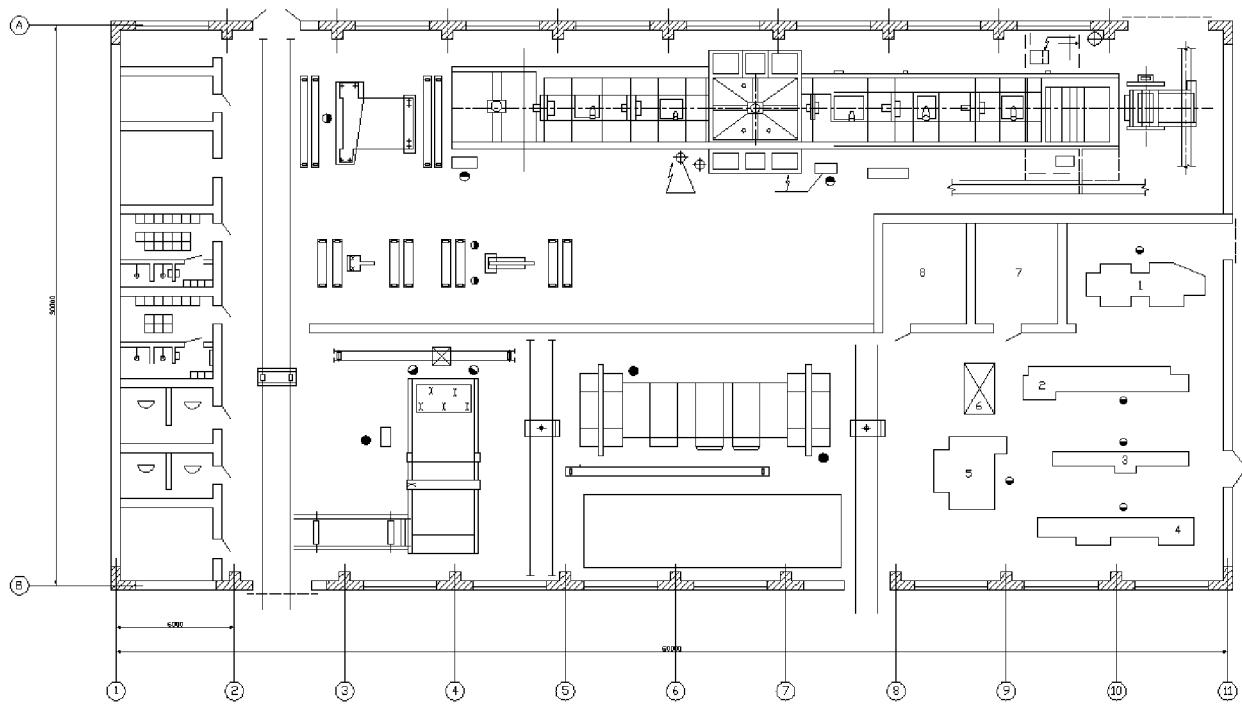


Рисунок 4. Технологическая планировка участка механического цеха по изготовлению шкива приводного:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения данного дипломного проекта была достигнута поставленная цель, т. е. разработан технологический процесс изготовления детали «шкив приводной» в серийном производстве и соответственно были решены задачи: - разработан чертеж детали «шкив» в соответствии с требованиями ГОСТа, на чертеже приведены все необходимые размеры, отклонения и квалитеты для изготовления детали, а также учтены все свойства поверхностей, необходимые в работе данной детали в сопряжении с другими деталями для обеспечения нормативного срока службы, разработан маршрутный технологический процесс изготовления детали «шкив приводной» путем выбора технологических операций, целесообразных для изготовления данной детали в серийном производстве, а также стадий операций. Были подобраны все станки для каждой технологической операции с ЧПУ для более производительной и автоматизированной работы по изготовлению детали «шкив приводной».

Разработку технологического процесса изготовления любой детали следует начинать с глубокого изучения служебного назначения машины и критического анализа норм точности и технических требований. Далее в определенной последовательности и с учетом количественного выпуска разрабатывается технологический процесс сборки машины и ее узлов. Технология изготовления всех деталей машины также ведется в строго определенной последовательности и выполняется с применением общих положений и правил. Это связывает технологию со служебным назначением детали и обеспечивает согласованность решений, принимаемых на различных этапах разработки технологического процесса.

В целом дипломный проект охватывает все стадии проектирования технологического процесса изготовления шкива приводного. Разработана схема сборки. Заготовка для детали была получена литьем в кокиль, что обеспечивает заготовке сравнительно низкие припуски, и механическую обработку. Подробно рассчитаны режимы резания - это помогло установить наиболее точное время на механическую обработку. Спроектирован участок механосборочного цеха для изготовления данной детали. Произведены экономические расчёты, которые показали, что производство будет рентабельным и будет приносить прибыль в размере 51947,2 тысяч тенге чистого дохода в год, и окупит капиталовложение через 1,6 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Технология машиностроения: Сборник задач и упражнений. Под общ. ред. В.И. Аверченкова и Е.А. Польского.
- 2 Справочник металлурга. Т.1, Т.2. Под ред. А.Г. Рахштадта и В.А. Брострема.
- 3 Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. М., «Машиностроение», 1976. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К., Калинин М. А.
- 4 Точность механической обработки и проектирование технологических процессов. «Машиностроение» Ленинград 1970г.
- 5 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Москва 1967г. часть 1, часть 2
- 6 Справочник нормировщика. Под общ. ред. А. В. Ахумова. – Л.: Машиностроение. 1987г.
- 7 Справочник инженера технолога в машиностроении. А. П. Бабичев и др. – Ростов н/Д: Феникс, 2005г.
- 8 Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. Нефедов Н. А., Осипов К. А. Изд. 3-е, М., «Машиностроение», 1977.
- 9 Технологическая оснастка. Учебник, 2-е издание, стереотипное – М: «Академия», 2005г.
- 10 Резание конструкционных материалов. Режущие инструменты и станки. Кривоухов В. А. М., «Машиностроение», 1967.
- 11 Справочник конструктора – машиностроителя. Т 1, Т 2. Ануьев В. И. – М.: Машиностроение, 1982.
- 12 Справочник нормировщика – машиностроителя. Т 2, Т 4. А. Д. Вальцов и др. М.: Машгиз, 1959.
- 13 Справочник технолога – машиностроителя. Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. Т 1 и Т 2 – М.: Машиностроение, 1986.
- 14 Справочник мастера токарного участка. Фомин С. Ф. М., «Машиностроение», 1971.
- 15 Технология машиностроения (специальная часть). Е. Р. Ковальчук, И. М. Колесов и др. – М.: Машиностроение, 1986.
- 16 Амиров Ю. Д. Технологичность конструкции изделия/ Под ред. Ю.Д. Амирова. – М.: Машиностроение, 1990.
- 17 Белькевич Б.А., Тимашков В.Д. Справочное пособие технолога машиностроительного завода. – Минск: Беларусь, 1972.
- 18 Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения - Минск: Высшая школа, 1983. - 256 с.
- 19 Косилова А.Г. и Мещерякова Р.К. Справочник технолога машиностроителя 1 т. - Москва: Машиностроение, 1986. – 496 с.

- 20 Дунаев П.Ф, Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин - Москва: Высшая школа, 1998. - 447 с.
- 21 Косилова А.Г. и Мещерякова Р.К. Справочник технолога машиностроителя 2 т. - Москва: Машиностроение, 1986. – 496 с.
- 22 Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов - Москва: Машиностроение, 1990. - 352 с.
- 23 Мамаев В.С. Основы проектирования машиностроительных заводов. - Москва: Машиностроение, 1973 - 367 с.
- 24 Аскаров Е.С Основы проектирования участка: Учебно-методические комплексы – Алматы: Каз НТУ, 2007 – 107 с.
- 25 Трусова Л.И. Экономика машиностроительного производства.
–Ульяновск.: Экономик, 2005.

Приложение

Спецификация