

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет технологий управления и гуманитаризации

Кафедра «Промышленный дизайн и упаковка»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

«Промышленный дизайн и упаковка»

_____ В.В.Кузьмич

_____ 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан ФТУГ

_____ Г.М. Бровка

_____ 2019 г.

«Конструирование оборудования и машин»

Составители: Якимович Елена Борисовна, доцент, к.филос. н.,

Шункевич Виолета Олеговна, старший преподаватель

Рассмотрено и утверждено

на заседании Совета ФТУГ 24 июня 2019 года

протокол №10

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ

1 УЧЕБНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОНСТРУИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И МАШИН» ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1-36 21 01 «ДИЗАЙН ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ» ДНЕВНОЙ ФОРМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ	
1.1 Учебная программа по дисциплине «Конструирование оборудования и машин» для студентов специальности 1-36 21 01 «Дизайн производственного оборудования» дневной формы получения образования.....	3
1.2 Методические рекомендации по выполнению курсового проекта.....	19
2 КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОНСТРУИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И МАШИН».....	26
2.1 Лекции 5 семестра: перечень тем и краткое содержание.....	26
2.2 Лекции 6 семестра: перечень тем и краткое содержание.....	46
3 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОНСТРУИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И МАШИН».....	71
4 СПИСОК КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ.....	88

1 УЧЕБНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«КОНСТРУИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И МАШИН» ДЛЯ СТУДЕНТОВ
СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1-36 21 01 «ДИЗАЙН ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
ОБОРУДОВАНИЯ» ДНЕВНОЙ ФОРМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

1.1 Учебная программа по дисциплине «Конструирование оборудования и машин» для студентов специальности 1-36 21 01 «Дизайн производственного оборудования» дневной формы получения образования

Белорусский национальный технический университет**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе,
социальным вопросам и спорту
Белорусского национального
технического университета



О.К. Гусев

18.09.2015г

Регистрационный № УД-ФГУП-08-55 /уч.

**КОНСТРУИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И
МАШИН**

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-36 21 01 «Дизайн производственного оборудования»

2015г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-36 21 01-2013

СОСТАВИТЕЛЬ:

А.Г. Любимов, преподаватель кафедры «Организация упаковочного производства» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

О.М. Касперович, доцент кафедры «Технология нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов» Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук, доцент;

В.А. Коваль, доцент кафедры «Тракторы» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук, доцент

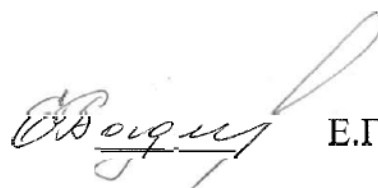
РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Организация упаковочного производства» Белорусского национального технического университета
(протокол № 12 от 29. 2015 г.)

Заведующий кафедрой _____  В.В. Кузьмич

Методической комиссией факультета технологий управления и гуманитаризации Белорусского национального технического университета (протокол № 5 от 01. 2015 г.)

Председатель методической
комиссии



Е.Г. Богданович

Научно-методическим советом Белорусского национального технического университета (протокол № 6 секции №1 от 16.09. 2015 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Конструирование оборудования и машин» разработана для специальности 1-36 21 01 «Дизайн производственного оборудования».

Целью изучения дисциплины является получение студентами навыков профессиональной деятельности, заключающихся в приобретении знаний компоновки узлов основного технологического оборудования различных отраслей промышленности, а также освоение способов реализации дизайн проектов промышленного оборудования в виде конструкторской документации.

Основными задачами преподавания учебной дисциплины являются:

- изучение устройства и принципов работы основного технологического оборудования, задействованного в различных отраслях народного хозяйства;
- принципы компоновки основных узлов и систем технологического оборудования;
- проектирование основных узлов оборудования и корпусов в системах автоматизированного проектирования.

Учебная дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин как «Инженерная графика», «Материаловедение», «Основы теории машин», «Эргономика».

В результате изучения учебной дисциплины «Конструирование оборудования и машин» студент должен:

знать:

- основы технологии, в которой задействовано оборудование или машина;
- принцип работы основного технологического оборудования;
- основные узлы технологического оборудования и варианты компоновки данных узлов;
- способы проектирования оборудования и машин в системах автоматизированного оборудования.

уметь:

- применять теоретические основы курса для решения конкретных практических задач;
- проводить расчеты необходимые для проектирования оборудования;
- обосновывать выбор компоновки и варианты исполнения отдельных узлов технологического оборудования;
- уметь пользоваться системами автоматизированного проектирования

владеть:

- современными средствами телекоммуникаций;
- навыками пользования патенто-информационными исследованиями, оценивать их новизну и технический уровень;
- навыками работы с научной, нормативно-справочной и специальной литературой.

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечить формирование следующих компетенций:

Требования к академическим компетенциям

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

Требования к социально-личностным компетенциям специалиста

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

Требования к профессиональным компетенциям специалиста

ПК-2. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

ПК-3. Анализировать и оценивать собранные данные.

ПК-6. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

ПК-8. Уметь находить компромисс между различными требованиями (стоимости, качества, безопасности и сроков исполнения) как при долгосрочном, так и при краткосрочном планировании определении оптимального решения.

ПК-12. Анализировать и оценивать тенденции развития техники и технологий.

ПК-14. Принимать участие в работе по дизайн-проектированию и внедрению новых технологических процессов, оборудования для производства, в разработке дизайна промышленного макета или разработке дизайнерских форм в составе группы специалистов в составе группы специалистов.

ПК-15. Принимать участие в научных исследованиях по разработке новых видов оборудования в составе группы специалистов.

ПК-19. Проводить патентные исследования.

ПК-26. Разрабатывать дизайн производственного оборудования и производить его тестирование в составе группы специалистов и самостоятельно.

ПК-34. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития дизайна производственного оборудования, инновационным технологиям, проектам и решениям.

Согласно учебному плану на изучение учебной дисциплины отведено:

для очной формы получения высшего образования всего 237 часов, в том числе - 154 часа аудиторных занятий, из них лекции - 34 часа, лабораторные занятия – 120 часов.

Распределение аудиторных часов по курсам, семестрам и видам занятий приведено ниже.

Таблица 1

Очная форма получения высшего образования				
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Итоговый контроль знаний
5	16	51	-	зачет
6	18	69	-	курсовой проект, экзамен

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел I. Общие вопросы

Тема 1.1. Основы взаимозаменяемости и технические измерения

Основные понятия, термины и определения. Сведения о размерах, отклонениях, допусках, посадках. Сопряжение деталей. Система отверстия и система вала. Системы допусков и посадок для гладких деталей и соединений.

Тема 1. 2. Шероховатость поверхности

Основные термины и определения. Нормируемые параметры шероховатости. Выбор параметров шероховатости и их числовых значений. Обозначение шероховатости на чертеже.

Тема 1.3. Обзор существующих САПР их возможности

Понятие системы автоматизированного проектирования (САПР). Классификация САПР. Примеры существующих САПР: Компас-3D, Solid Works, Pro-Engineer, Catia, AutoCAD.

Тема 1.4 Основы проектирования в САПР Компас-3D

Ознакомление с интерфейсом программы и настройка профиля, Инструментарий для построения примитивов на плоскости. Построение моделей с помощью операций выдавливания и вырезания. Построение тел вращения.

Тема 1.5. Простейшие расчеты в MathCAD

Основные элементы интерфейса MathCAD15.0. Общие принципы работы в MathCAD. Расчеты с использованием матриц и векторов.

Тема 1.6. Электродвигатель, Виды двигателей, выбор и монтаж

Принцип действия электродвигателя. Типы электродвигателей. Основные критерии выбора электродвигателя, Монтаж электродвигателей в соответствии с ГОСТ 2479-79 «Машины электрические вращающиеся».

Тема 1.7. Гидропривод, гидроцилиндр, гидромотор. Выбор и монтаж

Структура гидроприводов. Виды пневматических цилиндров. Монтаж пневмоцилиндров.

Тема 1.8. Пневмопривод, пневмоцилиндр. Выбор и монтаж

Структура пневматических приводов. Виды пневматических цилиндров. Монтаж пневмоцилиндров.

Раздел II. Основы проектирования машин и оборудования для обработки пластмасс и резины.**Тема 2.1 Машины для литья под давлением**

Основы технологии литья под давлением. Разновидности литья под давлением. Устройство литьевой машины: расположение основных узлов. Устройство пресс-формы.

Тема 2.2. Экструдеры и агрегаты на их основе

Основы процесса экструзии. Разновидности экструдеров. Устройство экструдера: расположение основных узлов. Устройство оснастки: формующие головки.

Тема 2.3. Оборудование для формования полых изделий.

Общее устройство и работа экструзионно-раздувных агрегатов. Конструкция основных узлов экструзионно-раздувных агрегатов. Оборудование для инъекционно-выдувного формования.

Тема 2.4. Оборудование для формования изделий из листовых термопластов

Сущность и разновидности методов пневмовакуумного формования. Разновидности оборудования для пневмовакуумного формования. Конструкция основных узлов машины для пневмовакуумного формования .

Тема 2.5. Оборудование для смешения резин.

Закрытые смесители периодического действия. Виды смесителей, принцип их работы. Закрытые смесители непрерывного действия и дорабатывающее оборудование на их основе.

Раздел III. Основы проектирования станков для обработки металлов.

Тема 3.1. Устройство и принцип работы токарного станка

Основные сведения о процессе точения. Принципиальное устройство универсального токарно-винторезного станка. Устройство многофункционального токарного станка с ЧПУ.

Тема 3.2. Устройство и принцип работы фрезерного станка

Основные сведения о процессе фрезерования. Принципиальное устройство фрезерного станка. Устройство фрезерного 5 координатного станка с ЧПУ

Тема 3.2. Устройство и принцип работы радиально-сверлильного станка

Основные сведения о процессе сверления. Устройство радиально-сверлильного станка.

Раздел IV. Проектирование в САПР Компас 3D

Тема 4.1. Построение тел с помощью траектории и сечений

Построение тел с помощью траектории, Построение тел по сечениям.

Тема 4.2. Построение сборок в САПР Компас- 3 D

Построение сборок на основе уже существующих деталей. Построение детали в контексте сборки.

Тема 4.3. Построение листовых тел

Создание модели листового тела, Построение развертки листового тела.

Тема 4.4. Работа со встроенными библиотеками САПР Компас- 3 D

Работа с библиотеками стандартных изделий и элементов. Построение чертежей на основе созданной модели. Создание спецификации.

Раздел V. Основы проектирования оборудования для пищевого производства

Тема. 5.1 Оборудование для измельчения материалов

Устройство молотковой дробилки. Устройство дисковой дробилки. Устройство шаровой мельницы. Устройство протирочных машин.

Тема 5.2. Оборудование для тепловой обработки продуктов

Устройство поверхностных теплообменников. Устройство теплообменников смешения. Устройство теплообменников с рубашкой. Устройство теплообменных аппаратов на лучистой энергии.

Раздел VI. Основы проектирования оборудования для производства бумаги и картона

Тема 6.1. Устройство бумагоделательной машины

Технологическая схема бумагоделательной машины. Подача массы на бумагоделательную машину. Выпуск массы на сетку и напорные устройства. Сеточная часть бумагоделательной машины. Прессовая часть бумагоделательной машины. Сушильная часть бумагоделательной машины. Типы бумагоделательных машин.

Тема 6.2. Оборудование для производства гофрированного картона

Основные узлы гофрировальной машины. Накопительный мост. Узел предварительного нагрева и склейки. Сушильная часть.

Тема 6.3. Оборудование для резки картона и бумаги

Устройство и принцип работы продольно-резательной рилевоочной машины. Устройство и принцип работы поперечно-резательной машины.

Раздел VII. Проектирование научного оборудования

Тема 7.1. Оборудование для измерения реологических характеристик пластмасс

Устройство и принцип работы капиллярного реометра. Устройство и принцип работы измерителя текучести расплава.

Тема 7.2. Оборудования для определения качественного строения вещества

Устройство и принцип действия ИК-Фурье спектрометра. Устройство и принцип действия рентгеновского дифрактометра.

ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

Целью курсового проекта является расчет и проектирование узла основного технологического оборудования. Курсовой проект выполняется в 6 семестре и рассчитан на 60 часов, объем до 50 страниц. Курсовой проект должен содержать следующие составляющие:

1. Принцип работы технологического оборудования и проектируемого узла.
2. Необходимые технологические и конструкторские расчеты.
3. Чертеж проектируемого узла оборудования (формат А1), спецификация.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА
очная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Иное	Количество УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр 5								
I	Общие вопросы							
1.1	Основы взаимозаменяемости и технические измерения				2			защита лабораторных работ
1.2	Шероховатость поверхности				2			
1.3	Обзор существующих САПР и их возможности				1			
1.4	Основы проектирования в САПР Компас-3D				1			
1.5	Простейшие расчеты в MathCAD				1			
1.6	Электродвигатель, Виды двигателей, выбор и монтаж				4			
1.7	Гидропривод, гидроцилиндр, гидромотор. Выбор и монтаж				4			
1.8	Пневмопривод, пневмоцилиндр. Выбор и монтаж				4			
II	Основы конструирования машин и оборудования для производства пластмасс и резины							
2.1	Машины для литья под давлением	2			4			защита лабораторных работ
2.2	Экструдеры и агрегаты на их основе	2			4			
2.3	Оборудование для формования полых изделий	2			4			
2.4	Оборудование для формования изделий из листовых термопластов	2			4			
2.5	Оборудование для смешивания резин	2			4			
III	Основы конструирования станков для производства металлов							
3.1	Устройство и принцип работы токарного станка	2			4			защита

3.2	Устройство и принцип работы фрезерного станка	2			4			лабораторных работ
3.3	Устройство и принцип работы радиально-сверлильного станка	2			4			
	Итого за семестр	16			51			зачет
Семестр 6								
IV	Проектирование в САПР Компас 3D							
4.1	Построение тел с помощью траектории и сечений				16			защита выполненных на лабораторных занятиях индивидуальных заданий
4.2	Построение сборок в САПР Компас- 3 D				20			
4.3	Построение листовых тел				17			
V	Основы проектирования оборудования для пищевого производства							
5.1	Оборудование для измельчения материалов	2			4			
5.2.	Оборудование для тепловой обработки продуктов	2			4			
VI	Основы проектирования оборудования для производства бумаги и картона							
6.1.	Устройство бумагоделательной машины	6						
6.2	Оборудование для производства гофрированного картона	2						
VII	Проектирование научного оборудования							
7.1	Оборудование для измерения реологических характеристик пластмасс	2			4			
7.2.	Оборудования для определения качественного строения вещества	2			4			
	Итого за семестр	18			69			Защита курсового проекта, экзамен
	Всего:	34			120			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература:

1. Ревяко, М.М. Расчет и конструирование изделий и форм: учеб. для студентов учреждений высшего образования по специальности «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» / М.М. Ревяко, О.М. Касперович. Минск: БГТУ, 2012. - 419с.
2. Макаров, Е. Инженерные расчеты в MathCAD15: Учебный курс./ Е. Макаров СПб.: Питер, 2011.- 400 с.
3. Азбука Компас-3D [электронный ресурс]. Режим доступа: sd.ascon.ru/Documents/Компас/КОМПАС_V13/Tut_3D.pdf Дата доступа: 20.05.2019
4. Наземцев, А.С. Гидравлические и пневматические системы. Часть 1. Пневматические приводы и средства автоматизации: Учебное пособие./ А.С. Наземцев. М., ФОРУМ, 2004. - 240с.
5. Наземцев, А.С. Пневматические и гидравлические приводы и системы. Часть 2. Гидравлические приводы и системы. Основы. Учебное пособие./ А.С. Наземцев, Д.Е. Рыбальченко. М.: ФОРУМ, 2007. - 304 с.
6. Машины электрические вращающиеся. Условные обозначения конструктивных исполнений по способу монтажа. ГОСТ 2479-79. Введ. 01.01.1981. М.: Издательство стандартов, 1990. - 25 с.
7. Йоханберг, Ф. Литьевые машины/ Ф.Йоханберг; пер. с англ. Под ред. Э.Л. Калиничева СПб.: ЦОП «Профессия», 2010. - 432 с.
8. Раувендаль, К. Экструзия полимеров / К. Раувендаль пер. с англ. Под ред. А.Я. Малкина СПб.: Профессия, 2006. - 768с.
9. Липлянин, П.К. Оборудование и основы проектирования заводов резиновой промышленности: учеб.-метод. Пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 1-48 01 02 «химическая технология органических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 02 05 «Технология переработки эластомеров» / П.К. Липлянин, К.В. Вишневикий. Минск: БГТУ, 2015. - 100 с.
10. Бортников, В.Г. Производство изделий из пластических масс: Учебное пособие для вузов в трех томах. Том.1 Теоретические основы проектирования изделий, дизайн и расчет на прочность./ В.Г.Бортников Казань: Изд-во «Дом Печати», 2001. - 246 с.
11. Калмин, Б.И. Механическая обработка металлов: учебное пособие./ М.С. Корытов, Б.И. Калмин Омск: Изд-во СибАДИ, 2006. - 67с.
12. Оборудование пищевых производств. Материаловедение : учеб. для вузов./ Ю.П. Солнцев и [др.] СПб.: изд-во «Профессия», 2003. - 526 с.

Дополнительная литература:

1. Атлас конструкций узлов и деталей машин. / Под ред. О.А. Ряховского. – М. : МГТУ им Н.Э. Баумана, 2005. – 382 с.

2. Базилевский, А.А. Дизайн. Технология. Форма : учебное пособие для студентов архитектурных и дизайнерских специальностей. – М. : Архитектура, 2010 – 246 с.
3. Гордин, П.В. Детали машин и основы конструирования : Учебное пособие / П.В. Гордин, Е.М. Росляков, В.И. Эвелекко. – СПб. : СЗТУ, 2006. – 186 с.
4. Грашин, А.А. Методология дизайн-проектирования элементов предметной среды: дизайн унифицированных и агрегатированных объектов). – М. : Архитектура-С, 2004. – 229 с.
5. Колесников, К.С. Детали машин / К.С. Колесников, Н.А. Алфутков, О.С. Нарайкин, Д.Н. Попов, О.А. Ряховский, В.А. Светлицкий, В.И. Усюкин, К.В. Фролов, И.С. Шумилов под ред. О.А. Ряховского. – Москва : Из-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 50 с.
6. Куклин, Н. Г. Детали машин : учебник / Н. Г. Куклин, Г. С. Куклина, В. К. Житков. - [9-е изд., перераб. и доп.]. - Москва : Курс : ИНФРА-М, 2018. – 510 с.
7. Лоцманенко, В.В. Проектирование и конструирование (основы): Учебное пособие. / В.В. Лоцманенко, Б.Е. Кочегаров. – Владивосток : Изд-во ДВГТУ, 2004. – 17 с.
8. Мэллой, Р.А. Конструирование пластмассовых изделий для литья под давлением / Р.А. Мэллой пер с англ. Яз. Под ред. В.А. Брагинского, Е.С. Цобкалло, Г.В. Комарова СПб.: Профессия, 2006. - 512 с.
9. Николаенко, В.Л. Механика : учебно-методическое пособие для студентов немашиностроительных специальностей вузов. – Минск : БНТУ, 2011. – 294 с.
10. Рунге, В.Ф. Эргономика в дизайне среды. – М. : «Архитектура», 2005. – 328 с.
11. Седов В.П., Кейн Е.И. Основы проектирования машин : Учебное пособие.- Ухта : УГТУ, 2001.- 62 с.
12. Станки с ЧПУ : устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка : учебное пособие [для вузов] / А. А. Жолобов, Ж. А. Мрочек, А. В. Аверченков [и др.]. - 3-е изд., стер. - Москва : Флинта, Москва: Наука, 2017. - 357 с.
13. Твердотельное моделирование сборочных единиц в САД-системах : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Конструирование и технология электронных средств" / В. П. Большаков, А. Л. Бочков, Е. А. Лебедева, А. В. Чернов. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2018. - 366 с. : ил., табл. - (Учебное пособие. - Учебник для вузов)
14. Шелюфаст, В.В., Чугунова Т.Б. Основы проектирования машин: примеры решения задач. – М.: Издательство АПМ, 2004. – 240 с.

Дополнительные средства обеспечения освоения дисциплины

- методические пособия и справочная литература (международные стандарты ИСО, стандарты ЕСКД, СТБ;
- образцы продукции, каталоги фирм и предприятий.

Средства диагностики результатов учебной деятельности

Оценка уровня знаний студента производится по десятибалльной шкале в соответствии с критериями, утвержденными Министерством образования Республики Беларусь. При защите курсового проекта производится по десятибалльной шкале в соответствии с критериями, утвержденными Министерством образования Республики Беларусь.

Для оценки достижений студента используется следующий диагностический инструментарий:

- устный и письменный опрос во время лабораторных занятий;
- проведение текущих заданий по отдельным темам;
- защита выполненных на лабораторных занятиях индивидуальных заданий;
- защита выполненных в рамках самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- собеседование при проведении индивидуальных и групповых консультаций;
- выступление студента на конференции по подготовленной теме;
- защита курсового проекта;
- сдача зачета по дисциплине;
- сдача экзамена по дисциплине.

Перечень тем лабораторных занятий

1. Определение посадки в сопрягаемых соединениях в зависимости от назначения соединения.
2. Выбор способа обработки и шероховатости поверхности детали в зависимости от ее назначения.
3. Простейшие расчеты в MathCAD. Ознакомление с синтаксисом, построение формул, матриц. Расчеты с применением матриц.
4. Выбор способа крепления электродвигателя в зависимости от вида проектируемого оборудования.
5. Выбор способа крепления гидроцилиндра в зависимости от вида проектируемого оборудования.
6. Выбор способа крепления пневмоцилиндра в зависимости от вида проектируемого оборудования.
7. Ознакомление с интерфейсом и простейшими расчетами в системе MathCAD.
8. Построение примитивов в САПР Компас-3D.
9. Построение деталей САПР Компас-3D методом выдавливания и вырезания.

10. Построение тел вращения в САПР Компас-3D.
11. Построение сложных тел в САПР Компас-3D.
12. Построение сборок в САПР Компас-3D.
13. Построение листовых тел в САПР Компас-3D.
14. Построение поверхностей в САПР Компас-3D.
15. Варианты компоновки основных узлов литьевой машины.
16. Устройство узла запираания литьевой машины.
17. Устройства узла пластикации и впрыска литьевой машины.
18. Варианты компоновки основных узлов экструдера. Виды формующих головок.
19. Устройство узла пластикации экструдера.
20. Устройство узла упорного подшипника экструдера.
21. Особенности оснастки для формования полых изделий.
22. Варианты расположения, типы нагревателей при пневмо-вакуумного формовании, их достоинства и недостатки.
23. Особенности работы на смесительном оборудовании для резин. Особо опасные зоны оборудования.
24. Разбор дизайна токарных станков различных производителей, в зависимости от типа станка.
25. Разбор дизайна радиально сверлильных станков различных производителей.
26. Разбор дизайна фрезерных станков различных производителей, в зависимости от типа станка.
27. Проработка особо опасных зон роторных и фрезерных дробилок.
28. Расчет теплообменника. Проработка гидроизоляции теплообменника.
29. Расчет производительности весового дозатора.
30. Проработка дизайна измерителя показателя текучести расплава.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- подготовка курсового проекта по индивидуальным заданиям, в том числе разноуровневым заданиям.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
2018/2019 учебный год

№	Дополнения и изменения	Основание
1	Дополнить 5 семестр лекцией на тему: «Введение: цели и задачи дисциплины. Основные понятия и определения»	методика преподавания
2	Исключить из 5 семестра лекцию и лабораторные занятия на тему: «Оборудование для смешивания резин»	отсутствие производственной базы в РБ
3	Дополнить 5 семестр лабораторными занятиями на тему: «Основы проектирования в САПР Компас-3D» в количестве 4 часов	методика преподавания
4	Заменить тему лекции и лабораторных занятий 6 семестра: «Оборудование для измельчения материалов» темой: «Обработка на строгальных, долбежных и протяжных станках»	отсутствие производственной базы в РБ
5	Заменить тему лекции и лабораторных занятий 6 семестра: «Оборудование для тепловой обработки продуктов» темой: «Обработка на шлифовальных станках»	отсутствие производственной базы в РБ
6	Заменить тему лекции 6 семестра: «Устройство бумагоделательной машины» темой: «Вопросы дизайна, эргономики и экологии в ходе выполнения конструкторских работ»	методика преподавания
7	Заменить тему лекции 6 семестра: «Оборудование для производства гофрированного картона» темой: «Обзор существующих САПР и их возможности»	методика преподавания
8	Заменить тему лекции и лабораторных занятий 6 семестра: «Оборудование для измерения реологических характеристик пластмасс» темой: «Основы взаимозаменяемости и технические измерения»	методика преподавания
9	Заменить тему лекции и лабораторных занятий 6 семестра: «Оборудования для определения качественного строения вещества» темой: «Основные принципы и стадии конструирования»	методика преподавания

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Промышленный дизайн и упаковка» (протокол № 1 от 31.08.2018 г.)

Заведующий кафедрой
«Промышленный дизайн и упаковка»
д.т.н., профессор





В.В. Кузьмич

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета технологий
управления и гуманитаризации
к.п.н., доцент

Г.М. Бровка

1.2 Методические рекомендации по выполнению курсового проекта

Целью курсового проекта является проработка конструкции и дизайна основного технологического оборудования. Необходимо:

- описать устройство, принцип работы и классификацию конкретного вида оборудования;
- изучить и выделить его технические характеристики; сделать обзор промышленных аналогов и выполнить сравнительный анализ их характеристик по техническим, конструктивным и эргономическим параметрам;
- предложить концепцию дизайна оборудования, обосновать её и визуализировать в форме 3D-модели в системах автоматизированного проектирования;
- описать разработанное проектно-дизайнерское решение; произвести необходимые технологические и конструкторские расчеты.

Проект включает в себя расчетно-графическую часть, которая представляет собой пакет чертежей форматов А4, А3, А2, А1 (при необходимости) и содержит титульный лист, чертёж общего вида оборудования, рабочие эскизы поисковых вариантов, эргономическую схему, спецификацию, сборочный чертеж узла, чертежи изменяемых узлов, элементов и деталей, карту цветофактурного решения, 3D-модель предлагаемого дизайнерского решения. Объем: не менее 1 листа формата А1.

Чертёж общего вида выполняется согласно требованиям Межгосударственного стандарта ГОСТ 2.102-2013 «Виды и комплектность конструкторских документов», определяет конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняет принцип работы изделия.

На стадии разработки эскизного проекта чертеж общего вида изделия согласно ГОСТ 2.119-2013 «Единая система конструкторской документации. Эскизный проект» должен содержать:

- изображение изделия (виды, разрезы, сечения), текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы изделия;
- наименования, а также обозначения тех сборочных частей изделия, для которых необходимо указать технические характеристики, количество, указание о материале, принципе работы и др.;
- размеры и другие, наносимые на изображения данные;
- схему (электрическую, гидравлическую и др.), при необходимости;
- технические характеристики изделия, при необходимости.

Изображения следует выполнять с максимальными упрощениями, предусмотренными стандартами ЕСКД (иногда в виде контурных очертаний). Наименования отдельных частей сборочных частей изделия следует указывать либо на полках линий-выносок, либо в таблице, размещаемой на том же листе (или на отдельном листе формата А4 в качестве последующего листа чертежа общего вида). При наличии таблицы на полках линий-выносок указывают номера позиций составных частей,

включенных в таблицу, состоящую из граф: «Позиция», «Обозначение», «Количество», «Дополнительные указания».

На стадии разработки технического проекта на чертеже общего вида изделия согласно ГОСТ 2.120.-2013 «Единая система конструкторской документации. Технический проект» должны быть указаны:

- выбранные посадки деталей;
- технические требования к изделию (например, о применении определенных покрытий, методов сварки и др.);
- технические характеристики изделия, которые необходимы для последующей разработки чертежей.

Пример выполнения чертежа общего вида приведен на рисунке 1.

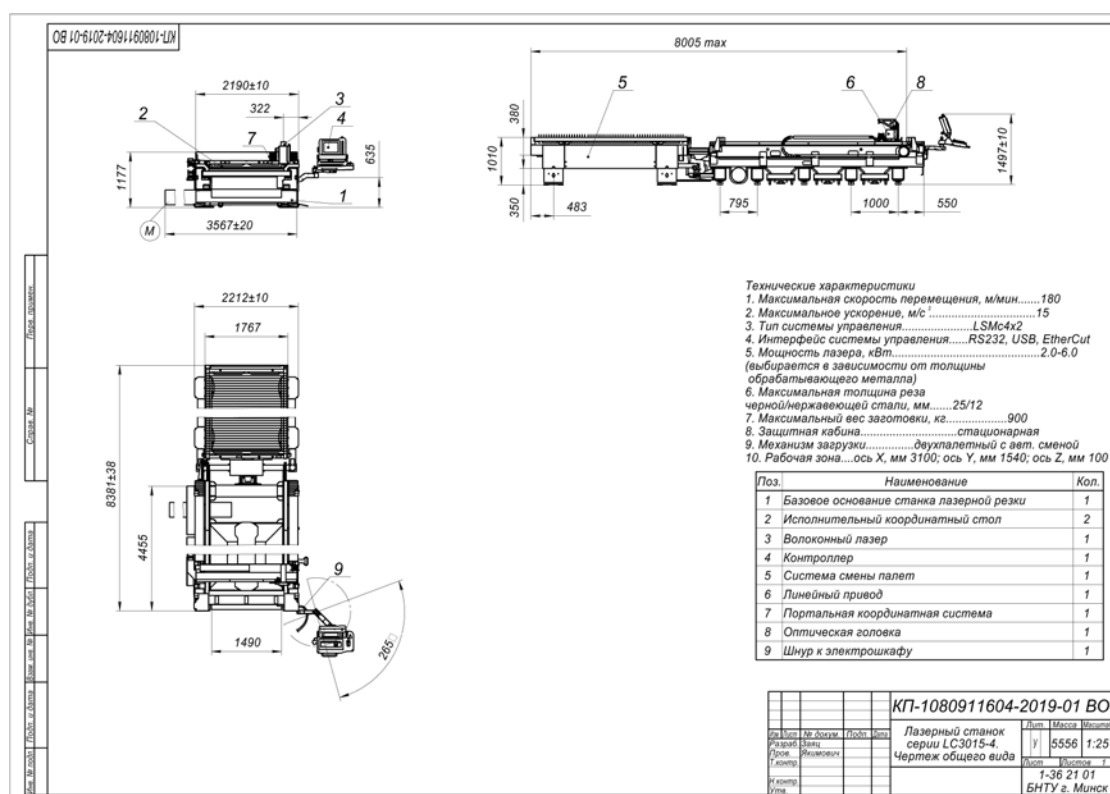


Рисунок 1. – Чертеж общего вида

Рабочие эскизы поисковых вариантов должны представлять варианты возможных решений конструкции изделия, и выполняются согласно ГОСТ 2.118-2013 «Единая система конструкторской документации. Техническое предложение», ГОСТ 2.119-2013 «Единая система конструкторской документации. Эскизный проект». Изображения следует выполнять с максимальными упрощениями, предусмотренными стандартами ЕСКД, и указаниями только тех сборочных частей изделия, которые рассматриваются при сопоставлении вариантов

Эргономическая схема выполняется согласно требованиям СТБ ЕН 614-1-2007 «Безопасность машин. Эргономические принципы проектирования. Часть 1. Термины, определения и общие принципы»; СТБ ЕН 614-2-2005

«Безопасность машин. Эргономические принципы проектирования. Часть 2. Взаимосвязь между компоновкой машин и рабочими заданиями»; СТБ ЕН 547-3-2003 «Безопасность машин. Размеры тела человека. Часть 3. Антропометрические данные».

Примеры выполнения эргономической схемы приведены на рисунке 2.

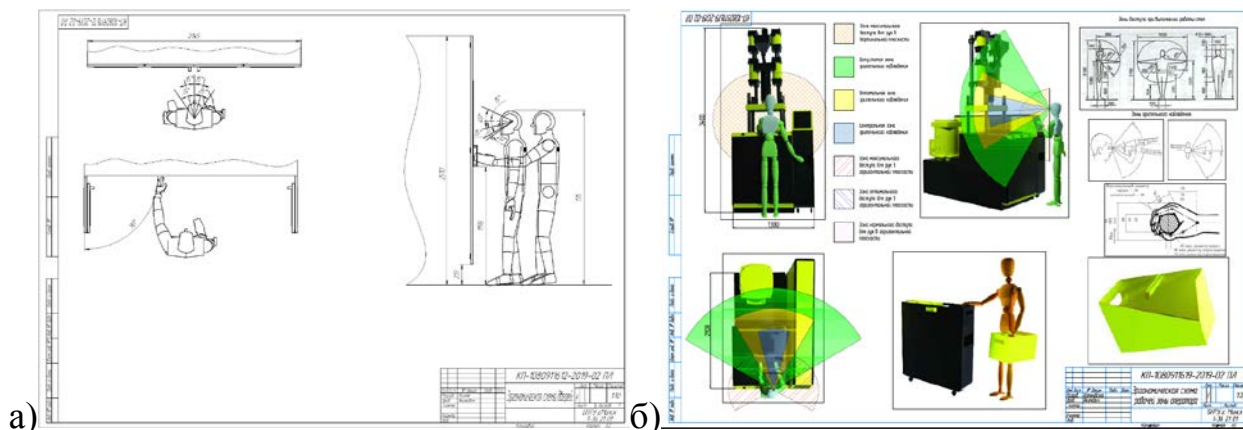


Рисунок 2. а) - Эргономическая схема для дверей корпуса;
б) - Эргономическая схема рабочей зоны оператора

Сборочный чертеж выполняется согласно требованиям Межгосударственного стандарта ГОСТ 2.102-2013 «Виды и комплектность конструкторских документов», и содержит изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки. В соответствии с ГОСТ 2.109-73 «Основные требования к чертежам» сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу;
- размеры, предельные отклонения и другие требования, которые должны быть проконтролированы и выполнены по данному чертежу;
- указания о характере сопряжения и методах его осуществления, а также указания о методах неразъемных соединений (сварных, паяных, клеевых и др.);
- номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- габаритные размеры изделия;
- установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;
- техническую характеристику изделия (при необходимости);
- координаты центра масс (при необходимости).

Сборочный чертеж выполняется с упрощениями, соответствующими требованиям ЕСКД.

Пример выполнения сборочного чертежа приведен на рисунке 3.

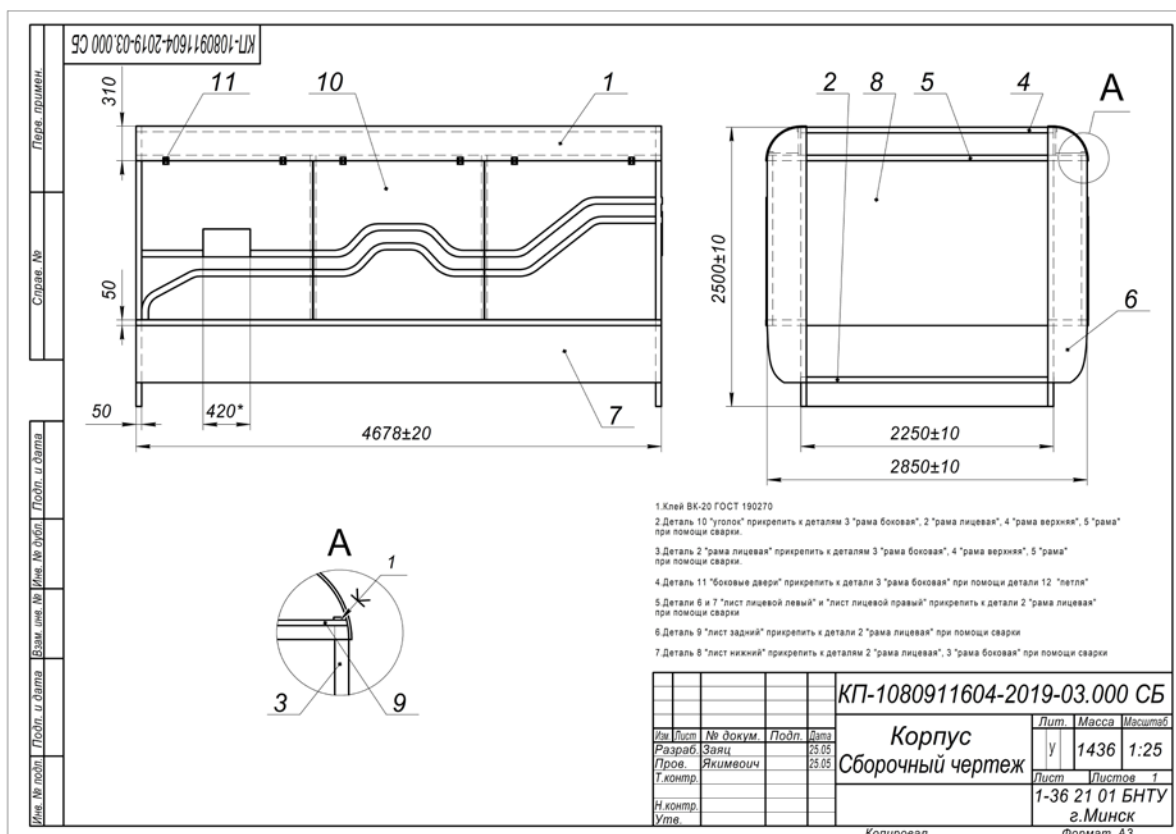


Рисунок 3. – Сборочный чертёж

Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта – составляется в соответствии с ГОСТ 2.106-96 «Текстовые документы» и содержит разделы, располагающиеся следующей последовательности:

- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия (изделия, применимые по межгосударственным (международным) и государственным (национальным) стандартам);
- прочие изделия (изделия, применимые по техническим условиям, покупные изделия);
- материалы;
- комплекты (ведомости эксплуатационных документов и документов для ремонта, комплекты, поставляемые вместе с изделием и упаковку).

Карта цветофактурного решения - варианты цветофактурного решения изделия и нормированные требования к материалам, цвету, блеску, фактуре, текстуре его видимых (наружных и внутренних) элементов. Проведение цветофактурного эталонирования материалов и их покрытий позволяет получить разнообразие дизайнерских решений. Карта цветофактурного решения может быть совмещена с изображением трехмерной модели оборудования.

3D-модель – выполненное в программах 3D-моделирования изображение внешнего вида изделия, его общей композиции, геометрии и цветофактурных решений отдельных элементов. Примеры выполнения карт цветофактурного решения и 3D-моделей приведены на рисунках 4 и 5.

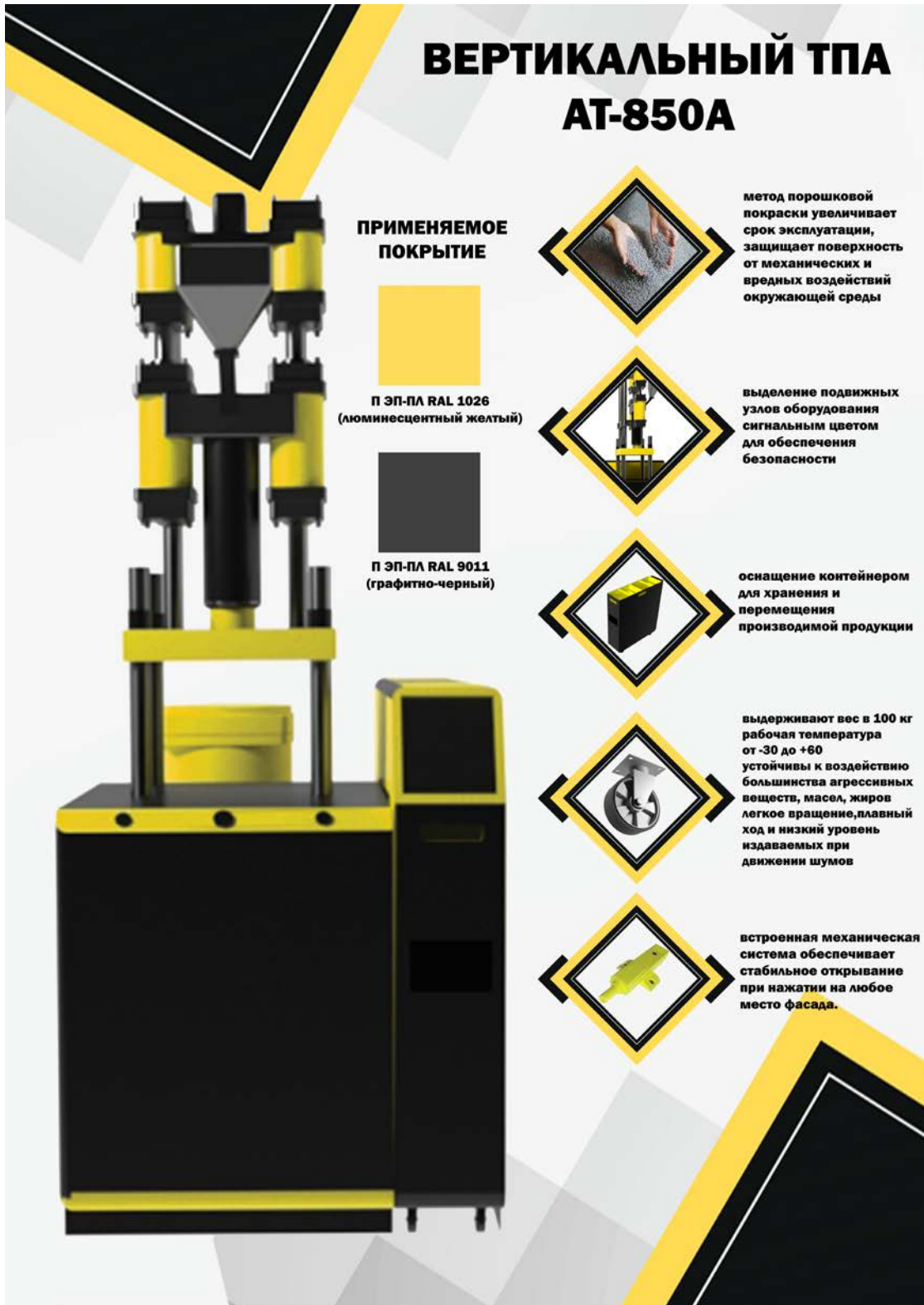


Рисунок 4. - 3D-модель и карта цветофактурного решения вертикального ТПА АТ-850А



Рисунок 5. - 3D-модель и карта цветофактурного решения сверлильного станка 2С125-01

К проекту прилагается расчетно-пояснительная записка, в которой необходимо:

- провести анализ сходных промышленных аналогов разрабатываемого оборудования, выделить их недостатки и преимущества;
 - выделить эргономические показатели и особенности соблюдения техники безопасности при эксплуатации оборудования;
 - обосновать разработанные проектно-дизайнерские решения, представить все возможные варианты технического предложению по проработке конструкции и дизайна оборудования;
- произвести необходимые технологические и конструкторские расчеты.

Объем: 25-50 стр.

Расчетно-пояснительная записка выполняется в соответствии с ГОСТ 2.106-96 «Текстовые документы» и включает все описательные материалы, необходимые расчеты, сведения о стандартных, унифицированных и заимствованных сборочных единицах и деталях, которые были применены при разработке изделия, а также показатели уровня унификации и стандартизации.

Тематика курсовых проектов

1. Расчет и конструирование узла пластикации и впрыска литьевой машины.
2. Расчет и конструирование узла запирающего литьевой машины.
3. Расчет и конструирование узла пластикации экструдера.
4. Расчет и конструирование узла упорного подшипника экструдера.
5. Расчет и конструирование механизма перемещения и зажима рукава на колонне в радиально-сверлильном станке.
6. Расчет и конструирование механизма перемещения и зажима рукава радиально-сверлильного станка.
7. Проработка конструкции и дизайна измерителя текучести расплава.
8. Проработка конструкции и дизайна точильного станка.
9. Проработка конструкции и дизайна кругло-шлифовального станка.
10. Проработка конструкции и дизайна сверлильного станка.
11. Проработка конструкции и дизайна вертикально-сверлильного станка.
12. Проработка конструкции и дизайна настольно-сверлильного станка.
13. Проработка конструкции и дизайна шлифовального станка.
14. Проработка конструкции и дизайна радиально-сверлильного станка.
15. Проработка конструкции и дизайна токарного станка с ЧПУ.
16. Проработка конструкции и дизайна универсального консольно-фрезерного станка.
17. Проработка конструкции и дизайна широкоуниверсального консольно-фрезерного станка.
18. Проработка конструкции и дизайна вертикального термопластавтомата.
19. Проработка конструкции и дизайна оборудования по переработке пластмасс.
20. Проработка конструкции и дизайна промышленной мясорубки.

2 КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОНСТРУИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И МАШИН»

2.1 Лекции 5 семестра: перечень тем и краткое содержание

1. Введение: цели и задачи дисциплины. Основные понятия и определения.
2. Машины для литья под давлением.
3. Экструдеры и агрегаты на их основе.
4. Оборудование для формования полых изделий.
5. Оборудование для формования изделий из листовых термопластов.
6. Устройство и принцип работы токарного станка.
7. Устройство и принцип работы сверлильного станка.
8. Устройство и принцип работы фрезерного станка.

1. Введение: цели и задачи дисциплины. Основные понятия и определения

Разработка новых изделий осуществляется инженерно-техническим персоналом путем проектирования и конструирования. Проектирование и конструирование являются процессами взаимосвязанными, дополняющими друг друга.

Проектирование представляет собой поиск научно обоснованных, технически осуществимых и экономически целесообразных инженерных решений.

Конструированием создается конкретная, однозначная конструкция изделия. Целью конструирования является создание оборудования и машин, обладающих наиболее высокими технико-экономическими и эксплуатационными показателями. Главными показателями являются: высокая производительность, экономичность, прочность, надежность, малые масса и металлоемкость, габариты, энергоемкость, объем и стоимость ремонтных работ, расходы на оплату труда операторов, высокий технический ресурс и степень автоматизации, простота и безопасность обслуживания, удобство управления, сборки и разборки.

Классификация оборудования и машин:

технологическое или функциональное назначение оборудования (основное технологическое; вспомогательное; автотранспортное; офисное - компьютерная техника, техника связи, производственный и хозяйственный инвентарь, мебель); виды (металлорежущее оборудование, кузнечно-прессовое, деревообрабатывающее, литейное, подъёмно-транспортное и т.д.); группы (например, металлорежущие станки подразделяют на токарные, фрезерные, сверлильные, строгальные и т.д.); типы и типоразмеры (например, среди станков токарной группы выделяют токарно-винторезные, токарно-карусельные, токарно-нарезные и т.д.); степень автоматизации (разновидности оборудования: агрегат, полуавтомат, автомат, агрегат с программным управлением, автоматическая линия или комплекс и т.д.); вид обрабатываемого материала (сталь, чугун, пластмассы, цветные металлы и сплавы, древесина и т.д.); характеристика точности (например, для металлорежущего оборудования выделяют следующие классы точности: нормальный, повышенный, высокий, особо высокий, особо точный); применяемый инструмент и оснастка (специальный, универсальный и т.д.); масса единицы оборудования (для металлорежущего оборудования: легкое и среднее – до 10 тонн, тяжёлое и особо тяжёлое – до 100 тонн и уникальное свыше 100 тонн); ремонтная сложность (средняя, большая, особо высокая). Кроме того, могут быть применены такие критерии классификации, как наукоёмкость, уровень надёжности, степень безопасности для персонала, экологическая безвредность, уровень специализации и др.

Машина - механическое устройство, предназначенное для выполнения требуемой полезной работы, связанной с процессом производства или транспортирования или же с процессом преобразования энергии, движения

или информации. По характеру рабочего процесса и назначению машины подразделяются на следующие группы (классы):

1. Энергетические машины, в которых какой-либо вид энергии (электрической, тепловой и т. п.) преобразуется в механическую работу и наоборот. К этой группе относятся как машины-двигатели (электродвигатели, тепловые и ядерные двигатели и т. п.), так и машины-преобразователи (компрессоры, электрические генераторы и др.).

2. Технологические или производственные машины, предназначенные для выполнения производственных процессов по изменению формы, свойств и положения объектов труда (отраслевые машины, например металлорежущие и ткацкие станки, сельскохозяйственные машины, полиграфические, швейные, горнодобывающие и другие машины, роботы и т.п.).

3. Транспортные машины, предназначенные для перемещения объектов труда.

4. Информационные (контрольно-управляющие) машины, в которых происходит преобразование вводимой информации для контроля, регулирования и управления технологическими процессами (вычислительные, кибернетические машины и др.).

Машины, предназначенные для получения или преобразования иных видов энергии, относят к аппаратам. Их примерами могут служить телевизор (телевизионный аппарат, преобразует электромагнитные сигналы в визуально-звуковую информацию), телефон (телефонный аппарат, осуществляет взаимное преобразование звуковых и электрических сигналов), фотоаппарат, и т.д.

Машины вспомогательного назначения (контроль, управление, измерение, регулирование) относят к приборам. В зависимости от принципа действия их подразделяют на механические (гироскоп и т.п.), электрические (вольтметр и т.п.), оптические (микроскоп и т.п.) и т.д., а также на приборы комбинированного действия (оптико-электронные приборы и т.п.).

Машина, в которой преобразование энергии (материалов и информации) происходит без непосредственного участия человека, называется машиной - автоматом.

Совокупность машин-автоматов, соединенных между собой автоматическими транспортными устройствами, управляемых единой системой управления и предназначенных для выполнения определенного технологического процесса, образует автоматическую линию.

Агрегат – совокупность механизмов. Агрегаты создают, как правило, для решения какой-либо одной задачи. Хотя иногда агрегатом называют несколько машин, работающих вместе, например машинно-тракторный агрегат.

Любую машину можно представить как техническую систему, состоящую из ряда технических объектов: двигатель, передача, исполнительный механизм, корпус и система управления.

Двигатели подразделяются на:

- электродвигатели;
- двигатели внутреннего сгорания (бензин, дизельное топливо, газ);
- паровые или газовые турбины.

Передачи используются для передачи вращения от двигателя к исполнительным механизмам. Они подразделяются на:

- передачи с постоянными параметрами движения (редукторы);
- передачи с изменяющимися параметрами движения (коробки скоростей, вариаторы).

Основу машин составляют механизмы. Внешне разные машины могут содержать подобные или схожие механизмы.

Механизм- часть машины, совокупность (система) взаимосвязанных тел, предназначенных для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемые движения других тел. Механизм осуществляет:

- передачу энергии (движения), как правило, с преобразованием сил и характеристик закона движения от источника, например двигателя, к одному или нескольким рабочим органам машины;
- преобразование и регулирование механического движения;
- заданную компоновку машины.

В качестве средств механизации закрепления заготовок в приспособлениях используются приводы. Выбор привода станочного приспособления определяется конструкцией станка, размерами партии обрабатываемых деталей, их конструкцией и другими факторами. Наибольшее применение в приспособлениях получили следующие виды приводов:

- 1) пневматические поршневые и диафрагменные приводы;
- 2) поршневые гидравлические приводы;
- 3) магнитные с постоянными магнитами и электромагнитные с намагничивающими катушками приводы;
- 4) механизированные;
- 5) электромеханические вакуумные;
- 6) электростатические;
- 7) пружинные.

Если в преобразовании движения участвуют как твердые, так и жидкие или газообразные тела, то механизм называется соответственно гидравлическим или пневматическим.

Применение пневматических и гидравлических приводов обеспечивает возможность повышения производительности обработки также за счет автоматизации подвода-отвода или поворота прихватов.

Все элементы машины размещаются в корпусе. Конструкция корпуса и требования, применяемые к нему, зависят от назначения машины.

Корпус станка – станина – служит для размещения составляющих элементов машины. Отдельный корпус имеют двигатель и передачи, которые

конструируются и рассчитываются одновременно с проектированием двигателей и передач.

2. Машины для литья под давлением

Литье под давлением - самый распространенный способ получения изделий из полимерных материалов. Операция литья под давлением в стационарные формы представляет собой **периодический процесс** переработки полимеров. Пластмасса пластифицируется в **обогреваемом материальном цилиндре узла пластикации**, а затем, посредством выступающего в качестве поршня **шнека**, впрыскивается в формирующую полость **литьевой формы**. В процессе выдержки под давлением в полости формы расплав застывает и после охлаждения извлекается в виде **готового изделия**.

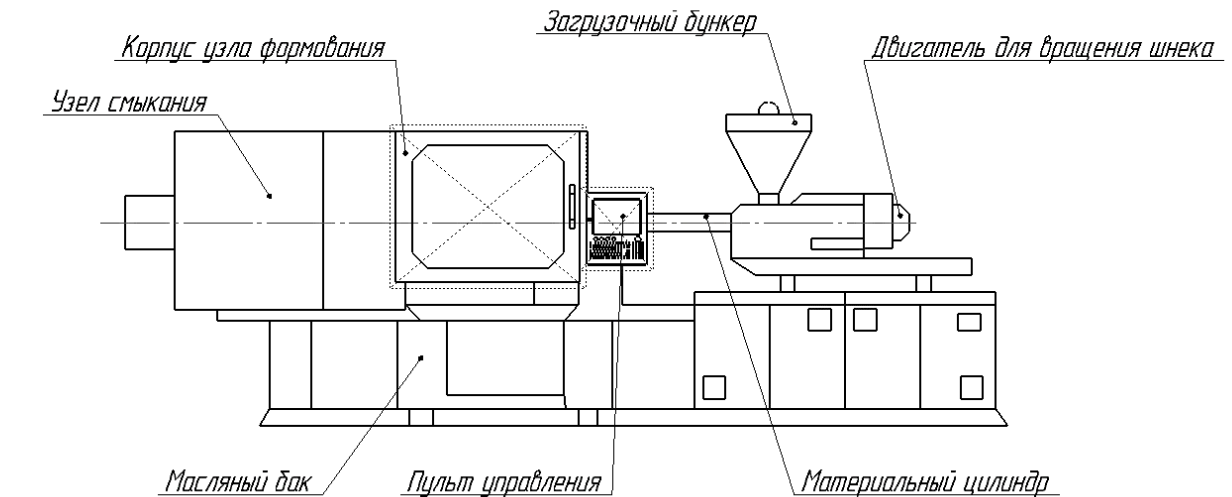


Рисунок б. а) - Термопластавтомат - инъекционно-литьевая машина, применяемая для изготовления деталей из термопластов методом литья под давлением б) - Общий вид термопластавтомата «ТМ250» производства Барановичского станкостроительного завода

Общий вид и схема основных узлов литьевой машины приведены на рисунке 6.

Литьевая машина состоит из **трех** наиболее важных узлов:

- узел смыкания,
- узел пластикации;
- станина машины с системой привода и системой управления.

Узел пластикации – включает загрузочный бункер (обогреваемый для некоторых полимеров или с уплотняющим устройством) со смотровым окном; материальный цилиндр (толстостенная стальная труба с ленточными или кольцевыми нагревателями). Задачи, выполняемые узлом пластикации, состоят в следующем: загрузка, подача, пластикация, дозировка и впрыск (инжекция) термопласта. Пластмасса в виде порошка или гранулята поступает в материальный цилиндр через загрузочный бункер. Далее, за счет вращательного движения шнека, формовочная масса подается к мундштуку. Пластикация термопласта до вязкотекучего состояния происходит в материальном цилиндре при вращательном движении шнека и действии на материал температуры цилиндра и давления. Шнек подает, пластифицирует и гомогенизирует материал (состоит из зон нарезки, загрузки, сжатия и дозирования). Температура материального цилиндра при пластикации создаётся электрическими нагревателями сопротивления, мощность которых должна соответствовать паспорту термопластавтомата. Обогрев материального цилиндра делится на зоны с медленным повышением их температуры по направлению к мундштуку.

Задачи, выполняемые узлом смыкания: контакт с мундштуком, размыкание и смыкание литьевой формы, создание усилия, необходимого для удержания литьевой формы в закрытом состоянии и извлечение изделия из литьевой формы. Различают механические (коленчато-рычажный) и гидравлические системы смыкания. Мундштук представляет собой соединительное звено между передней частью цилиндра и литьевой формой. Крепление мундштука на материальном цилиндре осуществляется резьбовыми устройствами или быстродействующим затвором. Конструкции мундштука зависят от свойств перерабатываемого материала. Различают мундштуки свободного истечения и мундштуки с клапаном. В мундштуке с управляемым игольчатым клапаном под действием пружины игла перекрывает отверстие мундштука. Мундштук с шиберным затвором позволяет с помощью шибера фиксировать литьевую головку втулки.

При литье под давлением изделий из термопластов возможны технологические отходы производства в виде литников, несоответствующей продукции, продуктов механической обработки и отходов от настройки и чистки оборудования. В производстве мелких изделий рекомендуется вторичное сырьё перерабатывать на рабочем месте литейщика. На современных литьевых участках малогабаритные дробилки устанавливают возле каждой литьевой машины со стороны узла смыкания.

Станина служит для размещения на ней отдельных элементов конструкции литевой машины и их надежного крепления. Управление процессом осуществляется с помощью таймеров или электронных датчиков времени.

Полностью электрифицированные литевые машины соответствуют экологическим стандартам (отсутствие масла, низкое энергопотребление, уровень шума, полная автоматизация, высокая динамика).

Гидравлические машины включают гидравлическую систему закрытого и полужакрытого типа (высокая концентрация энергии, мощность, срок эксплуатации, более низкая стоимость).

Различное конструкторское исполнение литевых машин:

а) литевая машина с вертикальным узлом смыкания и горизонтальной плоскостью разъема;

б) литевая машина с повторным узлом пластикации имеет горизонтальный узел смыкания, который расположен перпендикулярно плоскости разъема;

в) литевая машина с вертикальным размещением узла пластикации и узла смыкания.

3. Экструдеры и агрегаты на их основе

Экструзия – это изготовление из порошкообразного, гранулированного или зернистого полимера **бесконечного формованного профилированного** изделия. Для производства **погонажных** изделий любого типа применяются **экструзионные линии**. Экструзионные линии имеют ряд сходных по назначению **блоков**. К ним относятся:

- экструдер с загрузочным устройством;
- формующая головка;
- устройство охлаждения изделий;
- устройство для отвода изделий;
- приемное устройство.

Экструзионные линии классифицируются по виду получаемых изделий:

- линии для производства гладких труб и шлангов, гофрированных и перфорированных шлангов и труб;
- пленочные агрегаты для производства пленки рукавной, плоской, термоусадочной и способной к растягиванию (стрейч);
- листовальные агрегаты;
- агрегаты для экструзии профилей;
- кабельные линии;
- линии гранулирования пластмасс;
- линии переработки вторичного полимерного сырья.

Экструдер (шнековый пресс) – пластицирующее устройство, наиболее значимый элемент экструзионной установки.

Используется два основных типа калибрующих устройств:

- **калибровка в вакуумном резервуаре** (воздух внутри резервуара, заполненного охлаждающей водой, отводится вакуумным насосом, благодаря чему труба прижимается к калибрующей втулке);
- **пневматическая калибровка** (горячая труба посредством сжатого воздуха прижимается к калибровочной трубе).

Схема основных узлов экструзионной линии для производства труб приведена на рисунке 7.

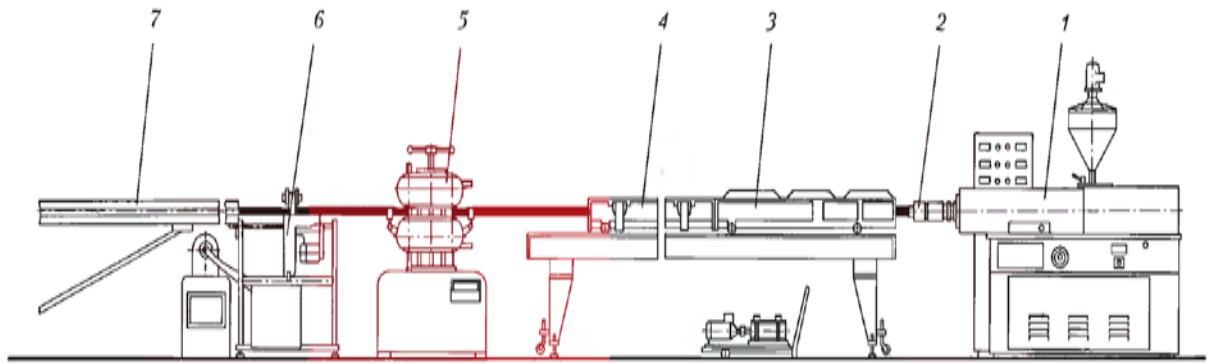


Рисунок 7. - Экструзионная линия для производства труб: 1 – экструдер; 2 – экструзионная головка; 3 – калибровочное устройство; 4 – водяная баня; 5 – гусеничное тянущее устройство; 6 – разделительная пила; 7 – качающийся желоб

Экструзионная линия для производства одностенных гофрированных труб дополнена **гофроформовочной машиной**. Для изготовления гофрированных или рифленых труб применяются особые **калибровочные устройства**: для этого используется пара цепей, изготовленных из стали и оснащенных формовочными сегментами, рифлеными с внутренней стороны.

Экструзионные установки для производства листов состоят из: экструдера со **щелевой экструзионной головкой**, **гладильного каландра**, участка воздушного охлаждения, приемного устройства, специальных ножниц или разделительной плиты и штабельного стола.

Рисунок 8. - Линия для экструзии листов: 1 – экструдер; 2 – каландр; 3 – торцевой обрезчик; 4 – роликовый конвейер; 5 – тянущее устройство; 6 – ножницы; 7 вакуумный схват; 8 – манипулятор

Схема основных узлов экструзионной линии для производства листов приведена на рисунке 8.

В экструзионной установке для изготовления пленок расплав полимера выдавливается из плоскощелевой головки не горизонтально, а по диагонали вниз, попадая на охлажденные валки при помощи **воздушного шабера**, (ножа) который прижимает пленку к валку, после чего она передается на используемое для намотки оборудование. За охлаждающим валком производится замер толщины и обрез ее краев. Получающиеся после обрезки полосы материала измельчают и вновь подают в загрузочный бункер. Намоточные устройства оснащены **вариаторным приводом**.

Линии для производства пленок методом экструзии рукава с раздувом состоят из: экструдера с формующей головкой, охлаждающего кольца, направляющих складывающих щек, тянущих и отжимных валков, приемного (намоточного) устройства.

Экструзионная линия для производства профилей применяется для производства профиля из ПВХ, ПП и проч. материалов. В состав линии входят: двухшнековый экструдер, экструзионная головка, вакуум-калибровочный стол, тянущее устройство, отрезное устройство и штабелирующее устройство. Погонажные изделия отрезают с помощью пил, отрезного инструмента или специальных ножниц.

Экструзионная линия для производства кабеля (облицовки проволоки) включает: приспособление для размотки, правильное устройство, узел предварительного нагрева, экструдер с поперечной или продольной головкой, охлаждающую ванну, контрольный прибор, тянущее устройство и устройство намотки.

Экструзионная линия по переработке отходов состоит из: шредера (измельчителя), конвейерной ленты с металлодетектором, ножевой дробилки, промывочного лотка, загрузочного шнека, сушильной установки, устройства пластикации.

4. Оборудование для формования полых изделий

Экструзионно-раздувное формование - это раздувание экструдированного термопластичного участка рукава внутри разъемной полый формы до тех пор, пока рукав не примет конфигурацию ее внутренней полости. Таким образом, это двухступенчатый процесс: **1 этап** – экструзия рукава (заготовки) из головки (как правило, обращенной вниз); **2 этап** – раздувание рукава внутри сомкнутой формы и превращение его в полое изделие.

Технологический процесс получения изделий методом экструзионно-раздувного формования складывается из следующих операций:

- гомогенизация расплава и выдавливание рукавной заготовки;
- раздув заготовки в форме и формование изделия;
- охлаждение изделия и его удаление из формы;

- окончательная обработка готовых изделий.

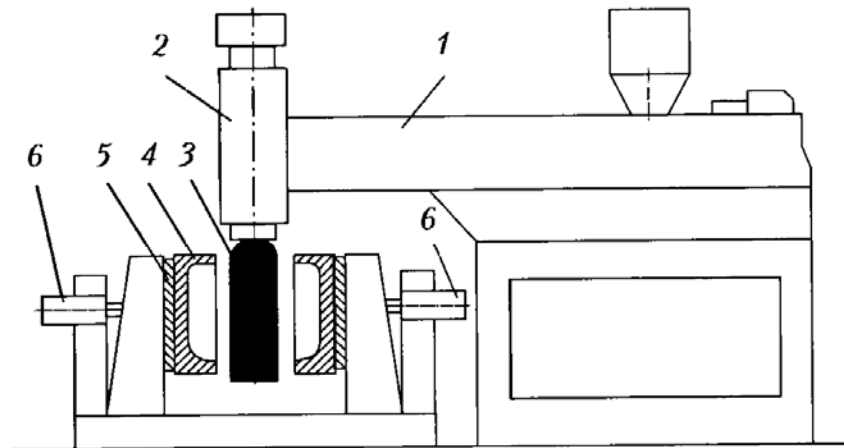


Рисунок 9. - Агрегат для раздувного формования: 1 – экструдер; 2 – накопительная головка; 3 – рукав; 4 – раздувная форма; 5 – крепежные плиты; 6 – гидравлический узел смыкания формы

Схема основных узлов агрегата для раздувного формования приведена на рисунке 9.

Технологическая схема включает экструдер, как правило, сравнительно небольших размеров, с диаметром шнека 50-90 мм. и длиной шнека не более 15–18*Ø. Расплавленный и гомогенизированный в экструдере материал выдавливается из головки вниз в виде трубчатой заготовки, которая попадает в открытую к этому моменту форму. После того, как длина заготовки достигнет необходимой величины, полуформы смыкаются, зажимая нижний и верхний края заготовки своими бортами. После смыкания формы в нее подается сжатый воздух, под действием которого размягченный материал рукава принимает конфигурацию внутренней полости формы. В зависимости от конструкции изделия и формующего инструмента подача сжатого воздуха для формования изделия может производиться через **дорн**, через специальный **ниппель** или через полую **иглу**. Последний способ применяется при производстве замкнутых изделий (без отверстия), так как формующее отверстие в этом случае очень мало и затягивается после удаления иглы разогретым материалом. После охлаждения изделия форма раскрывается, готовое изделие извлекается и направляется на окончательную обработку (удаление приливов, снятие заусенцев и т. п.).

Помимо экструдера технологическая схема включает также механизм перемещения, разъема и смыкания формы с гидравлическим или пневматическим приводом.

Узел раздува состоит из устройств, формующих заготовку в готовое полое изделие: головки, конструкция которой схожа с конструкцией головок, применяемых для изготовления пленки методом экструзии с раздувом, но

расположенной вертикально, кольцевого формующего затвора конической формы и разъемной раздувной формы. **Головки с радиальным обтеканием** – **пиноли** позволяют регулировать толщину стенок изделия, поскольку дорн легко перемещается внутри головки, а подаваемый сбоку расплав обтекает дорн в кольцевом (или тангенсоидном) канале и вновь объединяется после поворота на 90° . **Головки с осевым обтеканием** используются для изготовления изделий больших размеров: поступающий на вершину конуса дорна расплав распределяется равномерно. **Накопительные головки** состоят из накопителя расплава, гидравлического плунжера, проталкивающего расплав внутрь, мундштука и дорна.

Многоручьевые головки с 2,3 или 4 отверстиями используются для изготовления многослойных изделий, когда несколько экструдеров одновременно подают различные полимерные расплавы в соэкструзионную раздувную головку, в которой потоки расплава распределяются таким образом, чтобы в готовом изделии располагаться слоями.

Узел смыкания формы служит для соединения или разъединения (раскрытия) обеих частей формы и для удержания их закрытыми в процессе раздува. Части раздувной формы смонтированы на несущих плитах и оборудованы синхронизирующим устройством (шестернями и зубчатой рейкой). Рентабельность производства повышает использование манипуляторов в виде осевых манжет, всасывающих шлангов и колен, амортизаторов, соединительных труб.

Так как процесс формования распадается на две неравные по продолжительности стадии, то для повышения производительности большинство установок выполняется либо **многопозиционными**, с несколькими формами, либо снабжается двух- и более канальной формующей головкой, иногда с несколькими мундштуками на каждом из каналов.

Разновидностью раздува полых изделий является экструзионно-выдувное формование с вытяжкой (**инжекционно-выдувное**). Технически эта задача решается с помощью монтажа на одной машине двух узлов раздува. Существуют две технологии инжекционно-раздувного формования полых полимерных изделий: **раздельная (двухступенчатая) и совмещенная (одноступенчатая)**.

5. Оборудование для формования изделий из листовых термопластов

Термоформование (пневмовакуумное) – процесс нагрева и формовки плоских листов или пленок с помощью внешнего усилия. В процессе термоформования выделяют следующие **этапы**:

- нагревание формуемого материала до температуры высокоэластичного состояния;
- формование на специальной оснастке;
- охлаждение в форме до температуры, при которой форма изделия приобретает стабильные размеры;

- извлечение из формы изделия со стабильными размерами.

Последующей обработкой могут быть: отделка (обрезка), сварка, склеивание, горячее запаивание, печать, металлизация, флокирование (распыление флока).

Машины для термоформования состоят из: станины машины, нагревательного и охлаждающего агрегатов, привода, фиксирующей рамы, компрессора или вакуумного агрегата. Машина может приводиться в действие: сжатым воздухом, гидравликой, шпиндельным приводом, редуктором.

Схема основных узлов машины для термоформования приведена на рисунке 10.

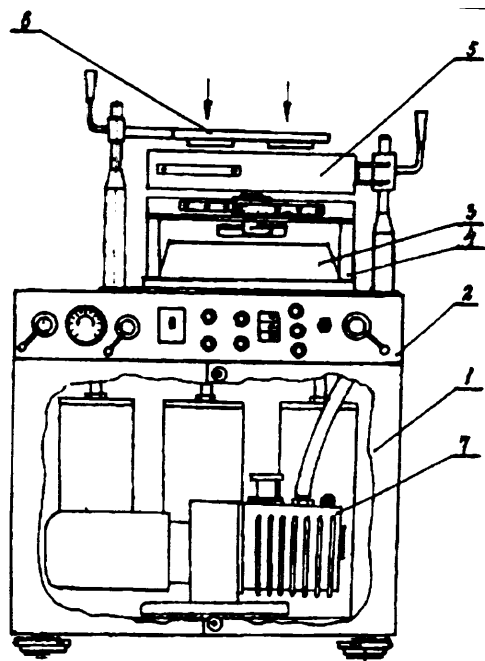


Рисунок 10. - Машина для термоформования: 1 – станина; 2 – панель приборов управления; 3 – камера формования (сварная конструкция из нижней неподвижной рамы и верхней прижимной подвижной рамы); 4 – подъемный стол с пуансоном; 5 – нагревательная панель; 6 – устройство для охлаждения с вентилятором; 7. вакуумная система

Станция формования – оборудование, предназначенное для нагрева материала, состоит из: двух движущихся навстречу друг другу столов; формующего инструмента, расположенного на одном из столов; вспомогательного инструмента или пуансона.

Листовая заготовка укладывается на торец формовочной камеры и закрепляется прижимной рамой. Нагреватель устанавливается над листовой заготовкой и включается обогрев. После нагревания полимера до заданной температуры, подъемный стол вместе с пуансоном поднимается вверх, вытягивая заготовку, после чего в камере создается вакуум и происходит формование изделия на пуансоне. Нагреватель во время формования

отводится в сторону. Охлаждение изделия происходит за счет холодных стенок пуансона и дополнительно за счет обдува воздухом из устройства. В зависимости от того, какая сторона формируемого материала контактирует с инструментом, метод называется: **негативным** (при негативном формировании точно воспроизводится внешняя сторона изделия) или **позитивным** (при позитивном – внутренняя.)

Оборудование для пневмовакуумного формирования классифицируется:

- по способу создания формирующего давления (**вакуумное, пневматическое и пневмовакуумное**);
- по количеству позиций (**однопозиционное и многопозиционное**);
- по **виду** перерабатываемого материала;
- по **назначению оборудования**.

Устройство формовочного инструмента зависит от вида термоформования: **с приложением давления** или **комбинированный пневмовакуумный**. В первом случае на разогретый материал воздействует с одной стороны специальный шток-пуансон, движущийся возвратно-поступательно вдоль вертикальной оси, а с другой стороны сжатый воздух, нагнетаемый из каналов верхней плиты. **Вакуумное формирование** представляет собой другой вариант термоформования, при котором давление на формируемое полотно оказывает обычная атмосфера над ним за счет наличия разницы в давлении над и под заготовкой. Воздух откачивается из-под этой области через вакуумные каналы в матрице. За счет этого разогретое полотно прилегает к формообразующей поверхности матрицы и принимает ее форму.

Двухпозиционная вакуум-формовочная машина состоит из вакуум-системы с ресивером, двух механизмов подъема стола, двух комплектов оформляющего инструмента, двух зажимных устройств и нагревателя. **Трехпозиционная** вакуум-формовочная машина состоит из ротора с укрепленными на нем тремя зажимными рамами, формирующей камеры, нагревателя и легкой сварной станины. **Многопозиционная** машина ленточного типа состоит из механизмов размотки рулонного материала, нагревателя, узла формирования, дозатора, механизма термосварки, механизма вырубki, транспортера и механизма намотки отходов. Очень часто термоформовочные машины работают в составе единой синхронизированной линии, которая может включать в себя экструдер с плоскощелевой головкой, каландровый узел охлаждения, триминг кромок, модуль ламинирования или текстурирования экструдата; саму машину для термоформовки.

6. Устройство и принцип работы токарного станка

Точение – обработка наружных, внутренних и торцевых поверхностей вращения, а также нарезание резьбы.

Токарные станки делятся на **универсальные и специализированные**. **Универсальные станки** предназначены для выполнения самых

разнообразных операций: обработки наружных и внутренних цилиндрических, конических, фасонных и торцовых поверхностей; нарезания наружных и внутренних резьб; отрезки, сверления, зенкерования и развертывания отверстий. На **специализированных станках** выполняют более узкий круг операций, например, обтачивание гладких и ступенчатых валов, прокатных валков, осей колесных пар железнодорожного транспорта, различного рода муфт, труб и т. п.

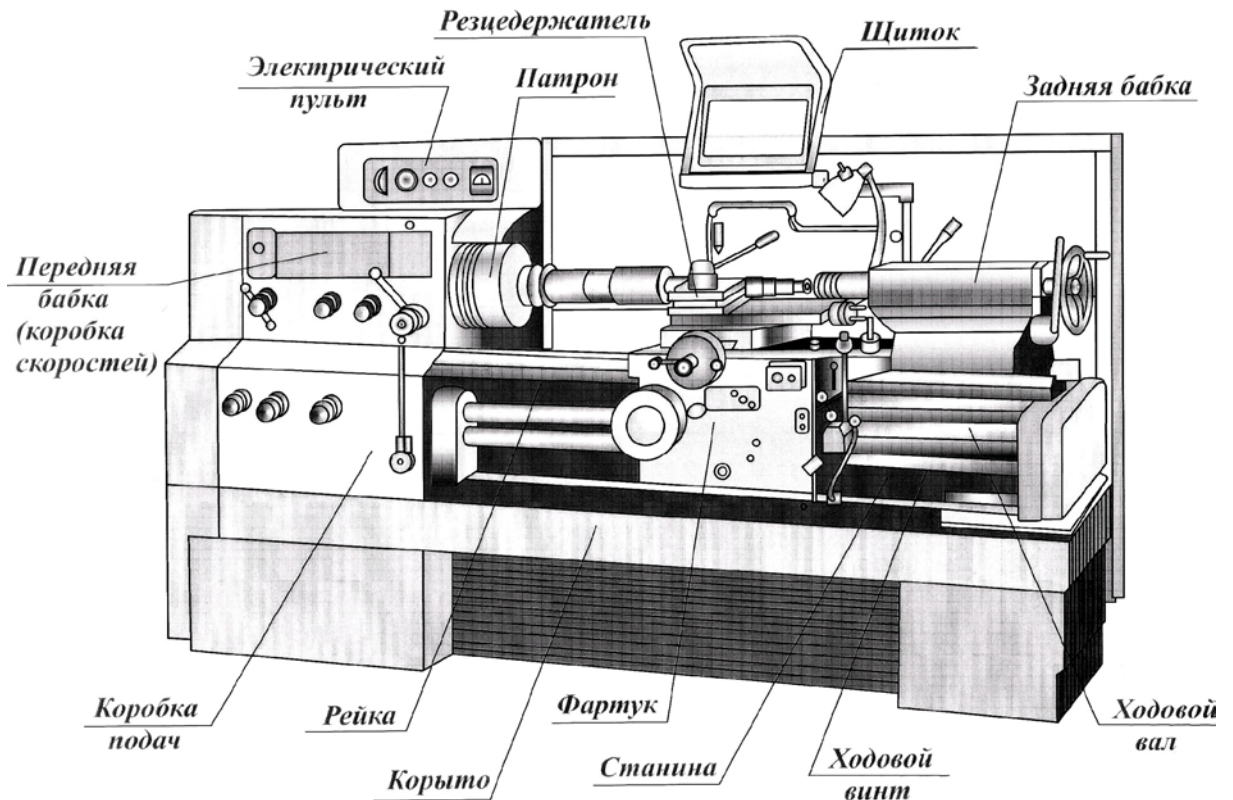


Рисунок 11. - Устройство универсального токарно-винторезного станка

Схема устройства универсального токарно-винторезного станка приведена на рисунке 11.

Станина станка служит основой для соединения всех узлов и состоит из чугунной постели, установленной на двух тумбах или из двух стальных балок, соединенных поперечными ребрами жесткости.

Слева к станине привинчена **передняя (шпиндельная) бабка**, являющаяся и коробкой скоростей. Задняя бабка поддерживает правую сторону детали. При использовании вспомогательного инструмента, в нее устанавливаются сверла, метчики, развертки и т.д. **Суппорт** - механизм, служит для закрепления инструмента и сообщения ему движения подачи. Рейки (направляющие) перемещают суппорт и заднюю бабку. **Фартук** – привинчен к суппорту, в нем помещаются механизмы, преобразующие вращательное движение ходового винта в продольно-поступательное движение фартука. **Коробка подач** – управляется двумя рукоятками и включает механизм с накидной шестерней, позволяя получить постоянный

шаг резьбы. Наиболее важным рабочим узлом является **шпиндель**. Это полый стальной вал, на торце которого расположено коническое отверстие, которое монтируется в передний центр станка. **Патрон** – приспособление для крепления заготовок. **Резцедержатель** – приспособление для крепления режущего инструмента (резца).

Устройство токарного станка с числовым программным управлением – компьютеризированной системой устройств, которые необходимы для управления технологическим оборудованием (ЧПУ) - содержит ряд разнообразных конструктивных решений, так как они обычно предназначены для непосредственного управления станочником в процессе обработки. Устройство токарного станка с ЧПУ некоторых видов допускает работу не только от ЧПУ, но и в качестве **универсального станка**. Эти станки имеют классическую для универсальных токарных станков компоновку. Устройство станков с ЧПУ должно включать следующие **компоненты**: непосредственно **станок**, оборудованный числовым программным управлением; бесколлекторный синхронный (вертикальный) двигатель, изготовленный с магнитом на основе редкоземельных элементов, оснащенный тормозами и датчиками обратной связи; систему управления.

7. Устройство и принцип работы сверлильного станка

На сверлильных и расточных станках можно производить следующие работы: сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы, зенкование.

Зенкерование - вид механической обработки резанием, в котором с помощью специальных инструментов (**зенкеров**) производится обработка цилиндрических и конических отверстий в деталях с целью увеличения их диаметра, повышения качества поверхности и точности.

Зенкованием называется обработка выходной части отверстия, например снятие заусенцев с краев отверстия, расширение центровых отверстий, образование углублений под потайные головки винтов и заклепок. Инструмент, применяемый для этой цели, называется **зенковкой**.

Основным режущим инструментом для получения отверстий является **спиральное сверло**. Кроме спиральных сверл применяются **центровочные** (для зацентровывания заготовок), **перовые** (для сверления отверстий в твердых поковках и литье), **сверла для глубокого сверления**.

Сверлильный станок, как и другие технологические машины, состоит из следующих составных частей: передаточного механизма, двигателя, органов управления и рабочего органа. **Передаточный механизм** предназначен для передачи движения от электрического мотора к рабочему органу, которым считается сверло, что крепится в патроне, насаженном на **шпиндель** - вращающийся вал. Вращение к шпинделю от электрического двигателя передается при помощи **ременной передачи**. Поворотом рукоятки патрон и сверл можно опускать или поднимать с использованием **реечной передачи**.

Сверлильные станки бывают следующих типов:

- одно- и многошпиндельные полуавтоматы;
- вертикально-сверлильные;
- радиально-сверлильные;
- координатно-расточные;
- горизонтально-расточные.

Вертикально-сверлильные станки разделяются на **настольные** для сверления отверстий диаметром до 12 мм и **наколонные** для отверстий диаметром до 80 мм. Вертикально-сверлильный станок состоит из: фундаментной плиты, станины, шпиндельной головки с коробкой скоростей и шпинделем, коробки и механизма подачи, стола.

Схема устройства вертикально-сверлильного станка приведена на рисунке 12.

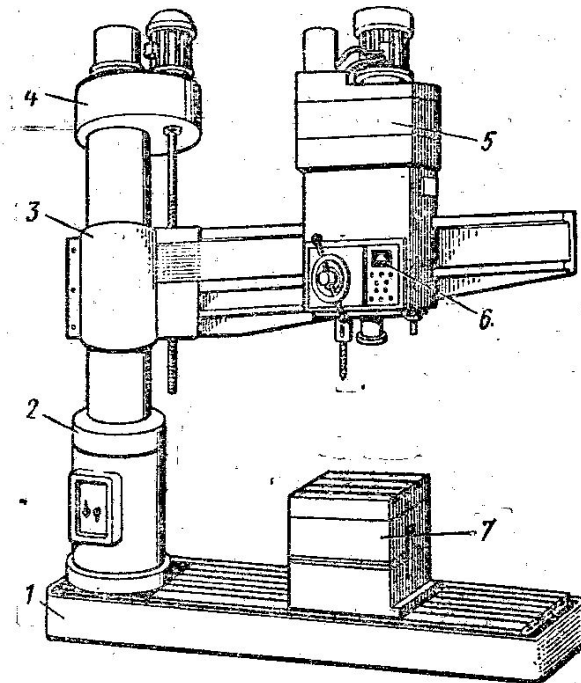


Рисунок 12. а) - Вертикально-сверлильный станок: 1 – колонна (станина), 2 – двигатель, 3 – сверлильная головка, 4 – рукоятки переключения коробок подачи, 5 – штурвал ручной подачи, 6 – шпиндельная головка, 7,8 – рукоятки переключения скоростей, 9 – шпиндель, 10 – стол, 11 – рукоятка подъема стола; б) – Радиально-сверлильный станок: 1- плита, 2 – колонна, 3 – траверса, 4 – механизм перемещения траверсы и шпиндельной бабки, 5 - шпиндельная бабка (сверлильная головка), 6 – механизм подачи шпинделя, 7 – стол.

Радиально-сверлильные станки предназначены для сверления, зенкерования, растачивания и развертывания отверстий, а также нарезания резьбы в разных местах деталей без их перестановки. Радиально-

сверлильный станок состоит из: плиты, станины, колонны, траверсы, механизма для подъема траверсы и шпиндельной бабки, в которой расположена коробка скоростей, коробка подач, механизм подач шпинделя и шпиндель.

Координатно-расточные станки применяются для обработки точных отверстий и в тех случаях, когда расстояния между их осями должны быть выдержаны с большой точностью. На них можно производить разметку, и центрование отверстий, сверление, развертывание и окончательное растачивание, фрезерование. Основные узлы координатно-расточного станка: станина, колонна, траверса, перемещаемая по высоте, расточная головка, перемещаемая по траверсе и в горизонтальном направлении, расточный шпиндель, имеющий вращательное и поступательное движение, основной стол, приставной вращающийся стол.

Схемы устройства координатно-расточного и горизонтально-расточного станков приведены на рисунке 13.

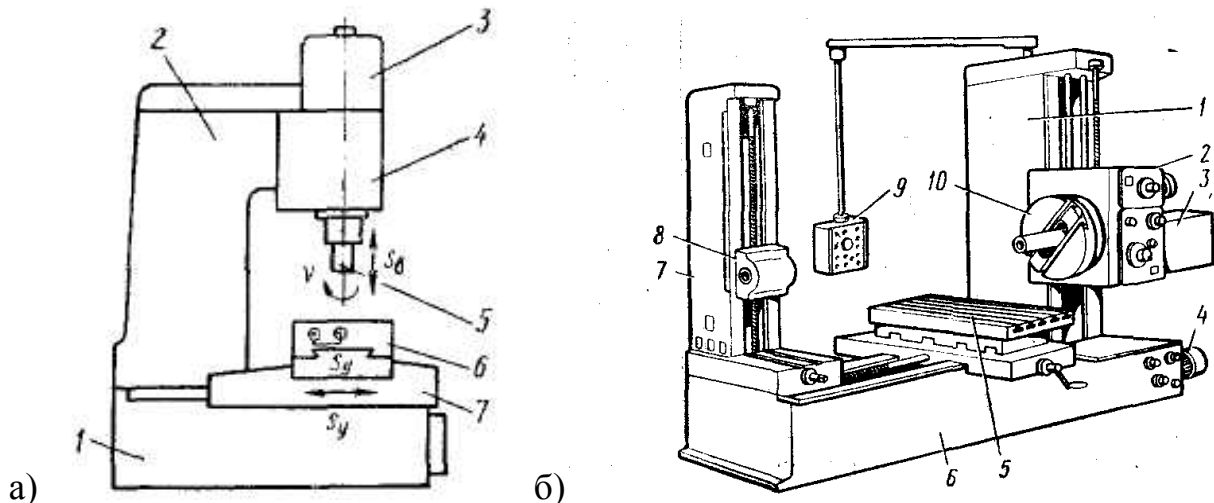


Рисунок 13. а) – Координатно-расточный станок: 1 – станина, 2 – стойка, 3 – двигатель, 4 – Горизонтально-расточный станок: 1- передняя стойка, 2 – шпиндельная бабка, 3 – траверса, 4 – двигатель, 5 – стол, 6 – станина, 7 – задняя стойка, 8 – люнет, 9 – кнопочный пульт управления, 10 – планшайба с суппортом.

Горизонтально-расточные станки применяются при обработке в громоздких деталях отверстий с параллельными и перпендикулярными осями и с достаточно точными расстояниями между осями. Горизонтально-расточный станок имеет следующие узлы: станина, передняя стойка, шпиндельная бабка, с расположенной в ней коробкой скоростей, коробкой подач, шпинделем и планшайбой с суппортом планшайбы, задняя стойка с люнетом, стол.

Агрегатные сверлильные станки состоят из нормализованных углов, скомпонованных соответственно характеру обрабатываемой детали.

Основные узлы агрегатного сверлильного станка: силовые головки, шпиндельные коробки, станина, промежуточная станина, стойки.

8. Устройство и принцип работы фрезерного станка

Фрезерование – постепенное срезание тонкими слоями всего металла, подлежащего удалению с обрабатываемой поверхности. Операция осуществляется сочетанием двух движений: вращения фрезы вокруг своей оси и поступательного перемещения детали относительно фрезы.

Типы фрез исходя из формы обрабатываемой поверхности): для обработки плоскостей, для обработки канавок и пазов (резьбовые и зуборезные фрезы), для фрезерования резьбы на длинных деталях (дисковые фрезы), для фрезерования коротких треугольных резьб (гребенчатые резьбовые фрезы), для фрезерования зубьев цилиндрических колес методом копирования (модульные дисковые и пальцевые фрезы).

В зависимости от компоновки различают **консольные** и **бесконсольные** фрезерные станки. На консоли консольного станка, перемещающейся в вертикальном направлении по направляющим станины выполнены горизонтальные направляющие, по которым движутся салазки, несущие стол, на котором закрепляют заготовку. **Консольные горизонтальные универсальные станки** отличаются тем, что на салазках установлена промежуточная поворотная плита, по горизонтальным направляющим которой перемещается стол в пределах до 45° . Шпиндель станка расположен горизонтально, а на станине смонтирован хобот, несущий поддерживающую серьгу. Фрезу или набор фрез закрепляют в оправке, один конец которой устанавливают в шпиндель, а другой - в отверстие серьги.

Широкоуниверсальный горизонтально-фрезерный станок отличается наличием дополнительной шпиндельной головки, смонтированной на выдвигном хоботе. Головка может поворачиваться на любой угол в вертикальной плоскости. Еще большую универсальность придает станку наличие накладной фрезерной головки, со шпинделем, поворачивающимся под любым углом в горизонтальной плоскости. В этих станках отсутствует поворотная плита.

Вертикальный консольно-фрезерный станок имеет вертикально расположенную шпиндельную головку, которая может поворачиваться в вертикальной плоскости. Известны конструкции станков этого типа, в которых имеется осевое перемещение шпинделя. Шпиндель монтируется в шпиндельной бабке, корпус которой отлит как одно целое со станиной (или привернут болтами).

Схемы устройства консольно-фрезерных станков приведены на рисунке 14.

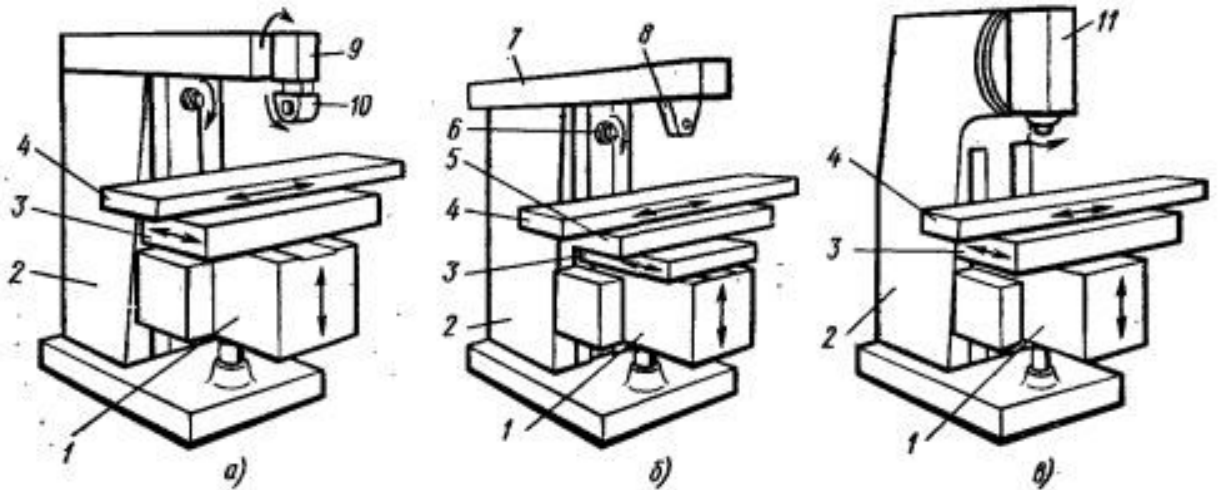


Рисунок 14. - Консольно-фрезерные станки: а – широкоуниверсальный; б – горизонтальный универсальный; в – вертикальный. 1 – консоль, 2 – станина, 3 – салазки, 4 – стол, 5 – промежуточная поворотная плита, 6 – шпиндель, 7 – хобот, 8- серьга, 9 – дополнительная шпиндельная головка, 10 – накладная фрезерная головка

Бесконсольные вертикально и горизонтально-фрезерные станки отличаются тем, что салазки, несущие стол, перемещаются по горизонтальным направляющим станины, а шпиндельная бабка перемещается в вертикальном направлении по направляющим стойки.

Специализированные фрезерные станки:

Резьбофрезерный станок предназначен для нарезания длинных винтов. На суппорте, имеющем поступательное перемещение, устанавливается фрезерная головка с резьбовой дисковой фрезой.

Копировально-фрезерный станок имеет следующие узлы: станину, вертикальную неподвижную стойку со шпиндельной бабкой, несущей следящее устройство со щупом и фрезерную головку, вертикальную стойку, на которой закреплена модель-копир и обрабатываемая деталь, стол, на котором закреплена стойка.

Станина служит для крепления всех узлов и механизмов станка. Некоторые узлы станка (коробка скоростей, шпиндель, электродвигатель с ременной передачей, механизм передачи движения к коробке подач) расположены внутри станины и не видны. Другие узлы станка (консоль, коробка подач, хобот, стол, насос для подачи охлаждающей жидкости) находятся на наружных поверхностях станины. В основании имеется корыто для охлаждающей жидкости, которая стекает по трубкам со стола. На основании смонтирован электронасос для подачи охлаждающей жидкости из корыта к инструменту. Станина имеет коробчатую форму и усилена внутри ребрами; на передней стенке ее расположены вертикальные направляющие (выполненные в виде ласточкина хвоста) для консоли, а наверху – горизонтальные направляющие для хобота.

Хобот имеется у горизонтально- и универсально-фрезерных станков и служит для правильной установки и поддержки фрезерной оправки. Хобот установлен в горизонтальных направляющих на верхней части станины и может быть закреплен на любом расстоянии от ее зеркала, т. е. с различным вылетом. Для увеличения жесткости при обработке тяжелых деталей и при больших сечениях стружки применяют поддержки, которые связывают хобот с консолью.

Консоль представляет собой жесткую чугунную отливку, установленную на вертикальных направляющих станины. Консоль перемещается по вертикальным направляющим станины и несет горизонтальные направляющие для салазок. Она поддерживается стойкой, в которой имеется телескопический винт для подъема и опускания консоли. Консоль имеет два болта, которыми крепятся поддержки, связывающие стол станка с хоботом для лучшей устойчивости.

Салазки являются промежуточным звеном между консолью и столом станка. По верхним направляющим салазок движется стол в продольном направлении, а нижняя часть салазок перемещается в поперечном направлении по верхним направляющим консоли. **Стол** монтируется на направляющих салазок и перемещается в продольном направлении. На столе укрепляются заготовки, зажимные и другие приспособления, для чего рабочая поверхность стола имеет продольные Т-образные пазы.

Шпиндель. Для вращения режущего инструмента служит шпиндель, который получает движение от коробки скоростей. У шпинделя имеются три ролико- и шарикоподшипниковые опоры.

Коробка скоростей предназначена для передачи вращения от шкива шпинделю и для изменения числа его оборотов при помощи переключения зубчатых колес.

Привод подач стола осуществляется от электродвигателя, расположенного в консоли станка, через коробку подач.

Коробка подач служит для изменения подач стола в вертикальном, продольном и поперечном направлениях.

Фрезерный станок с ЧПУ составляет значительную долю в общем объеме металлорежущего оборудования. На этих станках выполняется широкий круг работ, что обеспечивается наличием контурной системы ЧПУ, а также разнообразием конструкции станков и применяемых на них инструментов. Большое развитие получили создаваемые на базе фрезерных станков с ЧПУ многооперационные станки, на которых производят комплексную последовательную обработку деталей различными инструментами с их автоматической сменой в рабочей позиции. Фрезерный станок с ЧПУ характеризуется исполнительными движениями формообразования, состоящими из непрерывного вращательного движения инструмента, определяющего скорость резания и осуществляемого по сложной заданной программной траектории движения подачи.

2.2 Лекции 6 семестра: перечень тем и краткое содержание

1. Обработка на строгальных, долбежных и протяжных станках.
2. Обработка на шлифовальных станках.
3. Вопросы дизайна, эргономики и экологии в ходе выполнения конструкторских работ.
4. Основы взаимозаменяемости и технические измерения.
5. Обзор существующих САПР и их возможности.
6. Основные принципы и стадии конструирования.

1. Обработка на строгальных, долбежных и протяжных станках

Схемы **строгания** и **долбления** характеризуются тем, что главное движение является линейным возвратно-поступательным, а движение подачи – прямолинейным периодическим.

Строгальные резцы аналогичны токарным и также подразделяются на:

- проходные;
- подрезные;
- отрезные и т.д.

Поперечно-строгальные станки предназначены для обработки относительно небольших деталей. Схема обработки на поперечно-строгальном станке характеризуется главным возвратно-поступательным движением заготовки, движение подачи в поперечном направлении сообщается заготовке, однако при строгании вертикальных, а также наклонных поверхностей движение подачи сообщается резцу.

Общий вид и схема основных узлов поперечно-строгального станка приведены на рисунке 15.

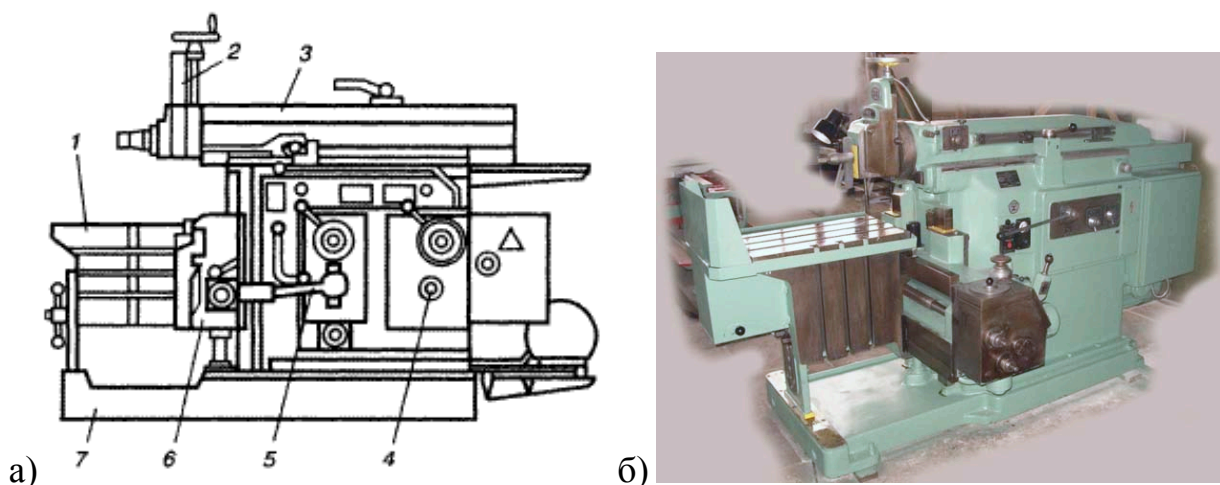


Рисунок 15. а) - Устройство поперечно-строгального станка: 1 – стол, 2 – суппорт, 3 – ползун, 4 – коробка скоростей, 5 – коробка подач, 6 – поперечина, 7 – станина б) - Общий вид поперечно-строгального станка «7Д36» производства Гомельского станкостроительного завода им.

С. М. Кирова «СтанкоГомель»

Заготовка крепится на **столе** станка, а инструмент – в резцедержателе суппорта ползуна, совершающего возвратно-поступательное движение с помощью кулисного механизма/гидропривода. По направляющим чугунной станины перемещается ползун, несущий поворотную головку и салазки суппорта. К салазкам крепится поворотная плитка, несущая откидную планку с поворотным резцедержателем. При обратном ходе ползуна откидная планка позволяет резцу свободно скользить по поверхности детали. По вертикальным направляющим станины с помощью телескопического винта можно перемещать поперечину, несущую на своих направляющих стол

станка, получающий движение подачи от ходового винта. Для увеличения жесткости стол скрепляется стойкой с опорной плитой станины.

Вертикальный консольно-фрезерный станок имеет вертикально расположенную шпиндельную головку, которая может поворачиваться в вертикальной плоскости. Известны конструкции станков этого типа, в которых имеется осевое перемещение шпинделя. Шпиндель монтируется в шпиндельной бабке, корпус которой отлит как одно целое со станиной (или привернут болтами).

Продольно-строгальные станки предназначены для обработки деталей с большой длиной строгания и имеют главным движением возвратно-поступательное движение. Движение подачи сообщается инструменту при обратном (холостом) ходе стола или в момент реверсирования с обратного хода на прямой (рабочий). Схема обработки на продольно-строгальном станке характеризуется главным возвратно-поступательным движением заготовки и периодическим поступательным движением подачи инструмента в поперечном, вертикальном или наклонном направлении.

Устройство продольно-строгального станка представлено на рисунке 16.

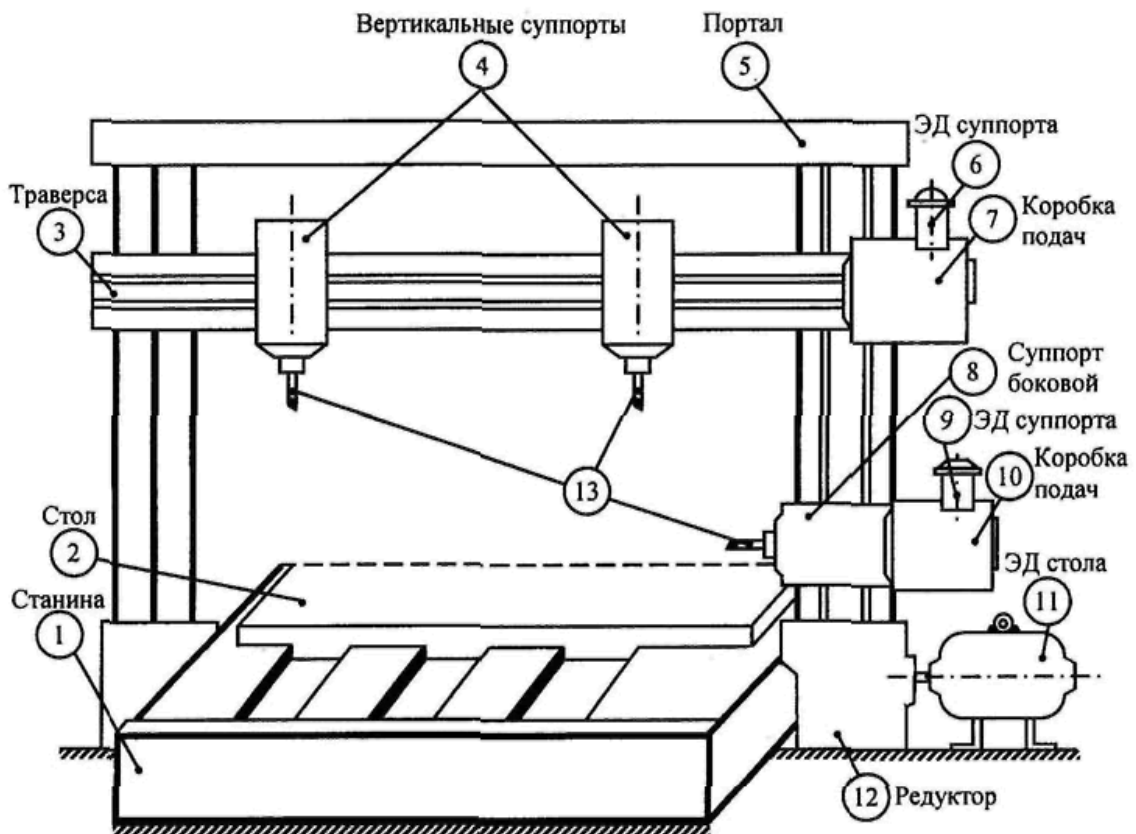


Рисунок 16. - Устройство продольно-строгального станка

Продольно-строгальный станок имеет станину с продольными направляющими, по которым перемещается стол. Движение стола осуществляется с помощью реечной подачи, косозубая рейка прикреплена к

нижней поверхности стола, реечное колесо получает вращение от привода стола. Два вертикальных суппорта установлены на траверсе, которая может подниматься и опускаться по направляющим портала. По направляющим стойкам портала перемещается боковой суппорт. Коробки подач суппортов располагаются на траверсе и боковом суппорте. Управляется станок от подвесной панели.

У долбежного станка с кулисным приводом от электродвигателя, установленного в станине, движение валом передается кулисному механизму, который сообщает возвратно-поступательное движение долбяку по направляющим стойки. Зажим позволяет сместить (опустить или поднять) долбяк. Все движения подачи получает деталь, установленная на столе. Стол может перемещаться в двух взаимно перпендикулярных направлениях (продольная и поперечная подачи), а также вращаться. Долбежные станки снабжаются специальным делительным устройством.

Устройство и общий вид долбежного станка представлены на рисунке 17.

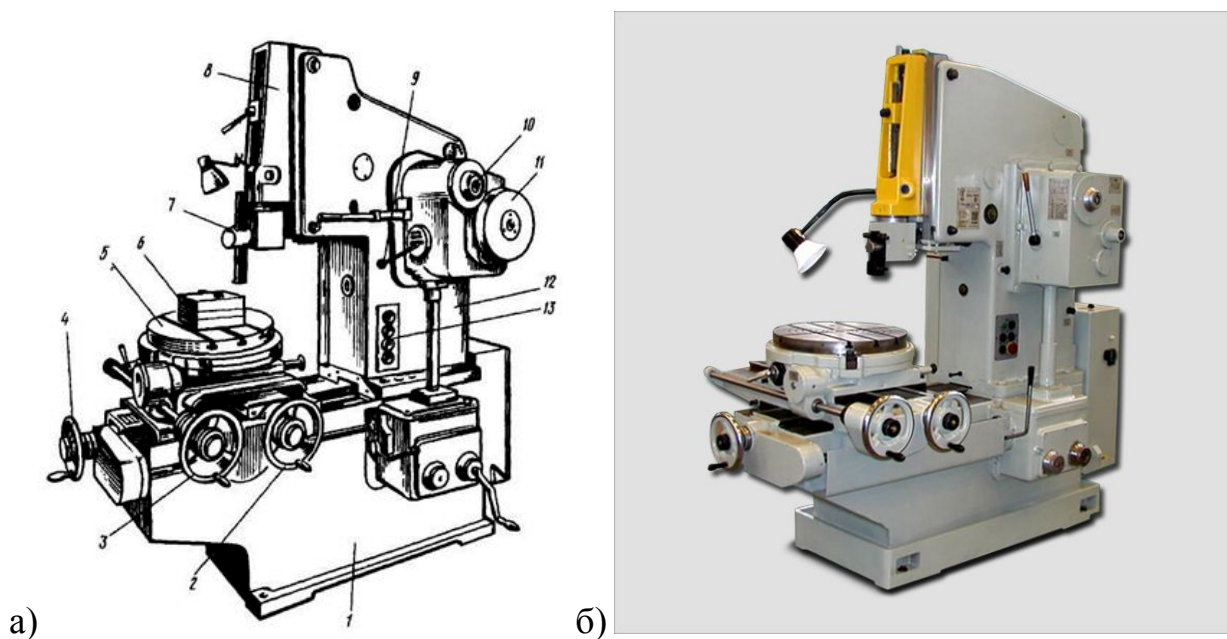


Рисунок 17. а) - Устройство долбежного станка: 1 – горизонтальная станина, 2,3,4 – маховики поперечного, кругового и продольного перемещений стола; 5 – поворотный стол, 6 – деталь, 7 – резцедержатель; 8 – ползун (долбяк); 9 – рукоятка переключения скоростей долбяка; 10- коробка скоростей; 11- маховик ручного перемещения долбяка; 12- колонна (вертикальна станина); 13 - кнопочная панель б) Общий вид малогабаритного долбежного станка «ГД200-01» с механическим приводом производства Гомельского станкостроительного завода им. С. М. Кирова «СтанкоГомель»

Протягивание – процесс обработки резанием, при котором инструменту – **протяжке**, имеющему ряд режущих зубьев, сообщается прямолинейное поступательное движение.

Протяжками обрабатывают круглые, квадратные и другие отверстия, пазы разнообразной формы, зубчатые колеса с внутренним зацеплением, наружные поверхности разнообразной формы.

Различают **профильную, генераторную и групповую (прогрессивную)** схемы резания при протягивании.

При **профильной** схеме припуск срезается режущими кромками, профиль которых подобен профилю поперечного сечения обработанной поверхности.

При **генераторной** схеме припуск срезается протяжкой, у которой зубья рабочей части имеют переменный контур прямолинейной или круглой формы, постепенно переходящий на профильный.

Групповая (прогрессивная) схема предусматривает разделение срезаемого слоя на небольшое количество частей.

- **Шлицевые** протяжки применяются для обработки прямых и винтовых шлицевых канавок с прямобочным и эвольвентным профилем в отверстиях деталей.

- **Шпоночные** протяжки применяются для обработки шпоночных канавок при помощи направляющей втулки.

- **Плоские** протяжки применяются для обработки плоских поверхностей, обычно по профильной и прогрессивной схеме.

- **Сборные** протяжки снабжены добавочными втулками, установленными после калибрующих зубьев.

Протяжные станки делят по следующим признакам:

а) **по назначению** - для внутреннего (отверстий) и наружного (плоскостей) протягивания;

б) **по степени универсальности** - на станки общего назначения и специальные;

в) **по направлению и характеру рабочего движения** - на **горизонтальные, вертикальные, непрерывного действия** с прямолинейным конвейерным движением, с **круговым движением** протяжки или заготовки, с **комбинацией** различных одновременных движений заготовки и протяжки;

г) **по числу кареток или позиций** - с одной, двумя или несколькими каретками; **однопозиционные (обычные)** и **многопозиционные (с поворотными столами)**.

Горизонтально-протяжной станок состоит из станины, рабочей каретки, приставной станины, поддерживающей ползушки и ползушки вспомогательного патрона, гидропривода подвода и отвода протяжки, рабочего цилиндра, вспомогательного цилиндра, бака, управления и узла охлаждения. Гидронасос нагнетает масло в полость цилиндра, перемещая шток с рабочей кареткой. В каретке закреплен патрон для крепления протяжки. Деталь устанавливается на сферическую прокладку, которая опирается на сферическую впадину втулки, установленной в торце станины.

Устройство горизонтально-протяжного станка представлено на рисунке 18.

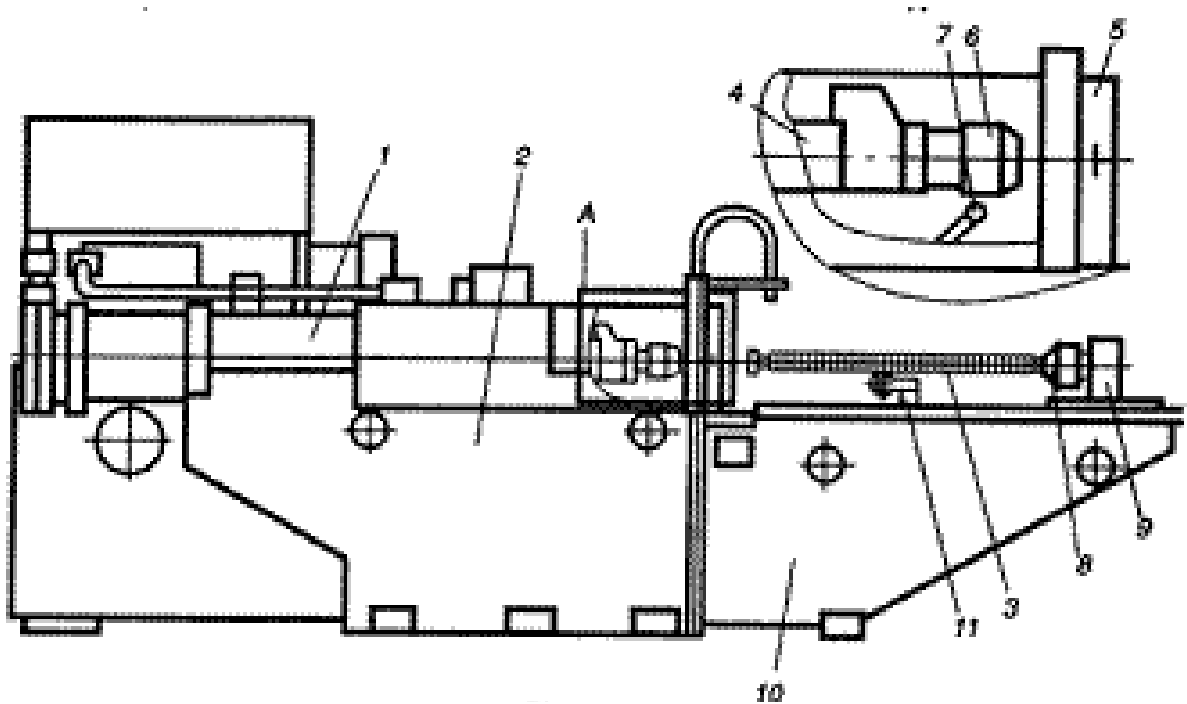


Рисунок 18. - Горизонтально-протяжной станок: 1 – рабочая каретка, 2 – станина, 3 – протяжка, 4 - шток, 5 – планшайба, 6 – рабочий патрон, 7 – упор, 8 – вспомогательные салазки, 9 – вспомогательный патрон, 10 – приставная станина, 11 – вспомогательный люнет.

Вертикально-протяжной станок состоит из станины, тумбы, каретки, стола, электрооборудования, механизма настройки ходов каретки, грузоподъемника, механизма для выгрузки стружки, охлаждения и смазки. По направляющим станины перемещается возвратно-поступательно каретка с установленной на ней инструментальной плитой с протяжками. Верхняя часть каретки крепится к штоку цилиндра, который размещен в вертикальной плоскости станины. Гидронасос подает масло в верхнюю и нижнюю полости цилиндра, перемещая шток с кареткой вниз и вверх.

2. Обработка на шлифовальных станках

Шлифование – процесс резания при помощи абразивного инструмента, режущим элементом которого являются зерна абразивных материалов, обладающих очень высокой твердостью.

Шлифовальный станок – это устройство, используемое для обработки заготовок из различных материалов **абразивным инструментом** и способное обеспечить шероховатость поверхности от 0,02 до 1,25 микрон.

С помощью станка для шлифования можно осуществлять ряд технологических операций:

- шлифовку внутренних, а также наружных поверхностей деталей, имеющих различную форму и назначение;
- заточку инструментов различного назначения;
- обдирку, шлифование, а также отрезку отливок из металла, изделий со сложным профилем;

- обработку зубчатых деталей, а также деталей с резьбой;
- формирование на стальных прутках канавки шпоночного и спиралевидного типа.

Абразивный инструмент - **круги, головки, сегменты, бруски** – изготавливается из зерен абразивного материала, скрепленных между собой связкой. Кроме того, применяются **шлифовальные шкурки**, имеющие абразивные зерна, нанесенные на тканевую или бумажную основу.

Все шлифовальные станки работают по одному принципу: обработка металла осуществляется за счет одновременного вращения абразивного круга и перемещения или вращения обрабатываемой детали. Рабочей поверхностью является периферия или торец абразивного круга, а заготовка движется по отношению к ней по прямолинейной или дуговой траектории.

Шлифовальный станок содержит в своей конструкции несколько кинематических цепей, которые обеспечивают:

- передвижение рабочего стола в продольном и поперечном направлении, что возможно благодаря гидравлическому приводу;
- вращение рабочего инструмента, осуществляемое за счет индивидуального привода рабочего инструмента;
- подачу заготовки или инструмента в поперечном направлении за счет гидравлического или электромеханического привода;
- правку круга, которую можно выполнять вручную за счет использования электромеханической либо гидравлической системы;
- вращение заготовки или рабочего стола;
- подачу рабочего инструмента на глубину, что может выполняться за счет гидравлического или механического привода

В зависимости от области применения станки для шлифования подразделяются на целый ряд типов:

Плоскошлифовальные и **внутришлифовальные** станки предназначены для обработки плоских и фасонных поверхностей.

В зависимости от расположения шпинделя плоскошлифовальные станки могут быть **горизонтальными** и **вертикальными**. В конструкции таких устройств также может быть предусмотрена одна или две колонны.

Двухсторонние плоскошлифовальные станки позволяют одновременно выполнять обработку двух плоских поверхностей. Такие шлифовальные станки, на которых обрабатываемые детали фиксируются на специальном подающем устройстве, могут быть вертикального или горизонтального типа.

Устройство плоскошлифовального станка представлено на рисунке 19.

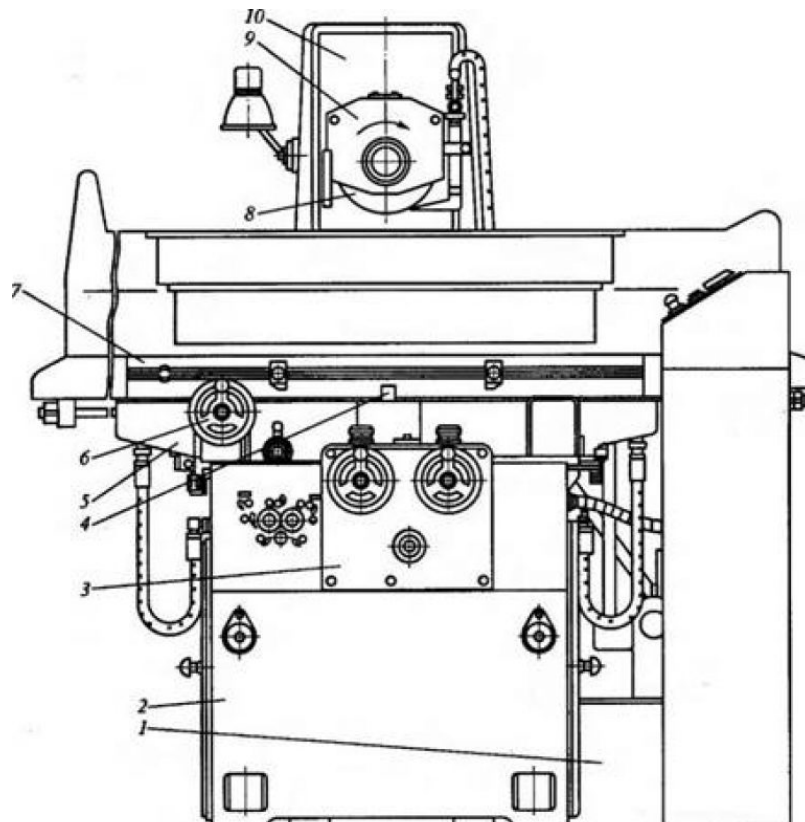


Рисунок 19. - Плоскошлифовальный станок: 1 – аппарат для подачи СОЖ, 2 – станина, 3 – механизм подач, 4 – механизм продольной подачи, 5 – суппорт, 6 – маховик продольной подачи, 7 – стол, 8 – шлифовальный круг, 9 – кожух, 10 – колонна.

Внутришлифовальные станки позволяют обрабатывать цилиндрические и конические отверстия в широком интервале размеров (диаметром 1–10 см на настольном шлифовальном станке и до 100 см – на производственном).

На **круглошлифовальных** станках шлифуют цилиндрические (\varnothing 25–600 мм) и конические поверхности деталей в патроне, в центрах, в центрах с люнетом. Черновым шлифованием получают поверхности 4-5 класса чистоты, чистовым – 7-8 и точным 8-11 класса. Такие станки имеют в своей конструкции шпиндель, вращающийся в горизонтальной плоскости, который может передвигаться на специальных салазках. Деталь, требующая обработки, может зажиматься в патроне или между центрами задней и передней бабки. Круглошлифовальные станки для обработки деталей в центрах или в патроне разделяют на **простые, универсальные** (поворотный стол, переднюю и шлифовальные бабки для конусных поверхностей), **врезные и специальные**.

Шлифовально-отделочные станки предназначены для выполнения отделочных (**притирочных**) операций. На таких устройствах обрабатывают различные изделия из металла: коленчатые валы с максимальным диаметром 100–200 мм, шпиндели оборудования, поршни и др.

Полировальные станки служат для выполнения полировки деталей из металла. На этом универсальном оборудовании можно выполнять полировку плоских, цилиндрических, конических, внутренних поверхностей, а также заготовок сложной конфигурации.

Хонинговальные станки используются для выполнения тонкого шлифования (0,04–0,08 мм).

Обдирочно-шлифовальные станки. Это шлифовальное оборудование применяют для обдирки и зачистки поверхности заготовок методом шлифования.

Шлифовально-притирочные станки. С помощью такого оборудования выполняют притирку отверстий, максимальный диаметр которых составляет 100–300 мм.

Универсальные заточные станки служат для заточки различного инструмента с максимальным диаметром 100–300 мм (метчики, развертки, зенкеры, фрезы и др.).

Точильные станки широко применяют на различных производствах для обработки металлозаготовок, в том числе, для заточки бытового и производственного инструмента.

Устройство и общий вид точнольно-шлифовального станка представлены на рисунке 20.

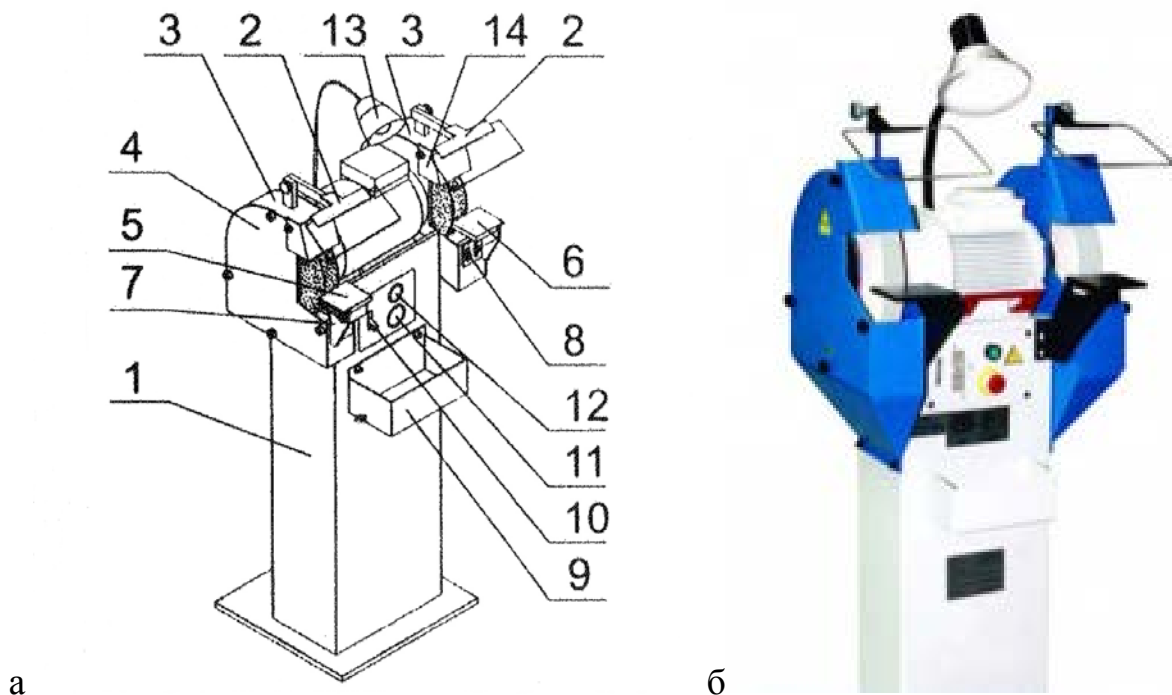


Рисунок 20. а) – Точнольно-шлифовальный станок: 1 – тумба, 2 – кронштейн, 3 – кожух правый/левый, 4 крышка, 5,6 – подручники, 7, 8 – кронштейны, 9 – коробка, 10,11,12 – электрооборудование, 13 - светильник; б) - Точнольно-шлифовальный станок ТШ-2.25 Производство завода изготовителя ОАО Станкозавод "КРАСНЫЙ БОРЕЦ"

3. Вопросы дизайна, эргономики и экологии в ходе выполнения конструкторских работ

Художественное конструирование – неотъемлемая часть общего процесса проектирования промышленных изделий; оно ведется совместно с инженерным конструированием. Согласно ГОСТ 20.36.108-85 «Комплексная система общих технических требований. Требования по эргономике, обитаемости и технической эстетике. Номенклатура и порядок выбора» требования технической эстетики и эргономические требования к изделиям должны быть направлены на повышение эффективности деятельности и сохранения здоровья оператора, взаимодействующего с изделием.

В конструкции оборудования и машин необходимо соблюдать **эстетические требования**. Изделия должны иметь тектоническую объемно-пространственную структуру, рациональную форму, целостность композиции и единство внешнего строения, выраженное в наличии общих стилеобразующих признаков; отражать во внешнем строении изделия закономерностей, присущих конструкции изделия и его составных частей, их назначения и способов действия с ними.

При внедрении требований эстетики в производство приходится проводить реконструкцию машин, инструмента, оснастки рабочего места, связанную с совершенствованием отдельных их элементов.

Композиция внешнего строения изделия включает такие требования как целостность, выделение композиционного центра, соответствие композиции схеме деятельности и данным оператора.

Пространственная конфигурация внешнего строения изделия включает требования по масштабной соразмерности с размерами тела оператора, информационную выразительность внешнего строения оборудования и его элементов, соответствие композиции.

Выполнение **графических элементов внешнего строения изделия** требует единства комплекса графических элементов, четкости различительных признаков и сохраняемость внешнего вида в течение срока службы изделия.

Цветофактурные характеристики внешнего строения изделия определяют соответствие назначению изделия, его функциям и климатическим условиям эксплуатации, психофизическое воздействие на оператора

Большое значение в создании комфортных условий имеет **цветовое оформление** производственного оборудования. При подборе цветов для окраски учитывается климат, расположение по частям света, наличие нагрузки на зрение.

Особое значение имеют сигнальные цвета: красный, желтый, зелёный и синий, применение которых унифицировано и не допускается там, где это не требуется по условиям безопасности. Сигнальные цвета рекомендовано сочетания с контрастными белым и черным цветами: например, опасные

детали машин окрашивают в черный цвет с желтыми полосами, внутренние поверхности опасных зон – в красный цвет, кнопки управления «пуск» – в зеленый цвет, кнопки остановки «стоп» - в красный цвет.

Красный цвет применяется для запрещающих надписей и знаков, поверхностей конструкций, элементов производственного оборудования, которые могут служить источниками опасности, обозначения отключающих устройств, внутренних поверхностей открывающихся кожухов и корпусов, ограждающих движущие элементы механизмов машин и их крышек, корпусов масляных выключателей, находящихся в рабочем состоянии под напряжением, обозначения захватных устройств промышленных установок и промышленных роботов.

Жёлтый цвет применяется для окраски элементов оборудования, неосторожное обращение с которыми представляет возможную опасность: движущиеся части и узлы оборудования, выступы, ступени, ограждения, элементы заводского транспорта, погрузчики и их элементы, границы опасных зон, емкости и технологическое оборудование с опасными или вредными веществами.

Зеленый цвет сообщает о нормальной работе оборудования и безопасных условиях труда и используется для обозначения безопасных зон и сигнальных ламп, извещающих о нормальном режиме работы.

Синий цвет предписывает соблюдение обязательных действий для обеспечения безопасности. Он применяется для индикаторов указательного или разрешающего действия.

Эстетические требования должны соответствовать **эргономическим требованиям** и дополнять их. Эргономические требования включают требования, обеспечивающие удобство и оперативность деятельности оператора при подготовке оборудования к работе, его техническом обслуживании и ремонте, а также аварийных ситуациях.

Рабочее место оператора – это место человека в системе «человек-машина», оснащенное средствами отображения информации, органами управления и вспомогательным оборудованием, на котором осуществляется его рабочая деятельность. Рабочее место может быть **индивидуальным и коллективным**.

Рабочее место должно обеспечивать возможность удобного выполнения работ сидя или стоя или в положениях и сидя, и стоя.

Рабочее место должно удовлетворять следующим **требованиям**:

- обеспечивать возможность удобного выполнения работ;
- учитывать физическую тяжесть работ;
- учитывать размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего;
- учитывать технологические особенности процесса выполнения работ.

Рабочая зона – это зона, оснащенная необходимыми средствами, в которой совершается трудовая деятельность исполнителя. Рабочей зоной

является пространство с местами **постоянного** или **временного** пребывания работников.

В рабочей зоне необходимо учитывать:

- **микроклимат производственной среды** (с помощью средств теплоизоляции и экранирования);
- **физические факторы** (движущиеся машины и механизмы, подвижные части машин, оборудования, острые кромки, шероховатость поверхностей, расположение рабочего места от уровня земли, шум, вибрация, ультра- и инфразвук, ток, температура поверхностей и материалов);
- **химические факторы;**
- **биологические факторы;**
- **психофизиологические факторы** (физические нагрузки и нервно-психические перегрузки).

При выборе положения работника необходимо учитывать:

- физическую тяжесть работ;
- размеры рабочей зоны и необходимость перемещения в ней работника в процессе выполнения работ;
- особенности технологического процесса;
- мероприятия, направленные на снижение утомляемости.

Рабочее место включает **информационное поле** (пространство со средствами отображения информации) и **моторное поле** (пространство с органами управления).

В информационном поле зоны зрительного наблюдения различают **три зоны**:

- зона часто используемых средств отображения информации, требующих точного и быстрого считывания показаний Зона А ($\pm 15^\circ$) от нормальной линии;
- зона часто используемых средств отображения информации, требующих менее точного и быстрого считывания Б ($\pm 30^\circ$);
- зона редко используемых средств отображения информации В ($\pm 60^\circ$).
- В моторном поле различают **три зоны**:
- зона оптимальной досягаемости – очень часто используемые органы управления и наиболее важные;
- зона легкой досягаемости – часто используемые органы управления;
- зона досягаемости – редко используемые органы управления.

При размещении **органов управления** учитываются следующие эргономические требования:

- Органы управления должны располагаться в зоне досягаемости моторного поля.
- Наиболее важные и часто используемые органы управления должны быть расположены в зоне легкой досягаемости моторного поля.
- Органы управления, связанные с определенной последовательностью действий разработчика, должны группироваться таким образом, чтобы действия осуществлялись слева направо и сверху вниз.

- Расположение органов управления должно обеспечивать равномерные нагрузки обеих рук оператора.

Потребности защиты окружающей среды способствуют разработкам машин и элементов оборудования, которые минимизируют вредное воздействие, сокращают транспортные и производственные расходы. Чем более эффективными и менее энергоемкими являются машины и производственные процессы, тем больше предприятия конкурентоспособны.

От светодиодных светильников и энергосберегающих промышленных вентиляторов до ветряных турбин и экологически чистых конструкций – диапазон предлагаемых решений достаточно широк. Энергосберегающие сервоприводы и серводвигатели обеспечивают высокую скорость работы станка при низком потреблении энергии. Использование пластмасс и композитных материалов при проектировании корпусов и элементов оборудования позволяет более свободно проектировать машины с меньшими ограничениями, сокращая вес оборудования и время его производства. Корпуса из композитных материалов, в свою очередь, позволяют снизить уровень шума и объем запыленности. Экологические требования к оборудованию становятся строже из-за более строгих экологических правил.

4. Основы взаимозаменяемости и технические измерения

Машины, приборы, а также различные устройства собирают из деталей и узлов путем их соединения. При этом их взаимное положение фиксируют с помощью разнообразных связей: механических, молекулярно-механических, гидравлических. **Механические** связи реализуют в конструкциях с использованием дополнительных деталей (соединительных элементов), а также за счет сил сцепления (трения) по поверхностям сопряжения или контакта. **Молекулярно-механические** связи между деталями формируют сваркой, пайкой, клеем. **Гидравлические** связи образуются с помощью воды, смазочных материалов.

Сопрягаемые части деталей вместе со связями образуют соединения, название которых определяется, как правило, видом связи или соединительного элемента (например, соединения болтовые, сварные, клеевые и т. д.). **Неразъемными** называют соединения, которые невозможно разобрать без нарушения или повреждения деталей. К ним относятся заклёпочные, сварные, клеевые соединения, соединения, полученные пайкой, а также условно посадки с натягом. Соединения деталей машин и механизмов, допускающие многократную разборку и сборку без повреждения соединяемых деталей и соединительных элементов называются **разъемными**. К разъемным соединениям относятся резьбовые, шпоночные, шлицевые, профильные, штифтовые, замковые и защелкивающиеся соединения. Разъемные соединения, в свою очередь, делятся на подвижные и неподвижные. С помощью подвижных соединений можно обеспечить определенное перемещение одних деталей относительно других. К ним относятся различные опоры и направляющие. Неподвижные соединения

обеспечивают фиксированное положение одних деталей по отношению к другим.

Выбор типа соединения зависит от предъявляемых к нему требований: конструктивных, технологических и экономических.

При креплении деталей с помощью **заклепочных соединений** в совмещенные отверстия соединяемых элементов вставляют металлические или пластмассовые стержни – заклепки, а затем их расклепывают. Заклепка – цилиндрический стержень, снабженный в одном конце головкой.

Основной задачей при конструировании заклепочного соединения является правильный выбор его размеров при заданной толщине склепываемых деталей: диаметра заклепок, шага между ними, минимального расстояния от центра заклепки до свободного края детали, расстояния между заклепочными швами.

Заклепки по конструктивно-технологическим признакам можно разделить на две группы: 1) заклепки, для постановки которых необходим подход к конструкции с двух сторон – со стороны закладной и замыкающей головок; 2) заклепки, для постановки которых достаточно обеспечить подход к конструкции с одной стороны – со стороны закладной головки.

Заклепки могут иметь различные закладные головки. Форма головки может быть: полукруглой, потайной, полупотайной и плоской.

Сварные соединения - соединение деталей из различных материалов (конструкционных сталей, чугуна, алюминиевых сплавов, цветных металлов, пластмасс), а также изготовление деталей путем местного нагрева их до расплавленного или пластичного состояния. Сварное соединение может быть выполнено двумя способами: сваркой плавлением и давлением. Типы сварных соединений: стыковое (с обработкой или без обработкой кромок); нахлесточное угловыми швами; тавровое. Условные изображения и обозначения на чертежах швов сварных соединений устанавливает ГОСТ 2.312–72 «Условные изображения и обозначения швов сварных соединений».

При соединении **пайкой** в отличие от сварки место спайки нагревается лишь до температуры плавления припоя, которая намного ниже температуры плавления материала соединяемых деталей. Соединение деталей получается благодаря заполнению зазора между ними расплавленным **припоем**.

Клеевые соединения используются для сборки изделий, состоящих из полимерных и металлических деталей, которые не могут быть сварены друг с другом. Швы неразъемных соединений, получаемые пайкой и склеиванием, условно изображают по ГОСТ 2.313-82 «условные обозначения изображений неразъемных соединений».

Соединения деталей с **натягом** условно относят к неразъемным соединениям, хотя, особенно при закалённых поверхностях, они допускают разборку и новую сборку деталей. Соединения с натягом осуществляются подбором соответствующих посадок, в которых натяг создаётся необходимой разностью посадочных размеров насаживаемых одна на другую деталей. Для

этого используют: механическое сопряжение; тепловые посадки; охлаждение охватываемой детали.

Резьбовыми называют соединения составных частей изделия с применением деталей, имеющих резьбу. Они наиболее распространены в приборо- и машиностроении. Резьбовые соединения бывают двух типов:

- соединения с помощью специальных резьбовых крепежных деталей (болтов, винтов, шпилек, гаек);
- соединения свинчиванием соединяемых деталей, т.е. резьбы, нанесенной непосредственно на соединяемые детали.

По назначению резьбы разделяют на крепежные, крепежно-уплотнительные и ходовые. Крепежные резьбы применяют для соединения деталей, а ходовые – в передаточных механизмах. Основными крепежными деталями резьбовых соединений являются болты, винты, шпильки, гайки, шайбы и стопорные устройства, предохраняющие гайки от самоотвинчивания.

Болтовое соединение используется для скрепления деталей небольшой толщины. При обрыве резьбы легко заменяется. **Фундаментные болты** - специальные крепёжные элементы, изготовленные в виде стержня с резьбой, служат в основном для крепления различного оборудования и строительных конструкций.

Винты – цилиндрические стрежни с головкой на одном конце и резьбой – на другом, головки винтов могут иметь различную форму (цилиндрическую, полукруглую и др.). **Установочные винты** применяют для фиксации положения деталей и предотвращения их сдвига.

Соединения при помощи **шпилек** применяют в тех случаях, когда в одной из соединяемых деталей нельзя выполнить сквозное отверстие и материал этой детали не обладает высокими прочностными свойствами (пластмасса, алюминиевые, магниевые сплавы).

Гайки служат для соединения скрепляемых с помощью болта или шпильки деталей. Как и головки винтов, гайки могут иметь разнообразную форму. **Шайбы** предназначены для увеличения опорной поверхности и предохранение деталей от задиоров.

Для передачи вращения **от вала к ступице** зубчатого колеса, шкива, звездочки и других соосных деталей широко используют различные соединения **зацеплением**. В соединениях зацеплением (шпоночных, шлицевых и др.) передача нагрузки осуществляется за счет силового замыкания деталей через шпонки, зубья и другие подобные детали.

Шпоночные соединения служат для закрепления на валу (или оси) вращающихся деталей (зубчатых колес, шкивов, муфт и т. п.), а также для передачи вращающего момента от вала к ступице детали или, наоборот, от ступицы к валу. Шпоночные соединения осуществляют с помощью вспомогательных деталей – шпонок, устанавливаемых в пазах между валом и ступицей. В зависимости от назначения шпоночного соединения существуют шпонки разной формы: призматические, сегментные, клиновые и др.

Шлицевые соединения используют для соединения валов и колёс за счёт выступов на валу и в падинах в отверстии колеса. Шлицевые соединения служат для передачи вращающего момента между валами и установленными на них деталями. Наибольшее распространение получили прямобочные шлицевые соединения, выполненные с четным числом шлицев. Эвольвентное шлицевое соединение отличается от прямобочного повышенной точностью центрирования и прочностью. Соединение с треугольными шлицами применяют для неподвижных соединений при небольших нагрузках и тонкостенных конструкциях.

Профильным называется разъемное соединение, у которого ступица насаживается на фасонную поверхность вала. В профильных соединениях детали скрепляются между собой посредством взаимного контакта по некруглой поверхности. Часто такие соединения используются для крепления рычагов. Профильные соединения могут иметь самую разную форму - скоса, прямоугольника, эллипса и т.п.

Штифтовые соединения служат для соединения осей и валов с установленными на них деталями при передаче небольших вращающихся моментов. Штифты применяют для точного взаимного фиксирования деталей и для соединения деталей, передающих небольшие нагрузки. В зависимости от назначения штифты делят на установочные и крепежные. По конструкции рабочей части штифты выполняют гладкими и просечными. По форме различают цилиндрические и конические штифты.

Принцип действия **замкового** соединения заключается в том, что выступающий элемент одной из детали на короткое время отклоняется в процессе сборки, после чего возвращается в исходное положение за счет упругой релаксации. Использование замковых соединений увеличивает скорость сборки, является экономически выгодным, поскольку необходимые знаки отливаются прямо с деталью (что устраняет необходимость использования крепежных элементов). Типы замковых соединений:

- с помощью крючков;
- с помощью кольцевых выступов и впадин (используются для сборки изделий цилиндрической формы);
- с помощью шаровой пяты и сферического углубления;
- поворотные замковые соединения.

Замковые соединения могут быть **разъемными и неразъемными**.

Соединения на петлях применяют для навески дверей, крепления откидных крышек столов в мебельных изделиях. Петли могут быть разъемными и неразъемными, правого и левого исполнения. Для установки ящиков, полок, раздвижных дверей используют направляющие. Они бывают роликовые и телескопические, в виде планок и ползков.

Параметры разрабатываемых объектов подразделяются на входные, внутренние и выходные. Входные (внешние) параметры отражают внешние требования к объекту, их величины или характер изменения с той или иной точностью известны. Часть этих параметров, существенно влияющих на

состояние и характеристики объекта, называют управляющими. Внутренние параметры характеризуют состояние и свойства самого объекта. Часть входных параметров и рассчитанных внутренних параметров объекта может использоваться в качестве исходных данных для другого, взаимосвязанного, объекта или его модели. Такие параметры называются выходными параметрами для рассмотренного объекта и входными - для вновь рассматриваемого.

В зависимости от того, что характеризуют параметры - реальный объект или его модель, параметры подразделяют на нормированные и действительные. Нормированный параметр (или более правильно - нормированное значение параметра) - это теоретическое значение, которое характеризует признаки модели. Выражается предельными допустимыми значениями параметра. Изделие, параметры которого будут находиться внутри интервала, образованного этими предельно-допустимыми значениями, считается работоспособным и может использоваться по назначению. Действительный параметр (или более правильно - действительное значение параметра) характеризует признаки конкретного реального изделия. Его определяют путем испытаний или измерительного эксперимента с точностью, достаточной для контроля этого параметра. Обычно каждое замеренное действительное значение уникально, т.к. его величина зависит от внешних условий, условий изготовления, способа и точности измерения и многих других факторов. Поэтому действительное значение параметра задают диапазоном.

Требования к точности размеров можно нормировать несколькими способами. Можно указать два предельных размера, между которыми должны находиться размеры годных деталей; можно дать номинальный размер и два отклонения от него (верхнее и нижнее), а можно дать значение номинального размера, основные отклонения от него (верхнее или нижнее, ближайшее к номинальному размеру) и допуск на размер (тогда второе отклонение получается добавлением величины допуска к основному отклонению).

Для всех размеров, нанесенных на рабочих чертежах, указывают предельные отклонения в соответствии с ГОСТ 2.307-2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений». Предельные отклонения размеров следует указывать непосредственно после номинальных размеров. Предельные отклонения линейных и угловых размеров относительно низкой точности допускается не указывать непосредственно после номинальных размеров, а оговаривать общей записью в технических требованиях чертежа при условии, что эта запись однозначно определяет значения и знаки предельных отклонений. Угловые размеры и предельные отклонения угловых размеров указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения. Предельные отклонения линейных размеров указывают на чертежах условными обозначениями полей допусков или условными обозначениями полей допусков с указанием справа в скобках их числовых

значений. При записи предельных отклонений числовыми значениями верхние отклонения помещают над нижними. Предельные отклонения, равные нулю, не указывают. Когда необходимо указать только один предельный размер (второй ограничен в сторону увеличения или уменьшения каким-либо условием), после размерного числа указывают соответственно *max* или *min*. В том случае, когда предельные отклонения (допуски) не указываются индивидуально у соответствующих номинальных размеров, они назначаются в технических документах общей записью согласно ГОСТ 30893.1-2002 «Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками» и ГОСТ 30893.2-2002 «Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Допуски формы и расположения поверхностей, не указанные индивидуально».

В соединении деталей, входящих одна в другую, есть охватывающие и охватываемые поверхности. Вал – термин, применяемый для обозначения наружных (охватываемых) элементов деталей. Отверстие – термин, условно применяемый для обозначения внутренних (охватывающих) элементов деталей. Термины относятся не только к цилиндрическим деталям круглого сечения, но и к элементам деталей другой формы, например ограниченным двумя параллельными плоскостями.

Основной вал – вал, верхнее отклонение которого равно нулю.

Основное отверстие – отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю.

Зазор – разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала. Зазор обеспечивает возможность относительного перемещения собранных деталей.

Натяг – разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размер отверстия. Натяг обеспечивает взаимную неподвижность деталей после их сборки. Наибольший и наименьший зазоры (натяги) – два предельных значения, между которыми должен находиться зазор (натяг). Средний зазор (натяг) есть среднее арифметическое между наибольшим и наименьшим зазором (натягом).

Посадка – характер соединения деталей, определяемый разностью их размеров до сборки. Допуск посадки – сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение.

Посадка с зазором – посадка, при которой всегда обеспечивается зазор в соединении. В посадках с зазором поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала. К посадкам с зазором относятся также посадки, в которых нижняя граница поля допуска отверстия совпадает с верхней границей поля допуска вала.

Посадка с натягом – посадка, при которой всегда обеспечивается натяг в соединении. В посадках с натягом поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала.

Переходной посадкой называется посадка, при которой возможно получение, как зазора, так и натяга в соединении. В такой посадке поля

допусков отверстия и вала полностью или частично перекрывают друг друга. Переходные посадки характеризуются наибольшим значением натяга и зазора.

Численные значения предельных отклонений содержатся в ГОСТ 25347-82 «Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Ряды допусков, основных отклонений и полей посадок для размеров свыше 3150 мм», ГОСТ 25349-88 «Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Поля допусков для изделий из пластмасс» и ГОСТ 25346-89 «Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений».

Квалитет (степень точности) – совокупность допусков, рассматриваемых как соответствующие одному уровню точности для всех номинальных размеров. Для размеров от 1 до 500 мм. Установлено 19 квалитетов. С увеличением квалитета допуск увеличивается.

В зависимости от способа изготовления детали ее поверхность может иметь различную шероховатость – совокупность микронеровностей обработанной поверхности, рассматриваемых на участке заданной длины. Высотными показателями шероховатости являются параметры среднего арифметического отклонения профиля – R_a и высоты неровностей по десяти точкам – R_z . Обозначения шероховатости на чертежах выполняют в соответствии с ГОСТ 2.309-73 «Единая система конструкторской документации. Обозначения шероховатости поверхностей».

ЕСКД предусматривает использование нормальных (то есть предпочтительных) рядов размеров. Нормальные линейные размеры определяются в соответствии с ГОСТ 6636-69 «Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры» и подразделяются на 4 ряда приоритетов. Соответствующим образом определяются нормальные диаметры общего значения в соответствии с ГОСТ 6636-69 и радиусы скруглений в соответствии с ГОСТ 10948-64 «Радиусы закруглений и фаски». Рекомендуются применять размеры диаметров, оканчивающиеся в первую очередь на 0, во вторую - на 5, в третью – на 2 и 8. При выборе радиусов скруглений первый ряд следует предпочитать второму.

5. Обзор существующих САПР и их возможности

Система автоматизированного проектирования (САПР) – сложный комплекс средств, предназначенный для автоматизации проектирования. Широкое распространение получили аббревиатуры CAD (Computer Aided Design - проектирование с применением компьютера) и CAD-system (система для проектирования с помощью компьютера).

Основное преимущество использования инженерного автоматизированного моделирования заключается в том, что оно значительно сокращает время проектирования и затраты на физические прототипы, одновременно помогая создавать лучшие продукты, позволяя одновременно

проверять и тестировать различные варианты дизайна. Таким образом, легче прогнозировать и достигать энергоэффективности, производительности и долговечности. Кроме того, цифровые решения собирают полезные данные и помогают более глубоко понять факторы и причины поломок оборудования.

“AutoCAD” - это самая распространенная CAD-система, разрабатываемая и поставляемая компанией “Autodesk”. Система “AutoCAD” включает средства проектирования, моделирования и визуализации пространственных конструкций, доступа к внешним базам данных, интеллектуальные средства нанесения размеров на чертежи, работы с файлами самых разнообразных форматов. “AutoCAD” является платформенной САПР, т.е. эта система не имеет четкой ориентации на определенную проектную область, в ней можно выполнять различные типы работ. Кроме того, “Autodesk” разрабатывает вертикальные версии “AutoCAD” – “AutoCAD Mechanical”, “AutoCAD Electrical” и другие, которые предназначены для специалистов соответствующей области. В базовый комплект продукта “AutoCAD” включены три программы на “AutoLISP”, которые помогают скомпоновать в пространстве листа чертеж трехмерной модели - SOLVIEW, SOLDRAW, SOLPROF.

В качестве примера альтернативы “AutoCAD” можно привести программное обеспечение “Bricscad” от компании “Bricsys”. “Bricscad” поддерживает формат DWG и имеет целый ряд отличий, включая инструменты прямого вариационного моделирования, поддержку BIM-технологий.

“Autodesk Inventor” компании “Autodesk” – комплекс для трехмерного проектирования промышленных изделий и выпуска документации. “Autodesk Inventor” имеет широкие возможности настройки и адаптации и может быть интегрирован с PLM-системой “Autodesk Vault” и схожими системами других разработчиков. К достоинствам этого программного обеспечения можно отнести инструменты трехмерного моделирования, обширные библиотеки стандартных и часто используемых элементов, возможность проектирования типовых узлов и конструкций (болтовые соединения, зубчатые и ременные передачи, проектирование валов и колес и т.п.). “Autodesk Inventor” поддерживает импорт геометрии из других САПР с сохранением ассоциативной связи и может интегрироваться с программами “Autodesk” – “AutoCAD”, “3ds Max”, “Alias”, “Revit”, “Navisworks” и др.

“SolidWorks” компании “Dassault Systemes” – это трехмерный программный комплекс для автоматизации конструкторских работ промышленного предприятия. Данный продукт отличает продуманный интерфейс пользователя, наличие надстроек для решения узкоспециализированных задач, ориентация как на конструкторскую, так и на технологическую подготовку производства. Также имеются библиотеки стандартных элементов, возможности распознавания и параметризация импортированной геометрии и интеграции с системой “SolidWorks PDM”.

“SolidEdge” компании “Siemens PLM Software” - система трехмерного моделирования машиностроительных изделий – представляет собой комбинацию технологий параметрического моделирования на основе конструктивных элементов и дерева построения с технологией прямого моделирования в рамках одной модели. В данном программном обеспечении возможна поддержка ЕСКД при оформлении документации и расширены возможности проектирование литых деталей и оснастки для их изготовления.

«Компас-3D» компании «Аскон» – это система параметрического моделирования деталей и сборок, используемая в различных областях машиностроения и приборостроения. «КОМПАС-3D» для машиностроения полностью поддерживает нормы ГОСТов ЕСКД при проектировании и оформлении документации, имеет возможность интеграции с системой автоматизированного проектирования технологических процессов «ВЕРТИКАЛЬ» и другими системами единого комплекса. Программа предназначена для создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Все основные компоненты легки в освоении, имеют русскоязычные интерфейс, справочную систему и библиотеки стандартных изделий.

С помощью учебной версии «КОМПАС-3D» можно выполнять расчетно-графические работы, курсовые и дипломные проекты. Она имеет простой и компактный интерфейс. Актуальная версия: v18.1

“T-FLEX” компании «Топ Системы» - САПР обладает дополнительными средствами моделирования, позволяющими параметризовать детали и сборки, может быть интегрирована с другими программами комплекса “T-FLEX” PLM, а также дополнена инструментами расчета и оптимизации конструкций.

В последнее время активно начали развиваться “облачные“ САПР, которые работают в виртуальной вычислительной среде, а не на локальном компьютере. Доступ к этим САПР осуществляется либо через специальное приложение, либо через обычный браузер. Многие производители САПР начали предлагать облачную версию своего программного обеспечения, признавая тот факт, что способ совместной работы проектных групп меняется. Эксперты по всему миру говорят о переходе инженеров-проектировщиков от локального, машинно-зависимого программного обеспечения к облачным решениям. Это масштабное изменение обусловлено гибкостью, вариантами совместной работы, простотой использования и массовым снижением затрат, которое стало возможным благодаря облаку.

САПР компании “Autodesk” “Fusion 360” ориентирована на решение широкого круга задач, начиная от простого моделирования и заканчивая проведением сложных расчетов. Программа позволяет работать в онлайн и оффлайн режимах (при наличии и отсутствии постоянного подключения к сети Интернет) и имеет возможности прямого вывода моделей на 3D-печать.

“Onshape” компании “Onshape” – это полностью “облачная” САПР: доступ к программе возможен через браузер или мобильные приложения только в режиме онлайн. Она обладает полным набором функций для моделирования изделий машиностроения и направлена на машиностроительное проектирование.

б. Основные принципы и стадии конструирования

Процесс создания машины – это сложный многоступенчатый процесс, включающий следующие основные этапы:

- обоснование необходимости создания объекта, изделия, комплекса;
- научно-технические исследования;
- разработка конструкторского проекта;
- изготовление, испытания и доводка опытных образцов.

Государственным стандартом ГОСТ 2.103-2013 «Единая система конструкторской документации. Стадии разработки» предусмотрены следующие стадии разработки конструкторской документации: техническое задание (ТЗ), техническое предложение (ТП), эскизный проект (ЭП), технический проект (ТП-Т) и рабочий проект (РП).

Исходные требования для разработки проекта составляют заказчики согласно ГОСТ 15.016-2016 «Система разработки и постановки продукции на производство. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению». Заказчик разрабатывает и предъявляет разработчику заявку, содержащую цель и назначение продукции, ориентировочную потребность, сроки проектирования. Исходные требования заказчика выполняют в виде приложения к заявке. Они содержат назначение и область применения, параметры и характеристику, условия эксплуатации, технологические и другие требования, ориентировочный расчет себестоимости и розничной цены. Техническое задание должно состоять из пяти основных разделов. В зависимости от вида, назначения, условий производства и эксплуатации оборудования допускается вводить новые разделы. Техническое задание на дизайн-проект опирается на аналогичный документ, составляемый для инженерно-конструкторской разработки.

Техническое предложение (ТП) согласно ГОСТ 2.118-2013 «Единая система конструкторской документации. Техническое предложение» является первоначальной стадией разработки конструкторской документации (далее – КД), оно разрабатывается в соответствии с ТЗ с целью технического и технико-экономического обоснования целесообразности разработки КД изделия, на основании анализа различных вариантов возможных решений изделий, сравнительной оценки решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого и существующих изделий.

В соответствии с ГОСТ 2.119-2013 «Единая система конструкторской документации. Эскизный проект» (ЭП) является стадией разработки КД, он разрабатывается в соответствии с ТЗ с целью установления принципиальных

конструктивных решений, дающих общее представление об устройстве, принципах работы и габаритных размерах разрабатываемого изделия.

Технический проект (ТП) согласно ГОСТ 2.120-2013 «Технический проект» представляет собой совокупность художественно-конструкторских документов, которые должны содержать техническое и технико-экономическое обоснование целесообразности разработки документации изделия на основании анализа технического задания и различных вариантов возможных решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого и существующих изделий. Технический проект после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки рабочей конструкторской документации, предназначенной для изготовления и испытания опытного образца.

Рабочая конструкторская документация (РКД) включает все сборочные чертежи изделия и их полную детализацию, спецификации по каждому сборочному чертежу, комплексу и пояснительную записку.

Дизайн-концепция – единый, определяющий замысел, главная идея разработки, представляется в виде графических материалов, схем, текстов.

Художественно-конструкторское решение включает в себя композиционные проектные решения (форму, состав и взаимное расположение основных формообразующих элементов), графические, колористические и фактурные проектные решения, в которых описаны эстетические и эргономические особенности изделия, определяющие его внешний вид. К художественно-конструкторским документам относятся:

- карта цветофактурного решения - варианты цветового и фактурного решений изделия и нормированные требования к материалам, цвету, блеску, фактуре, текстуре его видимых (наружных и внутренних) элементов;
- оригинал графических элементов - точное воспроизведение графических элементов изделия и сопроводительной документации на изделие. К графическим элементам могут быть отнесены фирменные знаки, эмблемы и т.д.;
- художественно-конструкторский общий вид - внешний вид изделия, его общая композиция, геометрия и цветофактурные решения отдельных элементов;
- эргономическая схема - связи элементов и параметры системы человек-изделие-среда;
- макет - изделие, воспроизводящее разрабатываемое изделие или его составные части в объеме;
- модель - изделие, воспроизводящее разрабатываемое изделие полностью в другом масштабе для иллюстрации внешнего вида изделия и взаимосвязи его составных частей на стадиях его разработки.

Изделием называется любой предмет производства (или набор предметов), подлежащих изготовлению на предприятии. Изделия, в зависимости от их назначения, делят на изделия основного производства (предназначенные для поставки (реализации) и вспомогательного

(предназначенные только для собственных нужд предприятия). Установлены следующие виды изделий:

- детали;
- сборочные единицы;
- комплексы;
- комплекты.

Деталь - изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марки материала без применения сборочных операций. К деталям можно отнести: валик из одного куска материала, литой корпус; пластину из металлического листа; печатную плату и т.д. Деталь может быть изготовлена с применением местных сварки, пайки, склеивания, сшивания и т.д. (трубка паянная или сваренная из одного куска листового материала, коробка склеенная из одного куска картона) и иметь защитное или декоративное покрытие.

Кинематическое звено - это деталь или несколько деталей связанных в работе между собой неподвижно или взаимно неподвижно. Выполнение звеньев из нескольких соединенных между собой деталей обеспечивает возможность:

- изготовления деталей из разных материалов;
- удобной замены быстроизнашивающихся деталей;
- сборки и облегчения сборки машины;
- облегчения изготовления деталей ввиду упрощения их формы и уменьшения размеров;
- большей нормализации, стандартизации и централизованного изготовления деталей.

Кинематическая пара - это соединение двух звеньев обеспечивающее их относительную подвижность (рычаг - стойка, толкатель - направляющая, шуп - направляющая). По характеру движения кинематические пары делятся на:

- вращательные;
- поступательные.

По характеру соприкосновения звеньев кинематические пары делятся:

- низшие (соприкосновение звеньев происходит по поверхности);
- высшие (соприкосновение звеньев происходит по линии или точке).

Сборочная единица - изделие, составные части которого подлежат соединению между собой сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой и т.д.). Часто используют понятие сборочного узла, занимающего промежуточное положение между деталью и сборочной единицей. Если сборочная единица выступает как конечный вид продукции какого-то производства, то сборочный узел является условной частью изделия, временно формируемой в процессе его сборки (например, дверь автомобиля, если в дальнейшем она поступает на завершающую сборку изделия).

Комплекс - два или более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии - изготовителе сборочными операциями, но предназначенные

для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций (автоматическая телефонная станция, бурильная установка; корабль и т.п.).

Комплект - два или более изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих собой набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера (комплект запасных частей, комплект инструмента и принадлежностей, комплект измерительной аппаратуры, комплект упаковочной тары и т.д.).

3. Рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Конструирование оборудования и машин»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Определение посадки в сопрягаемых соединениях в зависимости от назначения соединения

Цель работы: Ознакомление с понятиями отклонений размеров, допусков и посадок.

Общие сведения:

Сопряжение деталей. Система отверстия и система вала. Охватываемая поверхность. Охватываемая поверхность. Посадка с зазором. Посадка с натягом. Переходная посадка. Системы допусков и посадок для гладких деталей и соединений.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (сборочного чертежа соединения).
2. Определение способа посадки в зависимости от назначения соединения.
3. Назначение отклонений размеров в соответствии с нормативной документацией.
4. Назначение допусков посадки в соответствии с нормативной документацией.

Справочная литература:

1. ГОСТ 2.307-2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений»
2. ГОСТ 25346-89 «Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений»
3. ГОСТ 25347-82 «Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Ряды допусков, основных отклонений и полей посадок для размеров свыше 3150 мм»
4. ГОСТ 25349-88 «Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Поля допусков для изделий из пластмасс»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Выбор способа обработки и шероховатости поверхности детали в зависимости от ее назначения

Цель работы: Определение способа обработки детали и назначение параметров шероховатости поверхности.

Общие сведения:

Внешний вид поверхности. Способ обработки детали. Высотные и шаговые параметры шероховатости поверхности. R_a , R_z . Обозначение шероховатости. Шероховатость поверхности, образованной удалением/без удаления слоя материала.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (чертежа детали).
2. Определения способов обработки детали и получения поверхности.

3. Назначение параметров шероховатости отдельных поверхностей детали.
4. Нанесение шероховатости на чертеже.

Справочная литература:

1. ГОСТ 25142-82 «Шероховатость поверхности. Термины и определения (с Изменениями N 1,2,3)»
2. ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики (с Изменениями N 1,2,3)»
3. ГОСТ 2.309.73 «Обозначения шероховатости поверхностей (с Изменениями N 1,2,3)»
4. ГОСТ 31.0101.01-89 «Детали управления. Маховички, рукоятки вращающиеся, ручки, кнопки. Общие технические условия»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Основы проектирования в САПР Компас-3D

Цель работы: Ознакомление с интерфейсом системы Компас-3D.

Общие сведения:

Строка меню. Панель управления. Окно документа. Строка сообщений. Строка текущего состояния. Панель инструментов. Панели расширенных команд. Панель специального управления. Дерево построения. Управление окном дерева построения.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (чертежа детали).
2. Создание чертежа и фрагмента.
3. Настройка масштаба и формата листа.
4. Заполнение основной надписи чертежа.

Справочная литература:

1. Азбука Компас-3D [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://kompas.ru/source/info_materials/2018/Azbuka_KOMPAS-3D.pdf
2. Работа с API Компас-3D. Урок 1. Основы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/ascon/blog/328088/>
3. Работа с API Компас-3D. Урок 2. Оформление чертежа [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/ascon/blog/330588/>
4. Работа с API Компас-3D. Урок 4. Основная надпись [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/ascon/blog/337288/>
5. ГОСТ 2.104-2013 «Основные надписи»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Построение примитивов в САПР Компас-3D

Цель работы: Создание плоских графических примитивов в Компас-3D.

Общие сведения:

Точка, прямая, отрезок, дуга, прямоугольник, полилиния, окружность, эллипс. Стили линий. Способы редактирования примитивов. Управление

масштабом отображения детали. Сдвиг изображения. Управление ориентацией изображения. Управление режимом отображения изображения.

Порядок выполнения работы:

1. Создание плоского контура детали по выданному чертежу с соблюдением размеров.
2. Замыкание контура изображения.
3. Редактирование полилинии.
4. Параметризация размеров.

Справочная литература:

1. Азбука Компас-3D [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://kompas.ru/source/info_materials/2018/Azbuka_KOMPAS-3D.pdf
2. Работа с API Компас-3D. Урок 5. Графические примитивы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/ascon/blog/342030/>
3. Работа с API Компас-3D. Урок 6. Построение окружности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/ascon/blog/342032/>
4. ГОСТ 2.109-73 «Основные требования к чертежам»
5. ГОСТ 2.307-2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Построение деталей САПР Компас-3D методом выдавливания

Цель работы: Создание объемной детали в Компас-3D операциями выдавливания.

Общие сведения:

Плоскости проекций и начало координат. Привязки. Выравнивание. Ввод данных в поля строки параметров объектов. Вспомогательные построения. Изменение свойств элементов. Бобышка.

Порядок выполнения работы:

1. Создание плоского основания детали по выданному чертежу.
2. Параметризация эскиза.
3. Применение операции выдавливания.
4. Скругление ребер.

Справочная литература:

1. Азбука Компас-3D [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://kompas.ru/source/info_materials/2018/Azbuka_KOMPAS-3D.pdf
2. ГОСТ 18511-73 «Крышки торцовые глухие. Конструкция и размеры (с Изменениями N 1, 2)»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

Построение деталей САПР Компас-3D методом вырезания выдавливанием

Цель работы: Создание объемной детали в Компас-3D операциями вырезания выдавливанием.

Общие сведения:

Плоскости проекций и начало координат. Привязки. Выравнивание. Ввод данных в поля строки параметров объектов. Вспомогательные построения. Изменение свойств элементов. Канавка. Отверстие с зенковкой/резьбой.

Порядок выполнения работы:

1. Добавление объемных элементов к созданной на лабораторной работе №5 детали.
2. Вырезание отверстий выдавливанием.
3. Вырезание зенковок выдавливанием.
4. Вырезание выдавливанием резьб.

Справочная литература:

1. Азбука Компас-3D [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://kompas.ru/source/info_materials/2018/Azbuka_KOMPAS-3D.pdf
2. ГОСТ 18511-73 «Крышки торцовые глухие. Конструкция и размеры (с Изменениями N 1, 2)»
3. ГОСТ 19257-73 «Отверстия под нарезание метрической резьбы. Диаметры»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

Построение тел вращения в САПР Компас-3D

Цель работы: Создание объемной детали в Компас-3D операцией вращения.

Общие сведения:

Плоскости проекций и начало координат. Элемент вращения. Вспомогательные построения. Смещенная плоскость. Вращение. Вырезание вращением. Фаска. Изменение свойств элементов. Настройка детали.

Порядок выполнения работы:

1. Создание плоского профиля детали по выданному чертежу.
2. Параметризация эскиза.
3. Создание тела вращения.
4. Добавление фасок.
5. Редактирование детали.

Справочная литература:

1. Азбука Компас-3D [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://kompas.ru/source/info_materials/2018/Azbuka_KOMPAS-3D.pdf
2. ГОСТ 8924-69 «Рукоятки с шаровой ручкой. Конструкция (с Изменениями N 1, 2)»
3. ГОСТ 3055-69 «Рукоятки с шаровой головкой. Конструкция (с Изменениями N 1, 2)»
4. ГОСТ 8923-69 «Рукоятки цилиндрические. Конструкция (с изменениями n 1, 2)»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

Ознакомление с интерфейсом и простейшими расчетами в системе MathCAD

Цель работы: Ознакомление с интерфейсом системы MathCAD.

Общие сведения:

Рабочая область. Панель быстрого доступа. Лента. Операторы и символы. Единицы измерения. Матрицы/таблицы. Графики. Форматирование формул. Встроенные функции.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (расчета массово-центровочных характеристик изделия).
2. Форматирование формул.
3. Настройка единиц.
4. Выполнение расчета.

Справочная литература:

1. Макаров, Е. Инженерные расчеты в MathCAD15: Учебный курс./ Е. Макаров СПб.: Питер, 2011.- 400 с.
2. Решение уравнений в MathCad – использование функций [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://archicad-autocad.com/sapr/mathcad/uroki-mathcad/1432-reshenie-uravnenij-v-mathcad-ispolzovanie-funktsij>

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

Простейшие расчеты в MathCAD. Ознакомление с синтаксисом, построение формул, матриц. Расчеты с применением матриц

Цель работы: Выполнение расчетов с применением матриц в системе MathCAD.

Общие сведения:

Операторы с векторами/матрицами. Добавление и вычитание. Массивы. Определитель.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (чертежа кожуха вентилятора электродвигателя).
2. Создание матричной таблицы.
3. Заполнение таблицы для массива.
4. Подключение таблицы к файлу детали, построенной на лабораторной работе №6 в Компас-3D.

Справочная литература:

1. Макаров, Е. Инженерные расчеты в MathCAD15: Учебный курс./ Е. Макаров СПб.: Питер, 2011.- 400 с.
2. Векторы и матрицы в MathCad – использование функций [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://archicad-autocad.com/sapr/mathcad/uroki-mathcad/1429-vektory-i-matritsy-v-mathsad>

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

Выбор способа крепления электродвигателя в зависимости от вида проектируемого оборудования

Цель работы: Ознакомление с устройством машины электрической вращающейся и способами ее монтажа к оборудованию.

Общие сведения:

Электропривод. Преобразователь электрической энергии. Электродвигатель. Конструктивные исполнения электрических машин. Вал электрический. Фланцевое крепление. Крепление на лапах. Крепление при помощи подшипникового щита. Станина. Опорная плита. Установочные размеры. Способ монтажа.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (условной схемы машины электрической).
2. Определение типа конструктивного исполнения машины электрической.
3. Выбор способа крепления электродвигателя к оборудованию.
4. Выбор соответствующего условного обозначения способа монтажа.

Справочная литература:

1. ГОСТ Р 50369-92 «Электроприводы. Термины и определения»
2. ГОСТ 2479-79 «Машины электрические вращающиеся. Условные обозначения конструктивных исполнений по способу монтажа (с Изменением N 1)»
3. ГОСТ 18709-73 «Машины электрические вращающиеся средние. Установочно-присоединительные размеры (с Изменениями N 1-6)»
4. ГОСТ 8592-79 «Машины электрические вращающиеся. Допуски на установочные и присоединительные машины и методы контроля»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11

Выбор способа крепления пневмоцилиндра в зависимости от вида проектируемого оборудования

Цель работы: Ознакомление с устройством пневмоцилиндра и способами его монтажа к оборудованию.

Общие сведения:

Пневматический привод. Пневмоцилиндр одностороннего/ двухстороннего действия. Пневмоцилиндр поршневой. Пневмоцилиндр плунжерный. Пневмоцилиндр мембранный. Встроенная конструкция. Шток. Прикрепляемая конструкция. Фланцевое крепление. Крепление на лапах. Шарнирное крепление. Агрегативная конструкция.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (условной схемы пневматического привода).
2. Определение типа конструктивного исполнения пневмоцилиндра.
3. Выбор способа крепления пневмоцилиндра к оборудованию.
4. Выбор соответствующего условного обозначения способа монтажа.

Справочная литература:

1. ГОСТ 18460-91 «Пневмоприводы. Общие технические требования»
2. ГОСТ 15608-81 «Пневмоцилиндры поршневые. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3)»

3. ГОСТ 17752-81 (СТ СЭВ 2455-80) «Гидропривод объемный и пневмопривод. Термины и определения (с Изменениями N 1, 2)»
4. ГОСТ 6540-68 (СТ СЭВ 3936-82) «Гидроцилиндры и пневмоцилиндры. Ряды основных параметров (с Изменениями N 1-4)»
5. Наземцев, А.С. Гидравлические и пневматические системы. Часть 1. Пневматические приводы и средства автоматизации: Учебное пособие./ А.С. Наземцев. М., ФОРУМ, 2004. - 240с .

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12

Выбор способа крепления гидроцилиндра в зависимости от вида проектируемого оборудования

Цель работы: Ознакомление с устройством гидроцилиндра и способами его монтажа к оборудованию.

Общие сведения:

Гидропривод. Гидроцилиндр одностороннего/ двухстороннего действия. Гидроцилиндр поршневой. Гидроцилиндр плунжерный. Гидроцилиндр телескопический. Шток. Крепление на фланце. Крепление на проушине. крепление на цапфах.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (условной схемы гидравлического привода).
2. Определение типа конструктивного исполнения гидроцилиндра.
3. Выбор способа крепления гидроцилиндра к оборудованию.
4. Выбор соответствующего условного обозначения способа монтажа.

Справочная литература:

1. ГОСТ 17752-81 (СТ СЭВ 2455-80) «Гидропривод объемный и пневмопривод. Термины и определения (с Изменениями N 1, 2)»
2. ГОСТ 6540-68 (СТ СЭВ 3936-82) «Гидроцилиндры и пневмоцилиндры. Ряды основных параметров (с Изменениями N 1-4)»
3. ГОСТ 16514-96 «Гидроприводы объемные. Гидроцилиндры. Общие технические требования»
4. ГОСТ 30362.1-96 (ИСО 6022-81) «Гидроприводы объемные. Гидроцилиндры с односторонним штоком на номинальное давление 25 МПа. Присоединительные размеры»
5. Наземцев, А.С. Пневматические и гидравлические приводы и системы. Часть 2. Гидравлические приводы и системы. Основы. Учебное пособие./ А.С. Наземцев, Д.Е. Рыбальченко. М.: ФОРУМ, 2007. - 304 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №13

Построение листовых тел в САПР Компас-3D

Цель работы: Создание листового тела в Компас-3D операциями разгибания/ сгибания и вырезания.

Общие сведения: Листовое моделирование. Листовая деталь. Элементы листового тела. Развертка. Сгиб с расширением/ со смещением. Вырез. Штамповка. Подсечка.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (чертежа детали).
2. Создание листового элемента.
3. Добавление сгибов.
4. Замыкание углов.
5. Создание развертки листовой детали.
6. Выполнение выреза в листовой детали.
7. Выполнение операции штамповки.
8. Выполнение операции подсечки.

Справочная литература:

1. Азбука Компас-3D. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://kompas.ru/source/info_materials/2018/Azbuka_KOMPAS-3D.pdf
2. Работа с API Компас-3D. Корпус из листового материала. Процесс моделирования листовой модели [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/ascon/blog/3351490/>

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №14

Построение сложных тел в САПР Компас-3D

Цель работы: Создание объемной детали с помощью кинематических операций и построения массивов.

Общие сведения:

Смещенная плоскость. Кинематическая операция. Параметры кинематической операции. Кинематическое приклеивание и вырезание. Направляющая. Заданное направление. Параметрический режим. Параметры массива. Зеркальный массив геометрический. Массив по сетке. Удаление отдельных экземпляров массивов. Использование фильтра объектов. Переменные. Создание вспомогательных осей.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (чертежа детали).
2. Создание эскиза основания детали.
3. Построение вспомогательной смещенной плоскости.
4. Построение элемента по заданной траектории.
5. Построение отверстия в заданном направлении.
6. Построение массивов элементов.
7. Копирование элементов по сетке/концентрической сетке.
8. Редактирование детали.

Справочная литература:

1. Азбука Компас-3D [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://kompas.ru/source/info_materials/2018/Azbuka_KOMPAS-3D.pdf
2. Функция «Массив по таблице» в Компас-3D [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://archicad-autocad.com/sapr/kompas3d/uroki-kompas-3d/1254-urok-30-funktsiya-massiv-po-tablitse-v-kompas-3d>

3. ГОСТ 12485-67 «Ручки с винтовым креплением. Конструкция (с Изменениями N 1, 2)»
4. ГОСТ 14741-69 «Рукоятки штурвальные. Конструкция (с изменениями n 1, 2)»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №15

Построение поверхностей в САПР Компас-3D

Цель работы: Создание поверхности по сети точек и поверхностей-заплаток. с преобразованием модели в твердое тело.

Общие сведения:

Слайн. Каракас. Поверхность по сети точек. Поверхность по сети кривых. Линейчатая поверхность. Заплата. Сшивка поверхности. Оболочка. Твердое тело.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (чертежа детали).
2. Создание сплайновой поверхности по сети точек/кривых.
3. Редактирование поверхности (замкнуть/добавить заплатки и линейчатые поверхности).
4. Сшивание всех поверхностей и заплаток.
5. Преобразование оболочки в твердое тело.

Справочная литература:

1. Азбука Компас-3D [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://kompas.ru/source/info_materials/2018/Azbuka_KOMPAS-3D.pdf
2. Работа с API Компас-3D. Корпус сложной формы. Процесс моделирования поверхностной модели [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/ascon/blog/351490/>

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №16

Построение сборок в САПР Компас-3D

Цель работы: Создание модели-сборки и сборочного чертежа.

Общие сведения:

Сборка. Вставка компонента. Размещение компонента. Фиксация компонента. Совпадение. Сопряжение. Соосность. Параллельность. Переменные. Производные размеры. Библиотеки стандартных изделий. Виды. Проекционные связи.

Порядок выполнения работы:

1. Создание сборки.
2. Использование деталей-заготовок.
3. Создание зеркальных деталей.
4. Добавление стандартных изделий из библиотек.
5. Создание сборочного чертежа из документа модели.
6. Подключение документов к спецификации.
7. Обозначение позиций.
8. Заполнение спецификации чертежа.

Справочная литература:

1. Работа с API Компас-3D. Урок 1. Основы [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/ascon/blog/328088/>
2. Азбука Компас-3D [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://kompas.ru/source/info_materials/2018/Azbuka_KOMPAS-3D.pdf
3. ГОСТ 2.102-2013 «Виды и комплектность конструкторских документов»
4. ГОСТ 2.109-73 «Основные требования к чертежам»
5. ГОСТ 2.106-96 «Текстовые документы»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №17

Варианты компоновки основных узлов литьевой машины

Цель работы: Ознакомление с устройством конструктивных узлов литьевой машины.

Общие сведения:

Машина для литья под давлением. Узел пластикации. Узел запирания (смыкания). Станина. Система привода. Система управления.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (условной схемы машины для литья под давлением).
2. Определение типа конструктивного исполнения.
3. Выполнение чертежа общего вида.
4. Обозначение основных узлов литьевой машины на чертеже.

Справочная литература:

1. ГОСТ 15595-84 «Оборудование литейное. Машины для литья под давлением. Общие технические условия (с Изменениями N 1, 2)»
2. Йоханберг, Ф. Литьевые машины/ Ф.Йоханберг; пер. с англ. Под ред. Э.Л. Калиничева СПб.: ЦОП «Профессия», 2010. - 432 с.
3. Барановичский станкостроительный завод. Оборудование по переработке пластмасс [Электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://bsz.by/products/oborudovanie-po-pererabotke-plastmass/>
4. ГОСТ 2.102-2013 «Виды и комплектность конструкторских документов»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №18

Устройство узла запирания литьевой машины

Цель работы: Ознакомление с устройством узла запирания (смыкания) литьевой машины.

Общие сведения:

Машина для литья под давлением. Узел запирания (смыкания). Литьевая форма. Система смыкания механическая/гидравлическая. Опорная плита. Поршень. Колонки.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (сборочного чертежа узла запирания (смыкания) машины для литья под давлением).
2. Определение основных сборочных единиц и деталей.

3. Выделение стандартных деталей в отдельную группу.
4. Выполнение спецификации чертежа.

Справочная литература:

1. ГОСТ 17588-81 «Оборудование литейное. Машины для литья под давлением. Размеры присоединительные для крепления пресс-форм (с Изменением N 1)»
2. Йоханберг, Ф. Литьевые машины/ Ф.Йоханберг; пер. с англ. Под ред. Э.Л. Калиничева СПб.:ЦОП «Профессия», 2010. - 432 с.
3. ГОСТ 2.106-96 «Текстовые документы»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №19

Устройство узла пластикации и впрыска литьевой машины

Цель работы: Ознакомление с устройством узла пластикации и впрыска литьевой машины.

Общие сведения:

Машина для литья под давлением. Узел пластикации. Загрузочный бункер. Материальный цилиндр. Шнек. Мундштук. Гидравлический плунжер.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (условной схемы узла пластикации машины для литья под давлением).
2. Определение основных сборочных единиц и деталей.
3. Выполнение сборочного чертежа.
4. Выполнение спецификации чертежа.

Справочная литература:

1. Йоханберг, Ф. Литьевые машины/ Ф.Йоханберг; пер. с англ. Под ред. Э.Л. Калиничева СПб.:ЦОП «Профессия», 2010. - 432 с.
2. ГОСТ 6540-68 «Гидроцилиндры и пневмоцилиндры. Ряды основных параметров (с Изменениями N 1-4)»
3. ГОСТ 2.109-73 «Основные требования к чертежам»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №20

Варианты компоновки основных узлов экструдера. Виды формующих головок

Цель работы: Ознакомление с устройством конструктивных узлов экструдера и видами формующих головок.

Общие сведения:

Экструзионная линия. Экструзер (шнековый пресс). Узел пластикации. Калибровочное устройство. Устройство охлаждения. Гофроформовочная машина. Каландрирующее устройство. Двигатель. Редуктор. Формующая головка. Дорн (рассекатель). Упругая дрессельная планка.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (условной схемы формующей головки).
2. Определение вида формующей головки.

3. Выбор основных узлов экструзионной линии в зависимости от вида формирующей головки.
4. Составление компоновочной схемы экструзионной линии.

Справочная литература:

1. Рауендаль, К. Экструзия полимеров / К. Рауендаль пер. с англ. Под ред. А.Я. Малкина СПб.: Профессия, 2006. - 768с.
2. ГОСТ 2.119-2013 «Единая система конструкторской документации. Эскизный проект».

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №21

Устройство узла пластикации экструдера

Цель работы: Ознакомление с устройством узла пластикации экструдера.

Общие сведения:

Экструдер (шнековый пресс) одношнековый/ двухшнековый. Загрузочный бункер. Материальный цилиндр. Нагреватели. Шнек. Двигатель. Редуктор. Формующая головка.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (условной схемы узла пластикации экструдера).
2. Определение основных сборочных единиц и деталей.
3. Выполнение 3-D моделей сборочных единиц и деталей.
4. Выполнение 3-D модели сборки узла пластикации.

Справочная литература:

1. Рауендаль, К. Экструзия полимеров / К. Рауендаль пер. с англ. Под ред. А.Я. Малкина СПб.: Профессия, 2006. – 768 с.
2. Шварц, О., Эбелинг Ф.В., Фурт, Б. Переработка пластмасс/ Под общ. ред. А.Д. Паниматченко. – СПб.: Профессия, 2005. – 320 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №22

Устройство узла упорного подшипника экструдера

Цель работы: Ознакомление с устройством узла упорного подшипника экструдера.

Общие сведения:

Подшипник радиальный/ упорный/радиально-упорный. Хвостовик шнека. Приводной вал. Втулка. Тарельчатая пружина.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (условной схемы узла упорного подшипника экструдера).
2. Определение основных сборочных единиц и деталей.
3. Выполнение 3-D моделей сборочных единиц и деталей.
4. Выполнение 3-D модели сборки узла упорного подшипника.

Справочная литература:

1. Рауендаль, К. Экструзия полимеров / К. Рауендаль пер. с англ. Под ред. А.Я. Малкина СПб.: Профессия, 2006. – 768 с.

2. Атлас конструкций узлов и деталей машин. / Под ред. О.А. Ряховского. – М. : МГТУ им Н.Э. Баумана, 2005. – 382 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №23

Особенности оснастки для формования полых изделий

Цель работы: Ознакомление с устройством оборудования для формования полых изделий.

Общие сведения:

Экструзионно-раздувное формование. Узел пластикации. Экструдер. Загрузочный бункер. Раздувная головка. Раздувной узел. Раздувная форма. Дорн. Ниппель. Узел смыкания формы. Крепёжные плиты. Привод.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (условной схемы узла смыкания формы).
2. Определение основных сборочных единиц и деталей.
3. Выполнение 3-D модели узла смыкания.
4. Выполнение сборочного чертежа и спецификации.

Справочная литература:

1. Рауендаль, К. Экструзия полимеров / К. Рауендаль пер. с англ. Под ред. А.Я. Малкина СПб.: Профессия, 2006. - 768с.
2. Шварц, О., Эбелинг Ф.В., Фурт, Б. Переработка пластмасс/ Под общ. ред. А.Д. Паниматченко. – СПб.: Профессия, 2005. – 320 с.
3. ГОСТ 2.109-73 «Основные требования к чертежам»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №24

Проработка особо опасных зон роторных и фрезерных дробилок

Цель работы: Модернизация устройства оборудования по переработке пластмасс.

Общие сведения:

Оборудование по переработке пластмасс. Фрезерная дробилка. Загрузочный бункер. Блок дробления. Поддон. Опоры. Двигатель. Привод. Электрические блокировки. Элементы звукоизоляции.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (условной схемы роторной/фрезерной дробилки).
2. Определение основных опасных зон и типов опасности для оператора.
3. Подбор соответствующих способов предотвращения опасности.
4. Разработка 3-D модели модернизированного оборудования.

Справочная литература:

1. БСЗ ЗАО «АТЛАНТ». Дробилки для полимеров [Электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://bsz.by/products/oborudovanie-po-modeli-pererabotke-plastmass/drobilki-dlya-polimerov/>
2. ГОСТ 12.4.026-2015 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ) Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначения и

правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний (с Поправками).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №25

Разбор дизайна токарных станков различных производителей, в зависимости от типа станка

Цель работы: Сравнительный анализ токарных станков по конструктивным, компоновочным, эргономическим и цветофактурным характеристикам.

Общие сведения:

Токарный станок универсальный. Станина. Передняя (шпиндельная) бабка. Шпиндель. Патрон. Резцедержатель. Задняя бабка. Коробка подачи. Суппорт. Рейки (направляющие). Фартук. Токарный станок специализированный. Система управления.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (технических характеристик и общего устройства токарного станка белорусского производства).
2. Подбор зарубежных промышленных аналогов.
3. Выполнение сравнительного анализа по конструктивным, компоновочным, эргономическим и цветофактурным характеристикам.
4. Составление матричной таблицы и общего вывода.

Справочная литература:

1. ОАО «Гомельский завод станочных узлов». Станки токарно-винторезные [Электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://gzsu.by/ru/stanki-tokarno-vintoreznye.html>

1. ОАО «ВИСТАН» (Витебский станкостроительный завод). Станки токарно-винторезные [Электронный ресурс] / - Режим доступа: https://www.vistan.ru/stan/subcatalog3_1.html

2. Каталоги зарубежных фирм-производителей токарных станков

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №26

Разбор дизайна радиально сверлильных станков различных производителей

Цель работы: Сравнительный анализ сверлильных станков по конструктивным, компоновочным, эргономическим и цветофактурным характеристикам.

Общие сведения:

Станина. Рабочий стол. Поворотная колонна. Траверса. Направляющие. Передаточный механизм. Шпиндельная бабка (сверлильная головка). Шпиндель. Привод. Двигатель. Органы управления.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (технических характеристик и общего устройства радиально сверлильного станка белорусского производства).
2. Подбор зарубежных промышленных аналогов.

3. Выполнение сравнительного анализа по конструктивным, компоновочным, эргономическим и цветофактурным характеристикам.
4. Составление матричной таблицы и общего вывода.

Справочная литература:

1. ОАО «Гомельский завод станочных узлов». Станки сверлильные [Электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://gzsu.by/ru/stanki-sverlilnye.html>
2. Каталоги зарубежных фирм-производителей сверлильных станков

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №27

Разбор дизайна фрезерных станков различных производителей, в зависимости от типа станка

Цель работы: Сравнительный анализ фрезерных станков по конструктивным, компоновочным, эргономическим и цветофактурным характеристикам.

Общие сведения:

Станина. Консоль. Рабочий стол. Поворотная плита. Направляющие. Хобот. Серьга. Шпиндельная бабка (головка). Шпиндель. Оправка. Привод. Двигатель. Органы управления.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (технических характеристик и общего устройства фрезерного станка белорусского производства).
2. Подбор зарубежных промышленных аналогов.
3. Выполнение сравнительного анализа по конструктивным, компоновочным, эргономическим и цветофактурным характеристикам.
4. Составление матричной таблицы и общего вывода.

Справочная литература:

1. ОАО «МЗОР» (Минский станкостроительный завод). Станки фрезерно-расточные [Электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://mzor.com/index.php?categoryid=142>
2. ОАО «СтанкоГомель». Фрезерные станки [Электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://www.stankogomel.by>
3. Каталоги зарубежных фирм-производителей фрезерных станков

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №28

Разбор дизайна протяжных станков различных производителей, в зависимости от типа станка

Цель работы: Сравнительный анализ протяжных станков по конструктивным, компоновочным, эргономическим и цветофактурным характеристикам.

Общие сведения:

Станина. Приставная станина. Направляющие. Рабочая каретка. Механизм настройки ходов каретки. Протяжка. Инструментальная плита.

Поддерживающая ползушка. Ползушка вспомогательного патрона. Привод. Двигатель. Органы управления.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (технических характеристик и общего устройства протяжного станка белорусского производства).
2. Подбор зарубежных промышленных аналогов.
3. Выполнение сравнительного анализа по конструктивным, компоновочным, эргономическим и цветофактурным характеристикам.
4. Составление матричной таблицы и общего вывода.

Справочная литература:

1. ОАО «Станкостроительный завод им. А.С. Кирова» г. Минск. Протяжные станки [Электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://szkminsk.by/catalog/protyazhnye-stankii>
2. Каталоги зарубежных фирм-производителей протяжных станков

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №29

Разбор дизайна шлифовальных станков различных производителей, в зависимости от типа станка

Цель работы: Сравнительный анализ шлифовальных станков по конструктивным, компоновочным, эргономическим и цветофактурным характеристикам.

Общие сведения:

Станина. Механизм подачи. Суппорт. Стол. Шлифовальный круг. Кожух. Бабка передняя/задняя. Привод. Двигатель. Органы управления.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (технических характеристик и общего устройства шлифовального станка белорусского производства).
2. Подбор зарубежных промышленных аналогов.
3. Выполнение сравнительного анализа по конструктивным, компоновочным, эргономическим и цветофактурным характеристикам.
4. Составление матричной таблицы и общего вывода.

Справочная литература:

1. ОАО Станкозавод "КРАСНЫЙ БОРЕЦ". Каталог продукции [Электронный ресурс] / - Режим доступа: krasnyborets.com/catalog
2. ОАО «ВИСТАН» (Витебский станкостроительный завод). Станки шлифовальные [Электронный ресурс] / - Режим доступа: https://www.vistan.ru/stan/subcatalog3_1.html
3. ОАО «МЗОР» (Минский станкостроительный завод). Станки шлифовальные [Электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://mzor.com/index.php?categoryid=146>
4. Каталоги зарубежных фирм-производителей шлифовальных станков

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №30

Проработка дизайна измерителя показателя текучести расплава

Цель работы: Дизайн прибора для определения показателя текучести расплава.

Общие сведения:

Экструзионный пластомер. Базовое устройство. Стандартная фильера. Дисплей температур. Дисплей таймера. Мерный цилиндр. Поршень.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ полученного задания (условной схемы прибора для определения показателя текучести расплава).
2. Определение основных конструктивных элементов прибора.
3. Выбор компоновочного и цветофактурного решения.
4. Разработка 3-D модели модернизированного оборудования.

Справочная литература:

1. ГОСТ 11645-73 «Пластмассы. Метод определения показателя текучести расплава»
2. Каталоги зарубежных фирм-производителей приборов для определения показателя текучести расплава

**ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ЗАЧЕТА
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОНСТРУИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И
МАШИН»**

1. Классификация оборудования и машин: виды и группы.
2. Классификация оборудования и машин: классы и типы.
3. Технические измерения. Сведения о размерах, отклонениях и допусках.
4. Системы допусков и посадок для гладких деталей и соединений.
5. Шероховатость поверхности. Основные термины и определения.
6. Конструктивные особенности валов.
7. Конструктивные особенности гидроцилиндра.
8. Выбор способа крепления гидроцилиндра в зависимости от вида проектируемого оборудования.
9. Конструктивные особенности пневмоцилиндра.
10. Выбор способа крепления пневмоцилиндра в зависимости от вида проектируемого оборудования.
11. Конструктивные особенности электродвигателя.
12. Выбор способа крепления электродвигателя в зависимости от вида проектируемого оборудования.
13. Устройство литьевой машины.
14. Устройство узла пластикации литьевой машины.
15. Устройство узла запираания литьевой машины.
16. Варианты компоновки узлов литьевой машины.
17. Устройство экструдера.
18. Разновидности экструдеров и экструзионных линий.
19. Конструктивные особенности устройства узла пластикации экструдера.
20. Формующие головки экструдеров: виды.
21. Общее устройство экструзионно-раздувных автоматов.
22. Конструктивные особенности устройства основных узлов экструзионно-раздувных автоматов.
23. Разновидности оборудования для пневмовакуумного формования.
24. Конструктивные особенности устройства основных узлов машины для пневмовакуумного формования.
25. Общее устройство универсального токарно-винторезного станка.

**ПЕРЕЧЕНЬ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ЭКЗАМЕНА
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОНСТРУИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И
МАШИН»**

1. Классификация оборудования и машин: виды, группы, классы и типы.
2. Устройство и структура машины как технической системы.
3. Виды приводов.
4. Конструктивные особенности гидроцилиндра и способы крепления к оборудованию.

5. Конструктивные особенности пневмоцилиндра и способы крепления к оборудованию.
6. Конструктивные особенности электродвигателя и способы крепления к оборудованию.
7. Устройство литьевой машины. Основные узлы.
8. Варианты компоновки основных узлов литьевой машины.
9. Разновидности экструдеров.
10. Устройство экструдера. Основные узлы.
11. Варианты компоновки основных узлов экструдера.
12. Формующие головки экструдеров: виды.
13. Общее устройство экструзионно-раздувных автоматов. Основные узлы.
14. Конструктивные особенности устройства основных узлов экструзионно-раздувных автоматов.
15. Разновидности оборудования для пневмовакуумного формования.
16. Конструктивные особенности устройства основных узлов машины для пневмовакуумного формования.
17. Общее устройство универсального токарно-винторезного станка.
18. Конструктивные особенности устройства многофункционального токарного станка с ЧПУ.
19. Общее устройство универсального фрезерного станка.
20. Конструктивные особенности устройства фрезерного 5 координатного станка с ЧПУ.
21. Конструктивные особенности устройства консольного горизонтального фрезерного станка.
22. Конструктивные особенности устройства широкоуниверсального горизонтально-фрезерного станка.
23. Конструктивные особенности устройства вертикального консольно-фрезерного станка.
24. Конструктивные особенности устройства специализированных фрезерных станков: резьбофрезерного и копировально-фрезерного.
25. Общее устройство сверлильного станка.
26. Типы сверлильных станков.
27. Общее устройство строгального станка.
28. Типы строгальных станков.
29. Общее устройство долбежного станка.
30. Общее устройство протяжного станка.
31. Типы протяжных станков.
32. Общее устройство шлифовального станка.
33. Типы шлифовальных и шлифовально-отделочных станков.
34. Комплекс технических требований к разрабатываемому оборудованию.
35. Комплекс эргономических требований к разрабатываемому оборудованию.

36. Комплекс эстетических требований к разрабатываемому оборудованию.
37. Комплекс экологических требований к разрабатываемому оборудованию.
38. Сведения о размерах, отклонениях, качествах.
39. Действительные и нормированные параметры разрабатываемых изделий.
40. Определение допусков и посадок в сопрягаемых соединениях.
41. Определение параметров шероховатостей обрабатываемых поверхностей.
42. Типовые разъемные соединения.
43. Типовые неразъемные соединения.
44. Основные принципы и стадии конструирования.
45. Техническое предложение.
46. Эскизный проект.
47. Технический проект.
48. Дизайн-концепция.
49. Дизайн-проект.
50. Современные тенденции и технологии в конструировании оборудования и машин.