

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный  
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

**Институт «Энергетика и машиностроение»  
Кафедра «Машиностроение»**

**Батырова Диана Руслановна**

Проектирование автоматизированного участка по производству корпусных  
деталей

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
к дипломному проекту

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный  
исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева»

Институт «Энергетика и машиностроение»  
Кафедра «Машиностроение»



**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**  
Заведующий кафедрой  
Машиностроение  
доктор PhD, ассоц. проф.  
Нугман Е.З.  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
к дипломному проекту

На тему: «Проектирование автоматизированного участка по производству  
корпусных деталей»

ОП 6В07105 – Индустриальная инженерия

Выполнила

Батырова Д.Р.

Рецензент  
Доктор PhD, ассоц. профессор АЛТ,  
заведующий кафедрой «Автотранспортные  
средства и безопасность жизнедеятельности»  
Академия логистики и транспорта  
Шингисов Б. Т.  
« 31 » 05 2023г.

Научный руководитель  
доктор PhD, ассоц. проф.  
Нугман Е.З.  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023г

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный  
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

Институт «Энергетика и машиностроение»  
Кафедра «Машиностроение»

6B07105 – Индустриальная инженерия

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
Машиностроение  
доктор РнД, ассоц. проф.  
Нугман Е.З.  
«23» 11 2023г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение дипломного проекта**

Обучающемуся Батыровой Диане Руслановне  
(Ф.И.О. обучающегося)

Тема: Проектирование автоматизированного участка по производству корпусных деталей  
(тема дипломного проекта)

Утверждена приказом Директора по академическим вопросам № 408–п от 23.  
11. 2022 г. Срок сдачи законченной работы " 3 " июня  
2023 г. Исходные данные к дипломному проекту: сборочный чертеж насоса  
двустороннего входа

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

- а) рабочий чертеж корпусов центробежного насоса двустороннего входа
- б) тип производства – среднесерийный

Перечень графического материала: Сб.чертеж насоса – 1А1; раб.чертеж  
корпусов насоса – 2А1; технологические наладки 3А1, Чертеж механического  
цеха – 1А1

представлено 10 слайдов презентации

Рекомендуемая основная литература: из наименований

## ГРАФИК

подготовки дипломной работы (проекта)

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Автоматизация технологического процесса	20.03.23 – 02.04.23	
Автоматизация транспортной системы и контрольных операций	03.04.23 – 10.04.23	
Автоматизация складской системы и проектирования	10.04.23 – 15.05.23	
Расчёт автоматизированного участка	17.04.23 – 15.05.23	

## Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу (проект) с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта) подписания

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	доктор PhD, ст. преп. Аблқайыр Ж.Н	02.06.23	

Научный руководитель

(подпись)

Нугман Е.З.  
(Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению обучающийся

(подпись)

Батырова Д.Р.  
(Ф.И.О.)

Дата

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023г.

## ВВЕДЕНИЕ

Проектирование автоматизированного участка является актуальной темой в связи тенденция повышения эффективности производства. В Казахстане автоматизация производства является важным шагом в развитии промышленности страны и улучшении ее конкурентоспособности. В последние годы власти и бизнес-сообщество внедряют современные технологии в производственные процессы, чтобы улучшить качество производства, уменьшить время выполнения заказов и увеличить объем производства. Развитие автоматизации не только ускоряет темпы развития промышленных предприятий за счет вышеперечисленных преимуществ, но и решает проблему нехватки персонала, за счет возможности обслуживания нескольких станков одним оператором. И на данный момент, нехватка кадров и в производственной сфере мешает выйти казахстанским компаниям на мировой рынок.

Так же проектирование автоматизированной системы является примером инструмента реализации философии Lean Management и осознанного использования времени, материалов, человеческих ресурсов. Такие системы и даже стремление к ним показывает, насколько человек может не участвовать, и в случае анализа статистических ошибок не мешать производству, а регулировать и контролировать процессы с получением лучших результатов. Создание даже участка с автоматизированным производством дает все вышесказанные преимущества, а также поднимает статус компании как на рынке продаж изделий и труда.

## 1 Вводные данные

Для внедрения автоматизированных систем в производство необходимости провести анализ технологического процесса изготовления основного вида изделия. Автоматизированный участок разрабатывался с использованием вводных данных на основе ТОО «KARLSKRONA LC AB»: корпусная деталь выбрана корпуса насоса двустороннего входа со среднесерийным производством.

Завод основывается на производстве насосов. Начиная с отливки и до покраски все производится в рамках самого завода. Все начинается в конструкторском отделе, где на основе технического задания формируется конструкторская документация. Конструкторский отдел уже использует основные способы цифровизации производства в виде программ Компас 3D, SolidWorks. Затем на ее основе в технологическом отделе разрабатывается технологическая документация. На заводе уже имеет программа СПРУТ, на базе которой ведется складской учет, и технологи вместе с логистами докупают необходимые материалы и комплектующие. В это время в литейном цеху отливают улитку, название основано на форме корпуса насоса. Затем ее перевозят в механический цех, где ее проверяют на брак по размеру и химическому составу. Только после подтверждения отдела технического контроля производится обработка корпуса. Корпус обрабатывают на станках, соблюдая правила не принимаю, не произвожу, не отдаю брак. После обработки корпус перевозят в сборочный цех. Где после сборки и покраски ее консервируют и хранят до отправления.

Основные выявленные проблемы, которые можно решить автоматизацией:

- Длительный период производства и наличие перерывов между сменами. Это вызвано использованием механических станков;
- Длительное ожидание и процесс контроля. Вызвано использованием ручного труда и нескладной работы отделов;
- Задержки из-за отсутствия необходимого материала, по причине ошибок работы в складских работников;
- Понижение общей продуктивности по причине нагрузки работников транспортными перевозками;
- Понижение качества и скорости обработки на ЧПУ станках из-за ручного ввода команд.

## 2 Автоматизация технологического процесса

### 2.1 Выбор заготовки

Выбор заготовки ответственный момент, который определяет дальнейшие ход технологических операций. Использование простых геометрий упрощает способ получения заготовки, однако увеличивает количество операций, в то время как использование фасонных заготовок значительно увеличивает себестоимость и время изготовления детали. Для корпусных деталей в среднесерийном производстве целесообразнее использовать литье, так как у данных деталей сложная форма, что приведет к большим отходам при использовании другого метода.

Далее необходимо выбрать метод литья. На данном производстве свой литейный цех, на котором используются два метода литья в холодно-твердеющие смеси и литье по выплавляемым моделям. ХТС используется для деталей с массой выше 80 кг.

Для получения заготовки будет использоваться литье в ХТС по эскизу (рис.1) в Приложении А со сталью 20Л. Характеристики материала даны в таблице 1 [1].

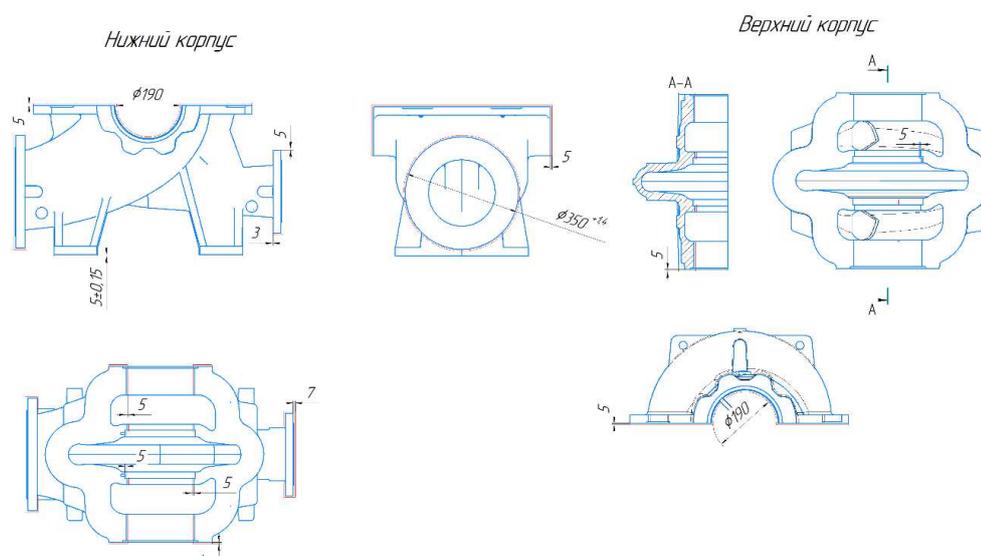


Рисунок 1 - Эскиз заготовки

Таблица 1 - Химический состав в % материала 20Л ГОСТ 977 - 88

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,17 - 0,25	0,2 - 0,52	0,35 - 0,9	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,25	до 0,3	до 0,08

## 2.2 Разработка маршрута обработки

На основе чертежа в Приложении Б, В, Г разработан процесс, данный в таблице 3.

Таблица 3 – Операционная технология

№ операции	Эскиз заготовки	Краткое содержание операции
	Заготовительная	Заготовка методом ХТС
005	Фрезерная	Нижний корпус 1. Фрезеровать лапы. 2. Сверлить отверстия, фрезеровать 4 паза на лапах. 3. Переустановка детали, закрепление за лапы болтами. 4. Фрезеровать присоединительную поверхность. 5. Центровать, сверлить, зенковать, нарезать резьбу М14 на 8 отверстий
010	Расточная	1. Торцевать фланец D250 мм, D188 мм 2. Повернуть стол на 180° 3. Торцевать фланец D340 мм, D288 мм.
015	Фрезерная	Верхний корпус 1. Фрезеровать присоединительную поверхность. 2. Центровать, сверлить, зенковать, нарезать резьбу М14 на 8 отверстий. 3. Переустановить, закрепить деталь прихватами станочными. 4. Центровать, сверлить, зенковать, нарезать резьбу G1/2 на 4 отверстиях. 6. Центровать, сверлить, зенковать, нарезать резьбу G3/8 на 1 отверстию.

020	Слесарная	Сборка верхнего и нижнего корпуса, скрепление болтами, шайбами, гайками
025	Расточная	1. Расточить отверстия D205 мм, D225H8 мм, D200 мм, D211H7 мм, с одной стороны. 2. Центровать, сверлить, зенковать, нарезать резьбу G1/2 – 4 отверстия 3. Поворотный стол на 180° 4. Расточить отверстия D205 мм, D225H8 мм, D200 мм, D211H7 мм.

### 2.3 Выбор технологических баз

Выбор базы — это очень важный этап, который определяет дальнейшую точность технологического процесса. Есть основные правила, которым следует придерживаться при выборе базы, однако выбор технологических баз для автоматизированного производства, основанного на многооперационных станках, имеет свои особенности, что не дает использовать основные принципы базирования для традиционных технологических процессов. Из-за концентрации операции и использовании поворотной стойки, что дает возможность обработки по 4 осям за одну установку отпадает необходимость многократной смены баз. Как следствие выбранная база должна обеспечить высокое число технических требований за один установ. Для корпусных деталей предпочтительней будет выбор базирования по плоскости и отверстия, или по трем плоскостям. Выбор пал на лапы для нижнего корпуса, и плоскости стыка для верхнего. С учетом выбранных баз разработаны эскизные карты в **Приложении Д [2]**.

### 2.4 Выбор технологического оборудования и его характеристики

Правильный подбор технологического оборудования значительно влияет на организационные, технологические и экономические показатели. Вводными данными являются масса, габариты и ее требования к изготовлению детали. В связи с дороговизной введения систем автоматизации важным критерием является гибкость и эффективность. Поэтому необходимо использовать групповой технологии, суть которого объединения деталей в группы по общим обрабатываемым поверхностям. Данные критерии используются при разработке технологического процесса основных типовых деталей: корпусные и тел

вращения. Выбранная деталь относится к первому типу, для обработки которых выгодно использовать обрабатывающие центры.

Обрабатывающий центр или многоцелевой станок, или же многооперационные станки – это станок с ЧПУ, отличающийся от традиционного станка с ЧПУ наличием системы автоматической смены инструментов. Многоцелевые станки с ЧПУ делятся на две большие группы: токарные и сверлильно-фрезерно-расточные обрабатывающие центры.

Для данного проекта выбирается оборудование из второй группы: ОЦ серии VDLS (рис.2)



Рисунок 2 - Обрабатывающий центр

В ее комплектацию входит:

– 24-позиционная система смены инструмента (АТС) тип «рука» обеспечивает смену инструмента за 2 -2,5 секунды, с принудительным обдувом конуса шпинделя (рис. 3). Механизм смены инструмента типа «Рука» работает совместно с барабаном. Смена инструмента происходит автооператором, вынимают инструмент из гнезда барабана и устанавливает в шпиндель станка или выполняют обратную операцию. Выбор необходимого инструмента происходит по номеру нужного гнезда;



Рисунок 3–24-позиционная система смены инструмента

- Автоматическая импульсная система смазки, необходимая для централизованной своевременной смазки основных движущих элементов. Суть импульсной системы смазки – использование насосной станции периодического действия, который доставляет смазку в питатели;
- Электрошкаф с теплообменником;
- Рабочая зона имеет стенки для создания барьера от СОЖ;
- Сигнальная лампа, которая визуализирует и передает информацию о состоянии станка;
- Предусмотрена охлаждение, на основе масла. В нее так же встроен датчик температур, который регулирует процессы охлаждения;
- В дополнительную комплектацию можно взять поворотный стол, к которому прилагается цанга, патрон. Это открывает возможности

обрабатывать тела сложных форм используя 4 измерения, то есть оси, для работ. Поворотный стол это приспособление, которое дает возможность не только использовать 3 оси, X,Y,Z. А так же наклонять ее под необходимым углом обработки [3].

Анализируя чертеж детали, и возможные будущие типоразмеры изделия предпочтение отдается модели VDLS-850 с размерами рабочего стола 1000\*500, с нагрузкой 500 кг. Габариты самого станка 2496\*2530\*2679, масса 5600 кг.

### 3 Автоматизация транспортной системы

Автоматизация транспортной системы производства является ключевым элементом для повышения эффективности и увеличения производительности в производственных предприятиях.

Существуют несколько методов автоматизации транспортной системы производства:

- Автоматизация на основе роботехники: использование роботов для перемещения материалов и готовых изделий;
- Управление материальными потоками с помощью ПО: системы управления производством, которые обеспечивают оптимизацию перемещения материалов и отслеживания движения;
- Использование беспилотных автомобилей (БА) для перемещения материалов и готовых изделий в производственных помещениях;
- Использование конвейеров: для автоматизации процесса перемещения материалов и готовых изделий между различными операциями в производстве.

Виды транспортных систем:

- Конвейеры: автоматизированные конвейеры используют для транспортировки материалов или готовых изделий по определенному маршруту;
- Роботизированные тележки: Тележки с роботизированным контролем могут автоматически перемещать материалы или изделия в производственном процессе;
- Роботизированные транспортные системы: это системы, состоящие из нескольких роботов, которые координируют для выполнения определенных задач транспортировки;
- Автоматизированные штабелеры: штабелеры с автоматическим управлением используют для укладки и поддержания стеллажей с материалами или изделиями;
- Непрерывные конвейеры являются одним из основных инструментов для автоматизации транспортной системы производства.

Они могут включать в себя:

- Ленточные конвейеры: это конвейеры, где предметы транспортируются по ленте, которая движется по определенному маршруту;
- Роликовые конвейеры: это конвейеры, где предметы транспортируются по роликам, установленным на определенном маршруте;
- Шнековые конвейеры: это конвейеры, где предметы транспортируются по шнеку, который вращается по определенному маршруту;

– Пневматические конвейеры: это конвейеры, где предметы транспортируются посредством воздушного потока [4].

Роботизированные тележки — это автоматизированные транспортные средства, предназначенные для перемещения товаров и материалов в складской помещении, заводе или другой большой объекте. Они обычно используют датчики, алгоритмы и технологию GPS для навигации и избежания препятствий, и могут быть запрограммированы для выполнения определенных задач. Некоторые преимущества использования роботизированных тележек: увеличение эффективности, снижение затрат на труд, улучшение точности и безопасности, а также большая гибкость в перемещении товаров. Роботизированные тележки можно настроить в соответствии с конкретными потребностями объекта, включая грузоподъемность, скорость и время автономной работы. Они оснащены датчиками и камерами, которые позволяют им ориентироваться и принимать решения самостоятельно, что снижает потребность во вмешательстве человека.

В некоторых случаях их также можно интегрировать с существующими системами погрузочно-разгрузочных работ и сетями автоматизированных транспортных средств (AGV), что делает их еще более гибкими. Одним из преимуществ использования роботизированных тележек является повышенная эффективность, поскольку они могут выполнять задачи быстрее и точнее, чем люди. Они также могут работать 24/7, сокращая время простоя и повышая производительность. Кроме того, поскольку они не требуют перерывов или перерывов, они могут помочь снизить затраты на рабочую силу, а также свести к минимуму риск травм на рабочем месте, таких как растяжение спины и травмы от повторяющихся движений, связанные с ручной обработкой материалов. Еще одним преимуществом роботизированных тележек является способность выполнять задачи, которые в противном случае были бы слишком опасными для человека, например, работа в опасных условиях или перемещение тяжелых грузов. Они также могут помочь снизить риск человеческой ошибки, такой как потеря предметов, что приводит к повышению точности и управлению запасами.

Для выбора вида транспортной системы я сравнила конвейеры и роботизированные тележки. Последние предлагают несколько преимуществ по сравнению с традиционными конвейерными системами:

– Гибкость: роботизированные тележки могут маневрировать вокруг препятствий и менять направление, что позволяет им получить доступ к областям, недоступным для конвейерных систем. Их также можно запрограммировать на выполнение определенных задач, что позволяет адаптировать их к различным производственным процессам;

– Повышенная эффективность: Роботизированные тележки могут выполнять задачи быстрее и точнее, чем конвейерные системы, поскольку они способны принимать решения и корректировать свои маршруты на лету [5].

Для производства выбран AGV – робот MIR1000 с характеристиками данными в таблице 4

Таблица 4 - Характеристики робота MIR1000

Рабочая температура	От 5 до 40 ° C
Размеры, мм	1350x920x320
Вес, кг	231
Грузоподъемность, кг	1000
Интерфейсы	WiFi; Bluetooth - 4.0 LE; USB
Класс защиты	IP21
Максимальная скорость	4,3 км / ч
Система сканирования	Лазерные сканеры безопасности SICK S300; 3D-камера Intel RealSense; 3D-камера Intel RealSense; Ультразвуковые сканеры

В связи с низкой грузоподъемностью роботов для основных, и норм, для поднятия груза свыше 10 кг необходимо использовать кран, на участке будет использоваться кран-балка. Он будет необходимости для загрузки и выгрузки детали, на сборочном участке, для транспортировки станков. Основываясь на имеющемся производстве, выбираю кран-балку грузоподъемностью 5 тонн.

#### 4 Автоматизация контрольных операций

Контрольные операции важная часть производственного процесса, которая позволяет не отправлять бракованные детали на последующие операции и заказчику. Однако эти операции занимают большое количество времени, что может стать преградой для повышения эффективности производства. Автоматизация контрольных операций уменьшит не только временные затраты, но также повысит точность измерений и затраты на персонал. Контроль включает в себя обширный круг действий, поэтому рассмотрим технологический процесс как Productive Process Pyramid (рис. 4). Эта схема показывает, как на каждом уровне контрольные операции, интегрально предотвращают появление брака.

Для предотвращения возникновения брака в производственном процессе необходимо сохранять оптимальные условия производства. Для этого важно следить за базовыми элементами технологического процесса, которые включают в себя действия по контролю входных характеристик, стабильности параметров окружающей среды и оптимизации состояния станка. Это помогает устранить возможные причины колебания технологических параметров и обеспечить более эффективный производственный процесс.



Рисунок 4 - Productive Process Pyramid

Настройка на технологическую операцию прогнозируют успешность операций, за счет действий, выполняемых на станке перед операцией. Наладка

инструментов включает определения длины от базовой поверхности шпинделя для определения коррекции на высоту. Используемый датчик крепится к столу. Можно использовать датчики двух типов с контактным или бесконтактным методом работы. Контактный метод исполняется за счет касания щупа, а в бесконтактном датчике для реализации этих функций используется лазерная система, то есть при пересечении инструментом лазерного пучка.

При наладке станка: выставляются поворотная ось, делительно-поворотный стол или крепежная оснастка, необходимая для выполнения установки и фиксации деталей, так же устанавливается положение центра поворота делительно-поворотного стола и/или контрольные точки на крепежных приспособлениях. Для корпусных деталей используются ручные зажимные устройства, однако за счет высокой концентрации операций и использование 1-2 установов время  $T_{пз}$  незначительное.

При установке детали на стол станка в обрабатывающих центрах нужно учитывать координаты относительно, которого будет двигаться инструмент, то есть приспособления должны обеспечить не только базирование, но и ориентацию. Для точной установки детали необходима выверка, которая занимает длительное время. Поэтому производится установка заготовки в координатный угол до контакта с базирующими элементами, то есть упорные и опорные планки, установленные в Т-образной паз стола. После этих действий стол станка перемещают в крайнее поперечное положение, при котором нуль-индикатор отсчетной системы дает нулевое показание. Для установки заготовки на необходимое расстояние от стола используют мерные подкладки. Однако для уменьшения количества подкладок и временных расходов целесообразно использовать регулируемые подкладки и подставки. На поверхностях планок, ориентированных под углом, нарезаются зубья. Регулирование происходит за счет перестановки верхней планки по линейной шкале на 0,3 мм за шаг [6].

Контроль в процессе обработки осуществляется с помощью специализированных устройств и программного обеспечения, которые позволяют мониторить процесс обработки и изменять его параметры в режиме реального времени.

Например, при резке металла контроль позволяет учитывать деформацию детали, отклонение инструмента и тепловой эффект, что может привести к изменению размеров и формы детали. С помощью контроля можно обновлять системы координат, параметры, значения коррекции и алгоритм выполнения программы с учетом фактического состояния металла.

После операционного контроля проводится мониторинг и составление отчетов для анализа данных. Эти отчеты включают записи о тех случаях вмешательства в выполнение операций, которые могут влиять на конечный результат, отчеты о степени соответствия детали установленным требованиям и отчеты о состоянии станка для определения графика техобслуживания. В

результате анализа данных можно выявить проблемы в производственном процессе и принять меры для их устранения.

Датчики, устанавливаются на станках, и их могут так же называть триггерными контактными датчиками (или датчиками касания). Датчик работает за счет касания измерительного наконечника, или же щупа, с деталью, при чем степень повторяемости срабатывания, то есть степень близости к друг другу независимым результатам измерений, полученных условиях, является очень высокой. Потом система регистрирует сигнал, который фиксирует станок (рис. 5). Затем датчик изменяет положение для регистрации других мест. Это позволяет получить информацию о форме элементов и профиле деталей.

Количество точек, необходимых для определения формы элемента, зависит от степеней свободы данного элемента и может быть разным для различных элементов. Однако, чем больше точек будет зарегистрировано, тем более точный будет контроль.

При измерениях используется теоретическая модель элемента, что позволяет сравнить фактические размеры элемента с его расчетными размерами. Если отклонение от расчетных размеров не превышает заданных пределов, то элемент считается соответствующим требованиям. В противном случае, необходимы корректировки или дополнительные исследования.



Рисунок 5 - Схема работы датчика

Датчики для наладки инструмента, используемые для наладки инструмента, обычно крепятся к столу или станине станка. В датчиках этого типа используются контактный или бесконтактный методы для генерации сигнала при срабатывании. В контактных датчиках для наладки инструмента для обнаружения, измерения и автоматической наладки режущего инструмента используется щуп с реализацией принципа срабатывания при касании. Бесконтактные датчики для наладки инструмента выполняют те же функции, но

при этом используется лазерная система, в которой срабатывание происходит при пересечении инструментом лазерного пучка (рис. 6) [7].

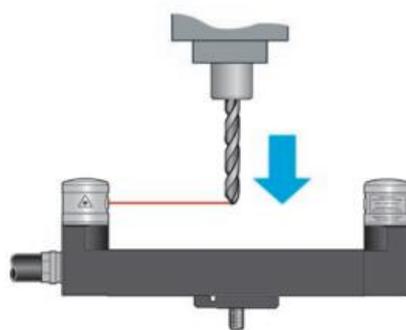


Рисунок 6 - Бесконтактная наладка инструмента с использованием лазерной системы

## 5 Автоматизация складской системы

Следующим этапом интенсификации производства является этап автоматизации складской системы. Без создания автоматических складов невозможно качество провести автоматизация производства и получить высокие показатели продуктивности. В связи с высоким уровнем производством и тенденцией на уменьшение времени производственного цикла появляются новые потребности во внутривозовском грузообороте, что привело к новым подходом по организации складов:

- максимальное использование пространства вверх;
- использование одноэтажных высоких помещений;
- оптимальное использование место отведённого под склад;
- применение специализированных стеллажей для наиболее максимального заполнения складов;
- использование систем автоматизации в виде программ ведущих онлайн учет.

Автоматизированный склад с использованием компьютеризированных систем, таких как программное обеспечение для планирования ресурсов предприятия (ERP) и системы управления складом (WMS), имеет ряд преимуществ, в том числе:

**Повышенная эффективность:** автоматизированные системы могут быстро и точно обрабатывать заказы, отслеживать уровни запасов и управлять процессами отгрузки и получения, что приводит к повышению производительности и сокращению времени простоя.

**Повышенная точность:** автоматизированные системы устраняют риск человеческой ошибки, такой как неправильное выполнение заказа, что приводит к повышению точности и удовлетворенности клиентов.

**Улучшенная видимость:** автоматизированные системы обеспечивают видимость в режиме реального времени уровня запасов, статуса заказа и информации о доставке, что позволяет менеджерам склада принимать обоснованные решения и корректировать операции по мере необходимости.

**Снижение трудозатрат:** автоматизированные системы могут автоматизировать повторяющиеся задачи, снижая потребность в ручном труде и сводя к минимуму риск травм на рабочем месте.

**Повышенная гибкость:** автоматизированные системы можно легко адаптировать к изменяющимся потребностям бизнеса, таким как выпуск новых продуктов, сезонные изменения или увеличение спроса.

В складском помещении установлен автоматический кран-штабелер, который перемещается по опорному рельсу, проложенному на полу вдоль стеллажей, и использует вспомогательный (направляющий) рельс, закрепленный в верхней части стеллажей. Этот кран-штабелер способен брать и ставить

паллеты на стеллажи. Он контролируется автоматической базой данных, которая управляет его перемещением, позволяя подвозить, ставить, забирать и отвозить ящики от оператора, а также размещать их на стеллажах. Использование данной системы значительно снижает негативные факторы, связанные с загрузкой с помощью автомобильных погрузчиков. В отличие от людей, автоматизированный кран-штабелер минимизирует повреждения стеллажей, ошибки сортировки на складе, обеспечивает точную оперативную информацию о складских запасах и помогает оптимизировать использование доступного места.

Технические характеристики склада

- Высота стеллажей до 12 м;
- Грузоподъемность – до 2500 кг;
- Рабочие температуры от +40°C до -40°C;
- Максимальная скорость перемещения до 240 м/мин;
- Скорость выдвижения стола до 45 м/мин;
- Скорость подъема до 60 м/мин;
- Возможность использования для перемещения шаттлов.

Автоматизация склада на моменте программного обеспечения важный этап, так как простои в складах сведут преимущества от автоматизации остальных процессов к нулю, что приведет к дополнительным затратам. У онлайн учета существует множество преимуществ:

- Документацию ведется онлайн и в случае необходимости распечатывается. К складскому онлайн документообороту относятся служебные записки на прием, отбор, перемещение, инвентаризацию товаров;
  - Возможность переходить на большие объемы данных и использования терминала сбора данных;
  - Сокращение затрат на бумагу, время;
  - Интуитивный интерфейс с подсказками для нахождения необходимой ячейки товара;
  - Высчитывание траектории движения крана-штабелера;
  - Возможность использования штрихкодов для шифрования товара, что приводит к точной идентификации их;
  - Онлайн контроль срока годности при необходимости и напоминание о необходимости обновить товар, указывая на ячейку первоочередного использования;
  - Увеличение скорости инвентаризации без остановки работы склада
- [8].

## 6 Автоматизация проектирования

Интенсификация производства без этапа автоматизации проектирования не принесет плодов, поэтому очень важно уделить внимание этому моменту.

Автоматизация проектирования с использованием программного обеспечения для автоматизированного проектирования (САПР) имеет ряд преимуществ, в том числе:

**Эффективность работ:** автоматизация процесса позволяет увеличить скорость проектирования и уменьшить временные затраты для выполнения конструкторских работ.

**Точность работ:** автоматическое назначение размеров помогает уменьшить вероятность ошибки в размерной цепи, что позволяет увеличить качество работы.

**Корпоративность работ:** благодаря многим программам в работе над моделью могут участвовать не только несколько инженеров, но и подключаться заказчики и другие сотрудники компании с установленным доступом.

**Визуализация:** 3D моделирование не только облегчает чтение чертежей и разработку деталей для неопытных инженеров, но и демонстрирует работу для сотрудников и заказчиков не вовлеченных в техническую сферу работ.

**Повышенная доступность:** автоматизированные процессы проектирования упрощают доступ к проектной информации для не инженеров, позволяя им принимать обоснованные решения и уменьшая зависимость от специализированного проектного персонала.

В данном проекте использовались системы CAD Компас-3D для создания чертежа и 3D модели детали, и плана автоматизированного участка. КОМПАС-3D — профессиональная САПР для 3D-моделирования и технической документации. Он предлагает ряд инструментов для проектирования и моделирования 3D-моделей, включая механические детали, сборки и схемы. Программное обеспечение имеет настраиваемый интерфейс и поддерживает совместную работу и работу в команде, позволяя нескольким пользователям одновременно работать над одним и тем же проектом. Он также предоставляет расширенные инструменты технической документации, такие как автоматическое создание чертежей и видов в разрезе, и имеет сильную поддержку сообщества. КОМПАС-3D поддерживает широкий спектр параметров импорта и экспорта, что позволяет легко интегрировать его с другими САПР [9].

КОМПАС-3D предлагает:

- Возможности параметрического моделирования;
- Динамическое 3D-моделирование сборки;
- Расширенные возможности рендеринга и анимации;

- Интеграция с другими инженерными инструментами;
- Мощные инструменты черчения и аннотации;
- Обширная библиотека стандартных деталей и компонентов.
- Для создания управляющих кодов для ЧПУ станков можно использовать программы САМ системы.

Преимущества этого:

- Повышенная точность и согласованность генерации кода;
- Сокращение времени и затрат за счет автоматизации повторяющихся задач;
- Улучшение сотрудничества и коммуникации между проектными и производственными командами;
- Простая интеграция с программным обеспечением САПР и другими инженерными инструментами;
- Возможность моделирования и оптимизации процессов обработки;
- Поддержка широкого спектра станков с ЧПУ и контроллеров;
- Настраиваемые стратегии обработки и библиотеки инструментов.

FeatureCAM — это программное обеспечение для автоматизированного производства (САМ). Оно позволяет автоматически генерировать траекторию, которую будет считать станок чпу для обработки деталей. Он предлагает множество опций для двух и пятиосевой, а так же многоосевой обработки. Она включает такие виды операции как: фрезерную, токарную и проволочную электроэрозионную обработку. FeatureCAM интегрируется с популярным программным обеспечением САПР для беспрепятственного переноса проектных данных в производственный процесс. Программное обеспечение предоставляет инструменты для моделирования и оптимизации процессов обработки, повышая точность и сокращая время и затраты. Кроме того, FeatureCAM предлагает расширенные функции, такие как автоматическое распознавание элементов, оптимизация траектории и возможности постобработки. Программное обеспечение предназначено для улучшения взаимодействия и взаимодействия между проектными и производственными группами, оптимизируя производственный процесс [10].

Для примера использования САМ системы показан пример фрезеровки лапы с генерированным управляющим кодом на постпроцессоре FANUC в программе FeatureCAM. Код предоставлен в **Приложении Е**.

А также разработан режим резания и автоматический подбор инструментов (рис. 7).

Список операций

Автоматический порядок  
 Упорядочить вручную

С.	Операция	Элемент	Инструмент	Подача	Скорость	Глубина
	чист.	торец1	торцев.фреза...	3326.4 мм/мин	5821 об/мин	2.000 мм
	черн. проход 1	стенка1	конц.фреза087...	1261.3 мм/мин	2838 об/мин	15.000 мм
	чист.	стенка1	конц.фреза087...	1164.3 мм/мин	4365 об/мин	15.000 мм
	черн. проход 1	стенка2	конц.фреза087...	1261.3 мм/мин	2838 об/мин	15.000 мм
	чист.	стенка2	конц.фреза087...	1164.3 мм/мин	4365 об/мин	15.000 мм
	с_остановом	с_остановом1				
	чист.	торец2	торцев.фреза...	3326.4 мм/мин	5821 об/мин	2.000 мм
	Результаты					

Рисунок 7 - Скриншот с программы Feature CAM.

## 7 Расчёт автоматизированного участка

### 7.1 Определение необходимого количества оборудования

Среднее количество оборудования для автоматизированного участка среднесерийного производства может варьироваться в зависимости от ряда факторов, таких как:

- Тип производимой продукции;
- Объем производства;
- Уровень автоматизации обрабатывающей линии;
- Среднее время выполнения одной операции;
- Количество операций, выполняемых на одной машине;
- Допустимое время простоя машины.

При установке машин и оборудования на заводе следует учитывать различные факторы, такие как расположение и размер машин и оборудования, расстояние между стендами, расположение и размер проемов для перемещения грузов, нормальные расстояния между машинами. Нормальные расстояния определяются нормами технологического проектирования и учитывают подвижные части машин, постоянные ограждения, удобство обслуживания техники мостовым краном. Планировка должна позволять легко и эффективно перемещать груз и обеспечивать достаточно места для эффективного использования и обслуживания техники.

Также, хорошее проектирование должно учитывать возможность расширения или модификации системы в будущем. Это может включать в себя добавление новых компонентов или изменение существующих процессов. Важно учитывать это, чтобы обеспечить гибкость системы и снизить расходы на будущие модификации.

В среднем, для среднесерийного производства, может потребоваться от 4 до 8 обрабатывающих центров.

На данном этапе на заводе имеется 3 станка с ЧПУ и дополняются 3 фрезерными станками и 2 сверлильными. Отличительной особенностью этого участка возможность, так же с экономической точки рентабельно, работы круглосуточно и обработка детали на одном станке. Поэтому целесообразно сохранить количество используемого оборудования, то есть уже имеющихся 3 и заменить 3 фрезерных и 2 сверлильных на 2 обрабатывающих центра, так как он производит оба вида операций. Получаем 5 обрабатывающих центров, которые будут полностью покрывать производство и иметь потенциал расширения за счет увеличения количество смен [11].

## 7.2 Расчет площади участка

Дальнейшие расчеты проводятся на основании методических данных из таблиц в **Приложении Ж**.

Длина  $L_1$  высчитывается как сумма расстояний между станками и длину станков. 5 обрабатывающих центров длиной 2530 берем за  $l_1$  расположены относительно друг друга боковыми сторонами, учитывая максимальная размеры они входят от 1800 до 4000 мм, поэтому расстояния между ними  $l_2=900$  мм, количество пространство выходит 4. Расстояние от стен и колон выбираем тыльной стороной  $l_3=800$  мм от 2 стен. Получается формула 1:

$$L_1=l_1+ l_2+ l_3=900*4+800*2+2530*5= 17\ 850\ \text{мм} \approx 18\ \text{м} \quad (1)$$

Берем за ширину участка (b)

Высчитываем расстояние в ширину  $L_2$ , как сумму ширины станка  $l_1=2496$  мм расстояний от магистрали фронтом  $l_2 = 1600$  мм, до стен тыльной стороной  $l_3 = 800$  мм

$$L_2 =l_1+ l_2+ l_3=1600+800+2496=4896\ \text{мм} \quad (2)$$

Умещаем в один пролет для избегания пересечения колонны и магистрали расстояние 6 м

Площадь производственной части участка по формуле 3:

$$S_{\text{п.ч.}}=a*b=6*18=108\ \text{м}^2 \quad (3)$$

где  $a$  – длина производственной части, м;

$b$  – ширина производственной части, м.

Из-за использования электротележек проезд магистральный – 4500 мм. Так же проход к складу цеховой для электротележек 1400 м.

Расчет площади склада

Площадь склада готовых изделий  $S$ , определяется по формуле 4:

$$S_{\text{склада}}=Q't/D'q'k \quad (4)$$

где  $Q$  – общая масса заготовок за год, т;

$t$  -количество дней хранения заготовок.

$D$  – дни работы склада

$q$  – среднеарифметическое напряженности грузовых перевозок.

$k$  – общий коэффициент; при использовании напольного транспорта  $k=0,25-0,4$ , штабелеров -  $0,3-0,4$ .

Методические данные в **Приложении Ж**.

Масса заготовок  $Q$ , обрабатываемых в течение года высчитывается по формуле 5:

$$Q = m \cdot N = 400 \cdot 10000 = 4000000 \text{ кг} \quad (5)$$

где  $m$  - средний вес детали корпуса 400 кг,

$N$  - количество заготовок в течение года для серийного производства 10000 штук

Масса заготовок  $Q=4000$  т

Коэффициент использования площади берется для штабелёров  $k=0,4$

Число рабочих дней берется  $D=248$

Запас хранения заготовок берется для среднесерийного  $t=8$

Поправочный коэффициент 1,2

Средняя грузонапряженность площади склада  $q=4$

$$S_{\text{склада}} = 2700 \cdot 8 \cdot 1.2 / 248 \cdot 4 \cdot 0.4 = 96.7 \approx 100 \text{ м}^2$$

Берем  $b$  как два пролета 12 м, следует  $a=8,3$  м [12].

Стандартная высота складских помещений варьируется в зависимости от типа хранилища и хранимых предметов. Как правило, следующие общие требования к высоте для складских помещений:

Стеллажное хранение: Стандартная высота стеллажного хранения составляет 2,5–4 метра, максимальная высота 6 метров.

Антресольное хранилище: стандартная высота мезонинного хранилища составляет 2,5–3 метра, максимальная высота 4-5 метров.

Хранение поддонов: стандартная высота хранения поддонов составляет 2–2,7 метра, максимальная высота 3 метра.

Складское хранение: Стандартная высота складского хранения составляет 5-6 метров, максимальная высота 12 метров.

Высоту склада берем  $h=3$  м для хранения поддонов.

Проверяем по нормам, соотношение площади механического и сборочного участка,  $\text{м}^2$ , зависит от типа производства: в единичная и мелкосерийная площадь сборочного участка в среднем составляет 50–60 % от производственной площади; в серийном производстве — 30–40 %, в массовом — 20–30 %. Проверяем по серийному производству 30–40% по формуле 4 и 5:

$$S_{\text{норма1}}=0,3*S=108*0,3=32,4 \text{ м}^2 \quad (6)$$

$$S_{\text{норма2}}=0,4*S=108*0,4=43,2 \text{ м}^2 \quad (7)$$

S входит в норму.

Берем кратное длине пролета 6 -  $S=42 \text{ м}^2$

Длину участка считаем по формуле 8:

$$a_{\text{участка}}=6*n=6*4=24 \text{ м} \quad (8)$$

где n- количество пролетов.

Считаем площадь участка по формуле 3:

$$S_{\text{п.ч.}}=18*24=432 \text{ м}^2$$

Для определения высоты пролета используются схема (рис. 8). Высота склада –  $h_1$ , минимального расстояния между складом и перемещаемым грузом –  $h_2$ , высоты транспортируемого груза –  $h_3$ , высоты мостового грана –  $h_4$ . Суммарная величина этих показателей определяет высоту –  $H_1$ , которая характеризует высоту от пола до головки подкранового рельса [13].

Максимальная высота склада  $h_1=3000 \text{ мм}$ . Принимаю  $h_2=700 \text{ мм}$ ,  $h_3=1200 \text{ мм}$ ,  $h_4=700 \text{ мм}$ .

Высота от пола до головки подкранового рельса считаем по формуле 9:

$$H_1= h_1+ h_2+ h_3+ h_4 \quad (9)$$

$$H_1 = 3000 + 700+ 1200 +700=5600 \text{ мм} \approx 6 \text{ м}$$

Беру округленное число для удобства просчетов  $H_1= 6000 \text{ мм}$ ., после определяю высоту участка до нижнего пояса ферм  $H = 80000 \text{ мм}$ .

Чертеж участка в разрезе дан в **Приложении К**.

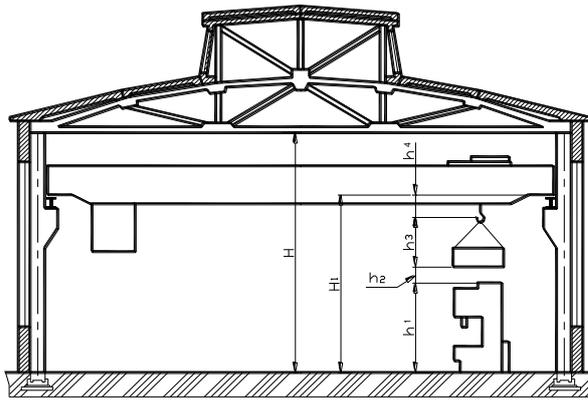


Рисунок 8 - Схема для расчёта высоты цеха

### 7.3 Планировка участка

Автоматизированный участок (АУ) состоит из нескольких ПМ (производственных модулей), объединенных общей автоматизированной системой управления

АУ бывают двух вариантов:

1. АСК (автоматизированная система для обработки корпусных деталей);
2. АСВ (автоматизированная система для обработки деталей типа тел вращения).

Этот участок относится к типу АСК, для обработки используются сверлильно-фрезерно-расточные обрабатывающие центры – 1 (рис. 9). Там же находится автоматизированный склад с автоматическим краном-штабелёром. Для перевозки заготовок используется роботизированные тележки, для контроля производства в станки установлена контрольная система прямого действия. Чертеж участка приведен в **Приложении И** [14].

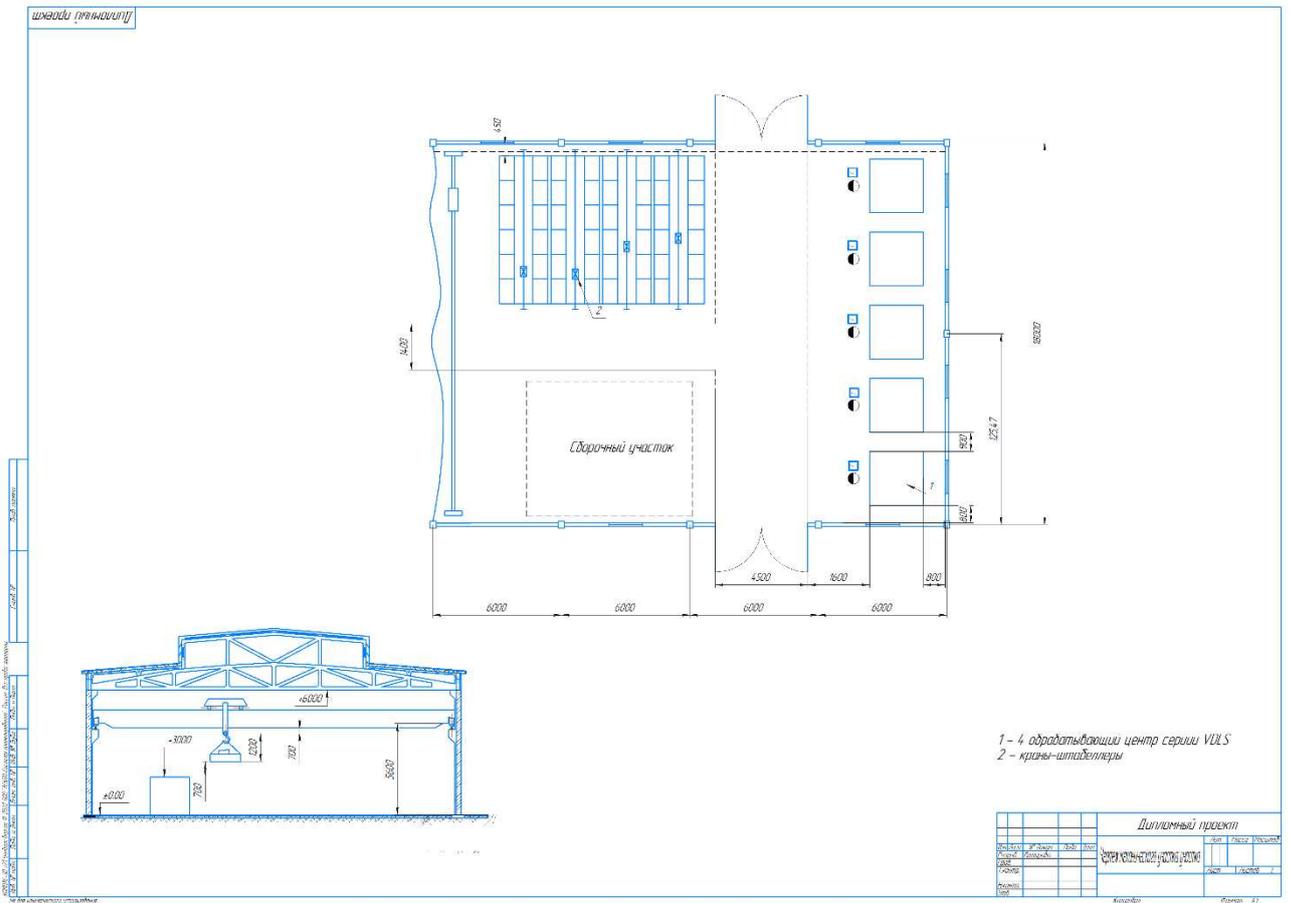


Рисунок 9 - Чертеж цеха

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проектирование автоматизированного участка корпусной детали является ключевым элементом эффективного производства. Это требует тщательного планирования и анализа, чтобы обеспечить эффективную работу оборудования и минимизацию потерь. Важными факторами являются выбор подходящего оборудования, разработка эффективных процессов и оптимизация производственных параметров. В итоге качественное проектирование позволит увеличить эффективность производства и снизить расходы.

Кроме того, важно проведение постоянных мониторинга и оценки эффективности системы, чтобы обеспечить ее постоянный рост и развитие. Это также позволит выявлять проблемы в ранней стадии и принимать меры для их решения. Важно обеспечить безопасность операторов и окружающей среды, а также придерживаться всех соответствующих норм и стандартов.

В ходе работы были рассмотрены и модернизированы различные этапы производства корпусных деталей. На основе анализа данных спроектирована технологический маршрут, подобрано оборудование, выбраны технологические базы, что дало основу для автоматизации производства и уменьшения подготовительно-заключительного времени и затрат на ручной труд. Так же введены средства цифровизации в складской системе, что облегчает учет и планирование производство, что улучшает прогнозы временных рамок работы. Так же были проанализированы способы автоматизации транспортной системы и выбран наиболее подходящий для данного производства с учетом массы продукции и загруженности транспорта. Это дало снижения уровня обязанностей работников и возможности создания единой системы со складской для повышения продуктивности работы. Так же подобраны способы автоматизации контрольных операций, что значительно повышает не только качество работ, но и время, затрачиваемое на следование политики завода ЗБ- не принимаю, не произвожу, не отдаю брак. На основе данных был спроектирован участок для производства основной продукции.

Разработанный участок дает возможность не только модернизировать производство, но и решить главную проблему многих заводов – отсутствие квалифицированных кадров. В механическом труде многое зависело от человеческого фактора и личного опыта каждого работника цеха. На данном этапе в Казахстане не многие молодые люди ходят уходить в ручной труд, что считается не престижных, в связи с этим развился дефицит кадров. Автоматизированный участок не только восполнит его, но и даст возможность развиваться в более перспективных и престижных профессиях.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Шишмарев В.Ю. Ш 657 Автоматизация технологических процессов: Учеб. пособие для студ. сред. проф. образования / Владимир Юрьевич Шишмарев. — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 352 с.
- 2 МЕТОДОЛОГИЯ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ © 2016 Ю.Л. Береснев Самарский государственный технический университет  
Статья поступила в редакцию 20.09.2016 Шишмарев В.Ю. Ш 657
- 3 Автоматизация технологических процессов: Учеб. пособие для студ. сред. проф. образования / Владимир Юрьевич Шишмарев. — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 352 с.
- 4 Шестопалов, К.К. Ш522 Основы автоматизированного проектирования: учеб. пособие / К.К. Шестопалов, А.Н. Новиков. – 2 изд., испр. – М.: МАДИ, 2017. – 96 с.
- 5 Основы автоматизированного проектирования: учеб. пособие / К.К. Шестопалов, А.Н. Новиков. – 2 изд., испр. – М.: МАДИ, 2017. – 96 с.
- 6 Автоматизация производства: учебник для СПО / под общ. ред. О. С. Колосова. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 291 с. — (Серия : Профессиональное образование).
- 7 Ткалин И.М., Челышев В.Л., Макаров В.Д. Проектирование производственных участков машиностроительных предприятий: Учебное пособие. – СПб.: СЗПИ, 1997.
- 8 Капустин Н.М. Автоматизация машиностроения. М.: Высш.шк., 2003. - 223 с
- 9 Колесов И. М. Основы технологии машиностроения. М.: Высш. шк., 2001. - 590 с.
- 10 Максаров В.В., Помпеев К.П., Схиртладзе А.Г. Проектирование машиностроительных производств: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СЗТУ, 2004.
- 11 Сибикин М.Ю. Технологическое оборудование. М.: Форум-ИНФРА-М, 2005. - 400 с.
- 12 Ткалин И.М., Челышев В.Л., Макаров В.Д. Проектирование производственных участков машиностроительных предприятий: Учебное пособие. – СПб.: СЗПИ, 1997.
- 13 Насыров Ш.Г. Проектирование участков машиностроительного производства: Методические указания к практикуму. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 42 с.
- 14 Киселев Е. С., Богданов В. В. К48 Выполнение технологических планировок механосборочных и вспомогательных цехов на ПЭВМ: Учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2001.– 96 с.

## Приложение А

%

O0001 - ( FEATURECAM - FANUC )  
( НОЖКИ )  
( УСТАНОВ1 - 30.01.2023 - 23:25:48 )  
( ESTIMATED MACHINE TIME = 3:18.0 )  
N35 G00 G20 G17 G40 G49 G80 G94  
N40 G91 G28 Z0

N45 ( FACE FINISH ТОРЕЦ1 )  
N50 T1 M6  
N55 G00 G54 G90 X9.6065 Y-3.4254 S5820 M03  
N60 G43 H1 Z0.9843 M08  
N65 Z0.1181  
N70 G01 Z-0.0787 F131.0  
N75 X-1.575  
N80 Y-1.26  
N85 X9.6065  
N90 G00 Z0.9843  
N95 M5  
N100 G91 G28 Z0 M09  
N105 G28 X0 Y0  
N110 G49 G90  
N115 M01

N120 ( SIDE ROUGH1 СТЕХКА1 )  
N125 T2 M06  
N130 G94  
N135 G00 G54 X0.3374 Y-4.7737 S2837 M03  
N140 G43 H2 Z0.9843 M08  
N145 Z0.0394  
N150 G01 Z-0.6693 F24.8  
N155 X-0.0211 Y-4.4527 F49.6  
N160 G02 X-0.408 Y-3.9764 I0.0998 J0.4764  
N165 G01 Y-0.0394  
N170 G02 X-0.0211 Y0.437 I0.4867 J0.  
N175 G01 X0.3374 Y0.758  
N180 G00 Z0.9843  
N185 X7.6941  
N190 Z0.0394  
N195 G01 Z-0.6693 F24.8  
N200 X8.0526 Y0.437 F49.6  
N205 G02 X8.4395 Y-0.0394 I-0.0998 J-0.4764  
N210 G01 Y-1.5157  
N215 G02 X7.9528 Y-2.0025 I-0.4867 J0.

## Продолжение приложения А

N220 G01 X6.0827  
N225 G03 X6.0827 Y-2.0133 I0. J-0.0054  
N230 G01 X7.9528  
N235 G02 X8.4395 Y-2.5 I0. J-0.4867  
N240 G01 Y-3.9764  
N245 G02 X8.0526 Y-4.4527 I-0.4867 J0.  
N250 G01 X7.6941 Y-4.7737

N255 ( SIDE FINISH СТЕНКА1 )  
N260 S4365  
N265 Y-4.4631 F45.8  
N270 G03 X7.5482 Y-4.4139 I-0.1458 J-0.1914 F22.9  
N275 G01 X0.0787 F45.8  
N280 G02 X-0.3588 Y-3.9764 I0. J0.4375 F68.7  
N285 G01 Y-0.0394 F45.8  
N290 G02 X0.0787 Y0.3981 I0.4375 J0. F68.7  
N295 G01 X7.9528 F45.8  
N300 G02 X8.3903 Y-0.0394 I0. J-0.4375 F68.7  
N305 G01 Y-1.5157 F45.8  
N310 G02 X7.9528 Y-1.9532 I-0.4375 J0. F68.7  
N315 G01 X6.0827 F45.8  
N320 G03 X6.0827 Y-2.0625 I0. J-0.0546 F22.9  
N325 G01 X7.9528 F45.8  
N330 G02 X8.3903 Y-2.5 I0. J-0.4375 F68.7  
N335 G01 Y-3.9764 F45.8  
N340 G02 X7.9528 Y-4.4139 I-0.4375 J0. F68.7  
N345 G01 X7.4301 F45.8  
N350 G03 X7.3532 Y-4.4265 I0. J-0.2406 F22.9  
N355 G01 X7.2843 Y-4.4631 F45.8  
N360 G00 Z0.9843

N365 ( SIDE ROUGH1 СТЕНКА2 )  
N370 X0.3374 Y-4.7737 S2837  
N375 Z-0.5512  
N380 G01 Z-1.2598 F24.8  
N385 X-0.0211 Y-4.4527 F49.6  
N390 G02 X-0.408 Y-3.9764 I0.0998 J0.4764  
N395 G01 Y-0.0394  
N400 G02 X-0.0211 Y0.437 I0.4867 J0.  
N405 G01 X0.3374 Y0.758  
N410 G00 Z0.9843  
N415 X7.6941  
N420 Z-0.5512

## Продолжение приложения А

N425 G01 Z-1.2598 F24.8  
N430 X8.0526 Y0.437 F49.6  
N435 G02 X8.4395 Y-0.0394 I-0.0998 J-0.4764  
N440 G01 Y-1.5157  
N445 G02 X7.9528 Y-2.0025 I-0.4867 J0.  
N450 G01 X6.0827  
N455 G03 X6.0827 Y-2.0133 I0. J-0.0054  
N460 G01 X7.9528  
N465 G02 X8.4395 Y-2.5 I0. J-0.4867  
N470 G01 Y-3.9764  
N475 G02 X8.0526 Y-4.4527 I-0.4867 J0.  
N480 G01 X7.6941 Y-4.7737

N485 ( SIDE FINISH СТЕНКА2 )  
N490 S4365  
N495 Y-4.4631 F45.8  
N500 G03 X7.5482 Y-4.4139 I-0.1458 J-0.1914 F22.9  
N505 G01 X0.0787 F45.8  
N510 G02 X-0.3588 Y-3.9764 I0. J0.4375 F68.7  
N515 G01 Y-0.0394 F45.8  
N520 G02 X0.0787 Y0.3981 I0.4375 J0. F68.7  
N525 G01 X7.9528 F45.8  
N530 G02 X8.3903 Y-0.0394 I0. J-0.4375 F68.7  
N535 G01 Y-1.5157 F45.8  
N540 G02 X7.9528 Y-1.9532 I-0.4375 J0. F68.7  
N545 G01 X6.0827 F45.8  
N550 G03 X6.0827 Y-2.0625 I0. J-0.0546 F22.9  
N555 G01 X7.9528 F45.8  
N560 G02 X8.3903 Y-2.5 I0. J-0.4375 F68.7  
N565 G01 Y-3.9764 F45.8  
N570 G02 X7.9528 Y-4.4139 I-0.4375 J0. F68.7  
N575 G01 X7.4301 F45.8  
N580 G03 X7.3532 Y-4.4265 I0. J-0.2406 F22.9  
N585 G01 X7.2843 Y-4.4631 F45.8  
N590 G00 Z0.9843  
N595 M5  
N600 G91 G28 Z0  
N605 G28 X0 Y0  
N610 G49 G90  
N615 M01

N620 ( FACE FINISH ТОПЕЦ2 )  
N625 T1 M06

## Продолжение приложения А

N630 G94  
N635 G00 G55 X9.6065 Y0.5904 S5820 M03  
N640 G43 H1 Z0.9843 M08  
N645 Z0.1181  
N650 G01 Z-0.0787 F131.0  
N655 X-1.575  
N660 Y2.7557  
N665 X9.6065  
N670 G00 Z0.9843  
N675 M5  
N680 G0 G91 G28 Z0 M09  
N685 G28 X0 Y0  
N690 G49 G90  
N695 M30  
%

## Приложение Ж

Таблица 5. Нормы расстояний станков от проезда, относительно друг друга от стен и колонн здания

Расположение станков		Расстояние, мм							
		Единичное, мелкосерийное и среднесерийное производство				Крупносерийное и массовое производство			
		Наибольший из габаритных размеров станка в плане, мм							
		До 1800	От 1800 до 4000	От 4000 до 8000	Св. 8000	До 1800	От 1800 до 4000	Св. 4000	
От проезда до	фронта	1600		2000 2400		1000 1200			
	тыльной стороны	500		500		500			
	боковых сторон	500		700	1000	500			
	в "затылок"	1700		2600		1400	1600	1800	
Относительно друг друга	тыльными сторонами		700	800	1000	1300	700	800	1000
	боковыми сторонами		900		1300	1800	900		1200
	фронтом и при обслуживании одним рабочим	одного станка	2100	2500	2600		1900	2300	2600
		двух станков	1700		-		1400	1600	-
	при П-образном расположении трех станков обслуживаемых одним рабочим		2500		-		1400	1600	-
			700		-		700		-
От стен и колонн	фронта		1600		1600 2000		1300	1500	
			1300		1500		1300	1500	
	тыльной стороны		700	800	900	1000	700	800	1000
	боковых сторон		1200				900		

Таблица 6. Нормы ширины проездов между участками и цехами.

Вид проезда	Транспортные средства	Ширина проезда, мм	
		при одностороннем движении	при двустороннем движении
Магистральный	Напольные: электротележки, электротягачи, электропогрузчики		4500
	автопогрузчики, автомашины,		5500

## Продолжение приложения Ж

Продолжение таблицы 6

Цеховой	Все виды напольного электротранспорта. кроме робокаров	A* + 1400	2A* + 1600
	робокары	A* +400	-
Пешеходный проход	-	-	1400
<p>*А — ширина груза (транспорта) мм.                      Примечания:                      1 Количество и расположение магистральных проездов определяется компоновкой корпуса и схемой грузопотоков.                      2. Ширина проезда вдоль наружных стен для протирки окон определяется шириной механизма для указанных работ — 400 мм.                      3. Ширина канала стружкоуборки размещенного вдоль проезда, не входит в ширину проезда.                      4. При развороте транспорта в проезде на 90<sup>0</sup> ширина проезда определяется характеристикой транспорта.                      5. Следует выбирать ширину цехового проезда (мм) из ряда чисел: 1400, 2000, 2200. 2600, 2800. 3000. 3200. 4000</p>			

Таблица 7. Нормативные данные для расчета площади складов

Наименование и назначение склада	Запас хранения заготовок, дней				Средняя грузонапряженность склада, т/м <sup>2</sup> , при хранении"	
	Е	С	К	М	в штабелях (для крупных и тяжелых деталей)	в стеллажах (для мелких и средних деталей)
Склад заготовок	15	8	3	1	3,0-4,0	2,0-7,0
Склад готовых деталей	10	6	2	1	2,0-2,5	1,2-4,0
<p>Е - Единичное и мелкосерийное, С - Среднесерийное, К - Крупносерийное, М - массовое                      Для среднесерийного производства; для массового производства следует применять поправочный коэффициент 1,2, для крупносерийного -1.1. для единичного и мелкосерийного 0.8</p>						



## РЕЦЕНЗИЯ

Дипломный проект  
(наименование вида работы)

Батырова Диана Руслановна  
(Ф.И.О. обучающегося)

6B07105 - Индустриальная инженерия  
(шифр и наименование образовательной программы)

На тему: «Проектирование автоматизированного участка по производству корпусных деталей».

Выполнено:

- а) графическая часть на 8 листах
- б) пояснительная записка на 34 страницах

### ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Дипломный проект посвящен проектированию автоматизированного участка. Данный дипломный проект содержит разделы: автоматизация технологического процесса, автоматизация транспортной системы и контрольных операций, складской системы и проектирования, расчёт автоматизированного участка. В проекте очень хорошо рассмотрены основные технологические вопросы и способы автоматизации каждого этапа жизненного цикла детали. За счет применения инновационных методов в проектировании. В качестве замечания необходимо отметить следующее:

- очень мало ссылок на использованную литературу;
- необходимо было более углубленного просчитать режимы резания.

В целом в данном проекте больших замечаний нет, дипломный проект полностью выполнен в соответствии с заданием, охвачены все разделы проекта.

### Оценка работы

Дипломный проект оценивается на «хорошо» В(86), а его автор Батырова Диана Руслановна заслуживает присвоения академической степени бакалавра по образовательной программе 6B07105 - «Индустриальная инженерия».

Рецензент

Доктор PhD, асоц. профессор АЛТ,  
заведующий кафедрой «Автотранспортные средства  
и безопасность жизнедеятельности  
Академия логистики и транспорта

Шингисов Б. Т.

« 31 »

2023г.



*М.Б. Исмаилов и.с.*

## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Батырова Диана Руслановна

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Проектирование автоматизированного участка по производству корпусных деталей

**Научный руководитель:** Ерик Нугман

**Коэффициент Подобия 1:** 2.8

**Коэффициент Подобия 2:** 0.6

**Микропробелы:** 12

**Знаки из других алфавитов:** 7

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 0

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

*Дата*



*проверяющий эксперт*

## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Батырова Диана Руслановна

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Проектирование автоматизированного участка по производству корпусных деталей

**Научный руководитель:** Ерик Нугман

**Коэффициент Подобия 1:** 2.8

**Коэффициент Подобия 2:** 0.6

**Микропробелы:** 12

**Знаки из других алфавитов:** 7

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 0

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

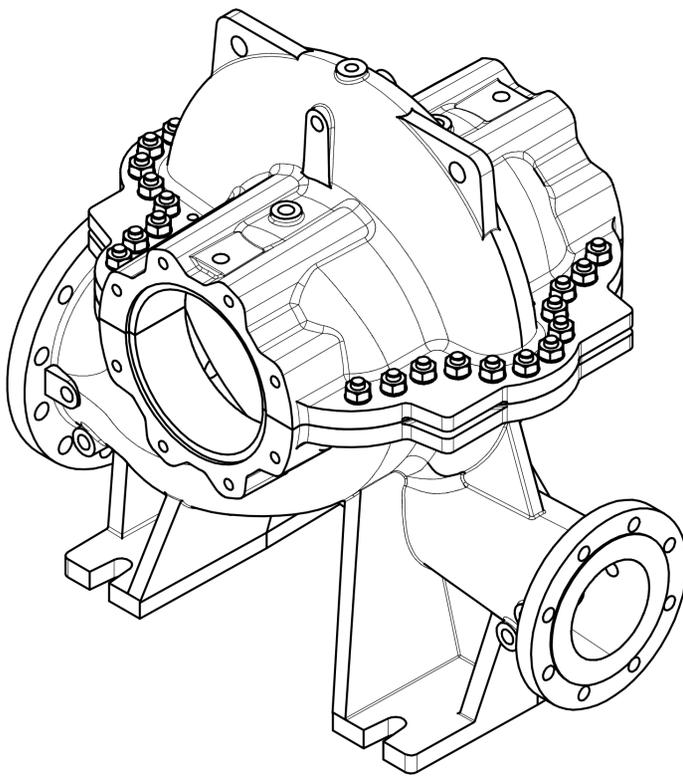
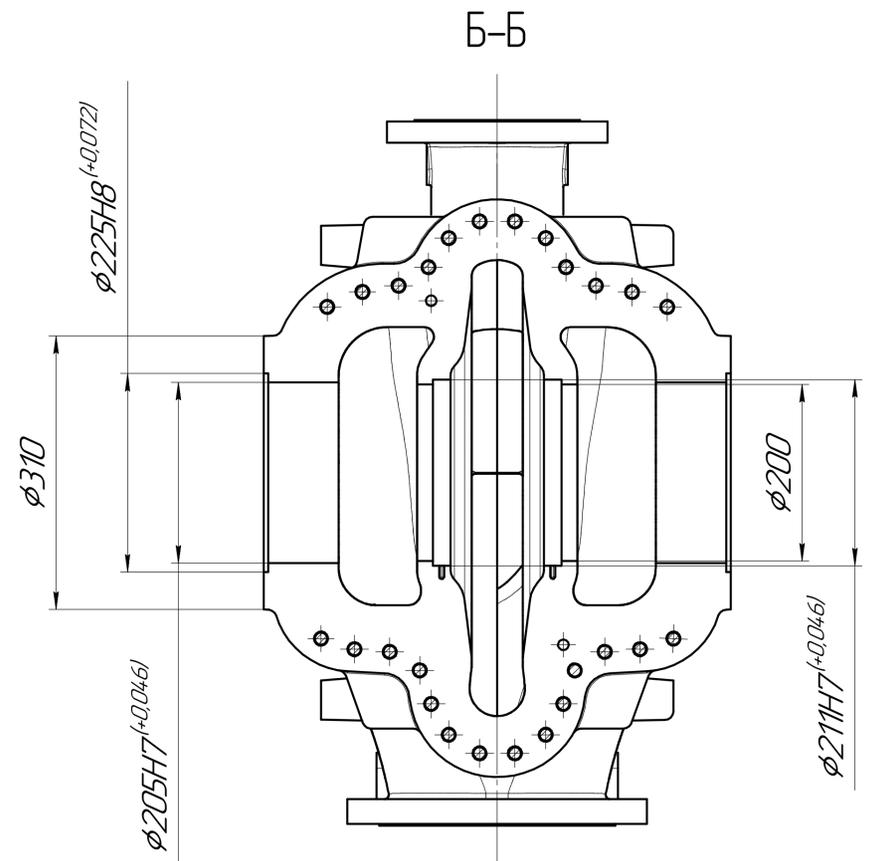
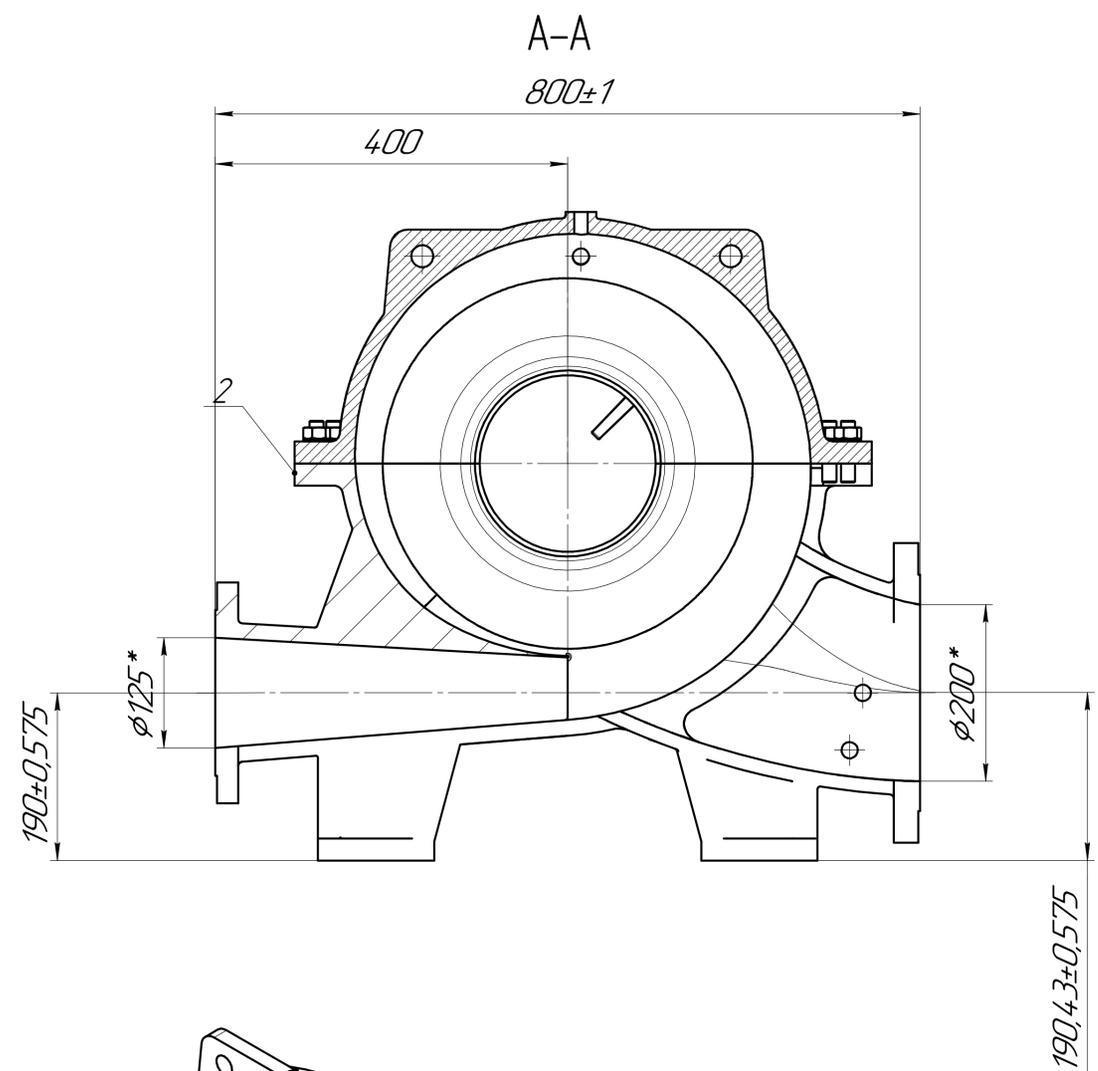
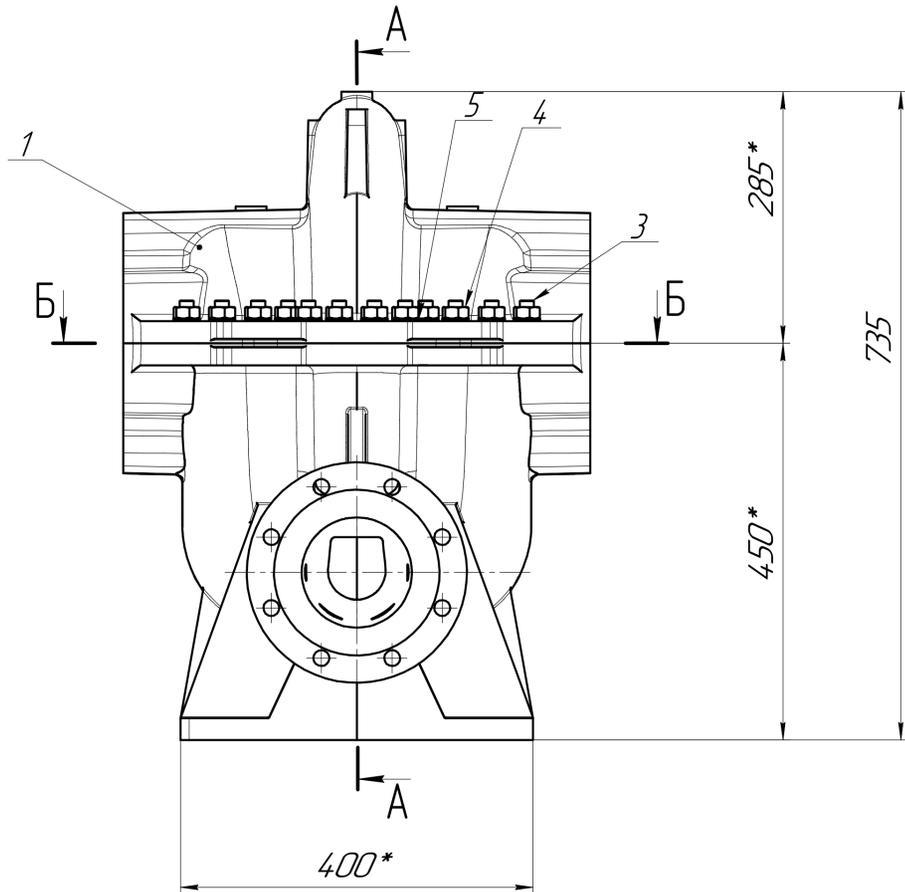
Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

*Дата*

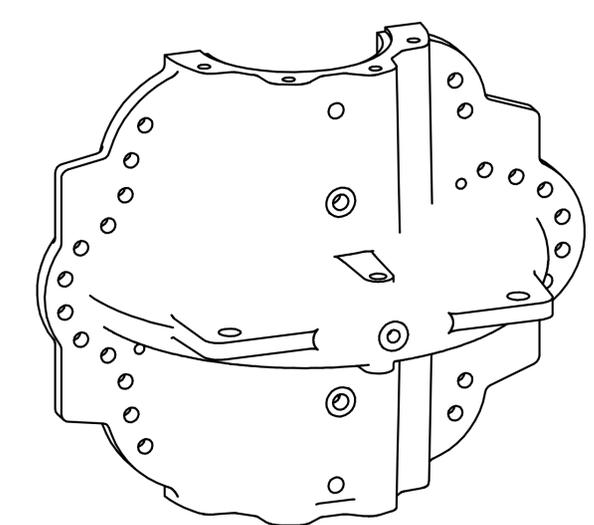
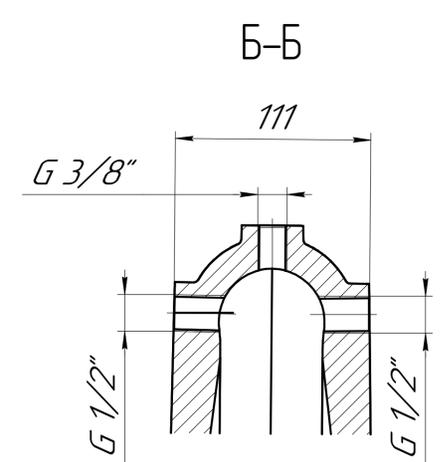
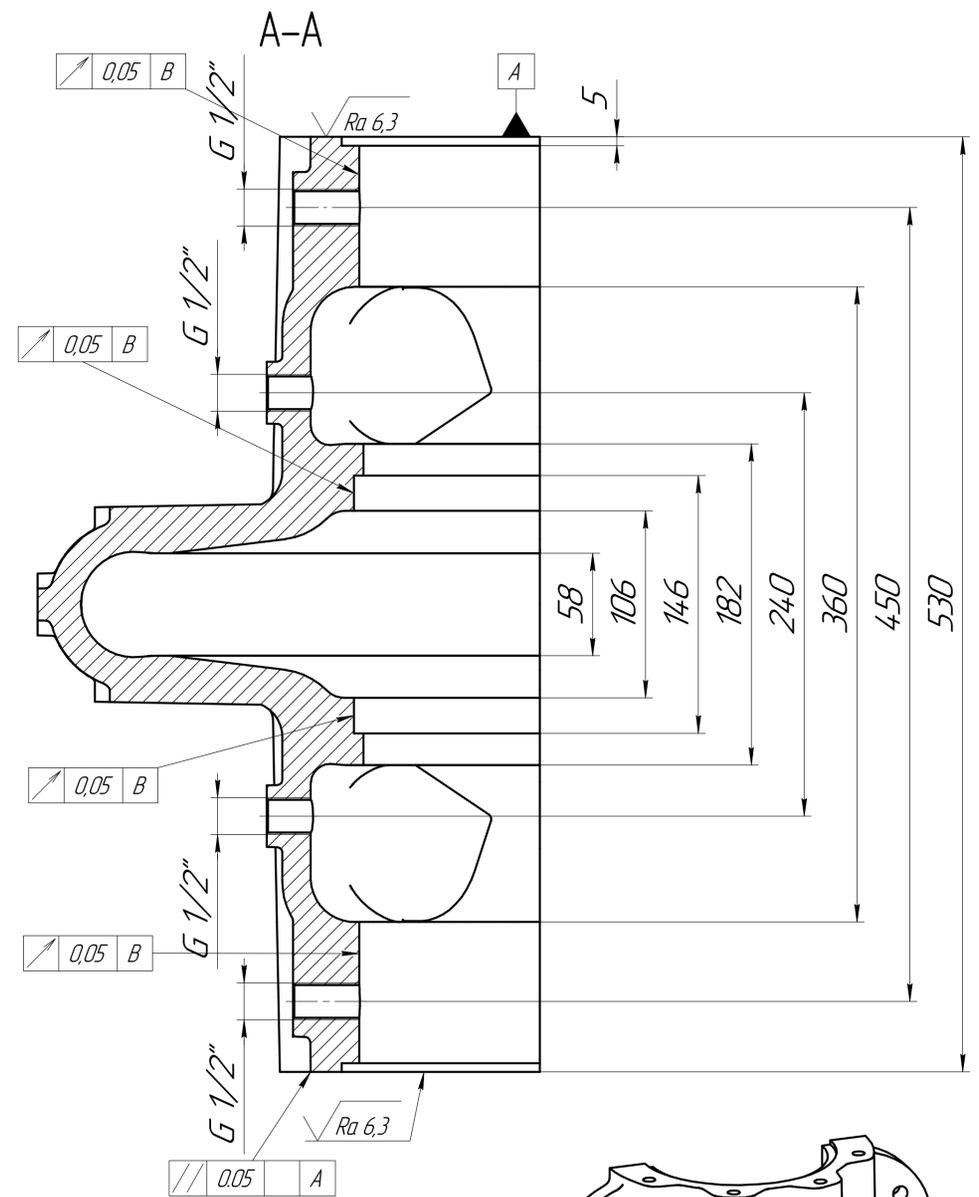
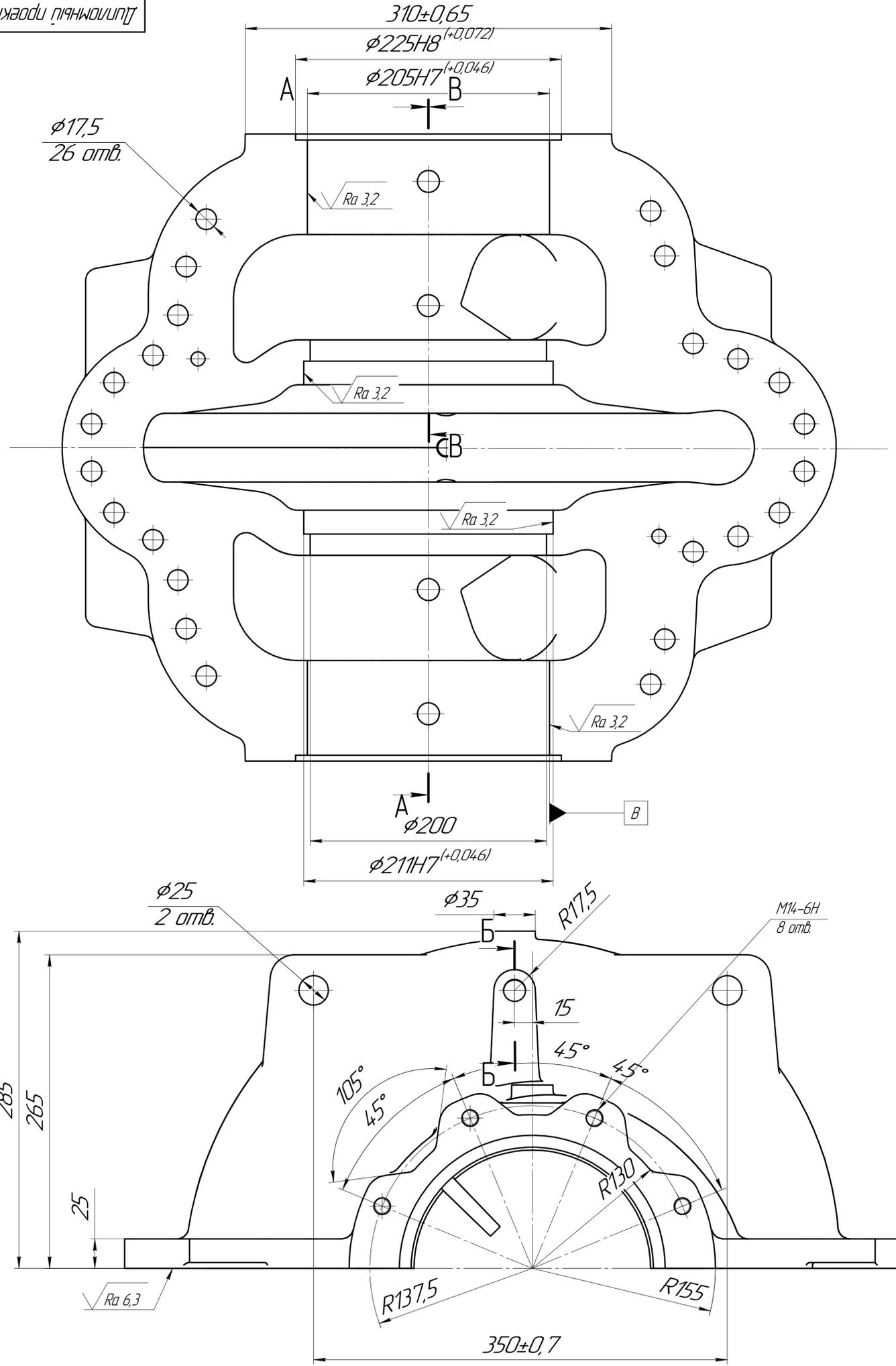
*Заведующий кафедрой  
Нугман Е.В.*





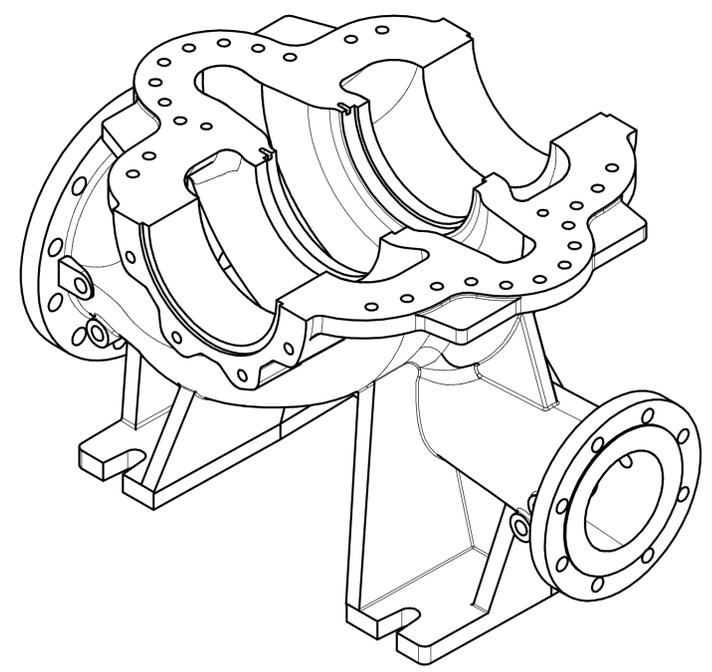
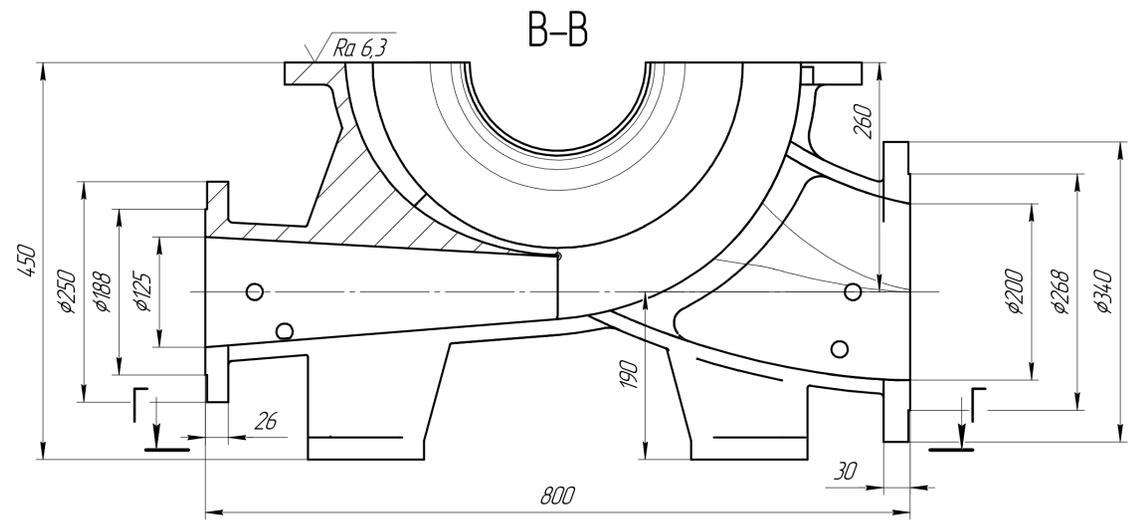
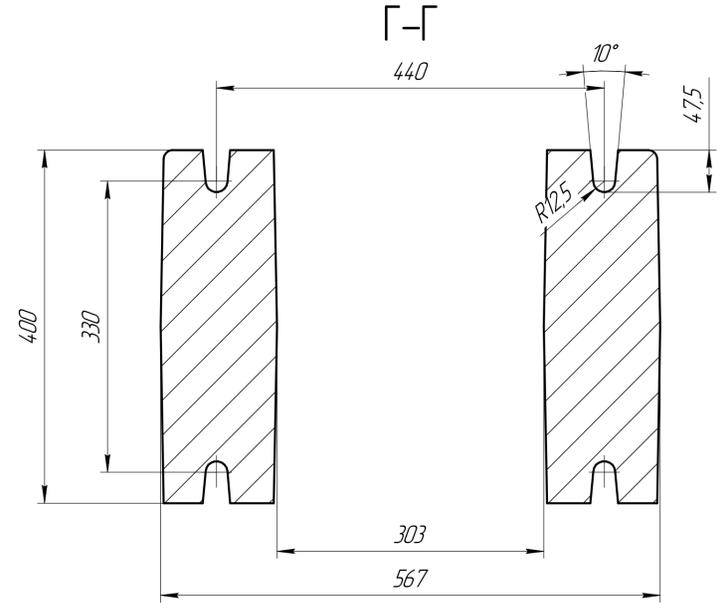
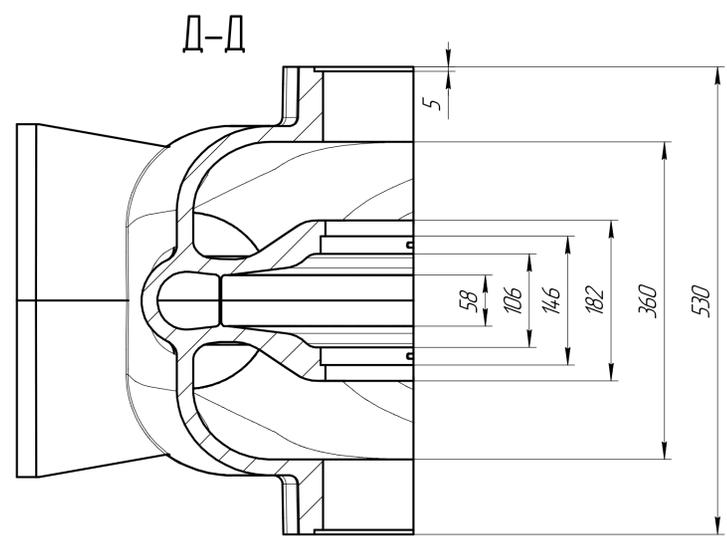
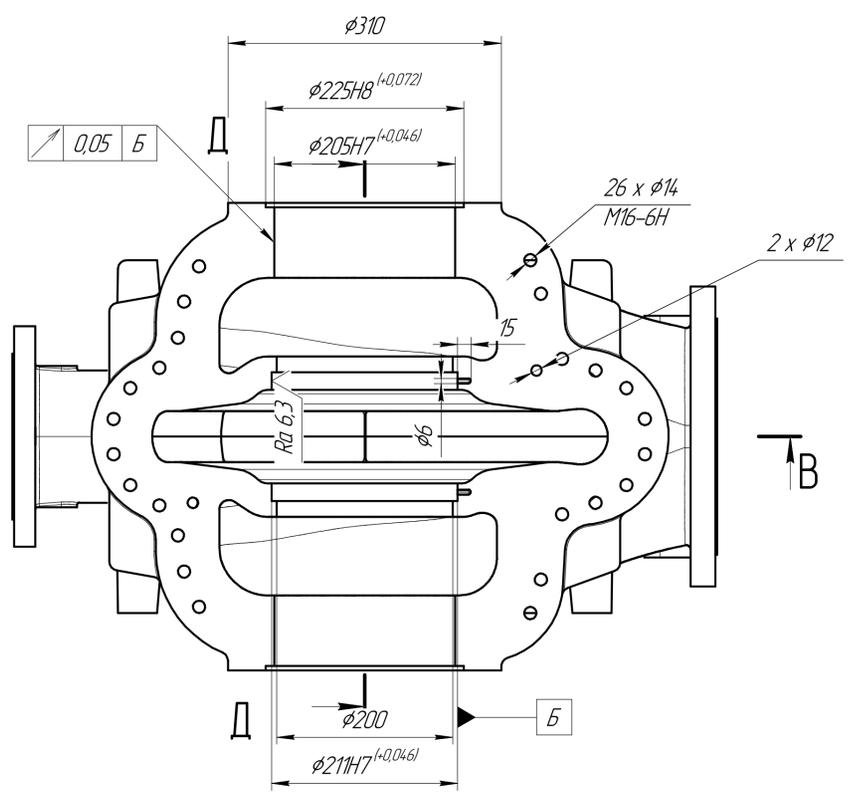
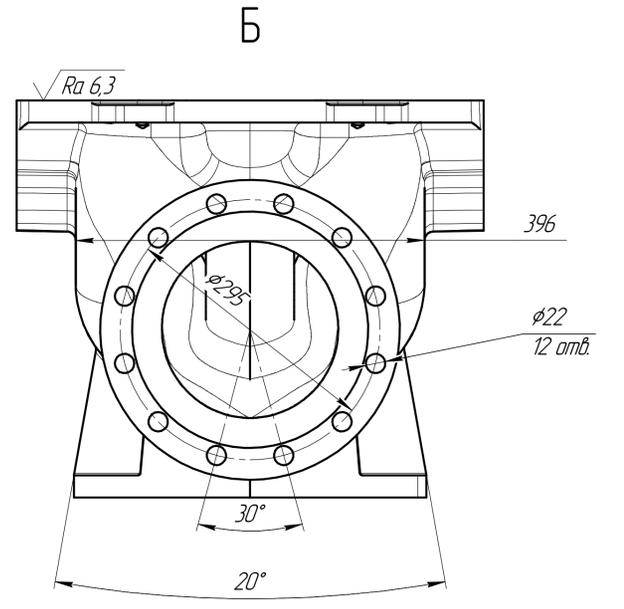
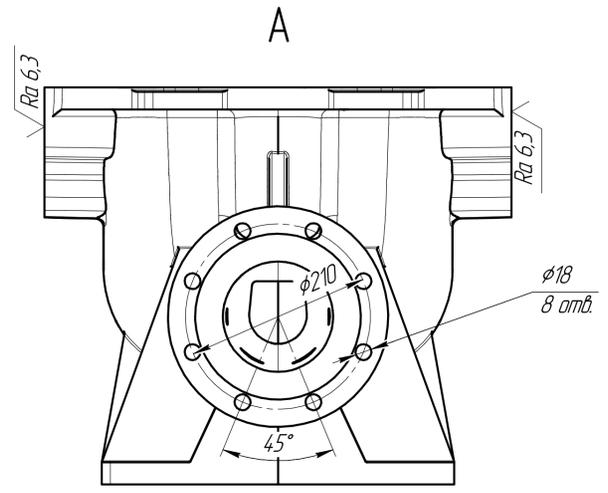
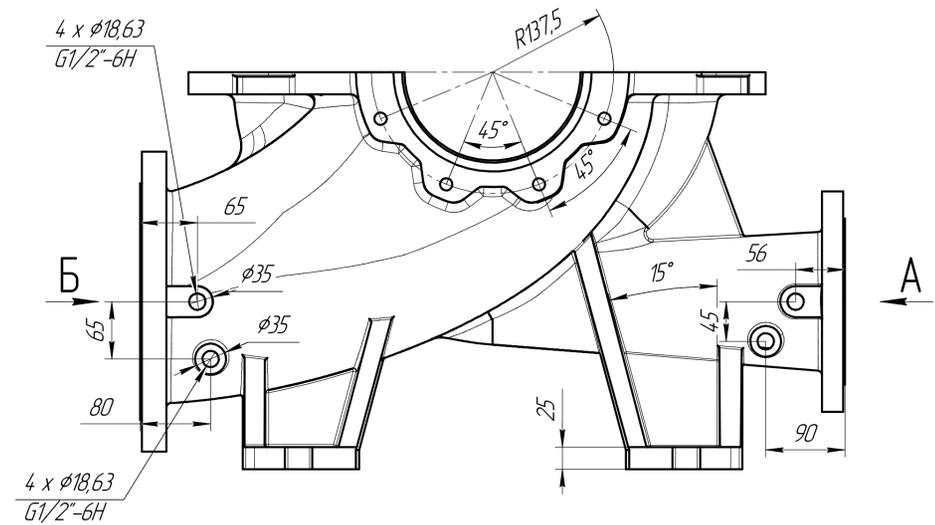
				Дипломный проект		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Масса
Разраб.	Батырова				508,08	14
Проб.	Нугман				Лист	Листов
Т.контр.	Аблякайыр					1
Исполн.					КАЗНИТУ им. Сатпаева	
Этп.					Копирабол	Формат А1

Имя, № подл.	Полн. и фами.	Всем лист. №	Имя, № подл.	Полн. и фами.	Справ. №	Перв. примен.



- 1 Отливка 3-й группы по ГОСТ 977-88
- 2 Точность отливки 12-0-0-12 ГОСТ 26645-85
- 3 H14, h14, ±IT14/2

Дипломный проект				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Батырова				99,55	1:2
Проб.	Нугман				Лист	Листов 1
Т.контр.	Аблякайыр					
Н.контр.						
Этб.						
Сталь 20Л ГОСТ 977-88						

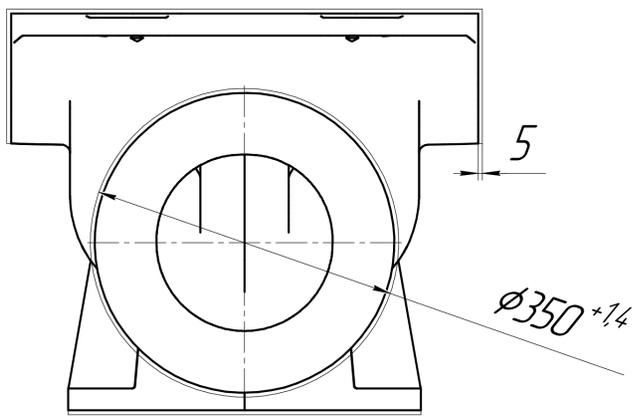
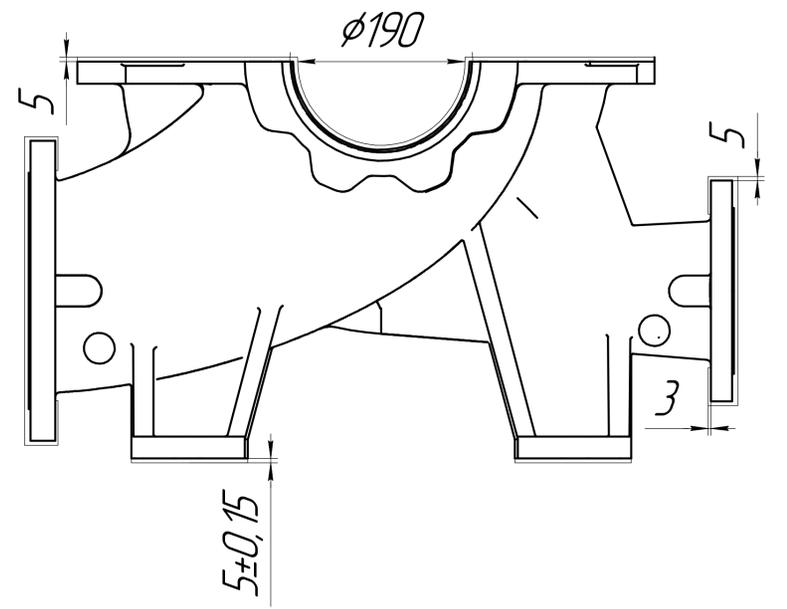


- 1 Отливка 3-й группы по ГОСТ 977-88
- 2 Точность отливки 12-0-0-12 ГОСТ 26645-85
- 3 H14, h14, ±IT14/2

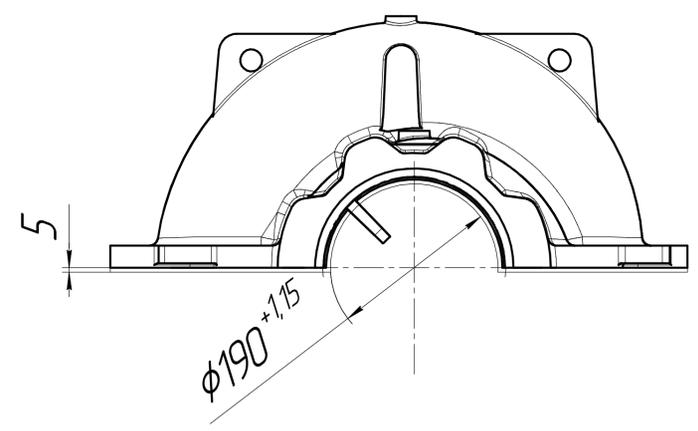
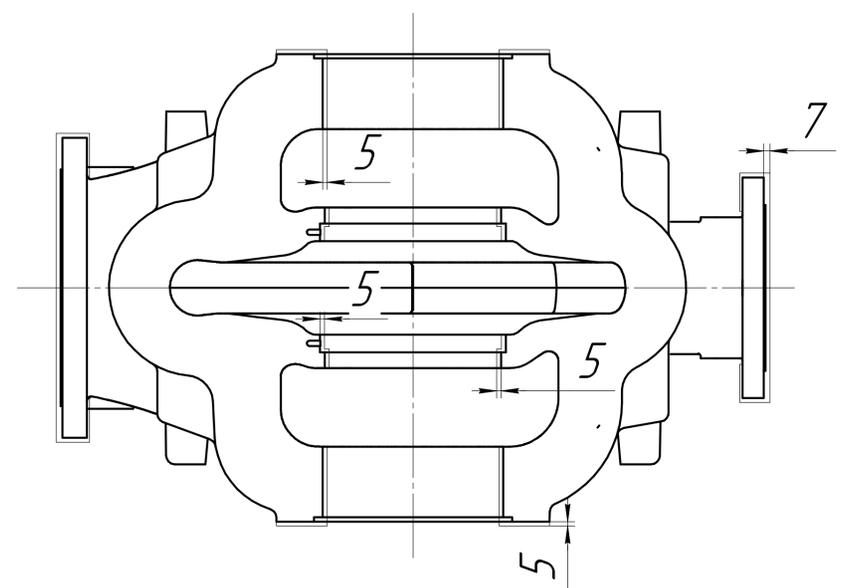
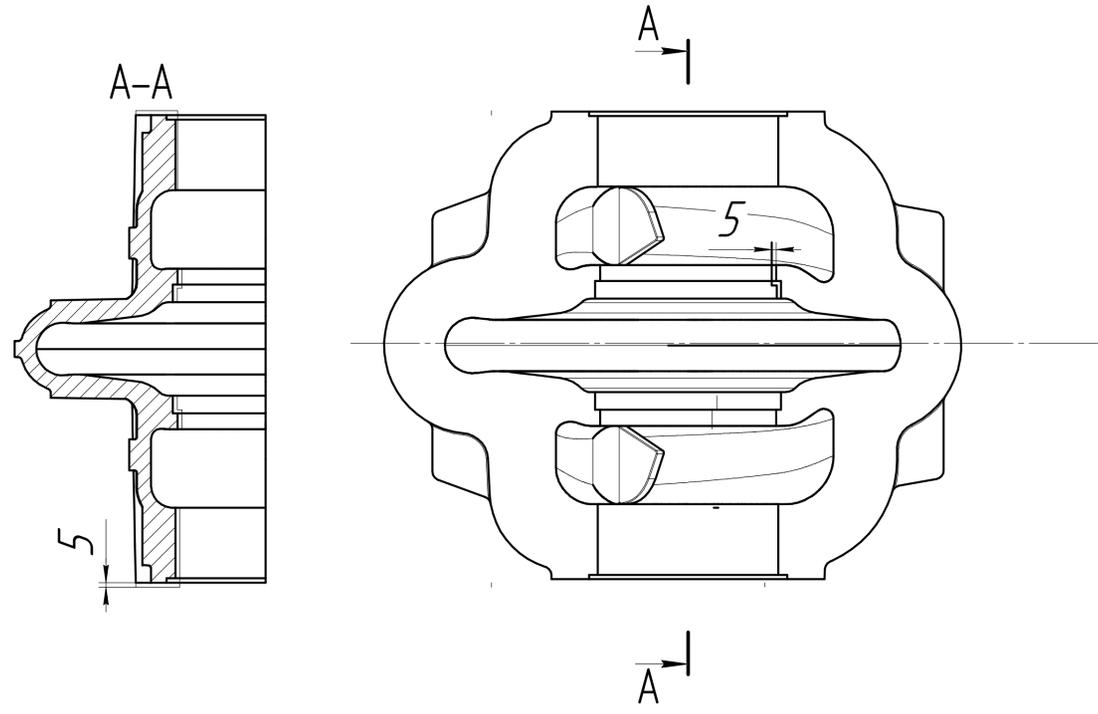
Дипломный проект				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	225,08	14
Разраб.	Батырбаев					
Проб.	Нугман					
Т.контр.	Аблякаев					
Н.контр.					Лист	Листов
Этб.					1	1
Сталь 20Л ГОСТ 977-88				КАЗНИТУ им. Сатпаева		
Копирабал				Формат А1		

Лист № 14  
Листов 14  
Имя, № листа  
Листы и даты  
Лист № 14  
Всего листов № 14  
Справ. №  
Перв. примеч.

Нижний корпус



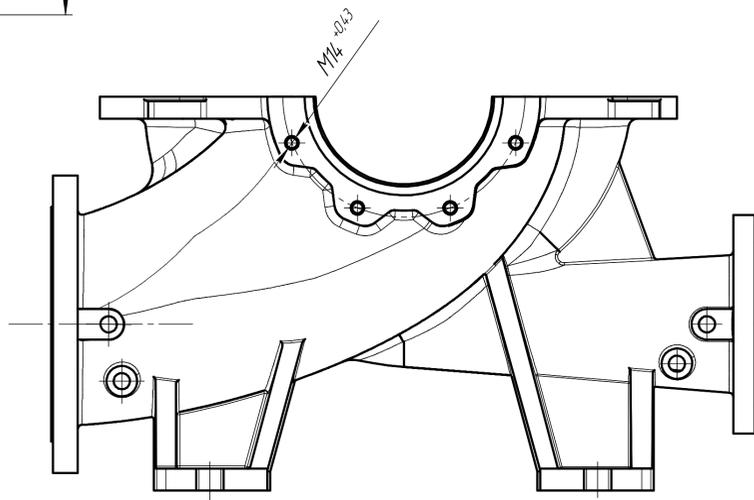
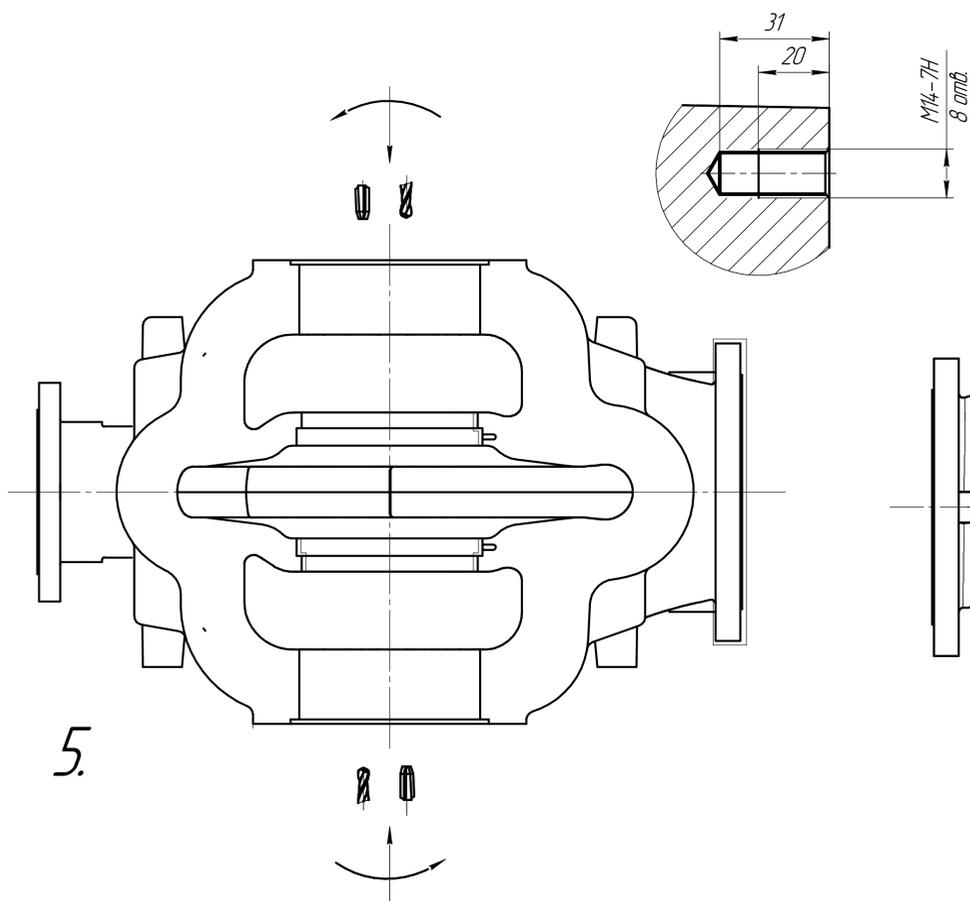
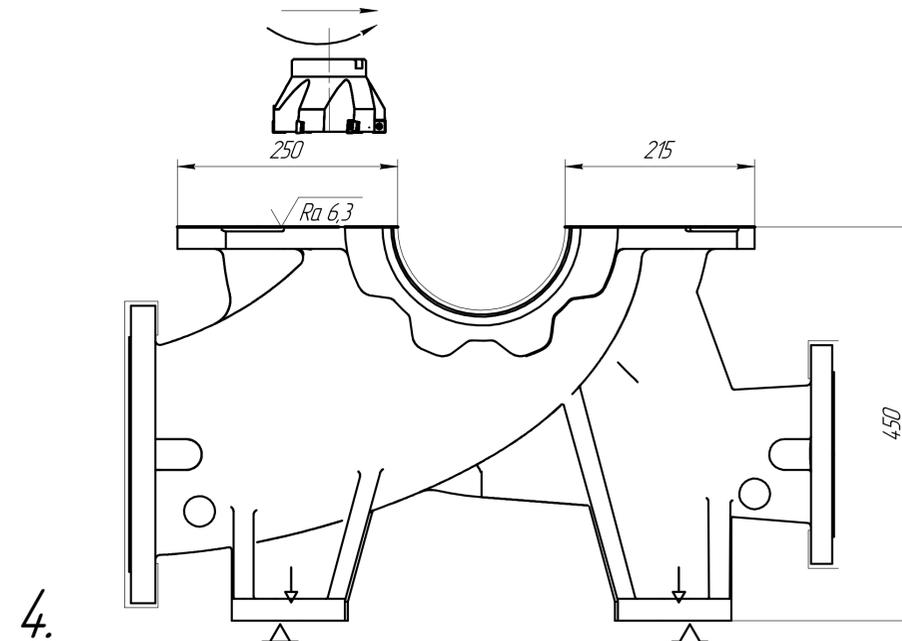
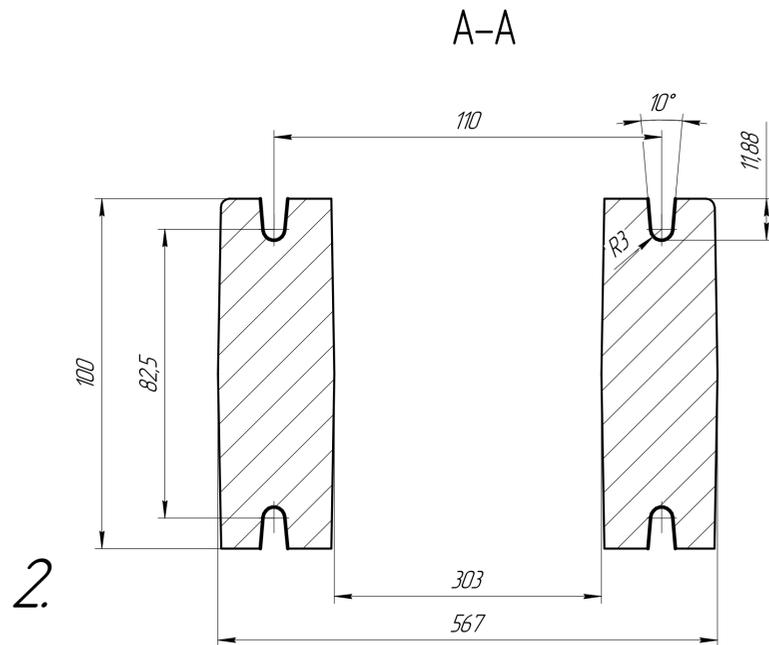
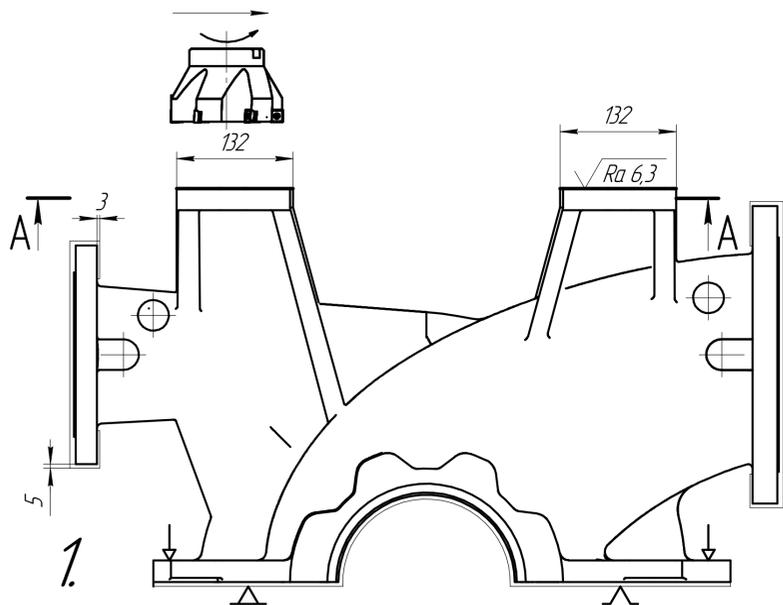
Верхний корпус



- 1 Отливка 3-й группы по ГОСТ 977-88
- 2 Точность отливки 12-0-0-12 ГОСТ 26645-85
- 3 Литье ГОСТ Р 53464-2009
- 4 H14, h14, ±IT14/2

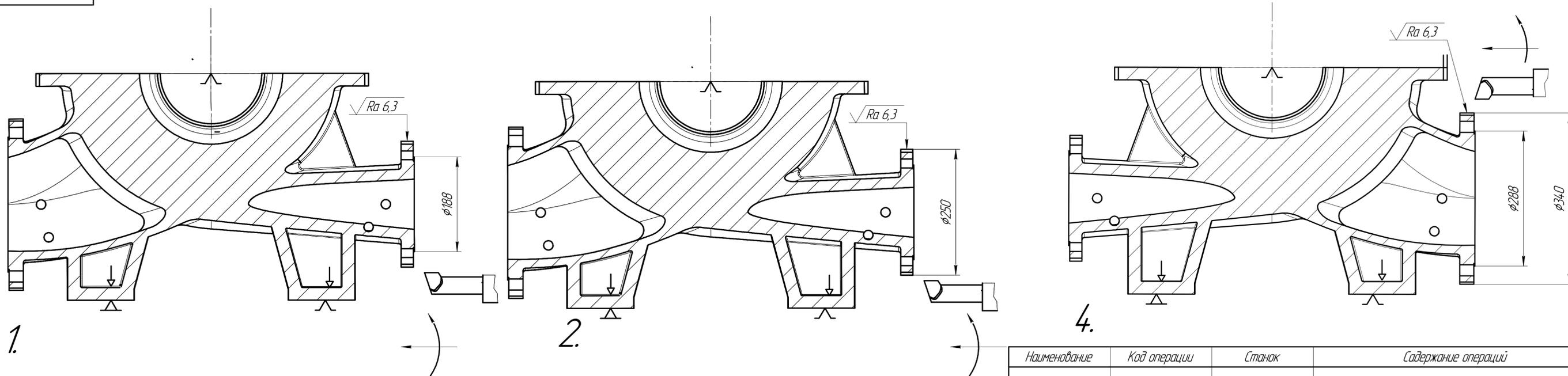
				Дипломный проект			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лит	Масса	Масштаб
							1:4
Разраб.	Батырбаева				Лист	Листов	1
Проб.	Нусман				Сталь 20Л ГОСТ 977-88		
Т.контр.	Абдикайыр				КАЗНИТУ им.Сатпаева		
Н.контр.					Копирабал		
Утв.					Формат А1		

Имя, № листа, Подп. и дата, Взам. инв. №, Инв. № докум., Справ. №, Перв. примен.

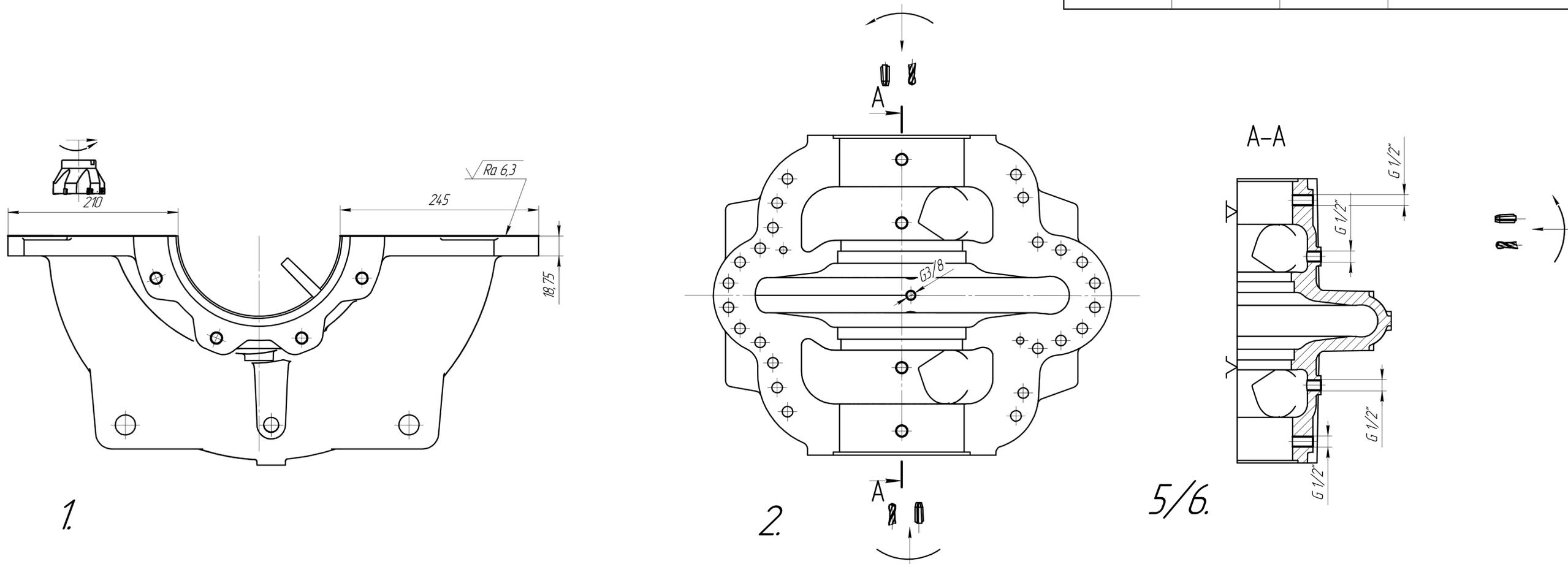


Наименование	Код операции	Станок	Содержание операций
Фрезерная	005	ОЦ серии VDL S	1. Фрезеровать лапы. 2. Сверлить отверстия, фрезеровать 4 паза на лапах. 3. Переустановка детали, закрепление за лапы болтами. 4. Фрезеровать присоединительную поверхность. 5. Центровать, сверлить, зенковать, нарезать резьбу М14 на 8 отверстиях.

Дипломный проект				Лит	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Разраб.	Бельякова					
Проб.	Нусман					
Т.контр.	Абдукайыр					
Н.контр.						
Утв.						
Технологические наладки				Лист 1	Листов 2	
				КАЗНИТУ им. Сатпаева		
				Формат А1		

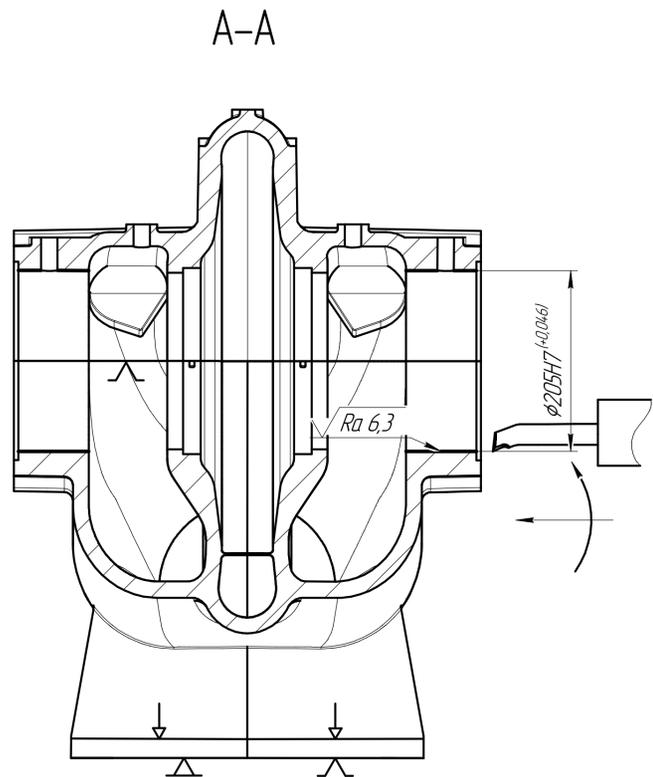


Наименование	Код операции	Станок	Содержание операций
Расточная	010	ОЦ серии VDLS	1. Торцевать фланец D250 мм 2. Торцевать фланец D188 мм 3. Повернуть стол на 180° 4. Торцевать фланец D340 мм, D288 мм.

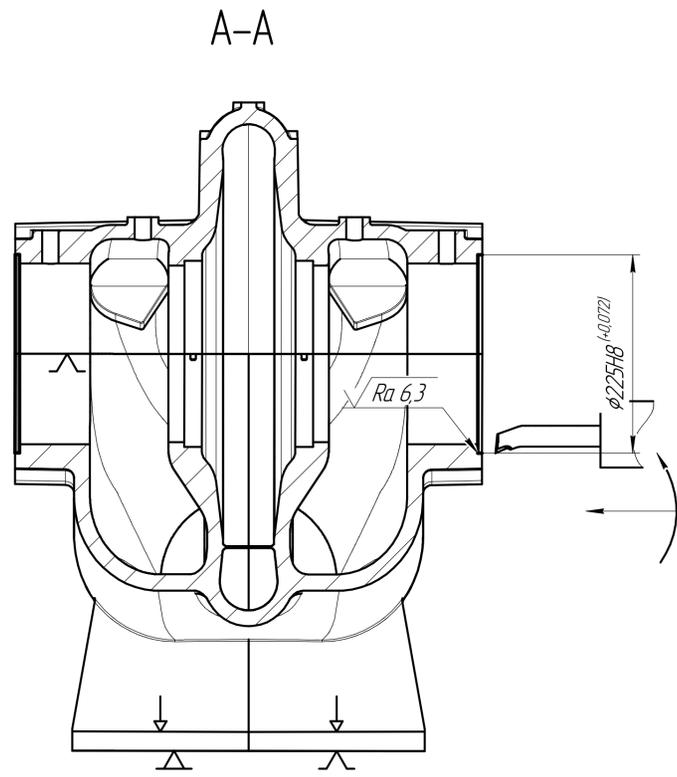


Наименование	Код операции	Станок	Содержание операций
Фрезерная	015	ОЦ серии VDLS	1. Фрезеровать присоединительную поверхность. 2. Центровать, сверлить, зенковать, нарезать резьбу M14 на 8 отверстиях. 3. Переустановить, закрепить деталь прихватами станочными. 4. Фрезеровать поверхности под пробки. 5. Центровать, сверлить, зенковать, нарезать резьбу G1/2 на 4 отверстиях. 6. Центровать, сверлить, зенковать, нарезать резьбу G3/8 на 1 отверстию.

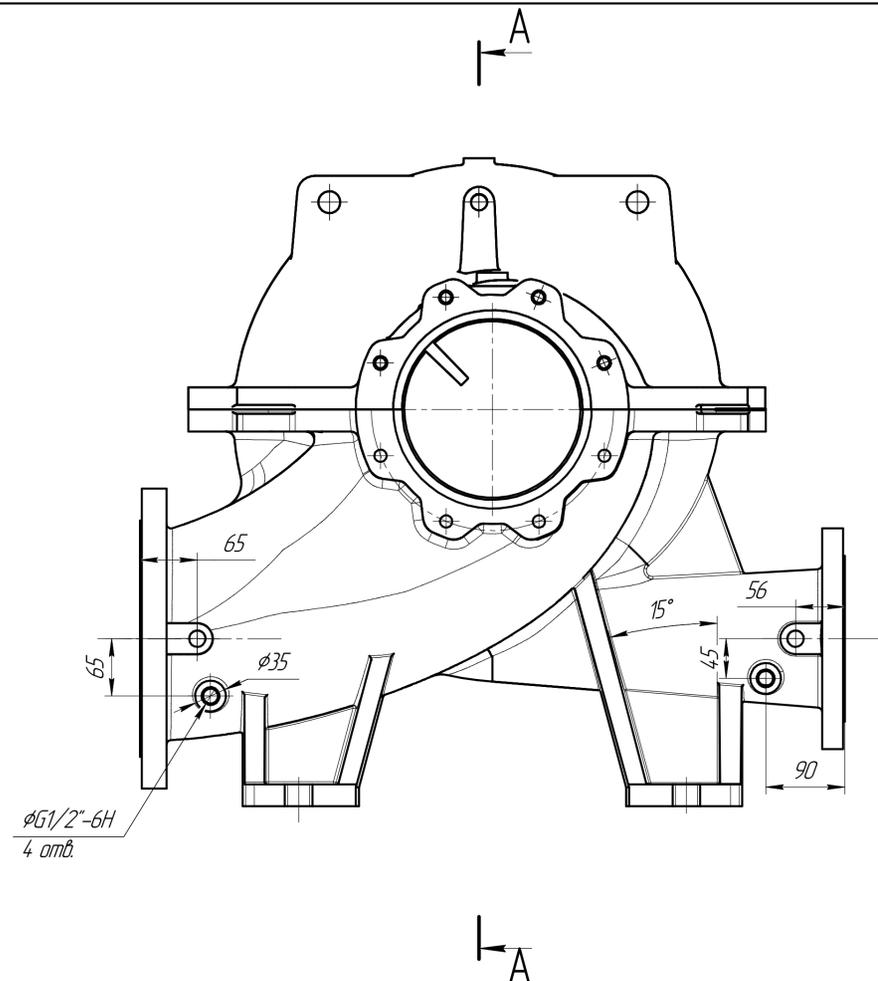
Дипломный проект				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Разраб.	Батырова					
Проб.	Нугман					
Т.контр.	Аблякайыр					
Н.контр.						
Этб.						
Технологические наладки				Лист 2	Листов 2	
				КАЗНИТУ им.Сатпаева		



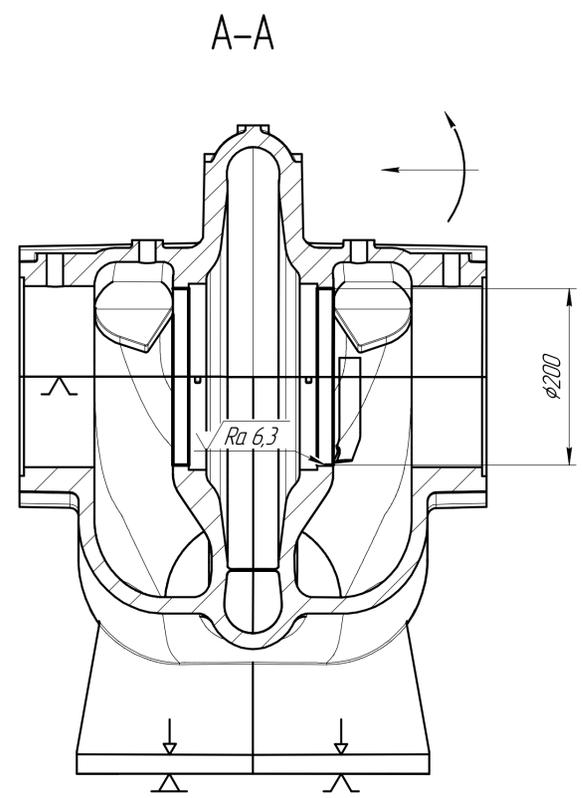
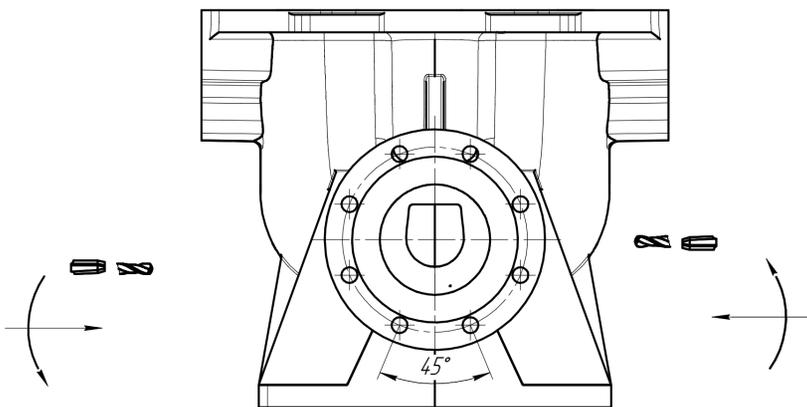
1/4.



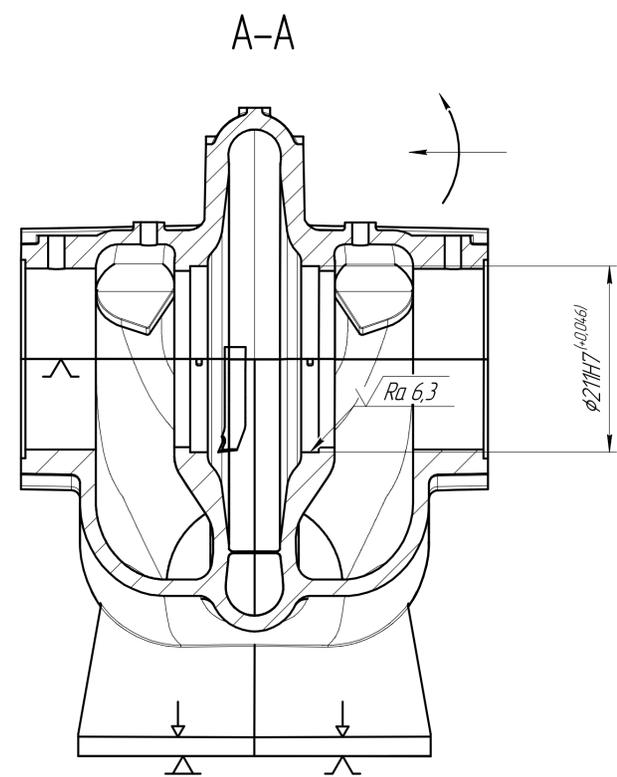
1/4.



2.



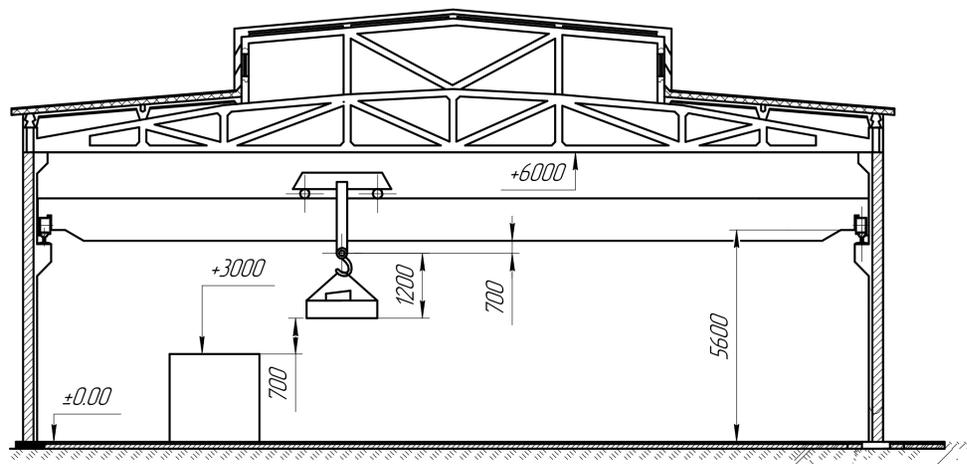
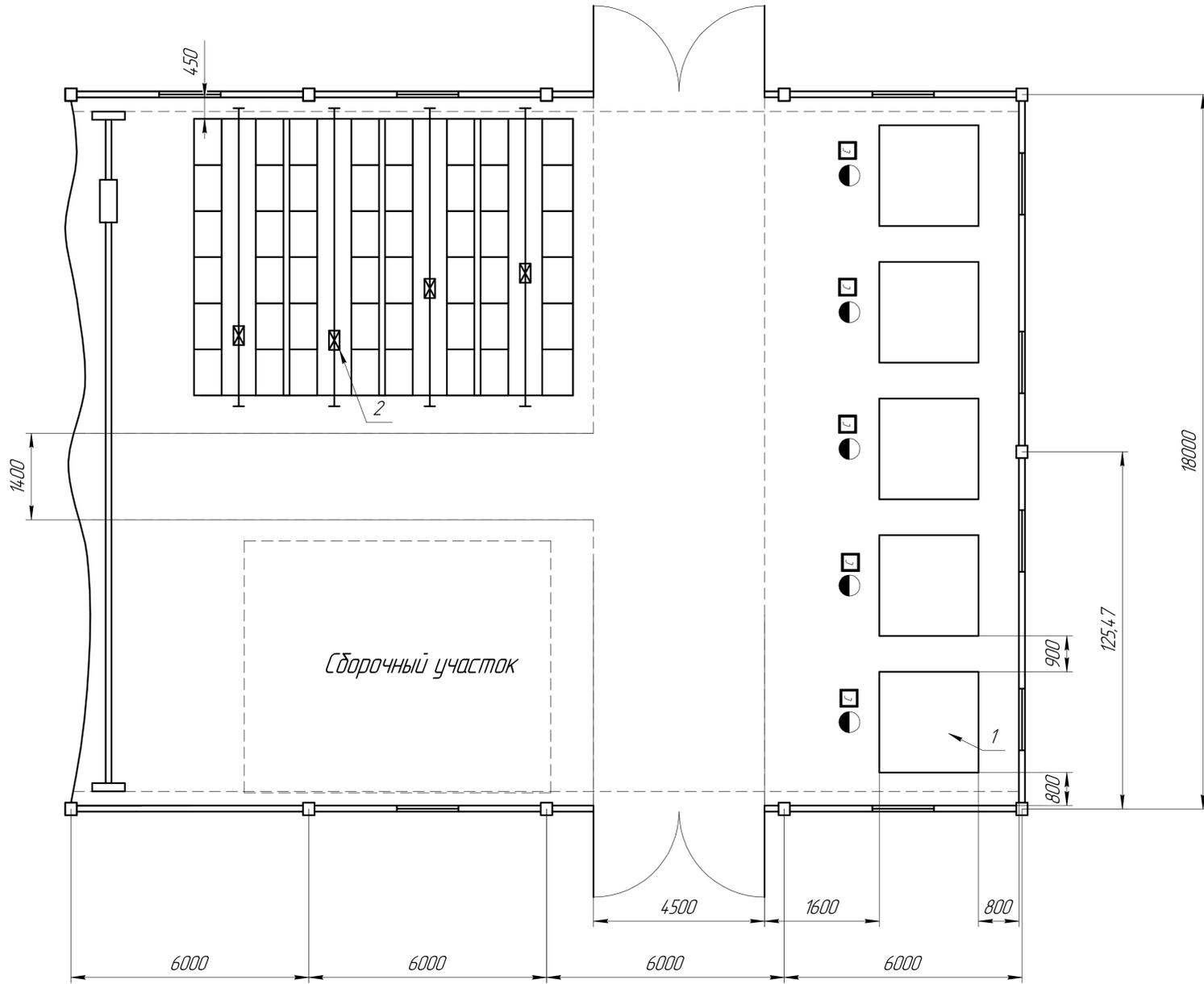
1/4.



1/4.

Наименование	Код операции	Станок	Содержание операций
Расточная	025	ОЦ серии VOLS	1. Расточить отверстия D205 мм, D225H8 мм, D200 мм, D211H7 мм, с одной стороны. 2. Центровать, сверлить, зенковать, нарезать резьбу на 4 отверстиях G1/2 3. Повернуть стол на 180° 4. Расточить отверстия D205 мм, D225H8 мм, D200 мм, D211H7 мм, с одной стороны.

Дипломный проект				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Разраб.	Батырбаева					
Проб.	Нугман					
Т.контр.	Аблжапыр					
И.контр.						
Этб.						
Технологические наладки				Лист 2	Листов 2	
				КАЗНИТУ им. Сатпаева		
				Формат А1		



1 - 4 обрабатывающий центр серии VDLS  
2 - краны-штабелеры

Дипломный проект				Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Разраб.	Батyroва					
Проб.	Нугман					
Т.контр.	Абикайыр					
Исполн.						
Утв.						
Чертеж механического участка участка				Лист	Листов	1
				КАЗНИТУ им. Сатпаева		

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на Дипломный проект

(наименование вида работы)

Батырова Диана Руслановна

(Ф.И.О. обучающегося)

6B07105 - Индустриальная инженерия

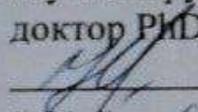
(шифр и наименование специальности)

Тема: «Проектирование автоматизированного участка по производству корпусных деталей».

Дипломный проект рассмотрел различные этапы и способы интенсификации производства, а именно автоматизация технологического процесса, автоматизация транспортной системы и контрольных операций, складской системы и проектирования, расчёт автоматизированного участка. Работа выполнена в полном объеме, автор работы показывал прилежание и успехи в течение всего периода обучения, что отразилось на качестве работы.

Дипломный проект может быть допущен к защите, а его автор Батырова Диана Руслановна заслуживает присвоения академической степени бакалавра по специальности 6B07105 - «Индустриальная инженерия».

Научный руководитель  
доктор РИД, ассоц.проф.

 Нугман Е.З.

«04» 06 2023г