

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт физики высоких технологий
Направление подготовки 15.04.01 Машиностроение
Кафедра физики высоких технологий в машиностроении

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Расчет и исследование планетарного механического привода перемешивающих лопаток

УДК 66.022.54:621.82/.85

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4АМ51	Ибатуллин Марат Талгатович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Ефременков Е.А.	кан.тех.наук.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Черепанова Н.В.	канд. филос. наук.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Штейнле А.В.	канд. мед.наук.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФВТМ	Псахье С.Г.	д.ф-м.н., профессор		

Томск – 2017 г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП
15.04.01 «Машиностроение»**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания для создания и обработки новых материалов
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, nano технологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на машиностроительном производстве, выполнять требования, по защите окружающей среды
Универсальные компетенции	
P7	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности

P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, разрабатывать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P10	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт физики высоких технологий
Направление подготовки (специальность) 15.04.01 Машиностроение
Кафедра физика высоких технологий в машиностроении

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой, д.ф.-м.н., профессор
_____ С.Г. Псахье
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

_____ магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
4АМ51	Ибатуллин Марат Талгатович

Тема работы:

Расчет и исследование планетарного механического привода перемешивающих лопаток	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Мощность электродвигателя – 37кВт, число оборотов двигателя- 1000 об/мин. Диаметр перемешивателя не более 1200мм.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Выполнение анализа конструкций перемешивателей сыпучих материалов и конструкций механизмов планетарного движения перемешивающих лопаток. Анализ кинематических схем планетарных передач и проектирование привода на базе выбранной кинематической схемы. Выполнение необходимых проектировочных расчетов планетарного редуктора и разработка конструкторской документации привода планетарного перемещения перемешивающих лопаток.
Перечень графического материала	Презентация в Microsoft PowerPoint. Лист формата А0 со сборочным чертежом механизма.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Черепанова Н.В.
Социальная ответственность	Штейнле А.В.
Разделы, выполненные на иностранном языке	Квашнина О.С.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: Глава 1 Литературный обзор	
Результаты исследований	
Выполненные необходимые проектировочные расчеты, конструкторская документация на разработанный перемешиватель.	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
-------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Ефременков Е.А.	кан.тех.наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4AM51	Ибатуллин М.Т.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 83 страниц, 26 рисунков, 21 таблицы 3 приложений и 18 источников литературы.

Ключевые слова: конструирование, промышленное перемешивание, перемешиватель, планетарный механизм, неподвижное солнечное колесо, расчёты.

Объектом исследования являются перемешиватели, принцип их работы и механизмы, на базе которых они построены, и планетарные механизмы в частности.

Цель работы – разработка планетарного механизма перемешивающих лопаток.

С этой целью изучены и выбрана схема планетарного механизма, рассчитаны геометрические и прочностные характеристики с использованием САПР.

В результате получена расчётная и конструкторская документация планетарного механизма привода перемешивающих лопаток.

Данный смеситель имеет неплохие перспективы, как один из немногих аппаратов такого типа российского производства, что в условиях импортозамещения является серьезным преимуществом. Смеситель, в силу специфики может быть применен в различных сферах промышленности.

Оглавление

Введение.....	8
Глава 1. Обзор литературы.....	10
Глава 2. Проектирование привода перемешивающих лопаток.....	31
1 Выбор кинематической схемы перемешивающих лопаток.....	31
2 Расчет планетарного механизма.....	33
3 Расчет входной пары зубчатых колес	35
Глава 3 Конструирование отдельных элементов перемешиваееля	37
1 Расчёт осей.....	37
1.1 Расчет центральной оси.....	37
1.2 Расчет осей сателлитов.....	39
2 Обеспечение герметичности	41
3 Обеспечение смазывания	42
4 Расчет крепежа	43
4.1 Расчет болтов крепежа корончатого колеса.....	43
4.2 Расчет болтов смешивающих лопаток.....	45
4.3 Расчет штифта основной оси	46
4.4 Расчет шлицев	46
5 Расчет долговечности подшипников	48
5.1 Расчет подшипников входной пары.....	48
5.2 Расчет подшипников сателлита.....	48
5.3 Расчет упорного подшипника корончатого колеса.....	49
Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	52
1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	52
2. SWOT-анализ.....	54
3. Инициация проекта.....	56
3.1. Цели и результаты проекта	56

3.2 Организационная структура проекта.....	57
Глава 5. Социальная ответственность.....	61
Введение.....	61
1 Техногенная безопасность	62
1.1 Анализ вредных факторов производственной среды.....	62
1.1.1 Шум на рабочем месте	62
1.1.2 Освещение на рабочем месте	65
1.1.3 Микроклимат на рабочем месте.....	68
1.1.4 Электромагнитное и ионизирующее излучения на рабочем месте.....	70 70
1.2 Анализ опасных факторов на рабочем месте.....	72
1.2.1 Статическое электричество	72
1.2.2 Поражение электрическим током	73
1.2.3 Пожарная безопасность.....	74
2 Региональная безопасность.....	75
3 Организационные мероприятия обеспечения безопасности.....	75
4 Особенности законодательного регулирования проектных решений.....	77
5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	77
Заключение	80
Список публикаций.....	81
Список использованных источников	82
Приложение А	84
Приложение Б.....	103
Приложение В.....	108

Введение

Механизмы для смешения веществ нашли широкое распространение во многих областях техники и технологии. Перемешивающие машины также многообразны, как и перемешиваемые ими вещества. С каждым годом повышаются требования к степени гомогенизации смеси, надежности и качеству смесительного оборудования. Большое значение имеет стоимость оборудования, время доставки оборудования к потребителю, послепродажное обслуживание и эксплуатация.

В этой связи бросается в глаза скудность российского производителя на рынке смесителей и его однонаправленность. Большая часть смесителей поступает из-за рубежа, а в свете ухудшающихся отношений с западом такое положение вещей вызывает опасение.

Как будет показано ниже, смешение достигается при помощи различных движений, а следовательно различных конструкций механизмов, каждый из которых имеет характерные достоинства и недостатки. Планетарное движение является очень эффективным во многих случаях смешения и обеспечивается различными способами.

Наиболее логичным представляется обеспечение такого движения планетарным механизмом, который и будет предметом рассмотрения данной работы.

Планетарные передачи отличаются небольшими габаритами и весом, высокой надежностью, небольшими потерями на трение и лучшими виброакустическими свойствами.

Вместе с тем классическая схема планетарного механизма оказалась неприменима в разрезе смешения. В настоящей работе показано исследование кинематической схемы планетарного механизма и видоизменение ее для перемешивания, разработана конструкция привода лопаток на базе данной схемы.

Глава 1. Обзор литературы

Технологические машины для перемешивания рабочей среды широко используются в различных областях техники, например: в строительстве (бетоносмесители для приготовления однородной среды из разных компонентов), пищевой индустрии (тестомесильные машины, установки для взбивания кремов и приготовления мороженого), фармакология (приготовление водных растворов с равномерным распределением лекарственных компонентов), лакокрасочном производстве (обеспечение температурной однородности по всему нагреваемому объему сырья в процессе изготовления лаков, достижение одинаковой вязкости по всему объему рабочей емкости с изготавливаемой краской), химической промышленности (перемешивание рабочей среды с целью ускорения протекания химических реакций при синтезе новых материалов), биотехнологии (смесители для выращивания бактерий, где требуется их постоянное взаимодействие со свежим питательным раствором для ускорения роста) и др.

Под смешиванием принято понимать такой механический процесс, в результате которого первоначально находящиеся отдельно компоненты после равномерного распределения каждого из них в смесительном объеме материала образуют однородную смесь. Смешивание по своей сути - случайный процесс, заключающийся в перераспределении компонентов смеси и связанный с приготовлением продукта, являющегося их совокупностью. Перераспределение компонентов осуществляется за счет пульсаций скоростей и направлений движения частиц материала [1].

Смесители сыпучих материалов можно классифицировать по одному из следующих признаков [1]:

- способу их установки (передвижные, стационарные);
- характеру протекающего в них процесса смешения (периодического действия, непрерывного действия);

- скорости вращения перемешивающего органа (тихоходные, быстроходные); по способу воздействия на смесь (гравитационные, принудительные, комбинированные); по способу разгрузки (с ручной разгрузкой, механизированной разгрузкой); по способу управления (с ручным управлением, с автоматическим управлением); по конструктивному признаку (с горизонтальной осью, вертикальной осью и миксеры барабана). В свою очередь смесители с горизонтальной осью производятся одно и двухвальными, смесители с вертикальной осью делятся на роторные, конусные и планетарные, смесители же барабанного типа бывают наклонные и с барабаном изменяющим направление вращения.

ООО «Промдеталь» требуется смеситель для встраивания в свои производственные линии. Оптимальная гомогенизация в данном смесителе должна достигаться за счет планетарного движения лопаток. Смеситель должен быть выполнен объемом 1500 л, мощность двигателя должна быть – 36 кВт.

Смесители, принудительного действия которые пользуются спросом на сегодняшний день производятся следующих типов: роторные, планетарные и смесители с двумя горизонтальными валами. Рассмотрим подробнее преимущества и недостатки таких смесителей.

Смесители с горизонтальными осями обладают схемой работы показанной на Рис.1. В корпусе такого смесителя установлены один или два горизонтальных вала, оснащенных по всей своей длине рычагами с лопатками. Вращаясь с большой скоростью, вместе с валом, лопатки обеспечивают перемешивание.

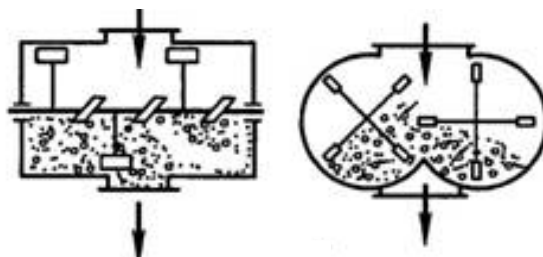


Рисунок 1 - Двухвальный смеситель с горизонтальными осями

В роторном смесителе, схема движения лопаток которого показана на Рис. 2 а, лопатки вращаются лишь вокруг вертикального вала, обеспечивая перемешивание. Такая конструкция проста, но обладает существенными недостатками: наличием зон с не перемешиваемым материалом и низкой степенью собственно перемешивания.

Планетарный смеситель является логическим продолжением роторного смесителя (Рис.2 б). Отличительной чертой конструкции планетарного (противоточного) смесителя являются так называемые «смесительные звезды», которые вращаются вокруг вертикального вала смесителя и относительно своей оси одновременно. В результате такого движения осуществляется интенсивное перемешивание всего объема смеси, исключая возникновение мертвых зон, а введение в эту схему боковых скребков препятствует образованию наростов на внутренней поверхности корпуса смесителя .

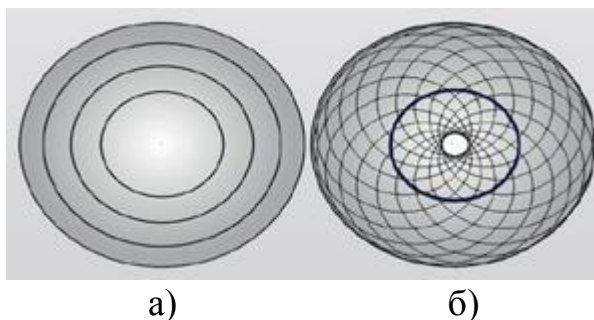


Рисунок 2 – Траектория движения лопастей: а- роторного; б - планетарного смесителей

Принципиальная схема планетарного смесителя показана на Рис. 3, где 1- сателлит, 2 – водило, 3 – смесительная лопатка. Стоит отметить, что способ, каким достигается планетарное смешение у различных производителей различно.

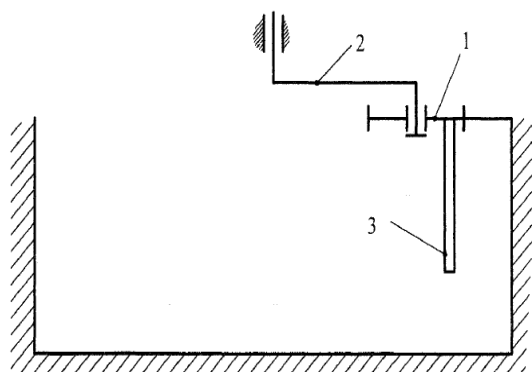


Рисунок 3 – Принципиальная схема планетарного смесителя

В современном производстве планетарные миксеры широко распространены, благодаря компактности и производительности. Достоинства и недостатки планетарного миксера, описаны в литературе [2].

Достоинства:

- Высокое качество смешения практически любых смесей;
- Простое управление;
- Низкие затраты при техобслуживании;
- Низкие производственные и энергозатраты;
- Малое время перемешивания и оптимальное промешивание замеса, равномерность распределения цветных пигментов, образование однородной смеси из мелкодисперсных наполнителей.

Недостатки:

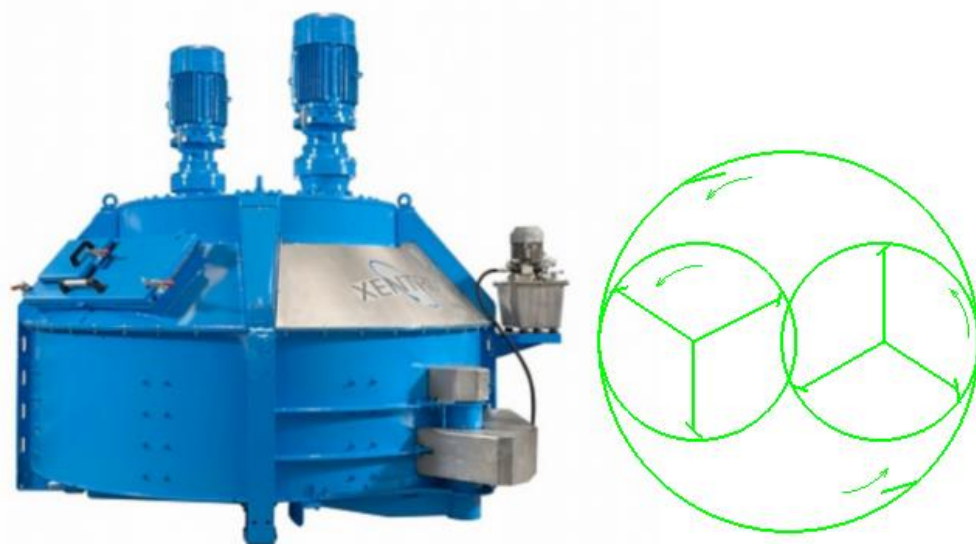
- Более высокую стоимость, чем у двухвальных смесителей (Рис. 1);
- Достаточно дорогой ремонт, в случае замены планетарной звездочки.
- Гравитационное расслоение компонентов, имеющих разную насыпную массу.

На российском рынке планетарные смесители представлены достаточно широко, причем подавляющее большинство из них поставляется из дальнего зарубежья. Фирмы поставщики предлагают смесители различные по

конструкции, комплектации и цене. Рассмотрим основных представителей данного сегмента рынка.

Компания **Simem** (Италия) выпускает планетарные смесители двух линеек: Xentrix [3] и Sun [4]. Наиболее близкими по объему к разрабатываемому являются Xentrix 2000 (Рис. 4а) и Sun 1500 (Рис.5). Рассмотрим их более подробно.

Смесители Xentrix. Схема движения лопаток смесителя представлена на Рис. 4б. Планетарное движение достигается за счет использования системы вспомогательного мотор-редуктора и основного редукторного двигателя (в смесителях большего объема - двумя). Вспомогательный мотор редуктор обеспечивает вращение лопаток вокруг оси смесительной звезды, и состоит из планетарного редуктора, вал которого вращается со скоростью рычагов скребков. Второй планетарный редуктор регулирует скорость вращения смесительных звезд. Вспомогательный редуктор оснащен вращающимся сальниковым уплотнением, которое защищает смесительную емкость от протечки в нее смазывающих жидкостей, а редуктор от попадания в него элементов смеси. К уплотнению обеспечен удобный доступ для осмотра и технического обслуживания. В смесителях рычаги смещены от центральной оси, а загрузка цемента, воды и добавок производится по центру, обеспечивая оптимальное перемешивание. Технические характеристики смесителя представлены в Таблице 1.



а) б)
Рисунок 4 – Смеситель Xentrix 2000: а - устройство;
б - схема движения лопаток смесителя

Таблица 1 - Технические характеристики смесителя Xentrix 2000

Вместимость сухого материала, л	1875
Выход готовой смеси, л	1250
Количество главных смесительных звезд	2
Количество лопаток на звезде	3
Количество скребков	2
Вес, кг	4400
Мощность двигателя, кВт	2×22
Продолжительность перемешивания, сек	Не указана

Смесители Simem Sun. Заявленная скорость перемешивания (Таблица 2) в смесителе достигается за счет планетарно вращающихся смесительных звезд сочетания с периферическими скребками различной формы (Рис.5). Система трансмиссии спроектирована с верхним расположением электродвигателя. С помощью фланцев он вертикально крепится к двух или трехступенчатому эпициклоидальному редуктору. Главная ступень редуктора при этом передает вращение на ведомую понижающую ступень, погруженную в резервуар с консистентной смазкой, что снижает коэффициент механического трения. Нижняя часть трансмиссии представляет собой коронкообразный редуктор с усиленными шестернями, погруженными в консистентную смазку. Смесительные валы соединены с шестернями через двойные роликовые

подшипники. Эффективность перемешивания в этом случае намного выше, чем при применении традиционных планетарных смесителей. Скребки закреплены на коронкообразном редукторе и служат для очистки стенок смесителя во время работы.

Вертикальное расположение приводного механизма по центру смесителя серии Sun, позволяет оператору свободно производить осмотр, обслуживание и промывку смесителя.

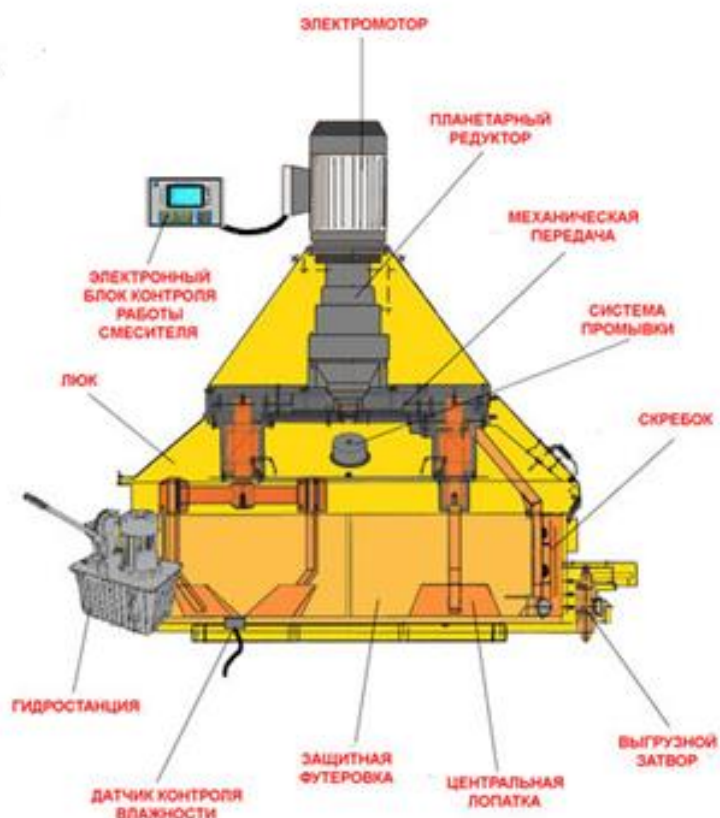


Рисунок 5 – Схема смесителя серии Sun

Таблица 2 - Технические характеристики смесителя Sun 1500

Вместимость сухого материала, л	1500
Выход готовой смеси, л	1000
Количество главных смесительных звезд	2+2
Количество лопаток на звезде	2
Количество скребков	2
Вес, кг	5200
Мощность двигателя, кВт	44
Продолжительность перемешивания, сек	30-90

Широко известны смесители еще одной итальянской фирмы – **Sicoma**. Нас интересует модель Sicoma MP 1500[5], технические характеристики которого, представлены в Таблице 3.

Таблица 3 - Технические характеристики смесителя Sicoma MP 1500

Вместимость сухого материала, л	1500
Выход готовой смеси ,л	1000
Количество главных смесительных звезд	2
Количество лопаток на звезде	3
Количество скребков	1?
Вес, кг	3600
Мощность главного привода, кВт	55
Продолжительность перемешивания, сек	Не указана

В описании своего смесителя компания Sicoma делает упор не на универсальный редуктор, используемый обычно, а на собственную разработку. Согласно описанию, редуктор обладает большим горизонтальным картером для масла. Такое конструктивное решение обеспечивает качественную смазку зубчатых колес редуктора и улучшенное охлаждение масла, что в свою очередь позволяет повысить надежность редуктора при включении заполненного материалами смесителя и избежать перегрева масла при длительной работе. Надежность редукторов Sicoma подтверждается гарантийными обязательствами на 5 лет, или 10000 моточасов.

Анализируя данные на Рис .6 можно сделать вывод, что два мотор – редуктора вращают рабочий диск со смесительными звездами. Рабочий диск в свою очередь является редуктором.

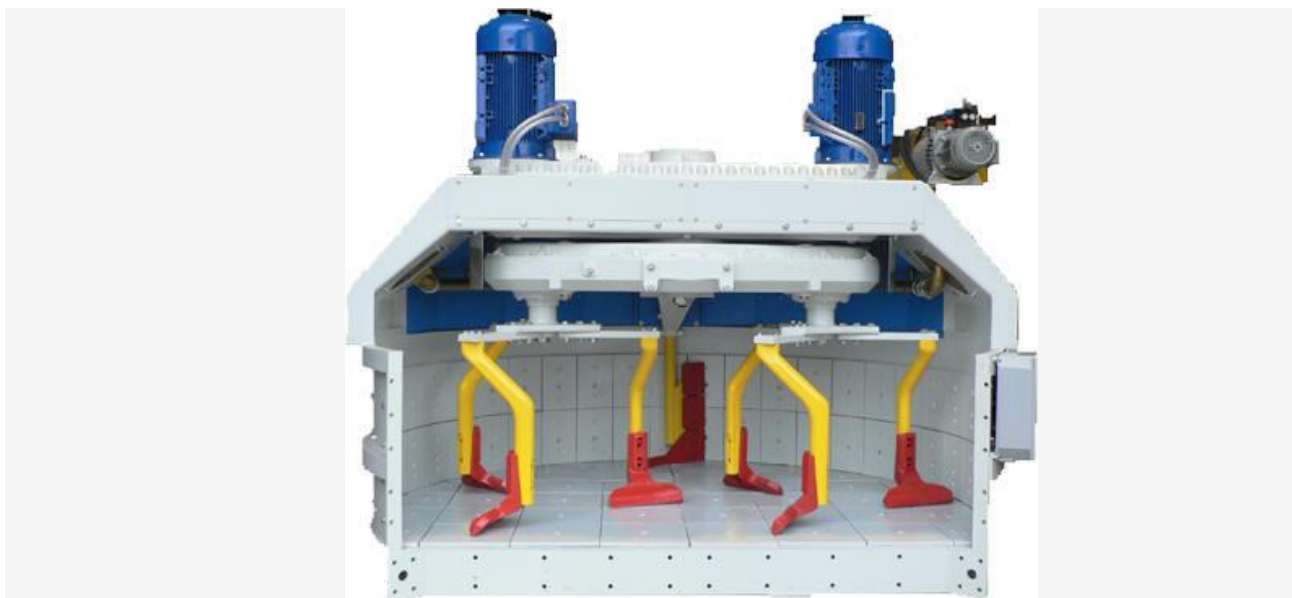
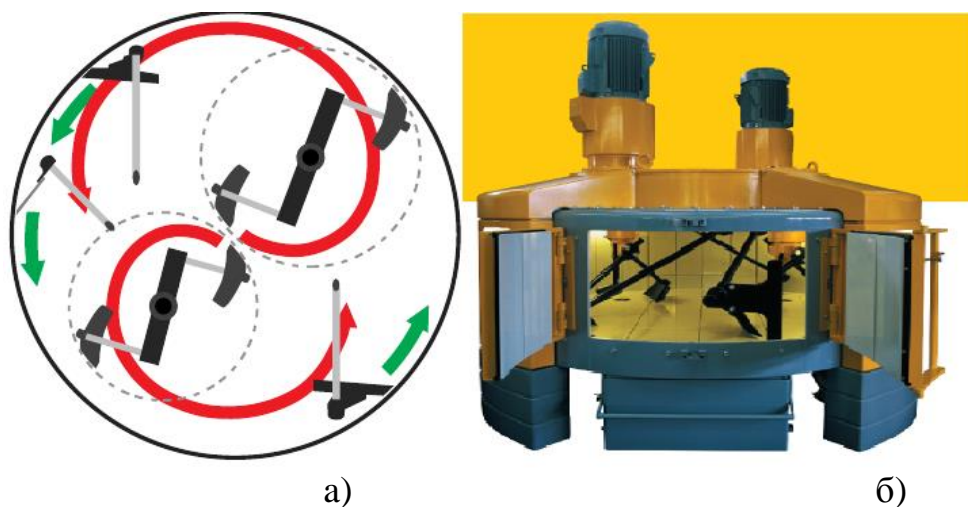


Рисунок 6 – Смеситель Sicoma MP 1500

Французско–датская компания **Skako** выпускает противоточный бетоносмеситель Skako Apollo 1500 (Рис.7б). Объем загрузки данного смесителя равен 1500 л, остальные характеристики представлены в Таблице 4.



а) б)
Рисунок 7 – Траектория движения лопаток (а) и общий вид смесителя Apollo (б)

Планетарные противоточные смесители SKAKO Apollo относятся к четвёртому поколению бетоносмесителей SKAKO и разработаны специально для приготовления сложных и специальных бетонных смесей, в том числе для производства самоуплотняющегося бетона [6].

Регулируемая скорость смесительных лопаток и использование звезд разного размера создаёт перемещающиеся области положительного и отрицательного давления, что позволяет избегать появления так называемых «мёртвых зон» и увеличивает скорость и однородность смешивания (Рис.7а). На сайте производителя нет информации о принципе работы смесителя. Однако согласно имеющимся рисункам можно сделать выводы о том, что смеситель приводится в движение двумя двигателями, которые соединены с приводными редукторами, скорее всего планетарными. Далее момент передается на редуктор, который и раздает движение смесительным звездам.

Таблица 4 - Технические характеристики смесителя Apollo1500

Вместимость сухого материала, л	1500
Выход готовой смеси ,л	1000
Количество главных смесительных звезд	2
Количество лопаток на звезде	2
Количество скребков	2
Вес, кг	5750
Мощность двигателя, кВт	2×22
Продолжительность перемешивания, сек	Не указана

Один из лучших смесителей планетарного типа выпускает немецкая компания **Schlosser – Pfeiffer** [7]. Из всей линейки SM по объему нам подходит SM 2500-2, чьи технические характеристики представлены в Таблице 5.



Рисунок 8 -Смеситель SM

Центральный привод вращает, как сказано на сайте производителя, «рабочий диск». К рабочему диску крепятся периферические скребки и децентрализованно размещенные четырехлопастные смесительные звезды. Смесительные звезды оснащены отдельными приводами. Все электродвигатели размещены вне смесительного котла, тем самым они защищены и легкодоступны для технического обслуживания (рис. 6). Высокий резерв мощности и отдельный привод позволяют остановку и повторный запуск смесителя без выгрузки замеса из смесительного котла.

Смеситель прост в управлении, не требует больших затрат на обслуживание и энергообеспечение.

Таблица 5 - Технические характеристики смесителя SM 2500-2

Вместимость сухого материала, л	1500
Выход готовой смеси ,л	не указан
Количество главных смесительных звезд	2
Количество лопаток на звезде	4
Количество скребков	2
Вес, кг	8600
Мощность главного привода, кВт	22
Количество приводов звезды	2
Мощность каждой звезды, кВт	11
Продолжительность перемешивания, сек	Не указана

Немецкие планетарные противоточные смесители **Elba** [8], технические характеристики которых представлены в Таблице 6, поставляются в исполнениях **EMPG** и **ERM**. Основное отличие этих моделей заключается в типе привода: в смесителях **EMPG** (Рис 9а) требуемая мощность подается в планетарный редуктор в двух точках при помощи двух двигателей, в смесителях **ERM** (Рис 9б) требуемое приводное усилие подается в планетарный редуктор при помощи одного расположенного в центре двигателя. В результате этого становится возможным использование различного дополнительного оборудования, например опциональной центральной системы подачи цемента в смесителях **EMPG**. Конструкция смесителей вероятнее всего аналогична одному из вышеперечисленных, т.к. больше данных о смесителях нет.



а) б)
Рисунок9 – Смесители Elba: а- EPMG ;
б- EPM

Таблица 6 - Технические характеристики смесителя Elba

Наименование характеристики	EPMG 1500	EPM 1500
Вместимость сухого материала, л	1500	15000
Выход готовой смеси , л	1000	1000
Количество главных смесительных звезд	2	2
Количество лопаток на звезде	2	2
Количество скребков	1	1
Вес, кг	5570	4880
Мощность главного привода, кВт	2×24	45
Продолжительность перемешивания, сек	Не указана	Не указана

Завершает обзор зарубежных смесителей фирма Eirich [9]. Смесители Eirich не являются планетарными, но без них обзор будет неполным. Смеситель интенсивного действия Eirich известен во всем мире. Он пришел на смену кольцевому смесителю (1906) и планетарному смесителю (1924) и в процессе своей модернизации стал синонимом к понятию оптимальная смесительная техника. Его основным достоинством является разделение процесса транспортировки смешиваемого материала и процесса смешивания, что позволяет изменять внесение энергии в смесь в широких пределах (Рис.10). Скорость смесительного инструмента может варьироваться от быстрой до медленной. Внесение энергии в смесь может целенаправленно регулироваться.

Возможны различные процессы смешивания. Например, режим «медленно – быстро – медленно». В зависимости от требований смесительный резервуар может быть установлен горизонтально или под углом.

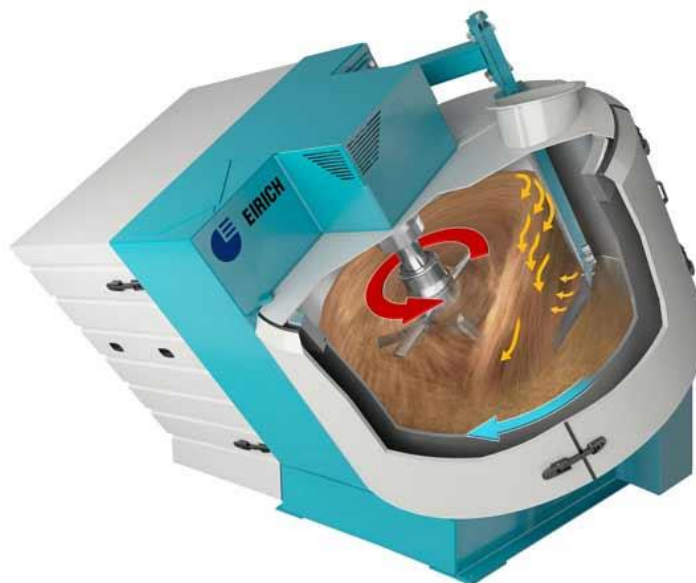


Рисунок 10- Интенсивный смеситель Eirich

Преимущества:

- при высокой скорости вращения смесительного инструмента волокна оптимально вмешиваются;
- пигменты полностью растираются;
- мелкая фракция оптимально вмешивается;
- получается суспензия с высоким уровнем содержания твердых веществ.

При средней скорости вращения смесительного инструмента достигается высокое качество смешиваемых масс. При низкой скорости вращения смесительного инструмента легкие добавки или вспениватели вмешиваются в щадящем режиме. Смеситель смешивает без расслоений благодаря универсальной системе смешивания, которая позволяет полностью переворачивать материал в течение одного оборота смесительного резервуара.

Российский производитель поставляет на рынок бетоносмесителей в основном двухвальные и роторные смесители. Российские планетарные смесители практически отсутствуют, причем некоторые весьма условно называются планетарными и зачастую используют зарубежные комплектующие.

Известно устройство под названием **«Лопастной смеситель планетарного типа для смешивания материалов с вязкими средами» [10].**

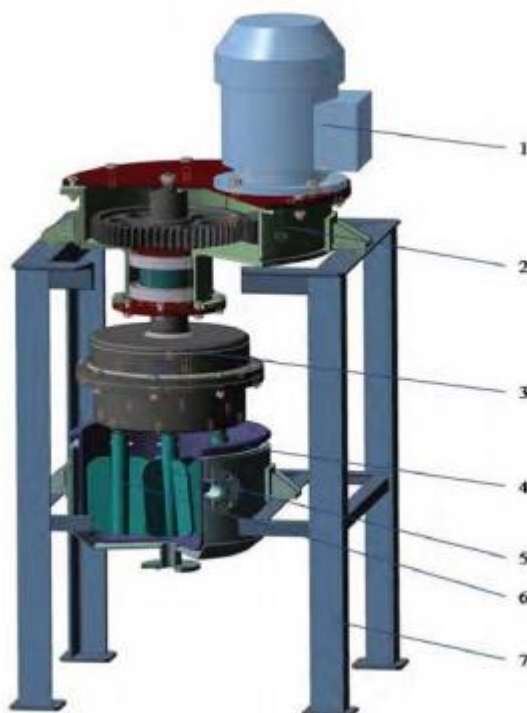


Рисунок 11 - Лопастной смеситель планетарного типа для смешивания дисперсных материалов с вязкими средами: 1- двигатель; 2-привод; 3- редуктор; 4-камера смешения; 5,6-мешалки;7-стойка.

Корпус камеры смешения 4 оборудован теплообменной рубашкой, в которую подаётся теплоноситель для проведения процесса при нагревании смеси. Планетарный редуктор 3 предназначен для передачи вращения от привода 1 к мешалкам 5, 6 и кругового перемещения мешалок вокруг оси камеры смешения. Использование в смесителе перемешивающего устройства, состоящего из вращающихся навстречу друг другу центральной и

периферийных мешалок, траектории лопастей которых перекрываются, совершающих вращательное круговое движение относительно емкости и корпуса, позволяет обеспечить интенсивное перемешивание компонентов смеси и исключить образование застойных зон в рабочем объеме емкости смесителя. Вращение периферийных мешалок с большей скоростью, по сравнению с центральной мешалкой, способствует лучшему перераспределению компонентов в объеме смеси и значительно уменьшает действие центробежной силы на частицы смешиваемых компонентов в центральной части емкости, исключая их перемещение к стенкам емкости. Изменяя форму лопасти мешалок, можно создать оптимальные условия смешивания компонентов смеси за счет создания значительных сдвиговых деформаций в зазоре между лопастями мешалок.

Особенность конструкции заключается в использовании одного приводного механизма для вращения мешалок относительно своих осей, и редуктора вместе с мешалками относительно оси камеры смешения. Двигатель 1 размещается на опорном корпусе привода 2, который закрепляется на стойке 7 (Рис. 10).

Компания Строймеханика выпускает бетоносмеситель запатентованной конструкции **КОМПАС 1370 G СУПЕРМИКС** [11].

Универсальный планетарный бетоносмеситель КОМПАС 1370 G СУПЕРМИКС имеет опрокидывающуюся раму, на которой установлена вращающаяся емкость вместе с гидроприводом. В смесителе конструкция рабочего органа отличается от вышерассмотренных и именуется производителем «активатор».

При работе универсального смесителя перемешиваемый материал постоянно подается к активатору, периферические скребки при этом очищают внутренние стенки смесителя и стенки внутреннего цилиндра, и также направляют материал в зону работы активатора. Поэтому, хотя вращающийся

активатор установки не движется по установленной орбите в перемешиваемом материале, а материал сам подается на активатор, можно говорить о получении эффекта «планетарного» смешивания, достигнутого, однако, более простым путем (Рис.12). Такой способ перемешивания не только обеспечивает получение однородной смеси, но и позволяет снизить установленную мощность привода, а также значительно повысить надежность оборудования.

Отличительной особенностью смесителя КОМПАС 1370 G СУПЕРМИКС является наличие в роли привода мощной и надежной гидросистемы. Приводная гидростанция гидросистемы смесителя поставляется отдельным модулем и соединяется с гидравлическими приводами смесителя посредством гидравлических шлангов.

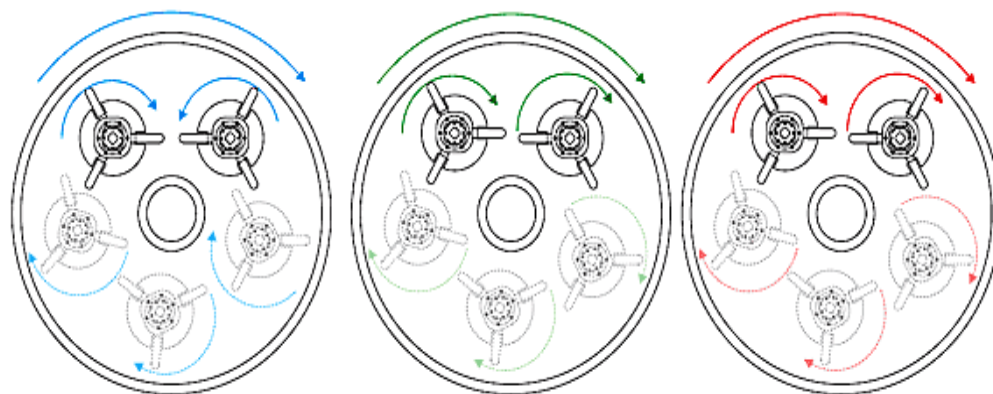


Рисунок 12–Различные варианты вращения чаши и лопаток

В роли привода емкости смесителя, а также привода активаторов используются высокомоментные гидромоторы героторного типа, имеющие при небольших габаритах высокую мощность .

Основным преимуществом применения гидроприводов является возможность регулирования скорости вращения емкости смесителя и активаторов, а также использование в роли приводов механизмов малого габарита.

Опрокидывающаяся емкость смесителя позволяет произвести разгрузку максимально полно и быстро. Технические характеристики данного смесителя приведены в Таблице 7.

Таблица 7 - Технические характеристики смесителя КОМПАС 1370 G

Вместимость сухого материала, л	1370
Выход готовой смеси ,л	не указано
Количество главных смесительных звезд	2
Количество лопаток на звезде	-
Количество скребков	-
Вес, кг	1500
Мощность главного привода, кВт	18
Производительность при автоматической загрузке, м ³ /ч	50

Перемешиватель ПБРТ-ГК turbo компании **Simako** представитель ряда перемешивателей бурового раствора (Рис.13) ПБРТ-ГК turbo – предназначен для интенсивной эксплуатации на буровых установках, эксплуатируемых в условиях крайнего севера, шельфовых зонах, пустынных и степных территориях при температурах от минус 50°С до 50°С [12].

Классическая конструкция практически всех редукторов, применяемых в промышленности, имеет вращающийся выходной вал, который уплотняется манжетой, задерживающей протекание смазки из полости редуктора. Постоянное трение манжеты о вал в процессе работы неизбежно влечет за собой износ уплотнения. При этом необходимо непрерывно контролировать наличие и уровень смазки в редукторе, так как недостаточное количество смазки неизбежно влечет поломку механизма. Особенно износ манжеты усугубляется в условиях абразивных свойств бурового раствора и тяжелых климатических условиях.

Конструкция волнового редуктора "Герметичный корпус" не имеет выходного вала, уплотняемого манжетой. Крутящий момент на мешалку передается через вращающийся корпус редуктора, который имеет герметичное дно. Таким образом, жидкая смазка не имеет возможности протекания в процессе работы на протяжении всего периода эксплуатации.



Рисунок 13 - Перемешиватель ПБРТ-ГК turbo

Перемешиватели ПБРТ-ГК-turbo созданы на базе волнового редуктора с промежуточными телами качения, который является уникальной разработкой в области силовых зацеплений и обладает повышенной надежностью, стойкостью к перегрузкам и ударным нагрузкам, большим ресурсом работы, передачей высоких крутящих моментов в малых габаритах, простой и ремонтнопригодной конструкцией.

Применение в конструкции редуктора не пластичной, а жидкой смазки значительно повышает работоспособность всех элементов. Редуктор на жидкой смазке в сочетании с мешалкой "Турбинное крыло", существенно снижающей нагрузки при перемешивании, позволяет обеспечить ресурс работы перемешивателя свыше 55000 часов.

Габаритные размеры волновых редукторов с промежуточными телами качения, благодаря многопарности зацепления в 1,5-4 раза меньше по сравнению с зубчатыми аналогами, при передаче равных крутящих моментов. Поэтому даже при более высоких нагрузочных характеристиках по сравнению с аналогами, масса перемешивателей ПБРТ меньше в 3 раза, что позволяет существенно облегчить доставку оборудования и производить монтаж и демонтаж без привлечения грузоподъемных средств.

"Герметичный корпус" волнового редуктора полностью исключает возможность вытекания смазки в процессе работы и не требует технического обслуживания в течение всего межрегламентного периода.

На территории восточной Украины компанией «Бетонмаш» выпускался смеситель **СБ-242 – 8М** (Рис.14) [13]. Данный смеситель пользовался большой популярностью на территории СНГ. К сожалению, данное производство в настоящее время не функционирует из-за сложившейся на Украине политической ситуации. Технические характеристики представлены в Таблице 8.

- Преимущества смесителя:
- очистные лопасти подпружинены амортизаторами, что снимает динамические нагрузки на механизм смешивания, а также позволяет регулировать зазор по мере износа;
- на лопастях наплавлены износостойкие материалы;
- привод имеет двухпоточную передачу крутящего момента с регулировкой боковых зазоров на последней ступени;
- принудительная смазка зубчатых зацеплений и подшипников;
- конические роликоподшипники с возможностью регулировки по мере износа;
- термообработка и шлифовка зубчатых колес с оптимальным коррегированием.

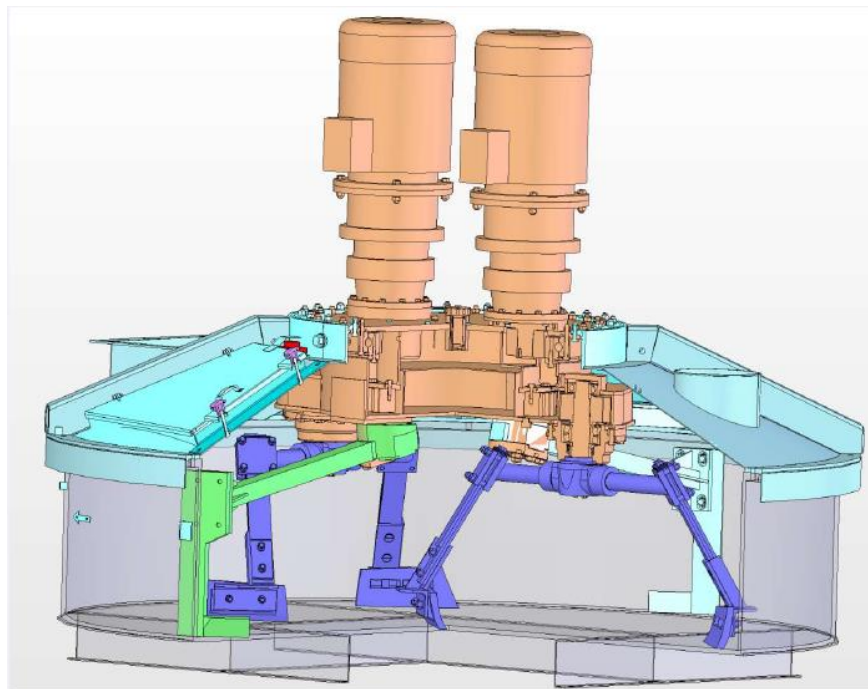


Рисунок 14 - Планетарно – роторный бетоносмеситель СБ-242 – 8М

Согласно схеме (Рис. 15), вращение от каждого электродвигателя по одинаковому схеме передается на исполнительные органы: две пары лопаток 7, через зубчатые колеса 1, 5, 9, обкатываясь ко колесу с внутренним зацеплением 10.

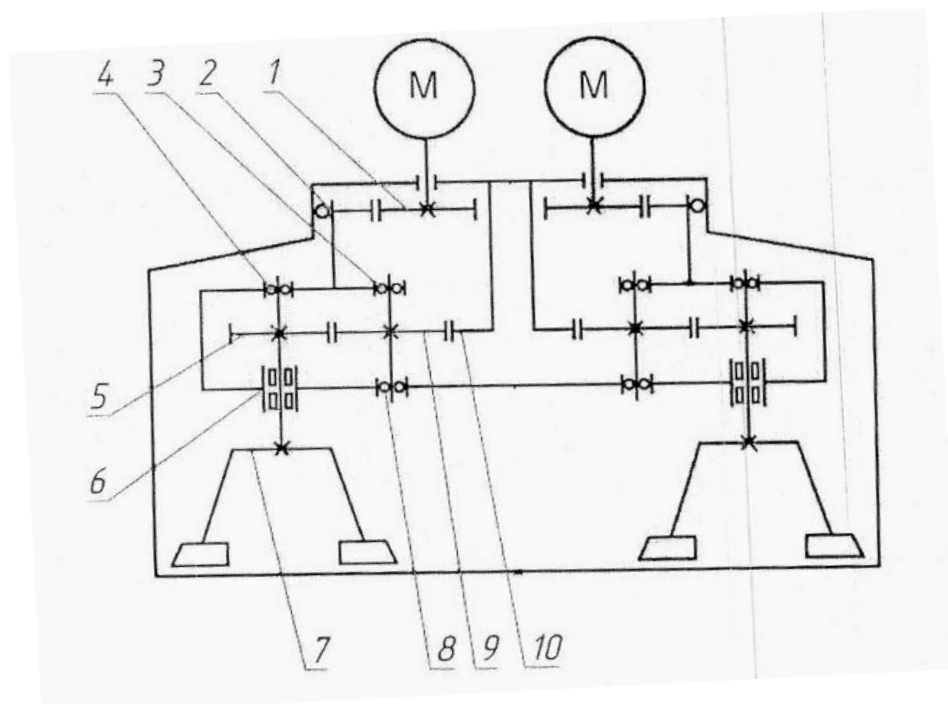


Рисунок 15 – Кинематическая схема смесителя СБ – 242 – 8М: 1, 5, 9, 10 – зубчатые колеса; 2, 3, 4, 6, 8 – подшипники, 7 – смесительные лопатки.

Таблица 8 - Технические характеристики смесителя СБ – 242 – 8М

Вместимость сухого материала, л	1500
Выход готовой смеси, л	1000-1200
Количество главных смесительных звезд	2
Количество лопаток на звезде	2
Количество скребков	2
Вес ,кг	3700
Мощность двигателя, кВт	2×18
Продолжительность перемешивания, сек	30-45

Анализируя конструкции вышеприведенных смесителей можно сделать следующие выводы.

Планетарное движение в смесителях можно обеспечить несколькими способами:

- оснащение перемешивающих лопаток отдельными приводами, которые в свою очередь закреплены на вращающемся диске;
- за счет вращения емкости и вращающихся вокруг своей оси лопаток;
- за счет применения в приводе перемешивающих лопаток планетарного механизма.

Смеситель СБ – 242 – 8М представляет особый интерес. Опираясь на схему этого смесителя, разработаем свою. При этом использование одного двигателя позволит уменьшить энергозатраты при работе смесителя, упростить конструкцию и уменьшить вес. Использование в качестве приводного редуктора планетарного механизма с промежуточными телами качения обеспечит надежность, высокий КПД и компактность.

Отметим важность разработки и внедрения в производство смесителей собственного, российского изготовления, с минимальным применением зарубежных комплектующих. Политическая обстановка в мире нестабильна и в условиях санкций нужно быть готовым представить альтернативу европейскому производителю.

Глава 2. Проектирование привода перемешивающих лопаток

1 Выбор кинематической схемы перемешивающих лопаток

Как уже было сказано в предыдущем разделе, планетарное движение смесительных органов можно обеспечить следующими способами:

- оснащение перемешивающих лопаток отдельными приводами, которые в свою очередь закреплены на вращающемся диске[7];
- за счет вращения емкости и вращающихся вокруг своей оси лопаток[11];
- за счет применения в приводе перемешивающих лопаток планетарного механизма[13].

Было решено разрабатывать привод на основе планетарной передачи, к сателлитам которой крепятся смесительные лопатки (Рис. 16). Такая конструкция позволит лопаткам охватывать весь объем, благодаря чему перемешивание материала будет равномерным и полным.

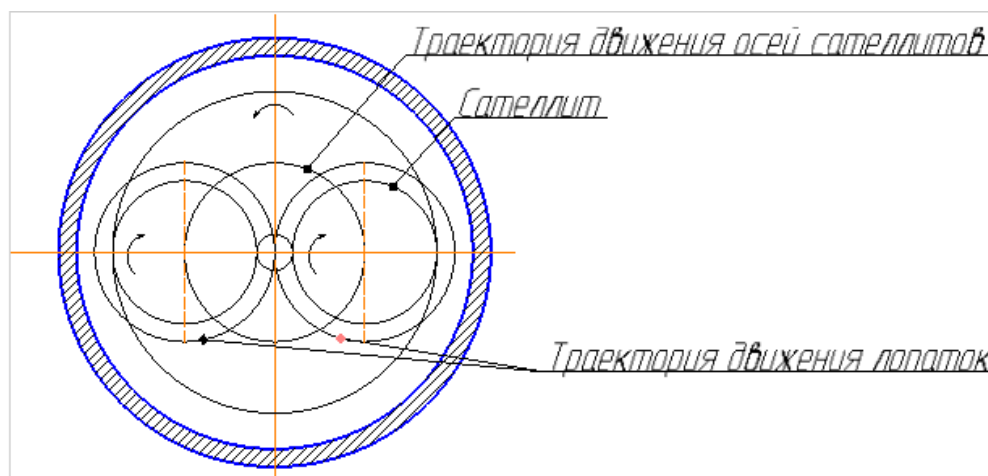


Рисунок 16 – Траектория перемешивающих лопаток

Существует множество схем планетарных механизмов [14]. Для данного перемешивателя будем использовать схему 2К-Н. Механизм по схеме 2К-Н (Рис. 17 а) состоит из: корончатого и центрального колес, водила и сателлита.

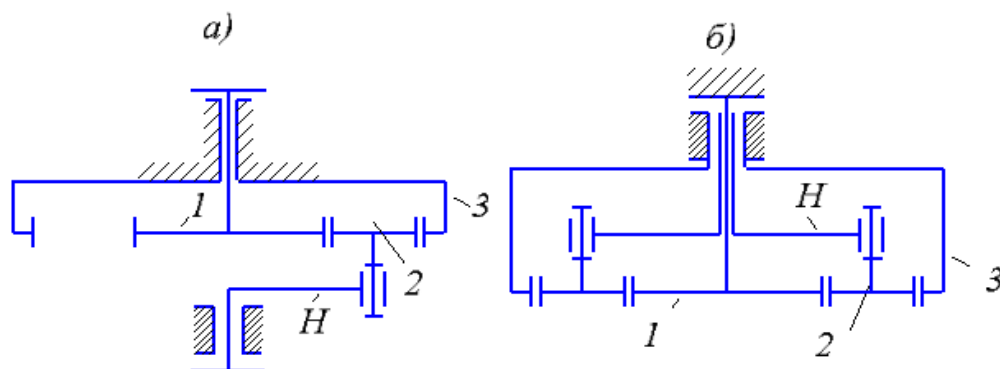


Рисунок 17 – Кинематическая схема планетарного механизма 2К-Н:

1-центральное колесо; 2 – сателлит; 3 - корончатое колесо;

Н - водило.

В нашем случае рабочим звеном решено сделать сателлит 3, тогда механизм будет работать следующим образом: входным звеном будет корончатое колесо, которое будет вращать сателлиты. Водило, вращается свободно, получая движение от установленных на нем сателлитов. На сателлите крепятся рычаги перемешивающих лопаток. Солнечное колесо 1 в этом случае неподвижно, сателлиты обкатываются по нему (Рис. 17 б).

Согласно техническому заданию планетарный механизм будет получать вращение от электродвигателя мощностью 37кВт, вращающим моментом 360,7 Нм и 980 об/мин, через привод с промежуточными телами качения, с передаточным числом $U=47,69$. Помимо этого наложены ограничения на габаритные размеры смесителя. Поэтому конструктивно приняли значения делительных диаметров равными: $d_1=100\text{мм}$; $d_2=400\text{мм}$; $d_3=900\text{мм}$.

После расчета получим следующие значения угловых скоростей звеньев планетарного механизма: $\omega_1=0\text{с}^{-1}$; $\omega_2=4,84\text{с}^{-1}$; $\omega_3=2,151\text{с}^{-1}$ $\omega_H=2,39\text{с}^{-1}$.

Для обеспечения данных скоростей было решено приводной редуктор разместить сбоку, планетарный механизм в этом случае, получает движение от зубчатой пары. Корончатое колесо жестко связано со вторым колесом пары, а центральная ось неподвижна. При этом и корончатое колесо и водило закреплены в подшипниках.

2 Расчет планетарного механизма

Опираясь на полученные данные, по методике, изложенной в [14] и используя библиотеку Shafts «Аскон Компас» рассчитаем основные геометрические параметры передачи.

Для расчета в данном САПР, необходимо задаться количеством чисел зубьев колес:

$$z=d/m \quad (1)$$

где m -модуль. Примем $m=5$;

значения d приняты в соответствии с габаритом смесителя, представлены выше.

Расчетные данные для удобства восприятия сведем в Таблицу 1Б.

Прочностные характеристики зацепления корончатое колесо – сателлит и сателлит- центральное колесо представлены в Таблицах 9 и 10 соответственно. Данные расчеты были также выполнены в «Компас».

Таблица 9- Расчёт на прочность пары корончатое колесо – сателлит

Наименование и обозначение параметра		Колесо 1	Колесо 2
Число зубьев	z_1, z_2	80	180
Марка материала	Колесо1	Сталь 45Х ГОСТ 4543-71	
	Колесо 1	Сталь 45Х ГОСТ 4543-71	
Твердость активных поверхностей зубьев, HRC	-	30	30
Крутящий момент на ведущем колесе, Нм	T	14476,26	
Частота вращения ведущего колеса, об/мин	n	20,55	
Расчёт на контактную прочность			
Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий	$K_{H\beta}$	1,013	

Продолжение таблицы 9

Удельная окружная динамическая сила, Н/мм	ω_{Hv}	1,443	
Коэффициент, учитывающий динамическую нагрузку, возникающую в зацеплении до зоны резонанса	K_{Hv}	1,002	
Окружная сила на делительном цилиндре, Н	F_{tH}	72381,3	
Удельная расчетная окружная сила, Н/мм	ω_{Ht}	835,016	
Расчётное контактное напряжение, МПа	$\sigma_{H \max}$	448,87	
Допускаемое контактное напряжение, МПа	$\sigma_{HP \max}$	2335	2335
Коэффициент запаса по контактным напряжениям	n_H	5,202	5,202
Расчёт на прочность при изгибе			
Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий	$K_{F\beta}$	1,056	
Удельная окружная динамическая сила, Н/мм	ω_{Fv}	3,849	
Коэффициент, учитывающий динамическую нагрузку, возникающую в зацеплении до зоны резонанса	K_{Fv}	1,008	
Окружная сила на делительном цилиндре, Н	F_{tF}	72381,3	
Удельная расчетная окружная сила, Н/мм	ω_{Fv}	872,323	
Расчётное напряжение изгиба, МПа	$\sigma_{F \max}$	634,179	644
Допускаемое напряжение изгиба, МПа	$\sigma_{FP \max}$	1058	1058
Коэффициент запаса по напряжениям изгиба	n_F	1,697	1,775

Таблица 10- Расчёт на прочность сателлит – центральное колесо

Наименование и обозначение параметра		Колесо 1	Колесо 2
Число зубьев	$z1, z2$	80	20
Марка материала	Колесо 1	Сталь 45X ГОСТ 4543-71	
	Колесо 1	Сталь 45X ГОСТ 4543-71	
Твердость активных поверхностей зубьев, HRC	-	30	30
Крутящий момент на ведущем колесе, Нм	T	8280	
Частота вращения ведущего колеса, об/мин	n	46,23	
Расчёт на контактную прочность			
Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий	$K_{H\beta}$	1,04	
Удельная окружная динамическая сила, Н/мм	ω_{Hv}	9,737	
Коэффициент, учитывающий динамическую нагрузку, возникающую в зацеплении до зоны резонанса	K_{Hv}	1,021	
Окружная сила на делительном цилиндре, Н	F_{tH}	41400	
Удельная расчетная окружная сила, Н/мм	ω_{Ht}	499,208	
Расчётное контактное напряжение, МПа	$\sigma_{H \max}$	1038,65	

Продолжение таблицы 10

Допускаемое контактное напряжение, МПа	$\sigma_{HP\max}$	2335	2335
Коэффициент запаса по контактным напряжениям	n_H	2,248	2,248
Расчёт на прочность при изгибе			
Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий	$K_{F\beta}$	1,037	
Удельная окружная динамическая сила, Н/мм	ω_{Fv}	25,964	
Коэффициент, учитывающий динамическую нагрузку, возникающую в зацеплении до зоны резонанса	K_{Fv}	1,055	
Окружная сила на делительном цилиндре, Н	F_{tF}	41400	
Удельная расчетная окружная сила, Н/мм	ω_{Ft}	514,739	
Расчётное напряжение изгиба, МПа	$\sigma_{F\max}$	374,215	425,174
Допускаемое напряжение изгиба, МПа	$\sigma_{FP\max}$	1058	1058
Коэффициент запаса по напряжениям изгиба	n_F	2,719	2,308

3 Расчет входной пары зубчатых колес

При боковом расположении приводного редуктора необходимо обеспечить его соединение с планетарным механизмом. Такое соединение было решено осуществить при помощи пары зубчатых колес, с передаточным отношением $i=1$. Основные геометрические параметры рассчитывались в «Компас» и представлены в Таблице 2Б.

Прочностные расчеты входной пары представлены в Таблице 11.

Таблица 11- Расчёт на прочность входной зубчатой пары

Наименование и обозначение параметра		Колесо 1	Колесо 2
Число зубьев	z_1, z_2	60	60
Марка материала	Колесо 1	Сталь 45Х ГОСТ 4543-71	
	Колесо 2	Сталь 45Х ГОСТ 4543-71	
Твердость активных поверхностей зубьев, HRC	-	30	30
Крутящий момент на ведущем колесе, Нм	T	14476,26	
Частота вращения ведущего колеса, об/мин	n	20,55	
Расчёт на контактную прочность			
Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий	$K_{H\beta}$	1,017	
Удельная окружная динамическая сила, Н/мм	ω_{Hv}	1,779	
Коэффициент, учитывающий динамическую	K_{Hv}	1,001	

Продолжение таблицы 11

нагрузку, возникающую в зацеплении до зоны резонанса			
Окружная сила на делительном цилиндре, Н	F_{tH}	96508,4	
Удельная расчетная окружная сила, Н/мм	ω_{Ht}	1404,401	
Расчётное контактное напряжение, МПа	$\sigma_{H \max}$	1246,247	
Допускаемое контактное напряжение, МПа	$\sigma_{HP \max}$	2335	2335
Коэффициент запаса по контактным напряжениям	n_H	1,874	1,874
Расчёт на прочность при изгибе			
Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий	$K_{F\beta}$	1,016	
Удельная окружная динамическая сила, Н/мм	ω_{Fv}	4,743	
Коэффициент, учитывающий динамическую нагрузку, возникающую в зацеплении до зоны резонанса	K_{Fv}	1,003	
Окружная сила на делительном цилиндре, Н	F_{tF}	96508,4	
Удельная расчетная окружная сила, Н/мм	ω_{tF}	1405,494	
Расчётное напряжение изгиба, МПа	$\sigma_{F \max}$	1037,254	644
Допускаемое напряжение изгиба, МПа	$\sigma_{FP \max}$	1058	1058
Коэффициент запаса по напряжениям изгиба	n_F	1,02	1,02

Таким образом, в данной главе была выбрана кинематическая схема планетарного механизма, рассчитаны угловые скорости звеньев передачи, которые составляют: $\omega_1=0\text{c}^{-1}$; $\omega_2=4,84\text{c}^{-1}$; $\omega_3=2,151\text{c}^{-1}$ $\omega_H=2,39\text{c}^{-1}$. Передаточное число передачи $U=0,9$. Рассчитаны геометрические параметры зубчатых колес, так для корончатого колеса: $z=180$; $d=900\text{мм}$; для сателлита: $z=80$; $d=400\text{мм}$; для солнечного колеса: $z=20$; $d=100\text{мм}$. Также для подачи вращения на корончатое колесо была введена входная зубчатая пара с $U=1$. Для нее $z=60$, $d=150\text{мм}$. Модуль для всех колес $m=5$.

Глава 3 Конструирование отдельных элементов перемешиваея

1 Расчёт осей

В механизме имеется три оси. Две – оси сателлита и основная ось, на которой крепятся центральные колеса.

1.1 Расчет центральной оси

Оси не испытывают кручения и рассчитываются только на изгиб. Для расчета воспользуемся формулой [15]:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_u}{0,1[\sigma_{uz}]}}; \quad (2)$$

где M_u – изгибающий момент Н·мм;

$[\sigma_{uz}]$ -допускаемые нагружения изгиба, согласно [16], для незакаленной стали 20, при статической нагрузке $[\sigma_{uz}] = 170 \text{ Н/мм}^2$.

На основной оси закреплены жестко связанные корончатое колесо с шестерней и водило. Со стороны зубчатых колес на ось действует радиальная составляющая силы, при этом отсутствует окружная, так как уже было сказано ранее, оси не испытывают скручивающих нагрузок. Радиальные силы водила, уравниваются симметричным расположением сателлитов и не оказывают влияния на ось.

Для определения изгибающего момента рассмотрим расчётную схему нагружения вала от усилий в зацеплении входной пары колес (Рис. 18).

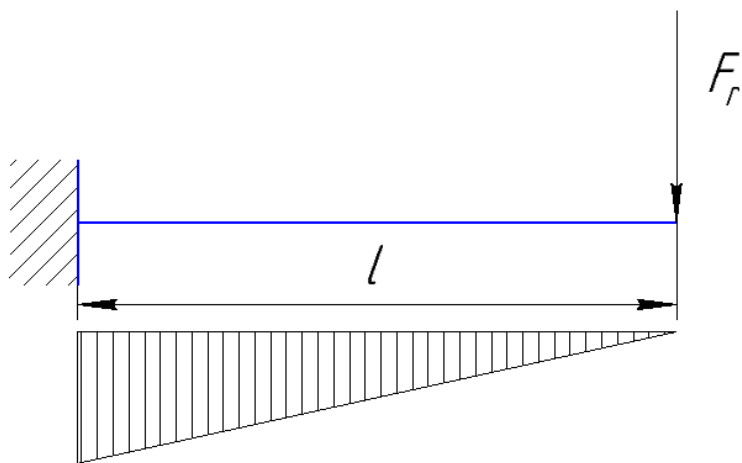


Рисунок 18 – Расчетная схема основной оси

Согласно схеме окружной момент будет равен:

$$M_u = F_r \cdot l \quad (3)$$

где l – расстояние от крепления оси к крышке и серединой ступицы шестерни, мм;

F_r - радиальная сила, Н.

Радиальные нагрузки находятся по формуле:

$$F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha , \quad (4)$$

где, F_t - окружная нагрузка, $F_t = 96508,4 \text{ Н}$ (см. Таблицу 11);

α - угла профиля исходного контура, $\alpha = 20^\circ$ (2Б).

Тогда по формуле (4):

$$F_r = 96508,4 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 35126,18 \text{ Н} .$$

Для расчета примем удвоенную радиальную нагрузку.

Изгибающий момент о формуле (3):

$$M_u = 35126,18 \cdot 65 = 2283201,7 \text{ Н} \cdot \text{мм} .$$

Диаметр оси:

$$d = \sqrt[3]{\frac{2283201,7}{0,1 \cdot 170}} = 51,21 \text{ мм} .$$

Конструктивно примем диаметр оси 110 мм.

Также ось испытывает растягивающие нагрузки под действием веса элементов механизма. По[15] рассчитаем диаметр наиболее нагруженного сечения:

$$d = \sqrt{\frac{4P}{\pi[\sigma_p]}}, \quad (5)$$

где P – сила, действующая вдоль оси болта, Н;

$[\sigma_p]$ -допускаемое напряжение при растяжении, Н/мм², согласно [16], для стали 20, при статической нагрузке $[\sigma_p]=140$ Н/мм².

При в нагрузке в 8000Н, по формуле (5) диаметр оси:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 8000}{\pi \cdot 140}} = 8,5 \text{ мм.}$$

Это значение в разы меньше выбранного ранее, а значит, данная ось будет выдерживать растягивающую нагрузку.

1.2 Расчет осей сателлитов

Во время работы механизма ось испытывает изгибающие нагрузки, относительно водила. При этом радиальные силы уравниваются, и воздействует на ось лишь окружная сила (Рис. 20).

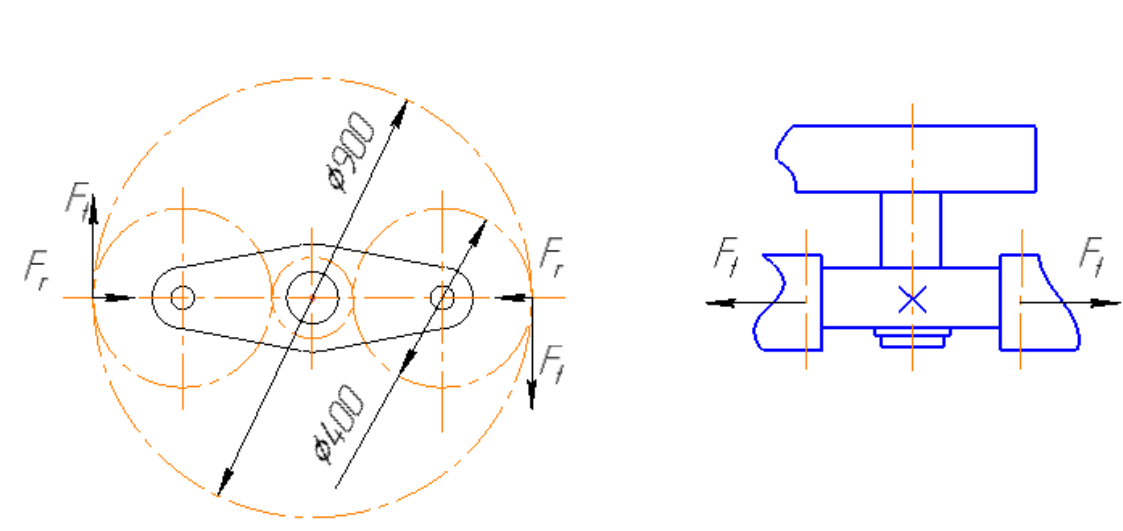


Рисунок 20. – схема нагружения

Расчеты ведутся по аналогичным формулам что и в пункте 1.1
 Для нахождения момента, рассмотрим расчетную схему на Рис. 21

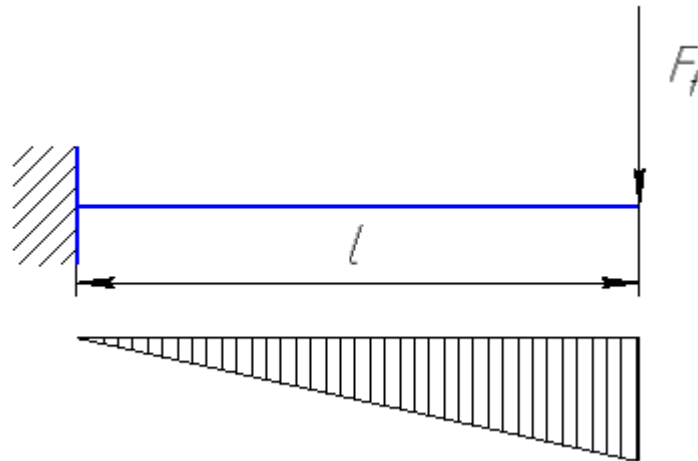


Рисунок 21. – Расчетная схема оси

Учитывая, что сателлита два, а значит и сила распределяется между ними, изгибающий момент будет равен :

$$M_u = \frac{F_t \cdot l}{2} \quad (6)$$

Окружная сила рассчитывается по формуле:

$$F_t = \frac{2T}{d}, \quad (7)$$

где, $T=T_2$ - вращающий момент на сателлите:

$$T_2 = T_3 \cdot U_{32} \cdot 1,3, \quad (8)$$

где T_3 - момент на корончатом колесе, Н·м;

U_{32} - передаточное число от корончатого колеса к сателлиту;

1,3 – коэффициент запаса.

Тогда:

$$T_2 = 14476,26 \cdot 0,44 \cdot 1,3 = 8280,42 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Рассчитываем окружную силу по формуле (7):

$$F_t = \frac{2 \cdot 8280,42 \cdot 10^3}{400} = 41402 \text{ Н}.$$

Рассчитываем изгибающий момент по формуле (6):

$$M_u = \frac{41402}{2} \cdot 62 = 1283462 \text{ Н} \cdot \text{мм} .$$

Диаметр оси:

$$d = \sqrt[3]{\frac{1283462}{0,1 \cdot 170}} = 42,26 \text{ мм} .$$

Конструктивно принимаем диаметр оси равным 80мм.

2 Обеспечение герметичности

При работе лопаток, закрепленных на сателлитах, необходимо обеспечить свободное пространство между лопатками. Через это пространство при работе редуктора возможны утечка масла в рабочую область перемешивателя, с одной стороны, и попадание частиц смеси в редуктор, с другой. Все это может негативно повлиять на работоспособность механизма и качество смеси. Эту проблему было решено конструктивно устранить при помощи блокирующих дисков (Рис. 22). В этом случае в корпусе выполняются кольцевые бурты 1, на которые укладываются диски 3 - для защиты от утечки масла. Диски 4 закрывают полость снизу и предназначен для защиты редуктора от попадания частиц смеси. Диски 3 и 4 крепятся на рычагах перемешивающих лопаток. Места сопряжений дисков 3 и 4 с буртом и корпусом герметизируются при помощи резиновых колец 6, которые устанавливаются, в кольцевые канавки. Сами же диски фиксируются при помощи специальных гаек 5, которые накручиваются на рычаги 2.

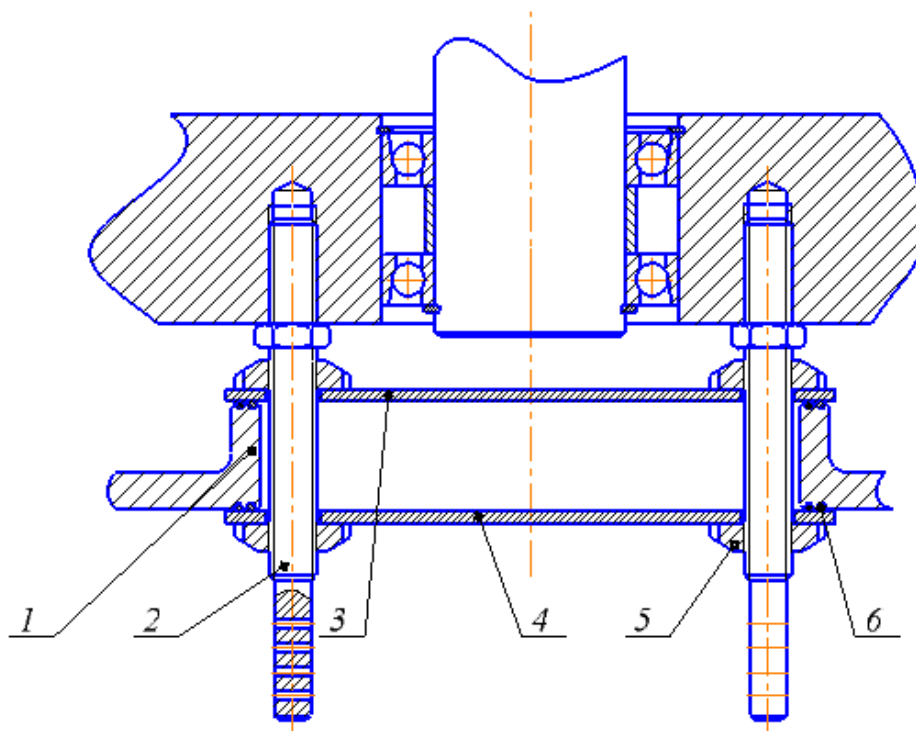


Рисунок 22 – Герметизация редуктора: 1 – бурт; 2 – рычаг; 3, 4 – защитные диски, 5 – гайка, 6- резиновое кольцо.

3 Обеспечение смазывания

Для обеспечения работы редуктора необходимо обеспечить его смазывание (Рис.23). Подача смазки обеспечивается насосом 1. Для этого в стенках редуктора и его крышке просверливают отверстия – каналы 2,3 и 4. Во избежание утечки масла в смесительные объемы, отверстие глушат при помощи пробки 5. В зависимости от типа насоса, смазывающая жидкость к нему может подводиться при помощи резиновых шлангов или медных трубок и соответствующих им креплений. Забор смазки происходит при помощи штуцера 7, закрепленного в штуцере 6.

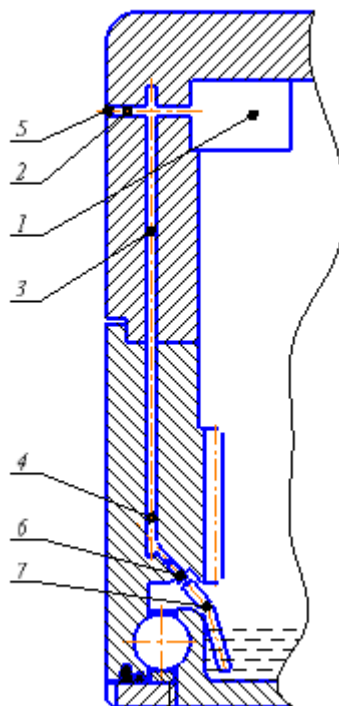


Рисунок 23 – Смазывание колес редуктора

4 Расчет крепежа

4.1 Расчет болтов крепежа корончатого колеса

Болты, которые притягивают венец рабочего колеса работают на растяжение. Диаметр стержня рассчитывается по формуле(5), которая уже применялась для расчета диаметра основной оси. Нагрузка составляет 5000Н, для надежности примем ее удвоенное значение, тогда диаметр стержня:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 10000}{\pi \cdot 140}} = 9,5 \text{ мм.}$$

Рассчитаем площадь стержня:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 9,5^2}{4} = 70,84 \text{ мм}^2.$$

Для четырех стержней $S=17,71\text{мм}^2$.

Диаметр стержней тогда равен:

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 17,71}{\pi}} = 14,9 \text{ мм} .$$

Так как стандартные болты необходимой длины изготавливаются лишь М24, примем 4 болта М24.

Вместе с тем на соединение будет действовать момент силы. Для предотвращения срезания болтов применяем штифт.

Диаметр штифта находим по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4P}{\pi[\tau_{cp}]}} , \quad (9)$$

где P- сила, действующая поперек болта, Н. $P=F_t$ – рассчитана в главе 2;

$[\tau_{cp}]$ -допускаемое напряжение на срез, для стали 20, при статической нагрузке $[\tau_{cp}]=85 \text{ Н/мм}^2$ [16].

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 96508,4}{\pi \cdot 85}} = 38 \text{ мм} .$$

Примем диаметр штифта равным 40 мм.

Рассчитаем штифт на смятие. Длина штифта по формуле[15]:

$$h \geq \frac{P}{d[\sigma_{cm}]} , \quad (10)$$

где $[\sigma_{cm}]$ - допускаемое напряжение на смятие, для стали 20, при статической нагрузке $[\sigma_{cm}]=210 \text{ Н/мм}^2$ [16].

Тогда по формуле (10):

$$h \geq \frac{96508,4}{40 \cdot 210} = 11,4 \text{ мм}$$

Примем штифт длиной 80 мм, т. к это минимальная длина штифта с данным диаметром по ГОСТу 3128-70.

Штифт такого же диаметра назначаем для крепления колеса входной пары и корончатого колеса, т. к срезающая нагрузка одна и та же. Однако болты данного соединения не несут растягивающих (сжимающих) нагрузок и поэтому принимаем 4 болта М16.

4.2 Расчет болтов смешивающих лопаток

Болты на лопатках работают на срез. Необходимо найти диаметр и количество отверстия под них.

Нагрузка на лопатки $P=F_d=1029,4\text{Н}$. Так как на одном смесительном рычаге две лопатки, то $P=2058,8\text{Н}$.

Диаметр точеного стержня по формуле(9):

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 2058,8}{\pi \cdot 85}} = 5,55 \text{ мм}$$

Площадь стержня:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 5,55^2}{4} = 24,18 \text{ мм}^2.$$

Для четырех стержней $S=6,01\text{мм}^2$

Диаметр стержней тогда равен:

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = 2,77 \text{ мм}.$$

Таким образом, крепление обеспечивается четырьмя болтами М4.

Сила затяжки, для предупреждения сдвига и перекоса болта[15]:

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot [\sigma_p], \quad (11)$$

где $[\sigma_p]$ - допускаемое напряжение при изгибе, для стали 20, при статической нагрузке $[\sigma_p]=140\text{Н/мм}^2$ [16].

Тогда сила затяжки:

$$Q = \frac{\pi \cdot 2,77^2}{4} \cdot 140 = 846,29 \text{ Н}.$$

4.3 Расчет штифта основной оси

Сателлит через вал – шестерню воздействует на основную ось. Для его закрепления применим штифт. Из предыдущих расчетов известно, что, окружная сила сателлита $P=F_t=41402\text{Н}$.

Диаметр штифта по формуле (9):

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 41402}{\pi \cdot 85}} = 24,9 \text{ мм}$$

Примем штифт диаметром 25 мм.

Рассчитаем штифт на смятие по формуле (10):

$$h \geq \frac{41402}{25 \cdot 210} = 7,8 \text{ мм}$$

4.4 Расчет шлицев

Для предотвращения проворота вала – шестерни применим шлицевое соединение. Боковые поверхности зубьев шлицевого соединения работают на смятие, а основание их на изгиб и срез [15]/

Для применяемых соотношений элементов шлицевых соединений основным является расчет на смятие:

$$\frac{T_{\max}}{\varphi F l r_{cp}} \leq [\sigma_{cm}] \quad (12)$$

где T – наибольший вращающий момент, передаваемый соединением, Нм, максимальный момент на сателлите $T=8280,4\text{Нм}$.

φ – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузок по рабочим поверхностям зубьев, примем $\varphi=0,75$;

l – рабочая длина зуба;

F – площадь всех боковых поверхностей зубьев с одной стороны на 1мм доины, мм^2 ;

r_{cp} – средний радиус,

$[\sigma_{cm}]$ - допускаемое напряжение на смятие, Н/мм², $[\sigma_{cm}] = 120$ Н/мм².

Для прямобоочных зубьев F:

$$F = z \left[\frac{D_e - d_a}{2} - (f + r) \right], \quad (13)$$

где z – число зубьев, $z=6$;

D_B -наружный диаметр зубьев вала, мм, $D_B = 30$ мм;

d_a – диаметр отверстия шлицевой втулки, $d_a=26$ мм;

f - размер фаски, мм, $f=0,3$ мм;

r – радиус закругления, мм, $r=0,2$ мм.

Тогда площадь F:

$$F = 6 \left[\frac{30 - 26}{2} - (0,3 + 0,2) \right] = 9 \text{ мм}^2.$$

Для прямобоочных зубьев r_{cp} :

$$r_{cp} = \frac{D_e + d_a}{4};$$

$$r_{cp} = \frac{30 + 26}{4} = 14 \text{ мм}. \quad (14)$$

Тогда по формуле (12):

$$\frac{8280,4}{0,75 \cdot 9 \cdot 38 \cdot 14} \leq 120,$$

$$2,3 \leq 120$$

Таким образом, условие прочности на смятие выполнено.

5 Расчет долговечности подшипников

5.1 Расчет подшипников входной пары

По диаметру оси был выбран подшипник 1000922, согласно [17] рассчитаем его долговечность.

Номинальная долговечность подшипника рассчитывается по формуле:

$$L = a_{23} (C / P)^p, \quad (15)$$

где C - динамическая грузоподъемность, для данного подшипника $C=46500\text{Н}$;

P -эквивалентная динамическая нагрузка, т. к на подшипник действует только радиальная сила, то $P=F_r=35126,18\text{ Н}$, для двух подшипников $P=17563\text{Н}$;

a_{23} -обобщенный коэффициент, для шарикоподшипников, при обычных условиях работы $a_{23}=0,75$;

p - показатель степени, для шарикоподшипников $=3$.

Номинальная долговечность в рабочих часах:

$$L_h = 10^6 L / 60n \quad (16)$$

Тогда:

$$L = 0,75(46500 / 17623)^3 = 13,77\text{млн оборотов.}$$

$$L_h = 10^6 \cdot 13,77 / 60 \cdot 20,55 = 11167\text{ч.}$$

5.2 Расчет подшипников сателлита

Расчет подшипников выполняется о той же методике, что и подшипников входной пары. Для сателлитов выбрали подшипники 46116. Динамическая грузоподъемность, для данного подшипника $C=56000\text{Н}$.

Т. к на подшипник действует только радиальная сила, то $P=F_r=41402\text{Н}$. Так как нагрузку воспринимают два сателлита, по два подшипника в каждом, то $P=10350,5\text{Н}$.

Номинальная долговечность по формуле (15):

$$L = 0,75(56000 / 10350,5)^3 = 118,8 \text{ млн оборотов.}$$

Номинальная долговечность в рабочих часах по формуле (16):

$$L_h = 10^6 \cdot 118,8 / 60 \cdot 46,23 = 42829 \text{ ч.}$$

5.3 Расчет упорного подшипника корончатого колеса

По габаритным размерам был выбран подшипник 8222Н, с динамической грузоподъемностью $C=153000\text{Н}$.

Нагрузка на подшипник – вес большей части смесительного механизма, составляет 8000Н.

Для упорных подшипников эквивалентная нагрузка является осевой [17]:

$$P_a = F_a K_T K_b K_m, \quad (17)$$

где K_T -температурный коэффициент, для рабочих температур подшипника до 125°C , $K_T=1,05$

K_b -коэффициент безопасности, примем $K_b=1,2$;

F_a – осевая нагрузка на подшипник, составляет 8000Н.

Тогда:

$$P_a = 8000 \cdot 1,2 \cdot 1,5 = 14400 \text{ Н}$$

Номинальная долговечность по формуле (15):

$$L = 0,75(153000 / 14400)^3 = 899 \text{ млн оборотов}$$

Номинальная долговечность в рабочих часах по формуле (16):

$$L_h = 10^6 \cdot 899 / 60 \cdot 22,83 = 656300 \text{ ч.}$$

Таким образом в данной главе были выполнены проектировочные расчеты элементов планетарного механизма. Рассчитаны диаметры осей, которые составляют: для основной оси - 110мм, для осей сателлитов – 80мм.

Были решены проблемы герметичности и смазывания механизма. Также рассчитаны болты, штифты, шлицы и долговечности подшипников. Долговечность самого нагруженного подшипника составила 11 000 часов.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4AM51	Ибатуллин Марат Талгатович

Институт	ИФВТ	Кафедра	ФВТМ
Уровень образования	магистр	Направление/специальность	машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<p>1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i></p> <p>2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p> <p>3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i></p>	<p><i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах</i></p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НИИ</i></p> <p>2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i></p> <p>3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i></p>	<p><i>1. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i></p> <p><i>2. SWOT-анализ</i></p> <p><i>3. Инициация проекта</i></p> <p><i>Оценка сравнительной эффективности исследования.</i></p> <p><i>Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта</i></p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
-------------------------------------------------------------	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Черепанова Н.В.	кандидат философских наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4AM51	Ибатуллин Марат Талгатович		

Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с точки зрения ресурсоэффективности и ресурсосбережения предоставляет возможность провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Перемешивающие устройства применяются в различных сферах техники и технологии. Они отличаются по конструкции, объему и еще ряду других параметров, но все они предназначены для достижения оптимальной степени перемешивания веществ.

Проведем анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения перемешивающих устройства сыпучих смесей, а именно конструкции механизмов непосредственно приводящие в движение рабочий орган. В качестве конкурентных технических решений будем рассматривать планетарно-роторный бетоносмеситель СБ-242-8М выпускаемый в ПАО «Бетонмаш» в Украине и бетоносмеситель французско - датской компании-Skako Apollo.

Данный анализ выполним с помощью оценочной карты, которая приведена в Таблице 12.

Таблица 12- Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _{к1}	Б _ф	Б _{к2}	К _{к1}	К _ф	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Масса оборудования	0,1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
2. Удобство в обслуживании	0,1	3	3	5	0,3	0,3	0,5
3. Энергоэкономичность	0,15	4	4	3	0,6	0,6	0,45
4. Надежность	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
5. Уровень шума	0,05	3	3	4	0,15	0,15	0,2
6. Простота эксплуатации	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
7. Объем перемешиваемого материала	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
2. Цена	0,2	3	4	3	0,6	0,8	0,6
3. Послепродажное обслуживание	0,1	3	5	3	0,3	0,5	0,3
4. Уровень проникновения на рынок	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2
Итого	1	41	43	40	3,6	4	3,5

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (18)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таким образом, из проведённого анализа видно, что разрабатываемый перемешиватель сыпучих смесей является конкурентоспособным оборудованием. По сравнению с конкурентными разработками, будущий перемешиватель имеет значительные преимущества по следующим параметрам:

- – цена;
- – энергосбережение;
- – послепродажное сопровождение;
- – массогабаритные показатели.

2. SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Данный анализ позволяет выявить и структурировать сильные и слабые стороны научной работы, а также потенциальные возможности и угрозы. Данные анализа занесем в Таблицу 2.

Таблица 13 - SWOT анализ

	Сильные стороны научно исследовательского проекта:	Слабые стороны научно исследовательского проекта:
	С1. Простота конструкции; С2. Отсутствие мертвых зон при перемешивании;	Сл 1. Смесительные рычаги крепятся непосредственно к

Продолжение таблицы 13

	С3. Простота в изготовлении и эксплуатации; С4. Оптимальные для данного объема габариты; С5. Обеспечение качественного перемешивания;	в и сателлиту; Сл 2. Боковое расположение приводного редуктора; Сл. 3. Отсутствие возможности построение опытного образца.
Возможности: В1. Актуальность отечественного производства в связи с политической ситуацией; В2. Спрос в связи с увеличением объемов строительства. В3. Новые сферы применения перемешивателя.	В1С1С3. Простота конструкции вкупе с простотой изготовления позволяют быстрее начать новое производство: уменьшить время на его подготовку и оснащение. В2С2. Легкое встраивание в производственные линии.	В3Сл2. Такие габариты могут оказаться критичными для некоторых производств
Угрозы: У1. Увеличение поставок смесителей из - за рубежа. У2. Стагнация строительного рынка; У3. Появление аналогичных разработок в России.	У1С5С2. Даже при увеличении поставок из – за рубежа, благодаря качеству смешения, перемешиватель будет актуален.	У3Сл3 Наличие работающих опытных образцов у конкурентов отрицательно скажется на востребованности нашей разработки.

Таким образом, проведенный выше анализ показал, смеситель на базе планетарного механизма имеет как сильные, так и слабые стороны. Выявлена зависимость смесителя от международной политической ситуации. Простота в изготовлении и эксплуатации обеспечит его актуальность, как для производителя, так и для потребителя. У1 и У2 представляются серьезными и являются объектами для внимания при выводе разработки на рынок.

3. Инициация проекта

Посредством стадий процессов инициации научного проекта определяют первоначальные цели, внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта.

Инициация проекта включает следующие процедуры:

- цели и результат проекта;
- организационная структура проекта;
- ограничения и допущения проекта.

3.1. Цели и результаты проекта

Проведя анализ , выявили стороны, заинтересованные в разработке перемешивателя, свели полученные данные в Таблицу 14. Цели и результаты проекта представлены в Таблице 15.

Таблица 14 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Бетонные заводы	Производство и изготовление товарного бетона.
Строительные предприятия	Изготовления сыпучих смесей для возведения строительных объектов
Компании по разработке и продаже технологического оборудования	Разработка и производство технологического оборудования для приемки, дозирования, смешивания, пневматического транспортирования, складирования сыпучих материалов

Таблица 15 - Цели и результат проекта

Цели проекта:	Разработка и исследование главного привода для перемешивателя сыпучих смесей на базе передачи с промежуточными телами качения.
Ожидаемые результаты проекта:	Разработка конструкторской документации и расчетной документации для изготовления и дальнейшего проектирования главного привода на

Продолжение таблицы 15

	базе передачи с ПТКиСО.
Критерии приемки результата проекта:	Законченная научно-исследовательская работа, авторы которой имеют список публикаций и участие на международных конференциях.
Требования к результату проекта:	<p style="text-align: center;">Требования:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Результат проекта должен иметь актуальное теоретическое и практическое значение 2. Конструкторская документация 3. Расчетная документация 4. Выполнения проекта в срок

3.2 Организационная структура проекта

Сферы ответственности показаны в Таблице 16, наложенные на проект ограничения в Таблице 17.

Таблица 16 - Рабочая группа проекта

п/п	№	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо- затраты, дни
	1	Ефременков Е.А. , к.т.н., место работы: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, доцент	Научный руководитель проекта	Отвечает за реализацию проекта, полученных в ходе проекта, редактирование и издание статей, патентов.	100
	2	Грушин А.С. магистрант, Национальный исследовательский Томский политехнический университет	Исполнитель по проекту	Отвечает за выполнение разработки и исследование главного привода для перемешивателя сыпучих смесей на базе передачи с	500

Продолжение таблицы 16

			промежуточными телами качения.	
3	Ибатуллин М.Т., магистран, Национальный исследовательский Томский политехнический университет	Исполнитель по проекту	Отвечает за выполнение проектирования механизма планетарного движения рабочего органа перемешивателя	500
4	Сабирьянова К.Ф., магистрантка, Национальный исследовательский Томский политехнический университет	Исполнитель по проекту	Отвечает за выполнение конструирование и исследование корпусных и ответственных деталей перемешивателя сыпучих смесей	500
ИТОГО:				500

Таблица 17 - Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	
3.1.1. Источник финансирования	ОАО «Промдеталь»
3.2. Сроки проекта:	
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	01.09.2015
3.2.2. Дата завершения проекта	16.06.2017
3.3. Прочие ограничения и допущения	
3.3.1. Использование в качестве электродвигателя марки 4AM180M4Y2	Ограничения
3.3.2. Масса перемешивателя не более 3000 кг.	Ограничения

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4АМ51	Ибатуллин Марат Талгатович

Институт	ИФВТ	Кафедра	ФВТМ
Уровень образования	магистр	Направление/специальность	машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Исследование проводилось в учебно-научной межотраслевой междисциплинарной лаборатории «Моделирование физико-химических процессов в современных технологиях» института физики высоких технологий (ИФВТ). При выполнении исследовательской работы существует вероятность воздействия следующих производственных факторов: шума, тепловыделений, недостаточной освещенности, электрического тока, физической и эмоциональной перегрузки, умственного перенапряжения. Рабочее помещение по опасности относится к 1 группе, т.е. пожарная нагрузка относительно мала. В лаборатории в процессе работы образуются такие вещества как пыль, и аэрозоли. Для их удаления применяют вытяжную вентиляцию, для снижения выбросов этих веществ в атмосферу применяют фильтры.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>При выполнениях работы все данные были приняты по нормативам и стандартам РФ.</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>Условия труда работающих характеризуются возможностью воздействия на них следующих вредных производственных факторов: высоким уровнем шума, недостаточной освещенности рабочего места, наличие пониженной или повышенной температурой, вред электромагнитным и ионизирующим излучениям, отклонение от нормативных значений влажности воздуха.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>К опасным факторам относится статического электричества, повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, а также возникновение пожара</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране 	<p>В лаборатории в процессе работы образуются такие вещества как пыль, и аэрозоли. Для их удаления применяют вытяжную вентиляцию, для снижения выбросов этих веществ в атмосферу применяют фильтры. Вследствие использования работниками душевых, туалетов, а также средств хозяйственного назначения, образуются</p>

<p>окружающей среды.</p>	<p>жидкие отходы, для удаления которых применяют канализационную систему. Система канализации подсоединена к городской канализационной сети, поэтому полная очистка сточных вод на нем не проводится.</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Возможными чрезвычайными ситуациями при выполнении проекта являются: поражение электрическим током, замыкание электрической цепи, и как следствие, пожар. Для предотвращения ЧС необходимо осуществлять меры по технике безопасности на рабочем месте и должны быть описаны в каждой инструкции охраны труда.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>Расстояния между рабочими зонами, параметры освещения и микроклимата соответствуют нормам. Эффективный и безопасный труд возможен только в том случае, если производственные условия на рабочем месте отвечают всем требованиям международных стандартов в области охраны труда.</p>

<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	
--------------------------------------------------------------------	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Штейнле А.В.	канд. мед. наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4АМ51	Ибатуллин Марат Талгатович		

Глава 5. Социальная ответственность

Введение

Данный раздел посвящен условиям, в которых происходит научно-исследовательская деятельность, в нашем случае конструирование механизма перемешивания смесей.

Под социальной ответственностью следует понимать такой комплекс мероприятий, который направлен на обеспечение безопасности человека в среде обитания, сохранение его здоровья, разработку методов и средств защиты путем снижения влияния вредных и опасных факторов до допустимых значений, выработку мер по ограничению ущерба в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени.

Сам процесс конструирования смесителя, в отличие его производства и эксплуатации не наносит большого ущерба окружающей среде, поэтому этот раздел в первую очередь посвящен безопасности и здоровью операторов ЭВМ - конструкторов.

На рабочем месте должны быть предусмотрены меры защиты от возможного воздействия опасных и вредных факторов производства. Данные факторы оговариваются правовыми, техническими и санитарно-техническими нормами. Перед началом тех или иных работ, проводится инструктаж трудящегося ответственным лицом, инженером по ТБ, непосредственным руководителем. Эти нормативные документы обязывают к созданию на рабочем месте условий труда, при которых влияние опасных и вредных факторов на работающих либо устранено совсем, либо находится в допустимых пределах.

Целями данного раздела является:

- обнаружение и изучение вредных факторов окружающей среды рабочего;

- минимизация выявленных факторов до безопасных пределов, согласно нормативным документам, или их исключение по возможности;
- определение оптимальных условий труда инженера;

1 Техногенная безопасность

1.1 Анализ вредных факторов производственной среды

В научно исследовательской работе используется ЭВМ, которое установлено на рабочем месте. Рабочее место представляет собой пару столов, установленных буквой «Г», стула и книжного шкафа с литературой. В том же помещении находится вентилятор, принтер и сканер.

Возможными вредными условиями для такого рабочего места могут быть:

- высокий уровень шума;
- недостаточная освещенность рабочего места;
- пониженная или повышенная температура рабочей зоны;
- отклонение от нормативных значений влажности воздуха.

1.1.1 Шум на рабочем месте

С физиологической точки зрения шум – звук, мешающий разговорной речи и негативно влияющий на здоровье человека.

Являясь одним из самых распространённых вредных факторов, шум негативно влияет не только на органы слуха, но и на нервную и вегетативную системы, а через них и на внутренние органы. Долговременное влияние шума, уровень которого, превышает допустимые нормы, может вызывать значительные изменения функционального состояния организма. Люди, работающие в условиях повышенного шума могут испытывать головные боли,

снижение работоспособности и внимания, быструю утомляемость. Длительное воздействие интенсивного шума может приводить к перераздражению клеток звукового анализатора и его утомлению, а затем к стойкому снижению остроты слуха.

Функциональные изменения центральной нервной системы под влиянием шума происходят раньше, чем диагностируется нарушение слуховой деятельности. С точки зрения психики, наблюдается подавленное настроение, понижение внимания, задерживаются интеллектуальные процессы, повышается нервная возбудимость. У работников умственного труда происходит снижение темпа работы, её качества и производительности.

Действие шума может привести к заболеваниям желудочно-кишечного тракта, сдвигам в обменных процессах (нарушение основного, витаминного, углеводного, белкового, жирового, солевого обменов).

Таким образом, воздействие шума может привести к сочетанию профессиональной тугоухости (неврит слухового нерва) с функциональными расстройствами центральной нервной, вегетативной, сердечнососудистой и других систем, которые могут рассматриваться как профессиональное заболевание — шумовая болезнь.

Основными источниками шума в помещении являются принтер, вентиляторы системы воздушного охлаждения, трансформаторы, внешний шум с улицы, шум вызванный речью скопления людей.

Согласно [18], уровень шума на рабочем месте инженеров, работающих с компьютером не должен превышать 50 - 60 дБА.

Обычно в рабочем помещении находится не один источник шума. При расчете берут в расчет все действующие источники. Для суммирования уровней интенсивности звука, создаваемых различными источниками, можно пользоваться методом суммирования двух источников. Для этого уровни интенсивности, создаваемые в рабочем пространстве выписывают отдельно для

каждого из источников в порядке убывания. Далее находят суммарный уровень двух первых источников по формуле:

$$L_{\Sigma}=L_1+\Delta L, \quad (19)$$

где, L_1 - больший из двух уровней интенсивности звука, дБ; ΔL - добавка, зависящая от разности уровней интенсивностей рассматриваемых источников L_1 и L_2 .

Полученное значение принимают за один источник, и находят добавку которую дает следующий источник.

Уровни звукового давления источников шума, действующих на конструктора на его рабочем месте, представлены в Таблице 18.

Таблица 18- Уровни звукового давления источников шума

Источник шума	Уровень шума, дБ
Шум, создаваемый в следствие общения	55
Шум извне помещения	50
Вентилятор	45
Принтер	45
Сканер	42
Жесткий диск	40
Монитор	17
Клавиатура	10

Сведем расчеты интенсивности звука в Таблицу 19

Таблица 19- Суммарный уровень интенсивности звука

L_1 , дБ	L_2 , дБ	ΔL , дБ	L_{Σ} , дБ
55	50	5	56,2
56,2	45	11,2	56,6
56,6	45	11,6	57
57	42	15	57,2
57,2	40	17,2	57,4
57,4	17	40,4	57,4
57,4	10	47,4	57,4

Полученное значение не превышает допустимый уровень шума для рабочего места оператора, равный 65 дБ. Такой результат объясняется тем, что современные технические средства обладают весьма низкими шумовыми

характеристиками. Современные пластиковые окна уменьшают шум с улицы до минимума, а высокий уровень производственной культуры не допускает громких разговоров во время работы.

1.1.2 Освещение на рабочем месте

Подавляющее количество информации поступает человеку через зрение. При этом свет - ключевой элемент нашей способности видеть. От степени освещенности зависит не только степень утомляемости и здоровье, но и психическое состояние человека.

Освещение подразделяется на естественное, где источник Солнце, и на искусственное, где источниками служат лампы различного вида. Также возможно совмещенное освещение. Естественное освещение лучше о спектральном составе, но не всегда возможно обеспечить его наличие в помещении.

Рабочее место конструктора должно иметь как естественное, так и искусственное освещение.

Правильно организованное производственное освещение улучшает условия зрительной работы, способствует повышению производительности труда, снижает утомляемость, благотворно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего, повышает безопасность труда и снижает травматизм.

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего.

Согласно СНиП II-4-79 в помещениях вычислительных центров необходимо применять систему комбинированного освещения. Уровни

освещённости при этом должны составлять 1000-1500 лк и могут быть обеспечены дневным светом, если он имеется, или электрическим светом от общего или локализованного освещения, например настольных ламп или комбинацией дневного и естественного света. В качестве источников искусственного освещения обычно используются люминесцентные лампы типа ЛБ или ДРЛ, которые попарно объединяются в светильники, которые должны располагаться над рабочими поверхностями равномерно.

Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры:

- при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300лк, а комбинированная - 750лк;
- при выполнении работ средней точности - 200 и 300лк соответственно.

Кроме того, все поле зрения должно быть освещено достаточно равномерно - это основное гигиеническое требование. Иными словами, степень освещения помещения и яркость экрана компьютера должны быть примерно одинаковыми, т.к. яркий свет в районе периферийного зрения значительно увеличивает напряженность глаз и, как следствие, приводит к их быстрой утомляемости.

Удовлетворительное естественное освещение проще создать в небольших помещениях на 5-6 рабочих мест, а больших помещений с числом работающих более 20, лучше избегать. В случае, если экран ПЭВМ обращен к окну, должны быть предусмотрены специальные экранизирующие устройства.

При правильном проектировании освещения помещения необходимо правильно подбирать схему размещения, количество осветителей и их типа. Широкое применение получили люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ:

- по спектральному составу света они близки к дневному, естественному свету;

- обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания);
- обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания);
- более длительный срок службы.

Проанализируем, как происходит освещение на рабочем месте. Размеры источников естественного освещения – окон: 2,5х1,5. Искусственное освещение обеспечивается шестью лампами. Высота комнаты- 3 м, площадь 100 м²

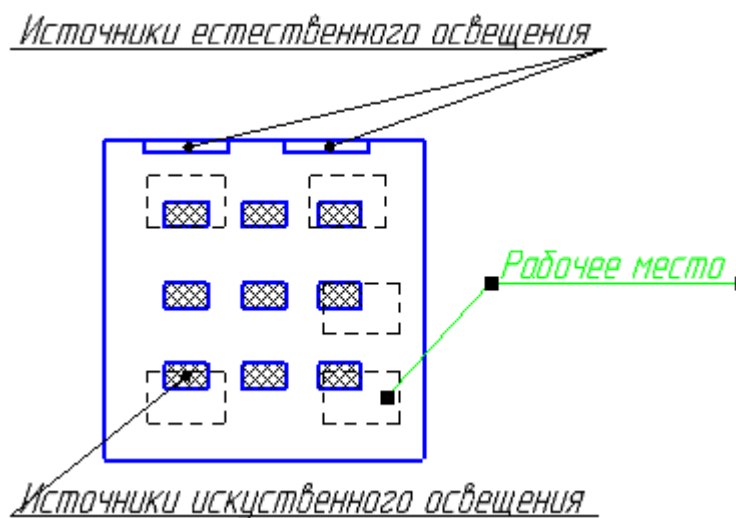


Рисунок 24 - Схема освещения рабочего места

Для светильников с люминесцентными лампами, где известен световой поток, расчет сводится к формуле:

$$N=(E_H k_3 S_z)/(\Phi \eta \gamma) \quad (20)$$

где N-число светильников;

Φ - световой поток, 2700х4= 10800лм;

E_H - нормированная минимальная освещенность, лк. Работу специалиста, в соответствии с этой таблицей, можно отнести к разряду точных работ, следовательно, минимальная освещенность будет $E = 400$ лк;

S_z - площадь освещаемого помещения (в нашем случае $S = 100$ м²);

z – коэффициент неравномерности освещения(при оптимальном расположении светильников 1,1-1,2; пусть $z = 1,15$);

k_3 - коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы в результате загрязнения светильников в процессе эксплуатации, при чистке светильников не реже двух раз в год $k_3=1,45$;

u -коэффициент затемнения, примем равным 1;

n -число рядов светильников, определяющихся из соотношения

η - коэффициент использования светового потока, (зависит от типа светильника, коэффициентов отражения светового потока от стен, потолка, пола, а также геометрических размеров помещения и высоты подвеса светильников, что учитывается комплексной характеристикой- индексом помещения:

$$i=AB/[h(A+B)], \quad (21)$$

тогда определяем значение по таблице $\eta=0,5$,

где, A и B -длина и ширина помещения в плане;

h -высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, при уровне рабочей поверхности-0,8м,

$$h=3-0,8=3,2\text{м.}$$

Расстояние между рядами светильников примем 2,5 м, тогда при ширине зала 10 м, $n=5$.

По формуле (17), $i=1,78$,

Тогда по формуле (16):

$$N=(400 \times 1,45 \times 100)/(3 \times 10800 \times 0,5 \times 1)=3,5=4\text{шт.}$$

Таким образом светильники будут располагаться в 3 ряда, по 4 светильника в каждом.

1.1.3 Микроклимат на рабочем месте

Под микроклиматом понимают метеорологические условия на рабочем месте, которые включают в себя сочетание температуры, относительной влажности, скорости движения и запыленности воздуха. Эти параметры

оказывают влияние на человека как отдельно, так и в сочетании, и оказывают большое влияние на здоровье человека и работоспособность технических средств, в нашем случае – ЭВМ.

Факторы, влияющие на микроклимат, можно разделить на две группы: нерегулируемые (местный климат) и регулируемые (особенности и качество строительства зданий и сооружений, интенсивность теплового излучения от нагревательных приборов, кратность воздухообмена, количество людей и животных в помещении и др.)

Длительное воздействие на человека неблагоприятных условий резко ухудшает его самочувствие, снижается производительность труда, и приводит к заболеванию.

Низкая температура - местное или общее охлаждение организма, причина простудных заболеваний или обморожения (неправильное расположение относительно кондиционера\вентилятора).

Высокая относительная влажность при высокой температуре способствует перегреву организма; при низкой усиливает теплоотдачу с поверхности кожи, что ведет к переохлаждению.

Воздействие высокой температуры быстро утомляет, может привести к перегреву организма и тепловому удару.

Низкая влажность вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

ГОСТ 12.1.005-88 устанавливает нормы производственного микроклимата: оптимальные и допустимые значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха, с учетом степени сложности работ, времени года и избытков явной теплоты. Оптимальные параметры в этом случае, такие которые при систематическом и длительном воздействии на человека обеспечивают нормальное функциональное и тепловое состояние организма, без напряжения реакций терморегуляции. Допустимые параметры могут вызывать функциональные и тепловые состояния организма,

не выходящие за пределы приспособительных возможностей, не вызывающие ухудшения здоровья, но вызывающие дискомфорт и ухудшение работоспособности.

В Таблице 20 представлены допустимые и оптимальные параметры на рабочем месте инженера – конструктора.

Таблица 20 - допустимые и оптимальные параметры на рабочем месте инженера – конструктора.

Температура наружного воздуха, °С	Параметры воздушной среды на постоянных рабочих местах					
	Оптимальные			Допустимые		
	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения, м/с, не более	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения, м/с, не более
Ниже +10	20-22	40-60	0,2	18-22	Не более 70 70 при 24°С и ниже, 65 при 25°С, 60 при 25°С, 55 при 27°С, 50 при 28°С	0,3
Выше +10	20-25	40-60	0,5	Не более чем на 3 °С выше наружного воздуха в 13 ч дня самого жаркого месяца, но не выше 28°С		

1.1.4 Электромагнитное и ионизирующее излучения на рабочем месте

ЭВМ являются источниками широкополосных электромагнитных и ионизирующих излучений. Электромагнитное (ЭМ) излучение, оказывает наибольшее влияние на иммунную, нервную, эндокринную и половую систему.

Иммунная система под воздействием ЭМ излучения, уменьшает выброс в кровь специальных ферментов, выполняющих защитную функцию, происходит ослабление системы клеточного иммунитета.

Изменения в нервной системе видны невооруженным глазом. Как уже отмечалось выше, признаками расстройства являются раздражительность, быстрая утомляемость, ослабление памяти, нарушение сна, общая напряженность, люди становятся суетливыми.

Допустимые значения параметров ионизирующих электромагнитных излучений от монитора компьютера представлены в таблице 28.

Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений (в соответствии с СанПиНом 2.2.2.542-96).

Таблица 21 - Допустимые значения параметров ионизирующих электромагнитных излучений от монитора компьютера

Наименование параметра	Допустимые значения
Напряженность электрической составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50см от поверхности видеомонитора	10В/м
Напряженность магнитной составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50см от поверхности видеомонитора	0,3А/м
Напряженность электростатического поля не должна превышать:	
для взрослых пользователей	20кВ/м
средних специальных и высших учебных заведений	15кВ/м

При воздействии ЭМП на биологический объект происходит преобразование электромагнитной энергии внешнего поля в тепловую, что сопровождается повышением температуры тела или локальным избирательным нагревом тканей, органов, клеток, особенно с плохой терморегуляцией (хрусталик, стекловидное тело, семенники и др.). Тепловой эффект зависит от интенсивности облучения.

Защитные меры от действия ЭМП сводятся, в основном, к применению защитного экранирования и сокращению времени пребывания в зоне действия поля (работы с ПЭВМ).

1.2 Анализ опасных факторов на рабочем месте

1.2.1 Статическое электричество

Статическое электричество - совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности или в объеме диэлектриков или на изолированных проводниках.

Исследования показали, что при образовании заряда с большим электрическим потенциалом вокруг них создается электрическое поле повышенной напряженности, оказывая влияние на нервную, сердечнососудистую, нейрогуморальную и другие системы организма.

Для предотвращения образования и защиты от статического электричества необходимо использовать нейтрализаторы и увлажнители, а полы должны иметь антистатическое покрытие. Допустимые уровни напряженности электростатических полей не должны превышать 20 кВ в течение 1 часа.

Одним из распространенных методов устранения электростатических зарядов — ионизация воздуха. Образующиеся при работе ионизатора ионы нейтрализуют заряды статического электричества. Таким образом, бытовые ионизаторы воздуха не только улучшают аэрозионный состав воздушной среды в помещении, но и устраняют образующиеся электростатические заряды. На производстве наиболее распространены электрические ионизаторы.

В качестве индивидуальных средств защиты могут применяться антистатическая обувь, антистатические халаты, заземляющие браслеты для

защиты рук и другие средства, обеспечивающие электростатическое заземление тела человека.

Применение средств защиты работающих обязательно в тех случаях, когда фактические уровни напряженности электростатических полей на рабочих местах превышают 60 кВ/м .

1.2.2 Поражение электрическим током

Как и всякое электрическое оборудование ЭВМ является потенциальной причиной поражения электрическим током. Оказавшиеся под напряжением оборудование в результате пробоя изоляции, не подают сигналов предупреждающих человека. Реакция человека возникает лишь при протекании тока через тело. Обычно чувствительным для человека является пропускание тока силой более 1 мА.

Проходя через тело человека ток вызывает сложное воздействия вызывая воздействия:

- термическое - ожоги отдельных участков тела, нагрев тканей и биологических сред, что вызывает функциональные расстройства;
- электролитическое – разложение органической жидкости, крови и проявляется в изменении их физико – химического состава;
- механическое- разрыв мышечных тканей.

Эти воздействия могут привести к электрической травме – повреждению организма вызванному воздействием электрического тока.

Рабочее помещение по опасности относится к 1 группе, т.е. пожарная нагрузка относительно мала.

Категория персонала - I (неэлектротехнический персонал), т.е это люди, прошедшие только первичный инструктаж.

Рабочее место удовлетворяет всем требованиям безопасности жизнедеятельности: нет доступа к токоведущим частям, все источники питания пронумерованы, корпуса компьютеров заземлены.

1.2.3 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты.

Пожаром называют неконтролируемый процесс горения, наносящий материальный ущерб и создающий угрозу жизни людей.

Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники. Горение сопровождается, выделением большого количества тепла, дыма и свечением.

В ЭВМ большая плотность расположения элементов электронных схем. При этом питание электричеством происходит через электропровода. При протекании через них тока, выделяется большое количество теплоты. Отдельные узлы могут нагреваться до больших температур, вследствие чего, возможно оплавление и возникновение короткого замыкания. Для предотвращения этого используют вентиляторы, различные системы охлаждения, например водяное.

Также причинами пожаров могут являться: неосторожное обращение с огнём; несоблюдение правил эксплуатации производственного оборудования и электрических устройств; самовозгорание веществ и материалов; разряды статического электричества; грозовые разряды; поджоги.

Горючими компонентами в помещениях являются: строительные материалы для акустической и эстетической отделки помещений, перегородки, двери, полы, перфокарты и перфоленты, изоляция кабелей и др.

По пожарной и взрывопожарной опасности здания подразделяют на категории: А,Б,В,Г,Д. Рабочее место конструктора относится к категории Д-материалы в помещении негорючие и в холодном состоянии.

Предусмотренные в лаборатории средства пожаротушения (согласно требованиям противопожарной безопасности СНиП 2.01.02.-85) огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5, пожарный кран с рукавом. Кроме того, каждое помещение корпуса оборудовано системой противопожарной сигнализации.

2 Региональная безопасность

Данный раздел не актуален для данной работы, потому что в процессе разработки конструкторской документации не происходит загрязнения ни атмосферы, ни литосферы, ни гидросферы.

3 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

Для наиболее эффективного трудового процесса больше значение имеют правильное расположение рабочего места, удобное положение человека при работе, использование эргономичного оборудования. Все это уменьшает утомляемость, предотвращают возникновение профессиональных заболеваний.

Выполнение сотрудником различных работ на ЭВМ требует длительного статического напряжения мышц спины, шеи, рук, ног, что приводит к быстрому развитию утомления. Эти недомогания накапливаются постепенно и получили название «синдром длительных статических нагрузок» (СДСН).

Для операторов ЭВМ актуальна проблема усталости глаз. Для предотвращения этого рекомендуется делать специальную гимнастику для глаз, и соблюдать правильную позу при работе.

Профессиональные заболевания операторов:

- тендовагинит — воспаление сухожилий кисти, запястья, плеча;
- тендосиновит — воспаление синовиальной оболочки сухожильного основания кисти и запястья;
- синдром запястного канала (СЗК) - вызывается ущемлением срединного нерва в запястном канале. Накапливающаяся травма вызывает образование продуктов распада в области запястного канала, в результате чего вначале возникает отек, а затем СЗК

Эти заболевания обычно наступают в результате непрерывной работы на неправильно организованном рабочем месте.

Профилактические мероприятия по снижению вредного воздействия оборудования (ЭВМ):

- частые перерывы при работе с ЭВМ;
- эргономические усовершенствования, (исключение неудобных поз и длительного напряжения);
- снабжение сотрудников витаминно-минеральным комплексом;
- использование фильтров-экранов (снижение зрительного утомления и защита пользователей от электростатического воздействия и частично от воздействия электрической составляющей электромагнитного поля);
- проветривание помещения с машинами.

При поступлении на работу с каждым с сотрудником проводится инструктаж по технике безопасности, что незамедлительно фиксируется в соответствующем журнале.

4 Особенности законодательного регулирования проектных решений

К работе на персональном компьютере допускаются лица, прошедшие обучение безопасным методам труда, вводный инструктаж, первичный инструктаж на рабочем месте [ТОИ Р-45-084-01].

Нормальная продолжительность рабочего времени для работников предприятия не должна превышать 40 часов в неделю. Сокращенная продолжительность рабочего времени устанавливается для работников в возрасте от 16 до 18 лет - 36 часов в неделю, а для лиц в возрасте от 15 до 16 лет (учеников в возрасте от 14 до 15 лет, которые работают в период каникул) - 24 часа в неделю. Для работников, занятых на работах с вредными условиями труда не больше 26 часов в неделю. Продолжительность работы накануне праздничных нерабочих дней сокращается на один час. Ночным считается время с 22 часов вечера до 6 часов утра.

5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Так как научно-исследовательская деятельность происходит в основном на ЭВМ, то имеется риск поражения током и возникновения пожара. Для избегания этого необходимо знать и следовать технике безопасности на рабочем месте.

При обнаружении обрыва проводов питания, неисправности заземления и других повреждений электрооборудования, появления запаха гари пользователь ЭВМ обязан немедленно отключить питание и сообщить об аварийной ситуации руководителю отдела (ответственному) и дежурному электрику.

При попадании человека под напряжение, необходимо немедленно освободить его от действия тока путем отключения электропитания, или, если это невозможно, используя подручные средства, и до прибытия врача оказать

потерпевшему первую медицинскую помощь, вызвать скорую медицинскую службу и доложить руководству.

При возгорании оборудования отключить питание и принять меры к тушению очага пожара при помощи огнетушителя, вызвать пожарную команду и сообщить о происшествии ответственному по пожарной безопасности отдела.

В случае, невозможности самостоятельного тушения возникшего пожара, необходимо эвакуироваться согласно плану, представленному на Рис. 25, предварительно плотно закрыв за собой дверь.

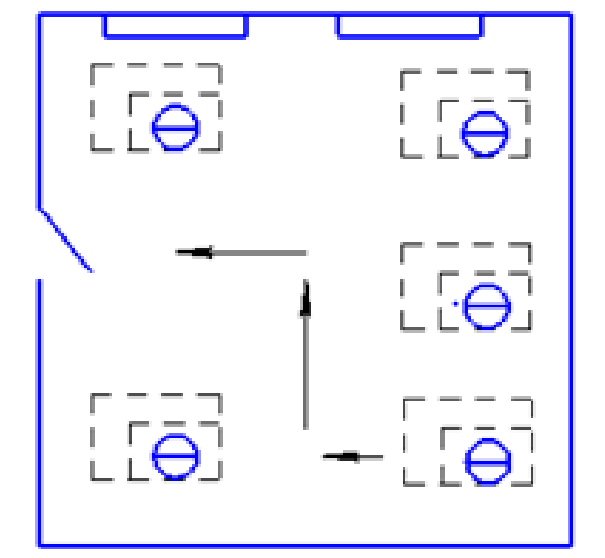


Рисунок 25-План эвакуации из комнаты

Также необходимо изучить план эвакуации как с этажа, где расположено помещение, так и из самого здания (Рис. 26) :

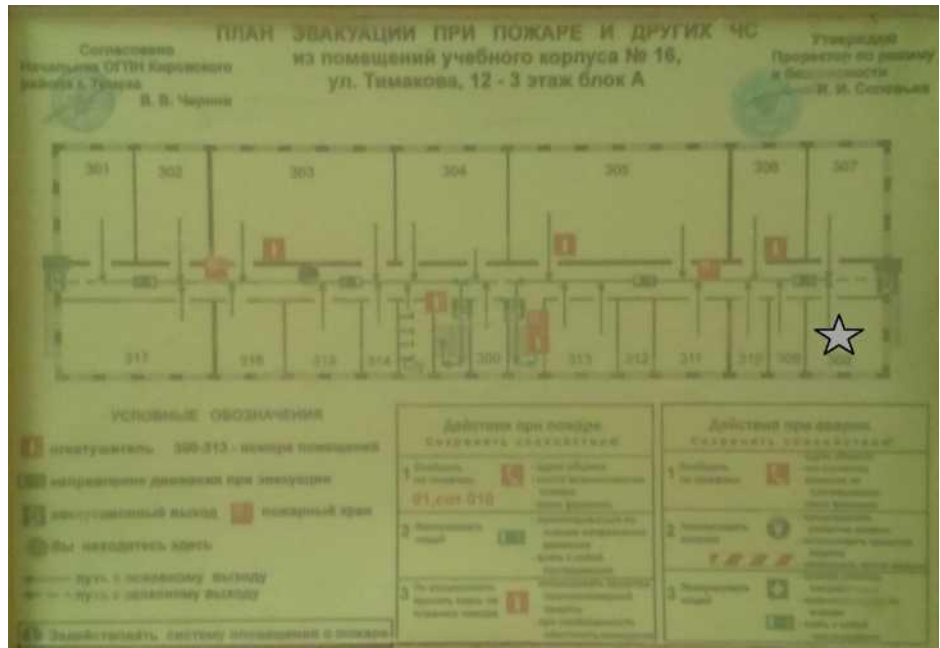


Рисунок 26 – План эвакуации из здания

Заключение

В результате работы:

1. В главе 1 изучены и проанализированы существующие на рынке аналоги. Были показаны основные модели смесителей, анализ их конструкций и механизмов, что позволило выработать концепцию разработанного перемешивателя.

2. В главе 2 была выбрана кинематическая схема планетарного механизма, рассчитаны угловые скорости звеньев передачи, которые составляют: $\omega_1=0\text{с}^{-1}$; $\omega_2=4,84\text{с}^{-1}$; $\omega_3=2,151\text{с}^{-1}$ $\omega_H=2,39\text{с}^{-1}$. Передаточное число передачи $U=0,9$. Рассчитаны геометрические параметры зубчатых колес, так для корончатого колеса: $z=180$; $d=900\text{мм}$; для сателлита: $z=80$; $d=400\text{мм}$; для солнечного колеса: $z=20$; $d=100\text{мм}$. Также для подачи вращения на корончатое колесо была введена входная зубчатая пара с $U=1$. Для нее $z=60$, $d=150\text{мм}$. Модуль для всех колес $m=5$.

3. В главе 3 были выполнены проектировочные расчеты элементов планетарного механизма. Рассчитаны диаметры осей, которые составляют: для основной оси - 110мм, для осей сателлитов – 80мм. Были решены проблемы герметичности и смазывания механизма. Также рассчитаны болты, штифты, шлицы и долговечности подшипников. Долговечность самого нагруженного подшипника составила 11 000 часов.

4. В главах 4 и 5 рассмотрены вопросы управления и безопасности .

5. Разработана конструкторская документация на смеситель.

Список публикаций

1. Ибатуллин М.Т., Ефременков Е.А Проектирование механизма планетарного движения рабочего органа перемешивателя // Актуальные направления научных исследований: перспективы развития. - Чебоксары: Интерактив плюс, 2017.- 488с

Список использованных источников

1. Макаров Ю.И. Аппараты для смешения сыпучих материалов. - М.: Машиностроение, 1973. - 216 с.
2. Черниговский А. И. Промышленные бетоносмесительные установки для современных бетонов. // ЖБИ и конструкции. - 2010. - №3. - С. 14.
3. Планетарные смесители модели Xentrix // <http://technosfera.ru/>
URL: http://technosfera.ru/catalog/Betonosmesiteli/Planetarnie_XENTRIX/ (дата обращения: 20.04.2017).
4. Планетарные бетоносмесители серии SUN // <http://technosfera.ru/>
URL: http://technosfera.ru/catalog/Betonosmesiteli/Planetarnie_SUN/ (дата обращения: 20.04.2017).
5. Планетарные смесители Sicoma // Sicoma.ru/ URL: <http://www.sicoma.ru/planetarka.html> (дата обращения: 20.04.2017).
6. Смеситель Skako Apollo // enspg.ru URL: <http://enspg.ru/catalog/190> (дата обращения: 20.04.2017).
7. Планетарный смеситель принудительного действия серии SM // docslide.nl URL: <http://docslide.nl/documents/schlosser-pfeiffer-mischer-russisch.html> (дата обращения: 20.04.2017).
8. Планетарные противоточные смесители Elba EPM и EPMG // elba-werk.com URL: http://www.elba-werk.com/ru/produkte/mischer/planeten_gegenstrommischer/index.php (дата обращения: 25.05.2016).
9. Интенсивные смесители Eirich // ruscastings.ru URL: <http://www.ruscastings.ru/work/168/2130/2132/8308> (дата обращения: 25.05.2016).
10. Почеревин А.В., Светлов С.А. Новый лопастной смеситель планетарного типа для смешивания дисперсных материалов с вязкими средами // Science Time. - 2015. - №№11. - С. 453.

11. Универсальный планетарный смеситель Компас 1370 G супермикс // [supermix.ru](http://www.supermix.ru) URL: http://www.supermix.ru/products/index.php?SECTION_ID=343&ELEMENT_ID=262 (дата обращения: 20.04.2017).
12. Перемешиватели бурового раствора типа ПБРТ – ПК turbo // simaco.tomsk.ru URL: : http://simaco.tomsk.ru/ru/34/?id_cat=56 (дата обращения: 30.05.2016).
13. Бетоносмеситель планетарно – роторный СБ – 242 – 8М1500л/1000л // betonmash.com URL: <http://betonmash.com/otherproduct/betonosmesitel-planetarno-rotornyy-sb-242-8m.html> (дата обращения: 20.04.2017).
14. Планетарные передачи. Справочник. / Кудрявцев В.Н., Кирдяшев Ю.Н., Гинзбург Е.Г. и др.; под ред. Кудрявцева В.Н. Л.: Машиностроение, 1977. - 536 с.
15. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х томах / В. И.Анурьев; Под ред. И. Н. Жестковой. Т. 2. – М.: Машиностроение, 2006.
16. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х томах / В. И.Анурьев; Под ред. И. Н. Жестковой. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2006.
17. Подшипники качения: Справочник - каталог / Коросташевский Р.В., Нарышкин В.Н., Старостин В.Ф. , Под ред. Нарышкина В.Н., Коросташевского Р.В., - М.: Машиностроение, 1984.-280 с.
18. Охрана труда в вычислительных центрах. Учеб. пос. для студентов // Ю.Г. Сибаров и др. – М.: МАЛИКО, 1990. – 192с

Приложение А

Раздел на иностранном языке

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4AM51	Ибатуллин М.Т.		

Консультант кафедры ФВТМ :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Ефременков. Е.А.	кан.тех.наук		

Консультант – кафедры ИЯФТ :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Квашнина О.С.			

Technological machines for working fluid mixing are widely used in various branches of technology including civil engineering (concrete mixers for obtaining a homogeneous fluid out of different components), food industry (dough mixing machines, devices for cream and ice cream production), pharmacology (preparation of aqueous solutions with a uniform distribution of medical components), paint and coating manufacture (providing temperature homogeneity across the heated feedstock volume in the process of varnishes production, achieving uniform viscosity throughout the volume of the tank with produce paint), chemical industry (mixing of the working medium in order to accelerate chemical reactions in the synthesis of new materials) biotechnologies (mixers for bacteria cultivation where their constant interaction with fresh nutrient solution is required for growth acceleration), etc.

Mixing is a mechanical process in the result of which initially separated components are uniformly distributed in the mixing volume to make a homogeneous mixture. Mixing is essentially a random process which involves redistribution of mixture components, and is associated with the preparation of the product, which is a combination of them. Components are redistributed by the pulsation of speed and motion direction of the material particles.

Mixers of bulk materials can be classified according to one of the following characteristics :

- installation method (mobile, stationary);
- nature of the mixture process (periodic action, continuous action);
- speed of rotation of the mixing body (low-speed, high-speed);
- type of impact on mixture (gravitational, compulsory, combined);
- type of unloading (with manual or mechanized unloading);
- control method (hand-operated, computer-operated);
- constructive feature (with horizontal axis, vertical axis, and drum mixers).

Mixers with a horizontal axle can have one or two shafts; mixers with a vertical axle can be classified into rotor, conical and planetary mixers; drum mixers can be inclined or with a drum that changes the direction of rotation.

“Promdeta” company requires a mixer for integration in its production lines. Optimum homogenization in this mixer is to be achieved by the planetary motion of its blades. The mixer volume must be 1500 l, motor power - 36 kW.

Forced action mixers, which are in demand today, can be of the following types: rotor, planetary and mixers with two horizontal shafts. We will consider advantages and disadvantages of these mixers in more detail.

Operation scheme of mixers with horizontal shafts is shown in Fig. 1. One or two horizontal shafts equipped throughout its length with levers with blades are installed in the casing of this mixer. Mixing is performed by the blades rotating at a high speed together with a shaft.

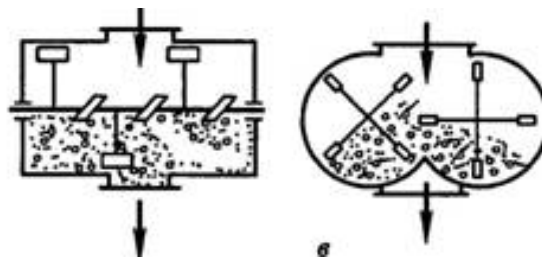


Figure. 1 - Two-shaft mixer with horizontal shafts

In a rotor mixer (motion diagram of its blades is shown in Fig. 2 a), the blades rotate only around a vertical shaft, providing mixing. Its design is simple but possesses essential shortcomings: presence of zones with unmixed material and low mixing level.

A planetary mixer is a logical extension of a rotor mixer (Fig. 2 b). The distinctive feature of the planetary (counterflow) mixer design is involvement of the so-called "mixing stars" which rotate around a vertical shaft of the mixer and around its axis at the same time. Such motion pattern ensures intensive mixing of the entire mixture volume eliminating the appearance of dead zones, while introduction of side scrapers into this scheme prevents the formation of outgrowths on the internal surface of the mixer casing.

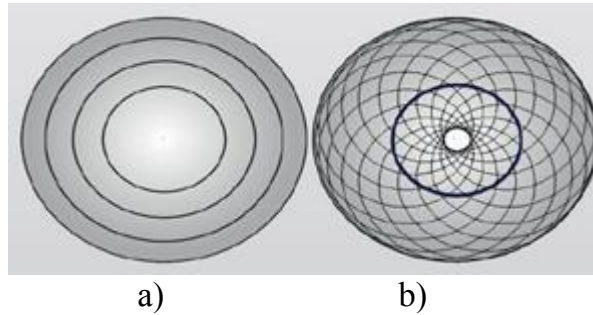


Figure 2 - Trajectory of the blades motion:
a- rotor; b - planetary mixers

The schematic diagram of a planetary mixer is given in Fig. 3, where 1 is a satellite gear, 2 - a carrier, 3 – mixing blades. However, the designs that provide planetary mixing differ depending on the manufacture.

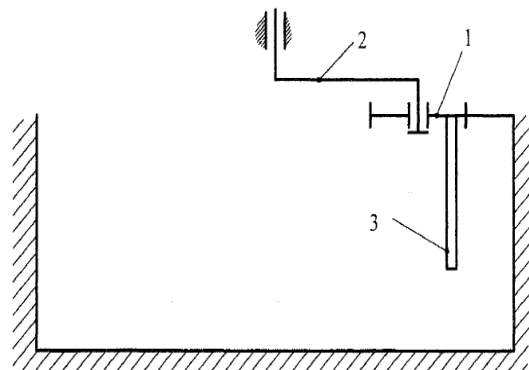


Fig. 3 – Schematic diagram of the planetary mixer

Planetary mixers are widespread in modern industry due to their compact size and productivity. Advantages and disadvantages of the planetary mixers are extensively described in literature.

– Advantages:

- high mixing quality of virtually any mixes;
- simple control;
- low maintenance costs;
- low energy consumption;
- short time of mixing and formation of homogeneous mix from finely divided components.

Disadvantages:

- higher cost compared to two - shaft mixers (Fig. 1);
- rather expensive maintenance works when replacing a planetary star;
- gravitational stratification of the components having different bulk weight.

Planetary mixers are represented quite extensively on the Russian market. The vast majority of them is delivered from abroad. Vendors offer mixers varying in design, configuration, and price. Let us consider the main representatives of this market segment.

The **Simem** company (Italy) produces planetary mixers of two series: Xentrix and Sun. The technical characteristics of these mixers are presented in Table 1 and Table 2. The mixers that suit our task mostly are Xentrix 2000 and Sun 1500. We will consider them in more detail.

Xentrix mixers. The diagram of mixer blades motion is presented in Fig. 4b. The planetary motion is achieved by means of auxiliary motor reducer system and main reduction motor (bigger mixers have two motors). The auxiliary reduction motor provides the rotation of blades around a shaft of a mixing star. It consists of a planetary reducer, which shaft rotates at a speed of the scrapers levers. The second planetary reducer adjusts the rotation speed of the mixing stars. The auxiliary reducer is equipped with rotating omental sealing that prevents leakage of the greasing liquids into the mixing tank, and protects the reducer from mixture elements. The sealing is easily accessible for visual inspection and maintenance works. The mixer levers are displaced from the central axle; cement, water and additives are fed centrally, which provides optimum mixing. The technical characteristics of the mixer are presented in Table 1.

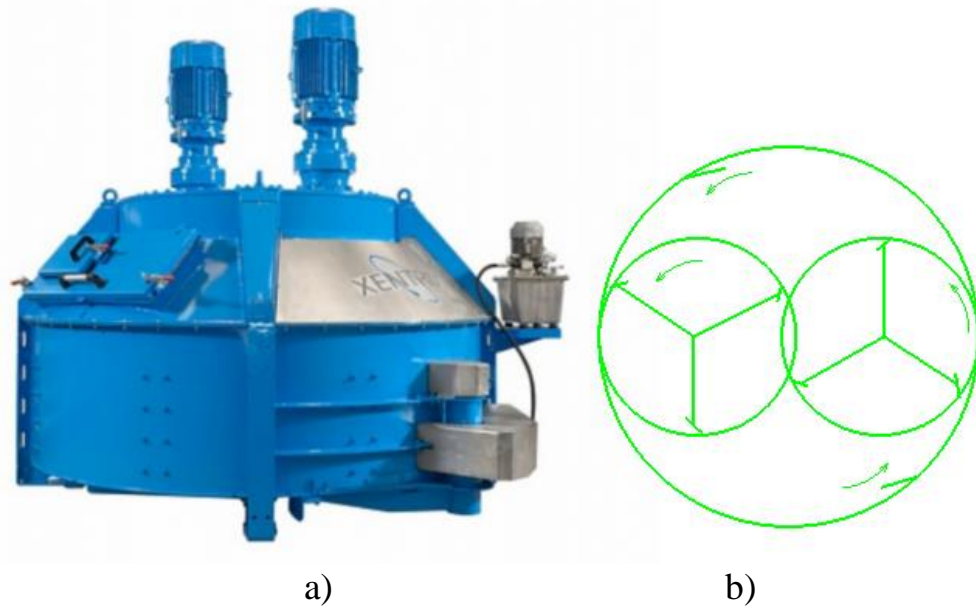


Figure 4 – Xentrix 2000 mixer: a – device appearance;
b - schematic diagram of blades motion

Table 1 - Technical characteristics of Xentrix 2000 mixer

Dry material capacity of, l	1875
Ready mix output, l	1250
Quantity of main mixing stars	2
Number of beaters on a star	3
Quantity of scrapers	2
Weight, kg	4400
Motor power, kW	2×22
Mixing period, sec.	not specified

Simem Sun mixers. The stated mixing speed (Table 2) of this mixer is achieved by means of the planetary rotating mixing stars combined with peripheral scrapers of various form (Fig. 5). The system of transmission is designed with top arrangement of an electric motor. The motor is vertically mounted with the use of flanges to two or three-stage epicycle reducer. The main step of the reducer transfers rotation to the conducted depressing step submerged in the reservoir with a lubricant grease that reduces the mechanical friction coefficient. The transmission lower section represents a crown-shaped reducer with strengthened pinion gears submerged in lubricant grease. The mixing shafts are connected to pinion gears via double roller bearings. The mixing efficiency in this case is much higher as compared to traditional planetary mixers. The scrapers are fixed on the crown-shaped reducer; they are used to clean the mixer walls during operation.

Vertical arrangement of the driving gear in the center of the Sun mixers allows an operator to perform visual inspection, maintenance and washing of the

mixer.

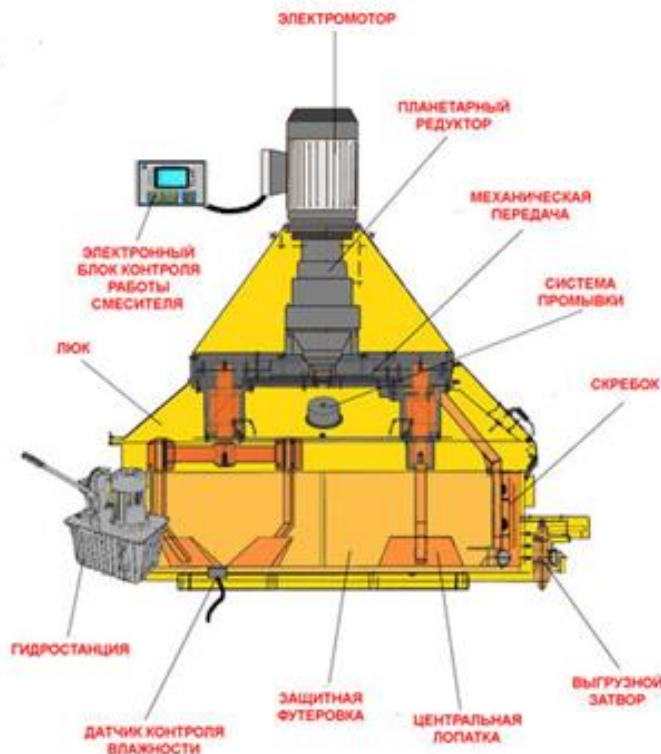


Figure 5 – Schematic diagram of the Sun series mixer

Table 2 - Technical characteristics of Sun 1500 mixer

Dry material capacity, l	1500
Ready mix output, l	1000
Quantity of main mixing stars	2+2
Number of blades on a star	2
Quantity of scrapers	2
Weight, kg	5200
Motor power, kW	44
Mixing period, sec.	30-90

Mixers of the other Italian company – **Sicoma** - are also widely known. We are particularly interested in the Sicoma MP 1500 model, technical characteristics of which are presented in Table 3.

In the description of its mixer, the Sicoma company emphasizes its own development rather than a commonly used multiple-purpose reducer. According to it, their reducer possesses a big horizontal crankcase for oil. This constructive feature ensures qualitative lubrication of tooth gears of the reducer and improved oil cooling,

which, in turn, allows increased reliability of the reducer at the start of a loaded mixer and prevents oil overheat in continuous operation. Reliability of Sicoma reducers is confirmed by guarantee certificates for 5 years or 10 000 motor hours.

Analyzing the available images of the reducer (Fig. 6) it is possible to draw a conclusion that two motor reducers rotate a working disk with mixing stars. The working disk is, in turn, a reducer.



Figure 6 - Sicoma MP 1500 mixer

Table 3 - Technical characteristics of MP 1500 mixer

Dry material capacity, l	1500
Ready mix output, l	1 000
Quantity of main mixing stars	2
Number of blades on a star	3
Quantity of scrapers	1
Weight, kg	3600
Motor power, kW	55
Mixing duration, sec.	not specified

The French-Danish company Skako produces a counterflow **Skako Apollo 1500** (Fig. 7b) mixer. The loading capacity of the mixer is 1500 l; other characteristics are presented in Table 4.

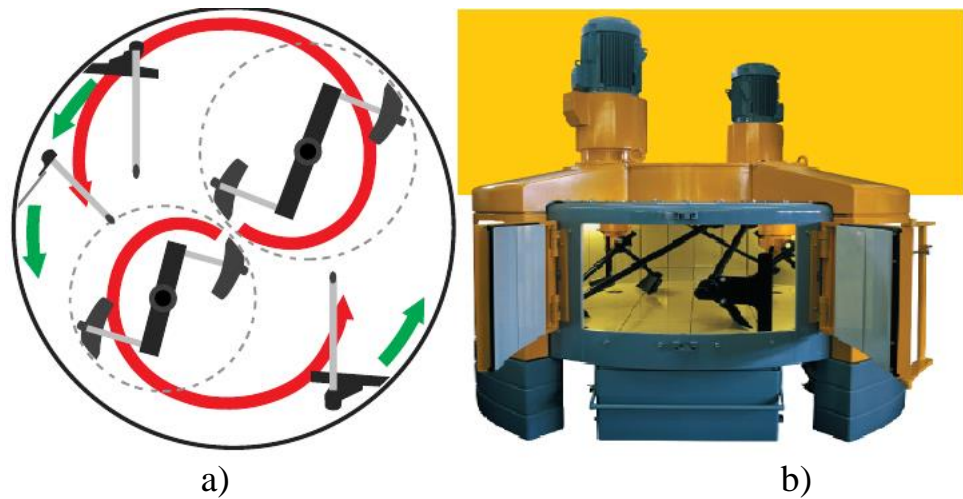


Figure 7 - Trajectory of blades motion (a) and a general view (b) of the Apollo mixer

The planetary counterflow SKAKO Apollo mixers belong to the fourth generation of SKAKO mixers. They are specially designed for preparation of difficult and special concrete mixes, including self-consolidating concrete.

Adjustable speed of mixing blades and application of stars of different sizes creates movable areas of positive and negative pressure, which eliminates the formation of the so-called "dead zones" and increases the speed and homogeneity of mixing (Fig. 7a). The manufacture website gives no information on the operational principle of the mixer. However, according to the available images it is possible to conclude that this mixer is driven by two motors that are connected to driving reducers, most likely of the planetary type. Furtheron, the moment is transferred to the reducer, which distributes motion to the mixing stars.

Table 4 - Technical characteristics of Slcako Apollo mixer

Dry material capacity, l	1500
Ready mix output, l	1000
Quantity of main mixing stars	2
Number of blades on a star	2
Quantity of scrapers	2
Weight, kg	5750
Motor power, kW	2x22
Mixing time, sec.	not specified

One of the best mixers of the planetary type is produced by the German company **Schlosser - Pfeiffer**. In the SM line the one that meets our volume

requirements is SM 2500-2 mixer (its technical characteristics are presented in Table 5).



Figure 8 - SM Mixer

The central drive gear rotates a working disk. Peripheral scrapers and four-blade mixing stars are fixed to the working disk. Mixing stars are equipped with separate drive gears. All electric motors are located outside of the mixing tank; thereby they are protected and are readily available for maintenance (Fig. 6). High power reserve and a separate drive gear allow stop and restart of the mixer without batch unloading.

The mixer is easily controlled and doesn't require significant maintenance expenses and power supply.

Table 5 - Technical characteristics of SM-500-2 mixer

Dry material capacity, l	1500
Ready mix output, l	not specified
Quantity of main mixing stars	2
Number of blades on a star	4
Quantity of scrapers	2
Weight, kg	8600
Motor power, kW	22
Quantity of drive gears of a star	2
Power output of each star, kW	11
Mixing time, sec.	not specified

German planetary counterflow mixers Elba can be of **EMPG and EPM** configurations. The main difference of these models is in drive gear type: in EMPG mixers (Fig. 9a) the required power is supplied to the planetary reducer at two points by means of two motors; in EPM mixers (Fig. 9b) the required driving effort is given to the planetary reducer by means of one motor placed in the center. As a result, it is possible to use various additional equipment, for example, optional central system of cement supply in EMPG mixers. The design of these mixers is likely to be similar to the one mentioned above, since no more data is provided.

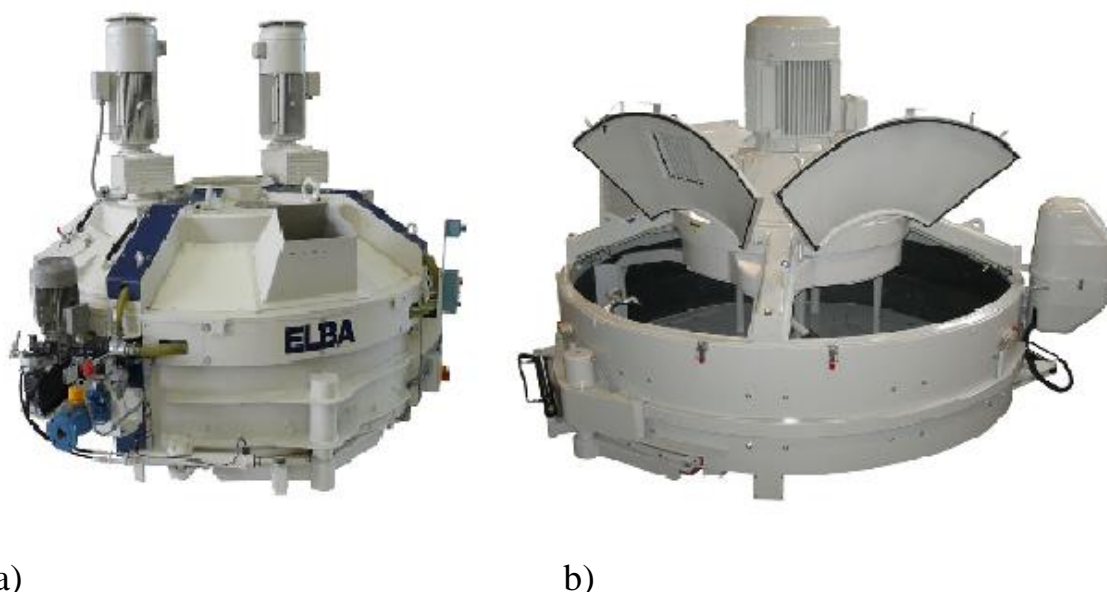


Figure 9 – Elba Mixers: a-EMPG;b- EPM

Table 6 - Technical characteristics of Elba mixers

Parameter	EMPG 1500	EPM 1500
Capacity of dry material, l	1500	15000
Output of ready mix, l	1000	1000
Quantity of main mixing stars	2	2
Number of blades on a star	2	2
Quantity of scrapers	1	1
Weight, kg	5570	4880
Motor power, kW	2x24	45
Quantity of drive gears of a star	not specified	not specified

WE finish our review of the foreign mixers with **Eirich** mixers (Germany). Eirich mixers are not planetary but the review without them will be incomplete. The Eirich intensive operation mixers are known around the world. They replaced ring mixers in 1906 and planetary mixers in 1924. In the course of its modernization it became a synonym to the concept of optimum mixing equipment. Its main advantage is separation of the mixed material transportation process and mixing process, which allows changing energy introduction into a mixture in a wide range (Fig. 10). Speed of the mixing tool can vary. Introduction of energy into a mixture can be adjusted on purpose. Various mixing processes are possible. For example, there is a mode called "slowly-quickly-slowly". Depending on the requirements, the mixing reservoir can be installed horizontally or at an angle.

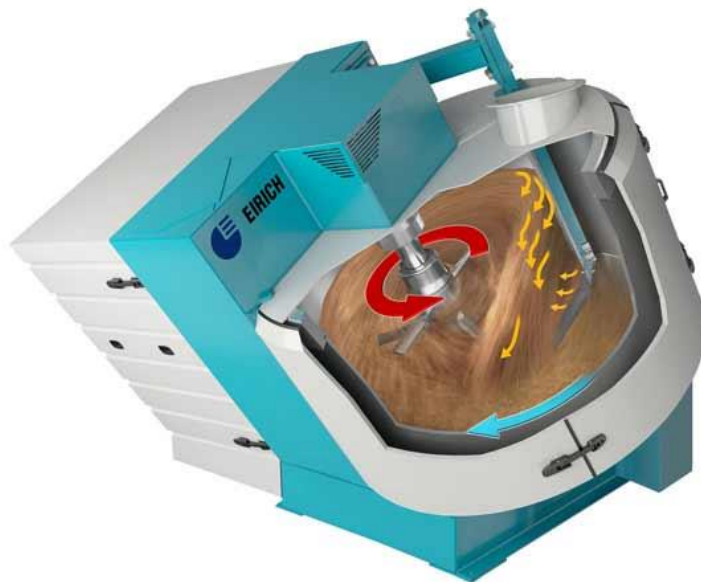


Figure 10 - Eirich intensive mixer

Advantages:

- at high rotation speed of the mixing tool fibers are optimally introduced;
- pigments are completely crumbled;
- small fraction is optimally introduced;
- suspension with high content of solid substances is obtained.

At an average rotation speed of the mixing tool it is possible to achieve high

quality of the mixes. At a low rotation speed of the mixing tool light additives or foaming agents interfere in the dose-sparing mode. The machine mixes without stratification thanks to the universal mixing system which makes possible to overturn the material completely during one revolution of the mixing reservoir.

The Russian producer presents twin shift and rotor mixers. The share of planetary mixers in this volume is minimal; some mixers are called planetary only conditionally and often use foreign components.

There is a device called **bladed mixer of planetary type for mixing materials with viscous medium.**

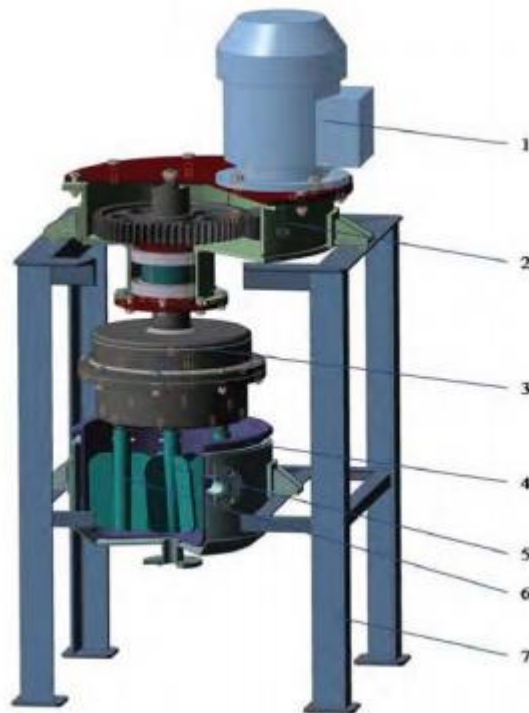


Figure 11 - Bladed mixer of planetary type for mixing materials with viscous medium: 1 - motor; 2 - drive gear; 3 - reducer; 4 - mixing chamber; 5,6 - mixers; 7 - rack.

Mixing chamber casing 4 is equipped with a heat change shirt in which the coolant is supplied for the process when a mixture is heated. Planetary reducer 3 is intended to transfer rotation from drive gear 1 to mixers 5, 6 and circular movement

of the mixers around a mixing chamber shaft. Rotation of peripheral blades at greater speed, in comparison with the central blade, contributes to better redistribution of the components in volume and considerably reduces the impact of centrifugal force on particles of the mixed components in the central part of the tank, eliminating their dispositioning towards the tank walls. Changing the form of the mixers blades, it is possible to create optimum conditions for components mixing due to the formation of considerable shift deformations in the gap between the mixer blades.

The design feature is the use of one driving mechanism for mixers rotation around their axis, and a reducer along with blades around the mixing chamber axis. Motor 1 is placed on the support casing of drive gear 2 that is fixed on rack 7 (Fig. 11).

Stroymekhanika company produces mixers of the patented design **COMPASS 1370 G SUPERMIX**.

The multiple-purpose planetary mixer COMPASS 1370 G SUPERMIX has the overturning frame on which the rotating tank together with a hydraulic actuator are mounted. The design of the working body differs from the above-considered models and is called "activator" by the producer.

In the operation of the multiple-purpose mixer the mixed material is constantly fed to the activator; peripheral scrapers clean the internal walls of the mixer and walls of the internal cylinder, and also direct material towards the activator zone. Therefore, although the rotating activator does not move around the established orbit in the mixed material, and the material is supplied to the activator by its own, it is possible to speak about the effect of the "planetary" mixing, yet, simplified. (Fig. 12). This mixing mode does not only ensure a uniform mixture, but also allows decreased power of a drive gear and considerable increase in equipment reliability.

The distinctive feature of the COMPASS 1370 G SUPERMIX mixer is the presence of a powerful and reliable hydraulic system as a drive gear. The driving hydroelectric power station of a hydraulic system of the mixer is a separate module that is connected to hydraulic drive gears of the mixer by means of the hydraulic

hoses.

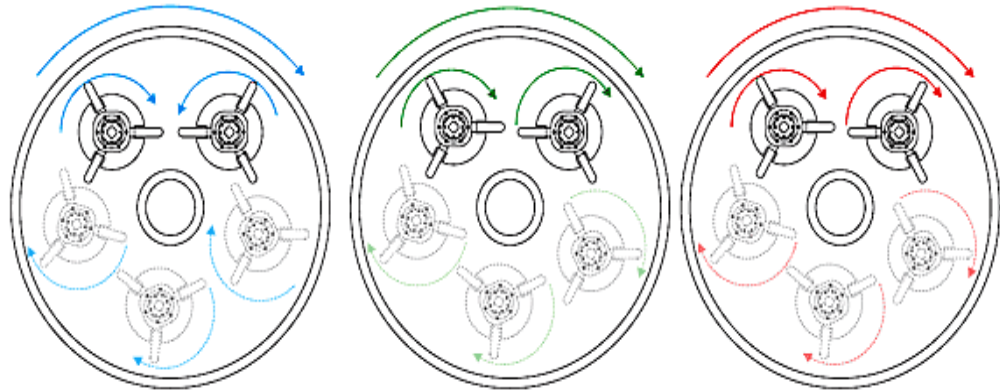


Figure 12 - Different options of tank and blades rotation

Having high power and small dimensions, the high-moment hydraulic motors of gerotor type are used as a drive gear for the mixer tank and activators.

The main advantage of hydraulic drives application is the possibility to control the speed of rotation of the mixer tank and activators, as well as the use of small mechanisms as drive gears.

The overturning tank of the mixer allows quick and full unloading. The technical characteristics of the mixer are given in Table 7.

Table 7 - Technical characteristics of COMPASS mixers

Parameter	Technical characteristics of COMPASS mixer
Capacity of dry material, l	not specified
Output of ready mix, l	2
Quantity of main mixing stars	-
Number of blades on a star	-
Quantity of scrapers	1500
Weight, kg	18
Productivity at automated loading, m ³ /h	50

PBRT-GK turbo mixer of the **Simako** company is a mixer of drilling solution (Fig. 13). PBRT-GK turbo is intended for intensive operation on the drilling rigs in the conditions of Far North, shelf zones, desert and steppe territories at temperatures from minus 50C° to plus 50C°/

The classic design of almost all reducers applied in industry includes the

rotating output shaft which is sealed with a cuff preventing the leakage of lubricant from the reducer cavity. Constant friction of the cuff and the shaft in the course of operation inevitably leads to sealing wearing. Meanwhile, it is necessary to continuously control the level of lubricant in the reducer since insufficient amount of lubricant results in mechanism breakdown. Cuff wearing is intensified under the conditions of abrasive properties of a drilling solution and severe climate.

The design of the «Hermetic enclosure» wave reducer does not include an output shaft sealed with a cuff. Torque is transmitted to the mixer through the rotating casing of the reducer which has a sealed bottom. Thus, lubricant cannot leak throughout the entire period of operation.



Figure 13 - PBRT-GK turbo mixer

PBRT-GK-turbo mixers are produced on the basis of a wave reducer with intermediate rolling elements. This mixer possesses the following advantages: increased reliability, resistance to overloads and shock loadings, big resource of work, transmission of high torques in small dimensions, simple and easy-to-maintain design.

Application in the reducer design of liquid lubricant considerably increases operability of all the components. A reducer with liquid lubricant in combination with the "the turbine wing" mixer that significantly reduces loadings in a mixing process

ensures the mixer's operation life of over 55000 hours.

Wave reducers with intermediate rolling elements are 1.5-4 smaller in comparison with gear analogs providing equal torques. Therefore, even at higher loadings, the weight of PBRI mixers is 3 times lower that allows easier transportation of the equipment and installation and dismantling without load-lifting means.

Sealed casing of the wave reducer completely eliminates the possibility of lubricant leakage in the course of operation and does not require maintenance works throughout the stated operation period.

SB-242— 8M mixer (Fig.14) was produced by the Betonmash company in the territory of East Ukraine. This mixer was very popular in the territory of the CIS countries. Unfortunately, these mixers are not produced anymore due to complicated economic and political situation in Ukraine now. The technical characteristics of the mixer are given in Table 8.

Advantages:

- cleaning blades are supported with absorbers that remove dynamic loads on a mixing mechanism; it also allows adjustment of the gap as wearing proceeds;
- blades are coated with wear-resistant materials;
- a drive gear has a two-line torque transmission with adjustment of side gaps at the last step;
- forced lubrication of gearings and bearings;
- adjustable conic roller bearings;
- heat treatment and polishing of tooth gears with optimum correction

Table 8 - Technical characteristics of SB - 242 — 8 mixer

Capacity of dry material, l	1500
Output of ready mix, l	1000-1200
Quantity of main mixing stars	2
Number of blades on a star	2
Quantity of scrapers	2
Weight, kg	3700
Productivity at automated loading, m ³ /h	2x18

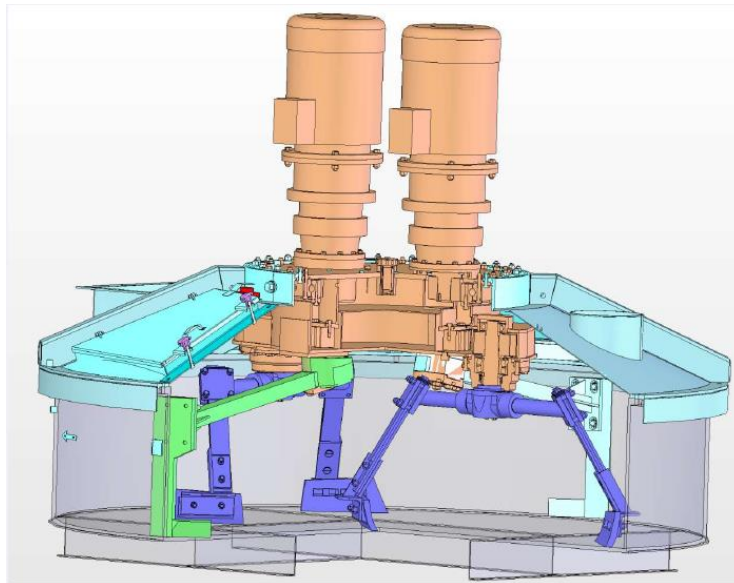


Figure 14 - SB-242 - 8M planetary - rotor mixer

According to the diagram (Fig. 15), rotation from each electric motor is similarly transmitted to executive bodies: two pairs of blades 7 through tooth gears 1, 5, 9, roll to a wheel with internal gearing 10.

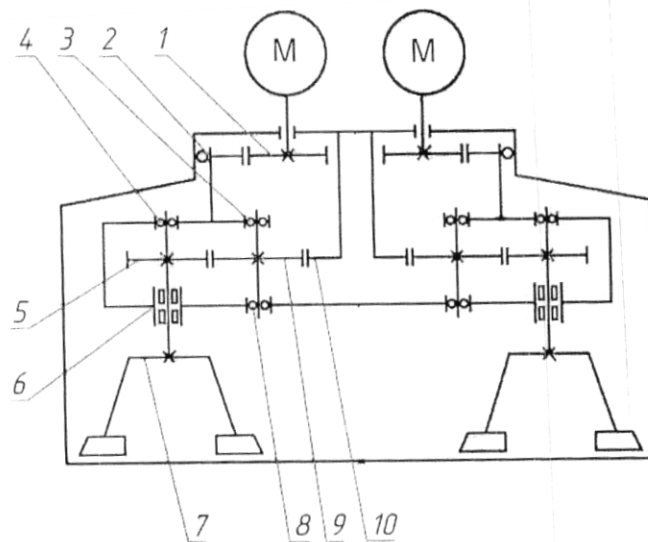


Figure 15 — Kinematic scheme of SB - 242 — 8 mixer:
1,5, 9,10 – tooth gears; 2,3,4,6,8 - bearings, 7 - mixing blades.

Analyzing the designs of the mixers mentioned above it is possible to draw the following conclusions.

The planetary motion in mixers can be provided in several ways:

- equipment of the mixing blades with separate drive gears which are, in turn, fixed on the rotating disk;
- due to the rotation of the tank and the blades rotating around their axis;
- due to the application of the planetary mechanism in the drive gear of the mixing blades.

The SB-242 - 8M mixer is of special interest. Based on the schematic diagram of this mixer we are going to develop our own design. Application of one motor will reduce energy consumption in mixer operation, simplify mixer's design and decrease its weight. Application of the planetary gear with intermediate rolling elements as a driving reducer will ensure reliability, high efficiency and compactness.

In conclusion it would be desirable to note the importance of the development and implementation of Russian mixers with the minimum use of foreign components. The political situation in the world is unstable and in the conditions of sanctions it is necessary to be ready to present an alternative to the European producer.

Приложение Б

Таблица 1Б – Геометрические параметры планетарной передачи

Наименование и обозначение параметра		Солнечная шестерня	Сателлит	Эпицикл
Число зубьев	z_1, z_2, z_3	20	80	180
Модуль	m	5		
Угол наклона зубьев на делительном цилиндре	β	0		
Исходный контур	-	ГОСТ 13755-81		
Угол профиля зуба исходного контура	α	20°		
Коэффициент высоты головки зуба исходного контура	h_a	1		
Коэффициент радиального зазора исходного контура	c	0,25		
Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой в граничной точке профиля зуба исходного контура	ρ_f	0,38		
Ширина зубчатого венца, мм	b	93	88	93
Коэффициент смещения исходного контура	x	0	0	0
Степень точности	-	7-C	7-C	7-C
Обозначение долбяка	-	2530-0264 ГОСТ 9323-79		
Число зубьев долбяка	z_0	-	-	25
Коэффициент смещения долбяка	x_0	-	-	0,15
Межосевое расстояние, мм	α	250		
Делительный диаметр, мм	d	100	400	900
Диаметр вершин зубьев, мм	d_a	110	409,989	892,5
Диаметр впадин зубьев, мм	d_f	87,5	387,5	912,489
Начальный диаметр, мм	d_w	100	400	900
Основной диаметр, мм	d_b	93,969	375,877	845,723
Угол зацепления	α_{tw}	20°	20°	20°
Постоянная хорда, мм	\bar{s}_c	6,935	6,935	6,935
Высота до постоянной хорды, мм	\bar{h}_c	3,738	3,732	2,488
Радиус кривизны разноимённых профилей зуба в точках, определяющих постоянную хорду, мм	p_s	20,791	72,094	150,219
Радиус кривизны активного профиля зуба в нижней точке, мм	p_p	3,64	57,068	167,37
Условие $p_{s1} > p_{p1}$ и $p_{s2} > p_{p2}$ и $p_{s3} > p_{p3}$ (возможность измерения постоянной хорды)	-	выполнено	выполнено	выполнено
Число зубьев в длине общей нормали	z_{wr}	3	9	21
Длина общей нормали, мм	W	$38,302_{-0,14}^{-0,07}$	$131,068_{-0,21}^{-0,11}$	$315,198_{+0,16}^{+0,28}$
Продолжение таблицы 1Б				
Радиус кривизны разноимённых профилей зубьев в точках,	p_w	19,151	65,534	157,599

Продолжение таблицы 1Б

определяющих длину общей нормали, мм				
Радиус кривизны профиля в точке на окружности вершин, мм	ρ_a	28,591	81,865	142,573
Условие $p_{p1} < p_{w1} < p_{a1}$ и $p_{p2} < p_{w2} < p_{a2}$ и $p_{p3} > p_{w3} > p_{a3}$ (возможность измерения длины общей нормали)	-	выполнено	выполнено	выполнено
Диаметр ролика D_r , мм	D	8,69	8,69	8,69
Угол профиля на окружности, проходящей через центр ролика	α_D	24°41'50''	21°23'51''	19°18'16''
Диаметр окружности, проходящей через центр ролика, мм	d_D	103,43	403,704	896,106
Радиус кривизны разноимённых профилей зубьев в точках контакта поверхности ролика с главными поверхностями зубьев, мм	ρ_m	17,263	69,298	152,465
Условие $p_{p1} < p_{m1} < p_{a1}$ и $p_{p2} < p_{m2} < p_{a2}$ и $p_{p2} > p_{m2} > p_{a2}$ (возможность измерения размера по роликам)	-	выполнено	выполнено	выполнено
Размер по роликам, мм	M	112,12 ^{-0,168} _{-0,335}	412,394 ^{-0,302} _{-0,576}	887,416 ^{+0,847} _{+0,484}
Условие $d_{D1} + D_1 > d_{a1}$ и $d_{D2} + D_2 > d_{a2}$ и $d_{D3} - D_3 < d_{a3}$ (возможность измерения размера по роликам)	-	выполнено	выполнено	выполнено
Условие $d_{D1} - D_1 > d_{f1}$ и $d_{D2} - D_2 > d_{f2}$ и $d_{D3} + D_3 < d_{f3}$ (возможность измерения размера по роликам)	-	выполнено	выполнено	выполнено
Нормальная толщина зуба по делительной окружности, мм	s_n	7,854	7,854	7,854
Коэффициент наименьшего смещения	x_{\min}	-0,17	-3,679	-
Условие отсутствия подрезания зуба исходной производящей рейкой $x > x_{\min}$	-	выполнено	выполнено	-
Радиус кривизны в граничной точке профиля, мм	ρ_l	2,482	53,785	167,468
Условие отсутствия подрезания $\rho_l > 0$	-	выполнено	выполнено	выполнено
Радиус кривизны профиля в точке начала среза зуба зубчатого колеса зуборезным долбяком, мм	ρ_j	-	-	31,72
Условие отсутствия срезания зуба зубчатого колеса зуборезным долбяком $p_{j1} \geq p_{a1}, p_{j2} \geq p_{a2}, p_{j3} \leq p_{a3}$	-	-	-	выполнено
Условие отсутствия интерференции продольной кромки зуба одного зубчатого колеса с переходной				

Продолжение таблицы 1Б

поверхностью зуба другого зубчатого колеса (интерференция кромки зуба с переходной кривой) $\rho_{11} < \rho_{p1}, \rho_{12} < \rho_{p2}, \rho_{13} > \rho_{p3}$.	-	выполнено	выполнено	выполнено
Условие отсутствия интерференции продольной кромки зуба одного зубчатого колеса с главной поверхностью зуба другого зубчатого колеса (интерференция вершин зубьев)	-	-		выполнено
Нормальная толщина на поверхности вершин, мм	s_{na}	3,474	3,999	5,169
Минимально рекомендованное значение нормальной толщины зуба на поверхности вершин при поверхностном упрочнении зубьев, мм	$0,4 \cdot m_n$	2		
Условие отсутствия заострения $s_{na} \geq 0,4 \cdot m_n$	-	выполнено	выполнено	выполнено
Коэффициент торцового перекрытия	ε_a	1,69		1,68
Рекомендованное значение коэффициента торцового перекрытия	-	1,2		
Коэффициент перекрытия	ε_γ	1,69		1,68

Таблица 2Б – Геометрические параметры колес входной пары

Наименование и обозначение параметра		Колесо 1	Колесо 2
Число зубьев	$z1, z2, z3$	60	60
Модуль	m	5	
Угол наклона зубьев на делительном цилиндре	β	0	
Исходный контур	-	ГОСТ 13755-81	
Угол профиля зуба исходного контура	α	20°	
Коэффициент высоты головки зуба исходного контура	h_a	1	
Коэффициент радиального зазора исходного контура	c	0,25	
Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой в граничной точке профиля зуба исходного контура	ρ_f	0,38	
Ширина зубчатого венца, мм	b	75	70
Коэффициент смещения исходного контура	x	0	0
Степень точности	-	7-С	7-С
Межосевое расстояние, мм	a	300	
Делительный диаметр, мм	d	300	300

Продолжение таблицы 2Б

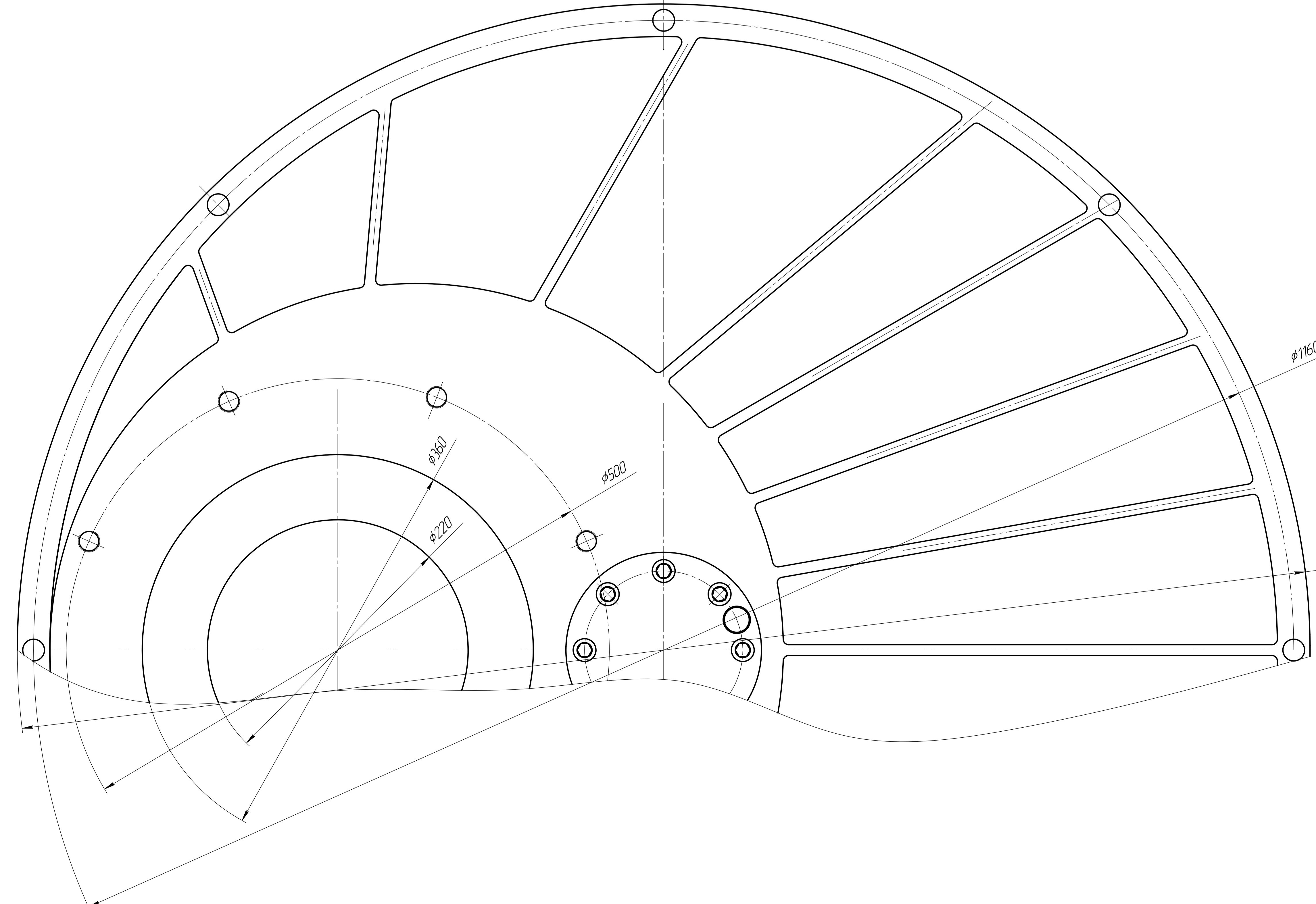
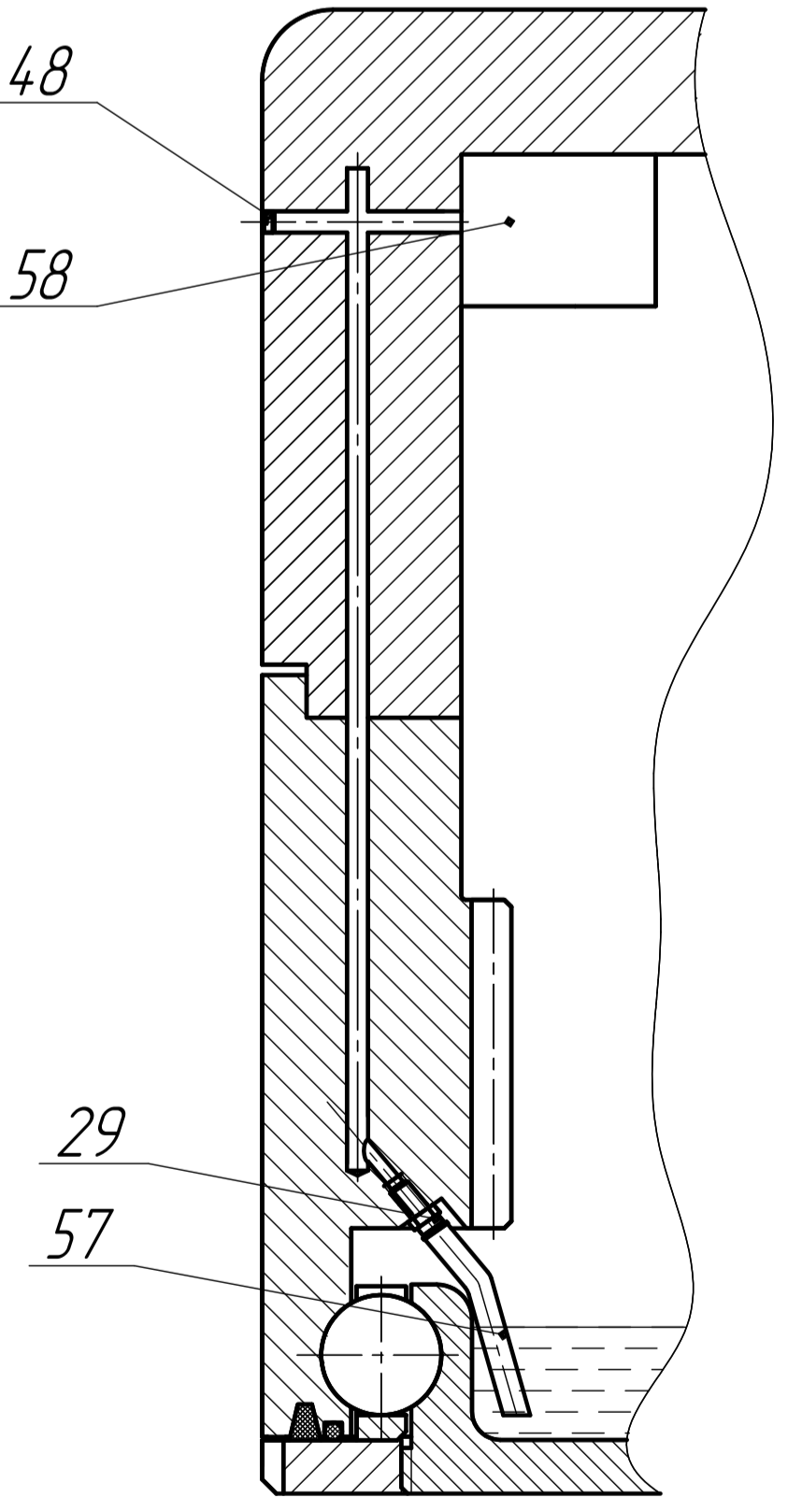
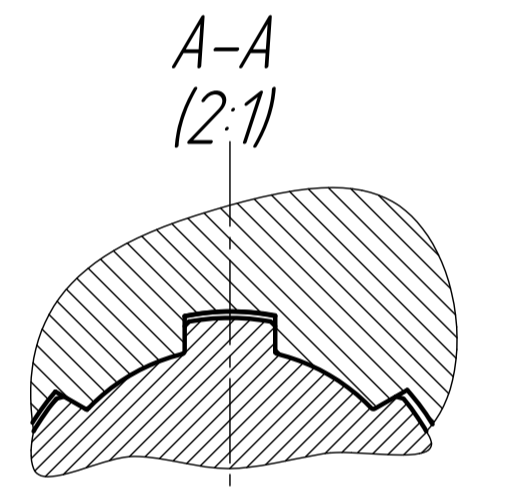
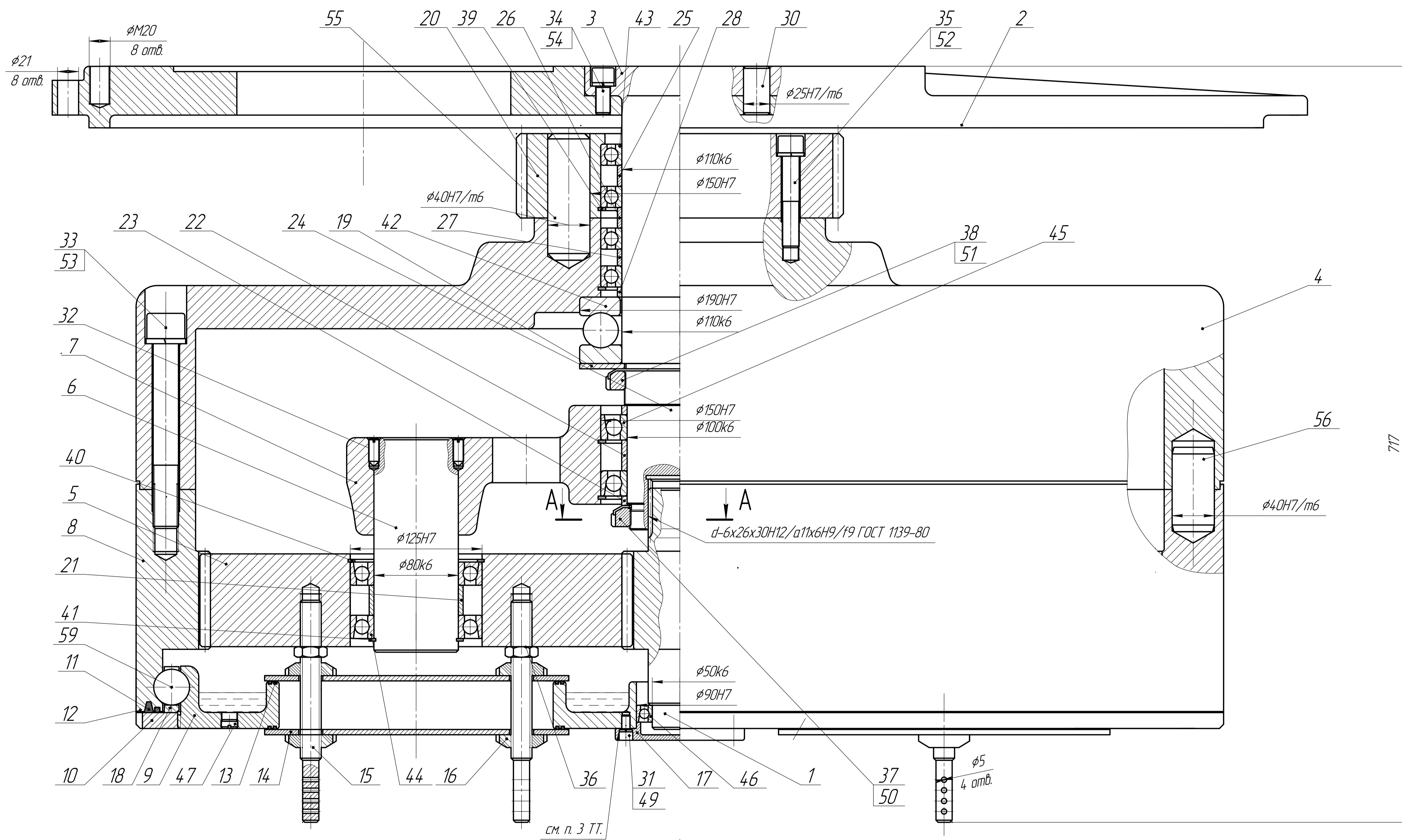
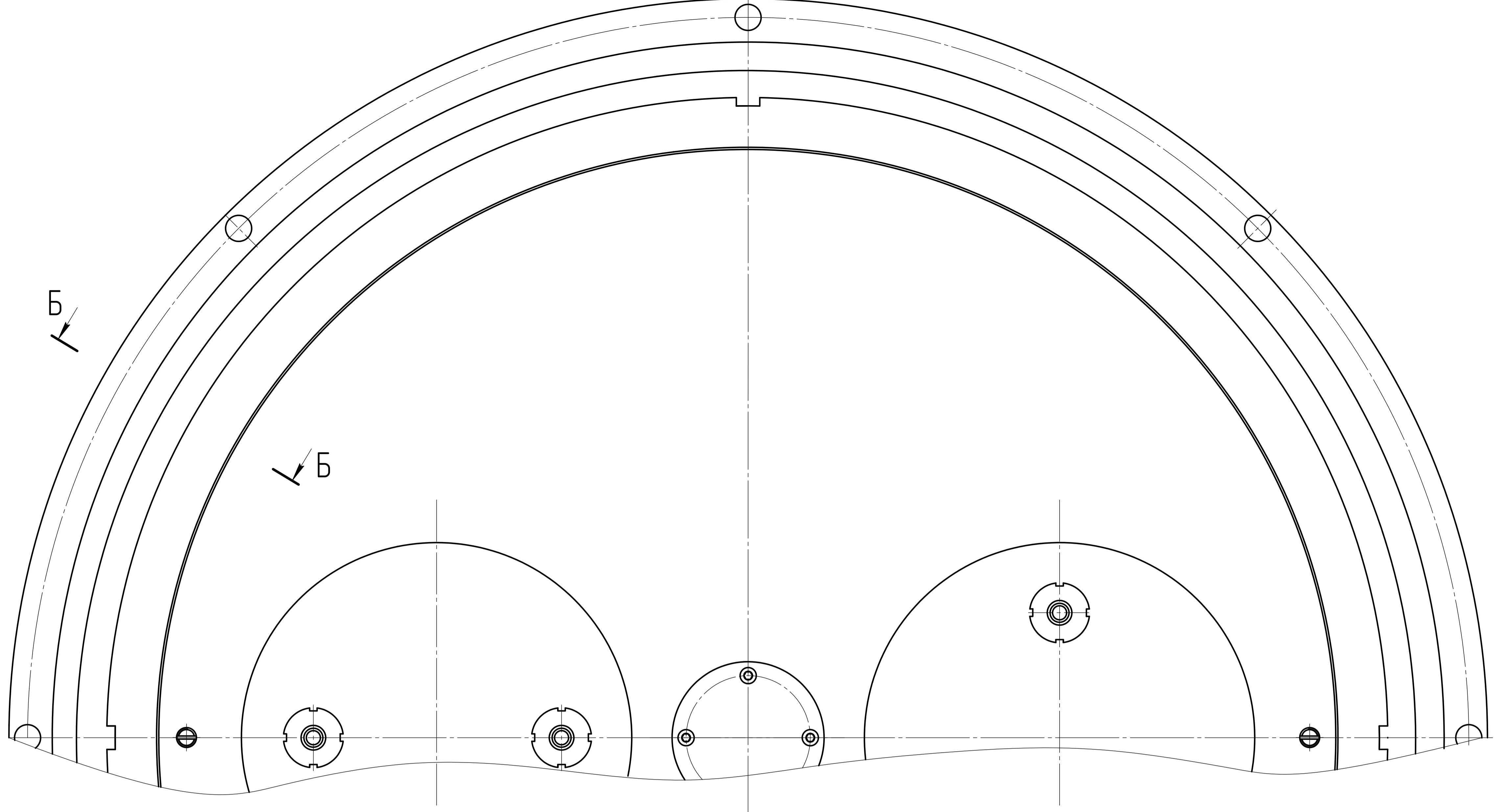
Диаметр вершин зубьев, мм	d_a	310	310
Диаметр впадин зубьев, мм	d_f	287,5	287,5
Начальный диаметр, мм	d_w	300	300
Основной диаметр, мм	d_b	281,908	281,908
Угол зацепления	α_{tw}	20°	
Постоянная хорда, мм	\bar{s}_c	6,935	6,935
Высота до постоянной хорды, мм	\bar{h}_c	3,738	3,738
Радиус кривизны разноимённых профилей зуба в точках, определяющих постоянную хорду, мм	p_s	54,933	54,933
Радиус кривизны активного профиля зуба в нижней точке, мм	p_p	38,131	38,131
Условие $p_s > p_p$ и (возможность измерения постоянной хорды)	-	выполнено	выполнено
Число зубьев в длине общей нормали	z_{wr}	7	7
Длина общей нормали, мм	W	100,146 ^{-0,1} _{-0,2}	100,146 ^{-0,1} _{-0,2}
Радиус кривизны разноимённых профилей зубьев в точках, определяющих длину общей нормали, мм	p_w	50,073	50,073
Радиус кривизны профиля в точке на окружности вершин, мм	p_a	64,475	64,475
Условие $p_p < p_w < p_a$ и (возможность измерения длины общей нормали)	-	выполнено	выполнено
Диаметр ролика D_r , мм	D	8,69	8,69
Угол профиля на окружности, проходящей через центр ролика	α_D	21°49'18''	21°49'18''
Диаметр окружности, проходящей через центр ролика, мм	d_D	303,667	303,667
Радиус кривизны разноимённых профилей зубьев в точках контакта поверхности ролика с главными поверхностями зубьев, мм	p_m	52,094	52,094
Условие $p_p < p_m < p_a$ и (возможность измерения размера по роликам)	-	выполнено	выполнено
Размер по роликам, мм	M	312,357 ^{-0,269} _{-0,538}	312,357 ^{-0,269} _{-0,538}
Условие $d_D + D > d_a$ (возможность измерения размера по роликам)	-	выполнено	выполнено
Условие $d_D - D > d_f$ (возможность измерения размера по роликам)	-	выполнено	выполнено
Нормальная толщина зуба по делительной окружности, мм	s_n	7,854	7,854
Коэффициент наименьшего смещения	x_{min}	-2,509	-2,509
Условие отсутствия подрезания зуба	-	выполнено	выполнено

Продолжение таблицы 2Б

исходной производящей рейкой $x > x_{\min}$			
Радиус кривизны в граничной точке профиля, мм	ρ_l	36,684	36,684
Условие отсутствия подрезания $\rho_l > 0$	-	выполнено	выполнено
Радиус кривизны профиля в точке начала среза зуба зубчатого колеса зуборезным долбяком, мм	ρ_j	-	- 31,72
Условие отсутствия интерференции $\rho_l < \rho_p$	-	выполнено	выполнено
Нормальная толщина на поверхности вершин, мм	s_{na}	3,928	3,928
Минимально рекомендованное значение нормальной толщины зуба на поверхности вершин при поверхностном упрочнении зубьев, мм	$0,4 \cdot m_n$	2	
Условие отсутствия заострения $s_{na} \geq 0,4 \cdot m_n$	-	выполнено	выполнено
Коэффициент торцового перекрытия	ε_a	1,785	
Рекомендованное значение коэффициента торцового перекрытия	-	1,2	
Коэффициент перекрытия	ε_γ	1,785	

Приложение В

Конструкторская документация



Технические характеристики
 1. Передаточное число механизма $U=0,9$
 2. Угловая скорость вращения сателлита $\omega=46,2 \text{ рад/мин}$

Технические требования
 1. Редуктор залить маслом И-20.
 2. Подшипники смазать Циатим 221 ГОСТ 9433-80.
 3. Обработать герметиком Permatbond A136

ИФВТ.ПСМ-1200.4АМ5102.00.00				Лист	Масса	Масштаб
Исполн.	И. Давид	Лист	Итого	900	12	
Рисовал	И. Давид	Лист	Итого			
Провер.	Е. Смирновой	Лист	Итого			
Инженер		Лист	Итого			
Черт.		Лист	Итого			

ИФВТ
 Копировать Формат А0

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		49		Шайба 8 65Г 019 ГОСТ 6402-70	4	
		50		Шайба Н 95.04.19 ГОСТ11872-89	1	
		51		Шайба Н 105.04.19 ГОСТ11872-89	1	
		52		Шайба 16 65Г 019 ГОСТ 6402-70	4	
		53		Шайба 24 65Г 019 ГОСТ 6402-70	4	
		54		Шайба 14 65Г 019 ГОСТ 6402-70	8	
		55		Штифт 40x120 ГОСТ 12207-79	1	
		56		Штифт 2.40x180 ГОСТ 3128-70	1	
		57		Шланг 6x13,5-1 ГОСТ 10362-76	1	
				<i>Прочие изделия</i>		
		58		Насос	1	
		59		Шарики подшипника	20	

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дцкл.	Подп. и дата