

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



Институт электронного обучения
 Специальность_140604 - "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов"
 Кафедра электропривода и электрооборудования

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема работы
Регулируемый асинхронный электропривод погружного насоса

УДК 62-83-523:621.671

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7100	Руденский Александр Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ланграф С.В.	Кандидат технических наук, доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Грахова Е.А.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин А.А.	Кандидат технических наук, доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дементьев Ю.Н.	Кандидат технических наук, доцент		

Томск – 2016 г.

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

Институт электронного обучения
Специальность_140604 - "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов"
Кафедра электропривода и электрооборудования

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) _____ (Дата) Ю.Н. Дементьев
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Выпускной квалификационной работы
--

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-7100	Руденскому Александру Владимировичу

Тема работы:

Частотно-регулируемый асинхронный электропривод погружного насоса	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 2399/С от 28.03.2016 г..

Срок сдачи студентом выполненной работы:	23.05.2016г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Материалы преддипломной практики, техническая литература, техническая документации
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Введение; описание технологического процесса; обоснование и выбор системы электропривода; выбор элементов и расчет параметров силового канала регулируемого электропривода; расчет статических и динамических характеристик, Исследование имитационной модели асинхронного электропривода погружного насоса, социальная ответственность проекта; финансовый менеджмент; заключение.

Перечень графического материала	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Схема электрическая принципиальная; ▪ Схема электрическая функциональная; ▪ Схема электрическая структурная; ▪ Имитационная модель ПЭД; ▪ Демонстрационный лист; ▪ Техничко-экономические показатели;
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Грахова Елена Александровна
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2016г.
---	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ланграф Сергей Владимирович	Кандидат технических наук		01.03.2016г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7100	Руденский Александр Владимирович		01.03.2016г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 114 с., 24 рисунков., 16 таблиц., 25 источник.

ПОГРУЖНОЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ НАСОС, ЭЛЕКТРОПРИВОД, АСИНХРОННЫЙ ПОГРУЖНОЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ, ЧАСТОТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ, ИММИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ.

Объектом исследования является асинхронный электропривод погружного насоса.

Цель работы – спроектировать регулируемый электропривод переменного тока для погружного центробежного насоса.

В процессе работы был произведён расчёт и выбор электрооборудования для привода.

Для управления электроприводом принята система управления асинхронным двигателем со скалярным принципом управления.

Проведены исследования в области статики и динамики системы с помощью численного моделирования на ЭВМ.

Предприняты меры по обеспечению безопасности при работе с объектом управления.

Определена стоимость пусконаладочных работ, также выполнен расчет экономии электроэнергии.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2007 на листах белой бумаги формата А4 с помощью программных сред Matlab 7.0.

Технические требования

Для погружного центробежного насоса спроектировать регулируемый электропривод переменного тока.

Погружной центробежный насос предназначен для откачки пластовой жидкости из газовых скважин.

1. Должен обеспечивать стабильную скорость при диапазоне регулирования $D = 1:2$;
2. Время разгона $t = 1\text{с}$;
3. Погрешность скорости при изменении нагрузки не более 10%;
4. Напряжение питающей сети 0,4 кВ частота сети 50 Гц;
5. Электропривод должен иметь следующие виды защит;
 - От токов короткого замыкания;
 - От токов перегрузки;
 - От перенапряжений;

Введение

Разработка бесштанговых насосов в нашей стране началась еще до революции. Когда А.С. Артюнов вместе с В.К. Домовым разработали скважинный агрегат, в котором центробежный насос приводился в действие погружным электродвигателем. Советские инженеры, начиная с 20-х годов, предлагали разработку поршневых насосов с поршневым пневматическим двигателем. Одним из первых такие насосы разработал М.И. Марцишевский.

Разработка скважинного насоса с пневмодвигателем была продолжена в Азинмаше В.И. Документовым. скважинные центробежные насосы с электроприводом разрабатывались в предвоенный период А.А.Богдановым, А.В. Крыловым, Л.И. Штурман. Промышленные образцы центробежных насосов с электроприводом были разработаны в особом конструкторском бюро по бесштанговым насосам. Эта организация ведет все работы по скважинным бесштанговым насосам, в том числе и по винтовым, диафрагменным и др.

Нефтегазодобывающая промышленность с открытием новых месторождений нуждалась в насосах для отбора из скважины большого количества жидкости. Естественно, что наиболее рационален лопастной насос, приспособленный для больших подач. Из лопастных насосов получили распространение насосы с рабочими колесами центробежного типа, поскольку они давали большой напор при заданных подачах жидкости и габаритах насоса. Широкое применение скважинных центробежных насосов с электроприводом обусловлено многими факторами. При больших отборах жидкости из скважины установки ЭЦН наиболее экономичные и наименее трудоемки при обслуживании, по сравнению с компрессорной добычей и подъемом жидкости насосами других типов. При больших подачах энергетические затраты на установку относительно невелики. Обслуживание установок ЭЦН просто, так как на поверхности размещаются только станция управления и трансформатор, не требующие постоянного ухода.

Монтаж оборудования ЭЦН прост, так как станция управления и трансформатор не нуждаются в устройстве фундаментов. Эти два узла установки ЭЦН размещают обычно в легкой будке.

Скважинные насосы

По принципу перекачивания жидкости скважинные насосы относятся к группе многоступенчатых вертикальных насосов.

Установка скважинных насосов в трубчатых колодцах и буровых скважинах предопределяет особенности их конструкции. Эти насосы должны иметь минимальные поперечные размеры, а их внешняя форма должна соответствовать форме круглых обсадных труб, внутри которых их устанавливают. Скважинные насосы изготовляют двух типов: насосы с трансмиссионным валом и погружные насосы.

Погружной насос представляет собой агрегат, состоящий из центробежного многоступенчатого насоса и погружного электродвигателя с жестким соединением их валов. Таким образом, отпадает необходимость в длинном трансмиссионном вале.

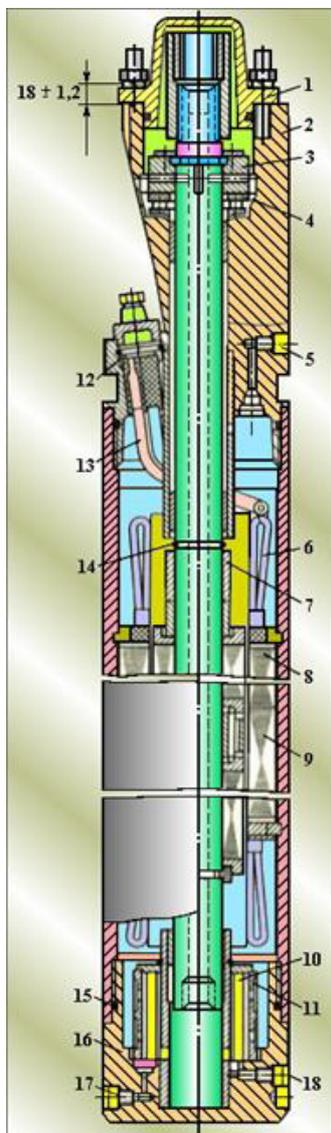
Насосный агрегат подвешивают в скважине на колонне водоподъемных труб и опускают в воду на такую глубину, чтобы верхний фланец клапанной коробки находился ниже динамического уровня в скважине не менее чем на 1,5 м. Днище электродвигателя должно находиться выше фильтра скважины не менее чем на 1 м.

Для забора воды из артезианских скважин в Советском Союзе применяют погружные насосы восьми типов: ЭЦВ, АПТ, АП, АПВ, АПВМ, АЭНП, ЭНП, ГНОМ. В настоящее время насосы АПТ, АП, АПВ, АПВМ, ЭНП снимаются с производства и заменяются насосами ЭЦВ.

Погружные электронасосы для воды ЭЦВ выпускаются в соответствии с ГОСТ 10428—79, который предусматривает их изготовление свыше 100 типоразмеров для скважин диаметром 100—500 мм, с подачей воды 0,63—1200 м³/ч, напором 12—1680 м, с общей минерализацией не более 1500 мг/л

(сухой остаток), рН = 6,5-^9,5 , с температурой до 25° С и содержанием хлоридов не более 350 мг/л, сульфидов не более 500 мг/л, сероводорода не более 1,5 мг/л.

На рисунке 1 показан ПЭД.



1. Крышка.
2. Головка
3. Пята
4. Подпятник
5. Пробка
6. Обмотка статора
7. Втулка
8. Ротор
9. Статор
10. Магнит
11. Фильтр
12. Колодка
13. Кабель с наконечником
14. Кольцо
15. Кольцо уплотнительное
16. Корпус
17. Пробка
18. Пробка

Рисунок 1-Погружной электродвигатель..

Погружные двигатели состоят из электродвигателя и гидрозащиты. Двигатели трехфазные асинхронные короткозамкнутые двухполюсные погружные унифицированной серии ПЭД в нормальном и коррозионностойком исполнениях, климатического исполнения В, категории размещения 5 работают от сети переменного тока частотой 50 Гц и используются в качестве привода погружных центробежных насосов в модульном исполнении для откачки пластовой жидкости из нефтяных

скважин.

Двигатели предназначены для работы в среде пластовой жидкости (смесь нефти и попутной воды в любых пропорциях) с температурой до 110 °С, содержащей: механические примеси с относительной твердостью частиц не более 5 баллов по шкале Мооса - не более 0,5 г/л; сероводород: для нормального исполнения - не более 0,01 г/л; для коррозионностойкого исполнения - не более 1,25 г/л; свободный газ (по объему) - не более 50%. Гидростатическое давление в зоне работы двигателя не более 20 МПа. Допустимые отклонения от номинальных значений питающей сети: по напряжению - от минус 5% до плюс 10%; по частоте переменного тока - $\pm 0,2$ Гц; по току - не выше номинального на всех режимах работы, включая вывод скважины на режим. В шифре двигателя ПЭДУСК-22-103ДВ5 ТУ 16-652.029 - 86 приняты следующие обозначения: ПЭДУ - погружной электродвигатель унифицированный; С - секционный (отсутствие буквы - несекционный); К - коррозионностойкий (отсутствие буквы - нормальное); 22 - мощность, кВт; 103 - диаметр корпуса, мм; Д - шифр модернизации гидрозащиты (отсутствие буквы - основная модель); В5 - климатическое исполнение и категория размещения. В шифре электродвигателя ЭДК22-103В приняты следующие обозначения: ЭД - электродвигатель; К - коррозионностойкий (отсутствие буквы - нормальное исполнение); 22 - мощность, кВт; 103 - диаметр корпуса, мм; В - верхняя секция (отсутствие буквы - несекционный, С - средняя секция, Н - нижняя секция). Пуск, управление работой двигателями и его защита при аварийных режимах осуществляются специальными комплектными устройствами. Предельная длительно допускаемая температура обмотки статора электродвигателей (по сопротивлению для электродвигателей диаметром корпуса 103 мм) равна 170 °С, а остальных электродвигателей - 160 °С. Электродвигатель состоит из статора, ротора, головки с токовводом, корпуса. Статор выполнен из трубы, в которую запрессован магнитопровод, изготовленный из листовой электротехнической стали. Обмотка статора -

однослойная протяжная катушечная. Фазы обмотки соединены в звезду. Ротор короткозамкнутый, многосекционный. В состав ротора входят вал, сердечники, радиальные опоры (подшипники скольжения), втулка. Вал пустотелый, изготовлен из высокопрочной стали со специальной отделкой поверхности. В центральное отверстие вала ротора верхнего и среднего электродвигателей ввинчены две специальные гайки, между которыми помещен шарик, перекрывающий слив масла из электродвигателя при монтаже. Сердечники выполнены из листовой электротехнической стали. В пазы сердечников уложены медные стержни, сваренные по торцам с короткозамыкающими кольцами. Сердечники набираются на вал, чередуясь с радиальными подшипниками. Набор сердечников на валу зафиксирован с одной стороны разрезным вкладышем, а с другой - пружинным кольцом. Втулка служит для смещения радиальных подшипников ротора при ремонте электродвигателя. Головка представляет собой сборочную единицу, монтируемую в верхней части электродвигателя (над статором). В головке расположен узел упорного подшипника, состоящий из пяты и подпятника, крайние радиальные подшипники ротора, узел токоввода (для несекционных электродвигателей) или узел электрического соединения электродвигателей (для секционных электродвигателей). Токоввод - изоляционная колодка, в пазы которой вставлены кабели с наконечниками. Узел электрического соединения обмоток верхнего, среднего и нижнего электродвигателей состоит из выводных кабелей с наконечниками и изоляторов, закрепленных в головках и корпусах торцов секционирования. Отверстие под пробкой служит для закачки масла в протектор при монтаже двигателя. В корпусе, находящемся в нижней части электродвигателя (под статором), расположены радиальный подшипник ротора и пробки. Через отверстия под пробку проводят закачку и слив масла в электродвигатель. В этом корпусе электродвигателей имеется фильтр для очистки масла. Термоманометрическая система ТМС-Электон предназначена для контроля некоторых технологических параметров скважин, оборудованных УЭЦН, и

защиты погружных агрегатов от аномальных режимов работы (перегрев электродвигателя или снижение давления жидкости на приеме насоса ниже допустимого). Система ТМС-Электон состоит из погружного блока, трансформирующего давление и температуру в частотно-манипулированный электрический сигнал, и наземного прибора, осуществляющего функции блока питания, усилителя-формирователя сигналов и устройства управления режимом работы погружным электронасосом по давлению и температуре. Скважинный блок давления и температуры (ТМСП) выполнен в виде цилиндрического герметичного контейнера, размещаемого в нижней части электродвигателя и подключенного к нулевой точке его статорной обмотки. Наземный блок, устанавливаемый в комплектное устройство Электон, обеспечивает формирование сигналов на ее отключение и выключение насоса по давлению и температуре, а также измерение сопротивления изоляции. В качестве линии связи и энергопитания ТМСП используется силовая сеть питания погружного электродвигателя. Система имеет интерфейсы –RS 232 RS 485 для подключения компьютеров и может использоваться для передачи данных на другие устройства.

Погружные насосы по сравнению с артезианскими с трансмиссионными валами имеют ряд преимуществ:

исключается необходимость применения длинного вертикального вала с промежуточными подшипниками, уменьшается металлоемкость насоса;

отсутствие трансмиссионного вала позволяет применять погружные насосы в искривленных скважинах;

упрощается конструкция водоподъемного трубопровода, монтаж и демонтаж насосной установки;

уменьшается площадь павильона над скважиной.

Вследствие этих преимуществ погружные насосы находят широкое применение для подъема воды из трубчатых колодцев и постепенно вытесняют трансмиссионные насосы.

Отрасли применения скважинных насосов

- ЖКХ
- Горно-химическая
- Угледобывающая
- Водоснабжение
- Понижение уровня вод в карьерах
- Водопонижение в шахтах и рудниках
- Процессы выщелачивания
- Добыча урана
- Подача морской, сеноманской, минеральной воды
- Системы пожаротушения
- Шахтный и участковый водоотлив при подземных горных работах
- Водоотлив при строительстве подземных хранилищ в соляных штоках методом растворения
- Насосы работают на многих объектах СНГ
- Водопонижение минеральной воды на Коршуновском ГОК. Компания Мечел
- Водопонижение при добыче Алмазов в компании Алроса
- Откачка воды из Шахт. Компания Норильский Никель
- Добыча метана из угольных пластов. Газпром добыча Кузнецк

УЭЦН для добычи метана из угольных пластов

При данном виде добычи в пласте бурятся вертикальные, наклонные и горизонтальные скважины. Затем ниже зоны перфорации с целью откачки избытка воды из пласта и максимального снижения противодавления на него (для свободного выхода метана) происходит спуск УЭЦН. Таким образом обеспечивается высокоэффективная добыча жидкости из скважин со снижением капитальных и операционных затрат. Также снижается риск загрязнения среды газовых месторождений.

Применение:

- откачка избыточной жидкости из скважин для добычи угольного метана.

Преимущества:

- увеличенная наработка в осложнённых условиях эксплуатации ниже зоны перфорации;
- надежная работа при высоком содержании частиц угля в жидкости;
- возможность эксплуатации в скважинах с температурой 200°C при ограниченном дебите;
- наличие малогабаритных УЭЦН под обсадные колонны диаметром 102, 114 и 127 мм;
- уменьшение общих расходов как на оборудование, так и на сам процесс бурения.

Особенности:

- износостойкое исполнение ЭЦН;
- комплектация погружного двигателя кожухом для эффективного охлаждения;

- наличие фильтра для снижения попадания в рабочие органы насоса угольных частиц;

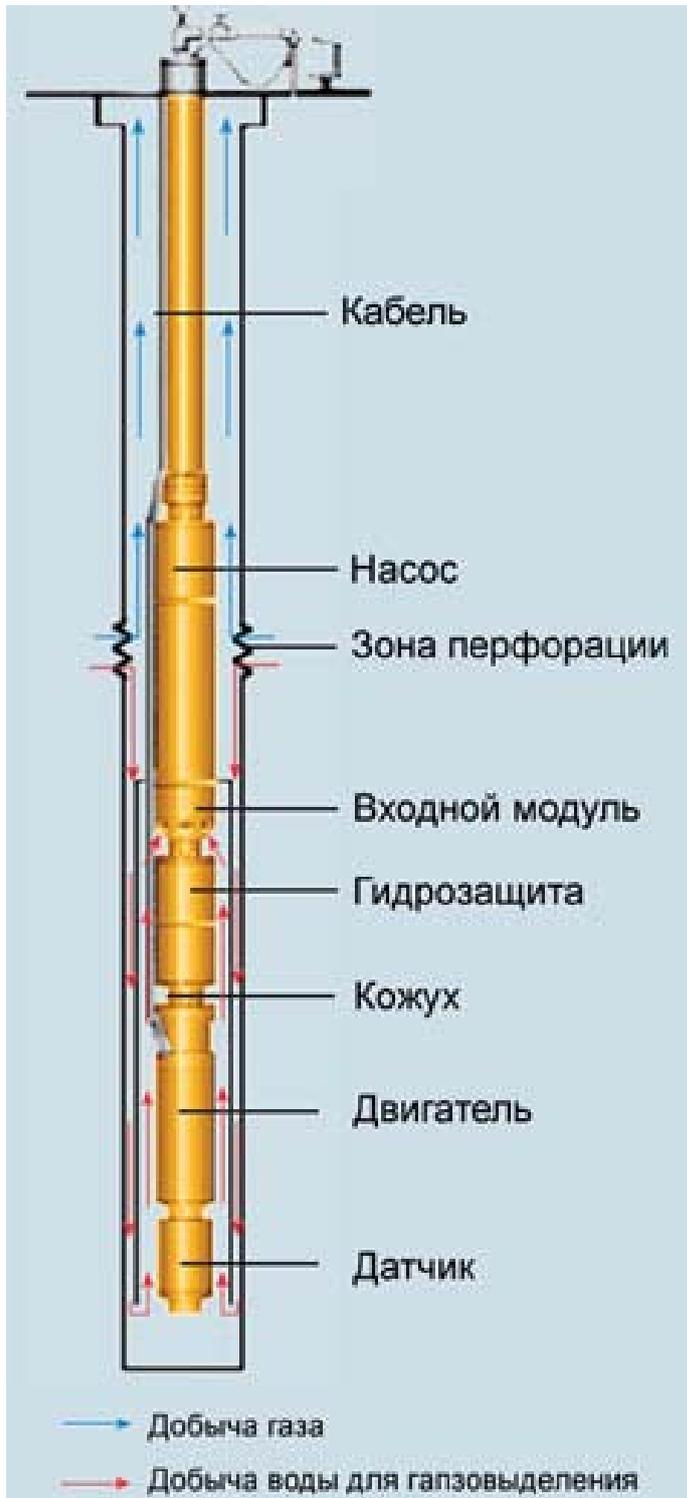


Рисунок2- Конфигурация УЭЦН для угольного метана

1. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СХЕМ И КОНСТРУКЦИЙ

1.1. Краткая характеристика скважин

Глубина спуска насоса в пределах до 1100 метров.

Динамический уровень в основном колеблется в пределах от 70 до 800 метров.

1.2 Состав и комплектность установки электропривода центробежного насоса.

Установка УЭЦН состоит из погружного насосного агрегата (электродвигателя с гидрозащитой и насоса), кабельной линии (круглого плоского кабеля с муфтой кабельного ввода), колонны НКТ, оборудования устья скважины и наземного электрооборудования: трансформатора и станции управления (комплектного устройства) (см. рисунок 3.).

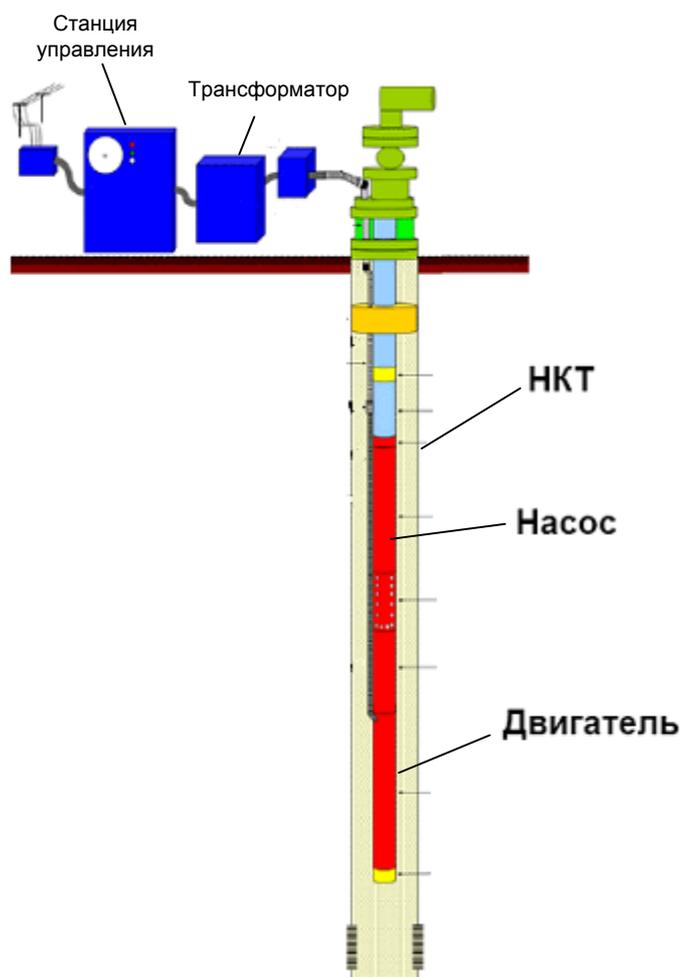


Рисунок 3 Установка электропривода центробежного насоса.

Трансформаторная подстанция преобразует напряжение промышленной сети до оптимальной величины на зажимах электродвигателя с учетом потерь напряжения в кабеле. Станция управления обеспечивает управление работой насосных агрегатов и его защиту при оптимальных режимах.

Погружной насосный агрегат, состоящий из насоса и электродвигателя с гидрозащитой и компенсатора, опускается в скважину по НКТ. Кабельная линия обеспечивает подвод электроэнергии к электродвигателю. Кабель крепится к НКТ, металлическими колесами. На длине насоса и протектора кабель плоский, прикреплен к ним металлическим колесами и защищен от повреждений кожухами и хомутами. Над секциями насоса устанавливаются обратный и сливной клапаны.

Оборудование устья скважины обеспечивает подвеску на фланце обсадной колонны НКТ с электронасосом и кабелем, герметизацию труб и кабеля, а также отвод добываемой жидкости в выходной трубопровод.

3.2. Анализ асинхронного погружного электродвигателя в неподвижной системе координат

Модель АД, построенная по уравнениям (3.9.3), представлена на рисунке 12., а результаты моделирования на рисунке 12,13,14.

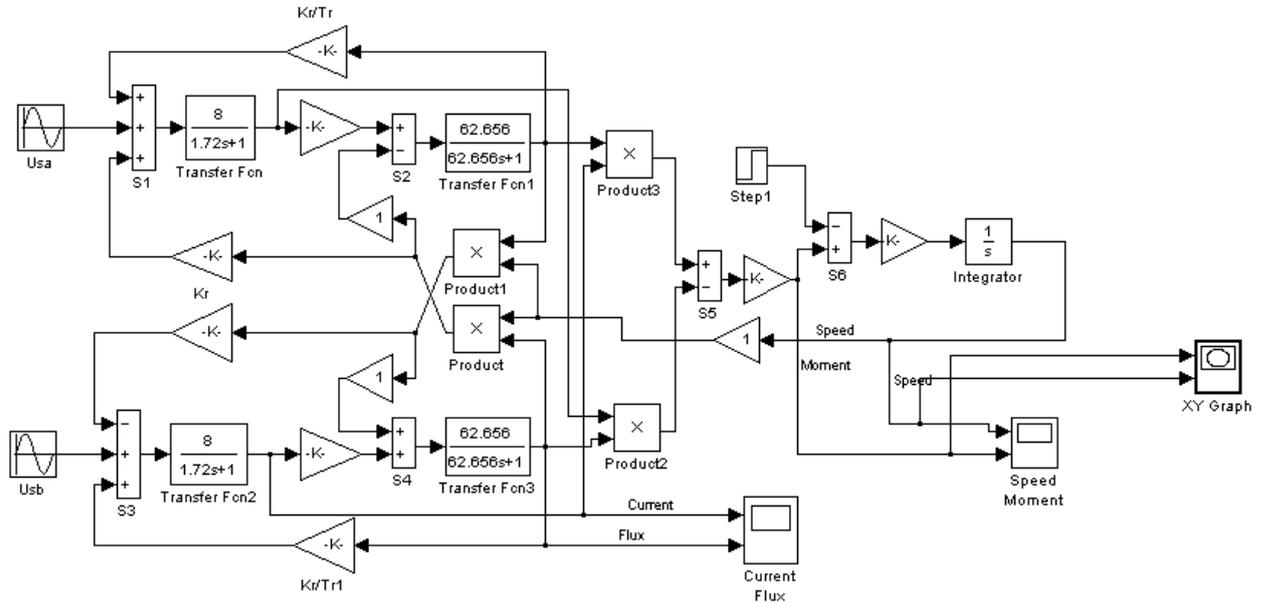


Рисунок 12. Модель погружного электродвигателя в неподвижной системе.

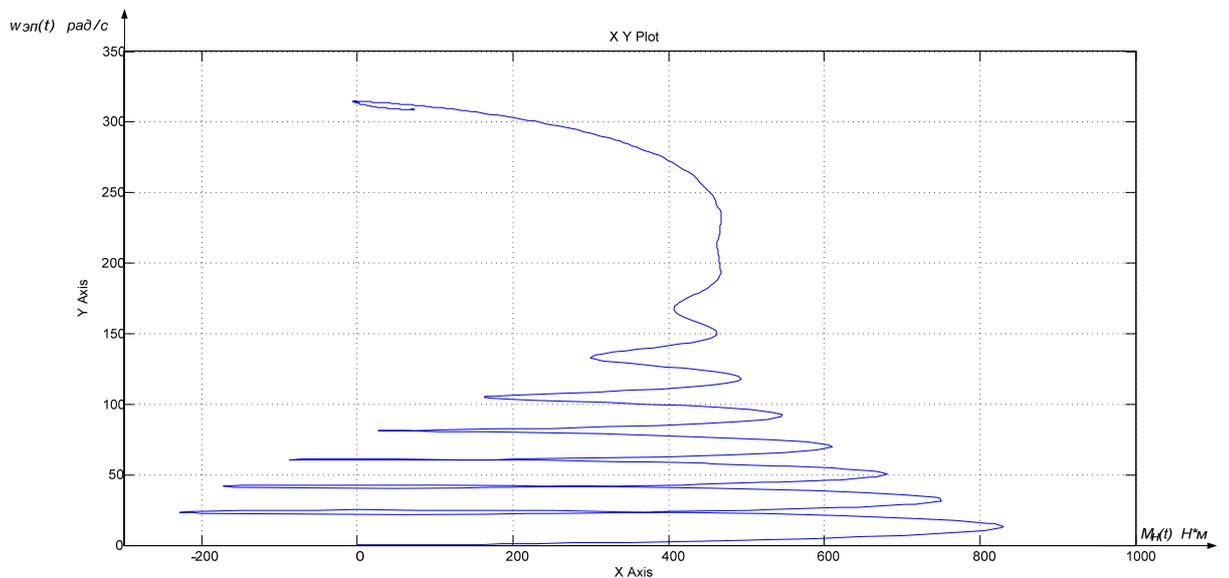


Рисунок 13. Динамическая механическая характеристика ПЭД.

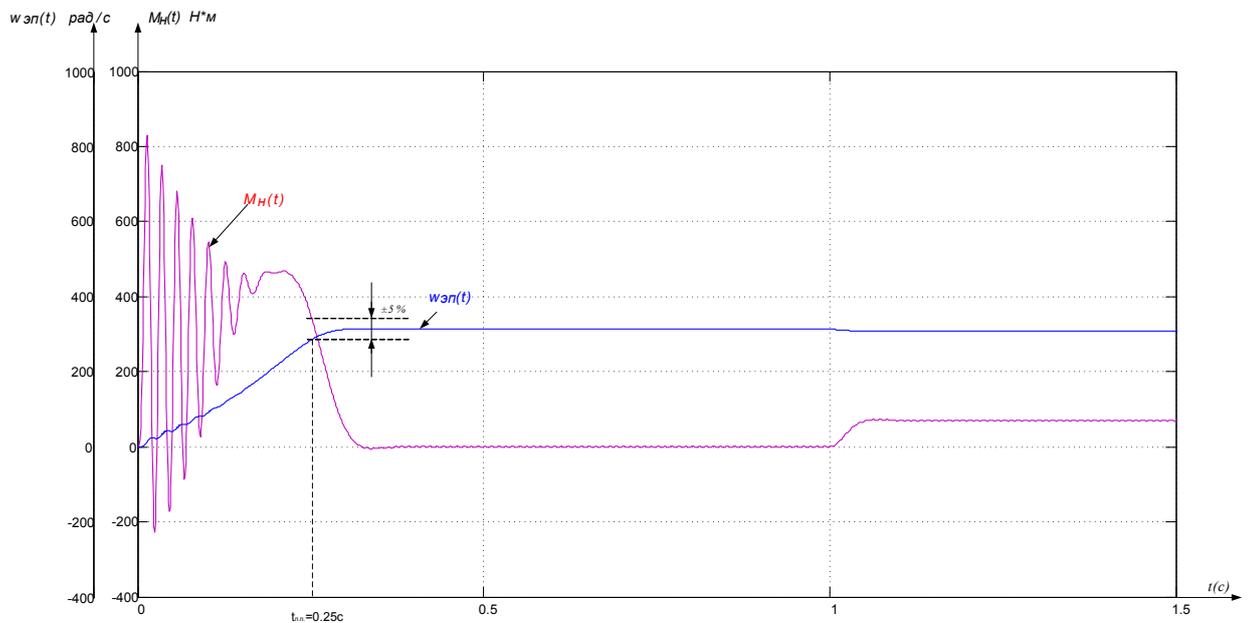


Рисунок 14. График переходного процесса пуска без нагрузки скорости и момента ПЭД с последующим набросом нагрузки.

3.3. Анализ ПЭД во вращающейся системе координат

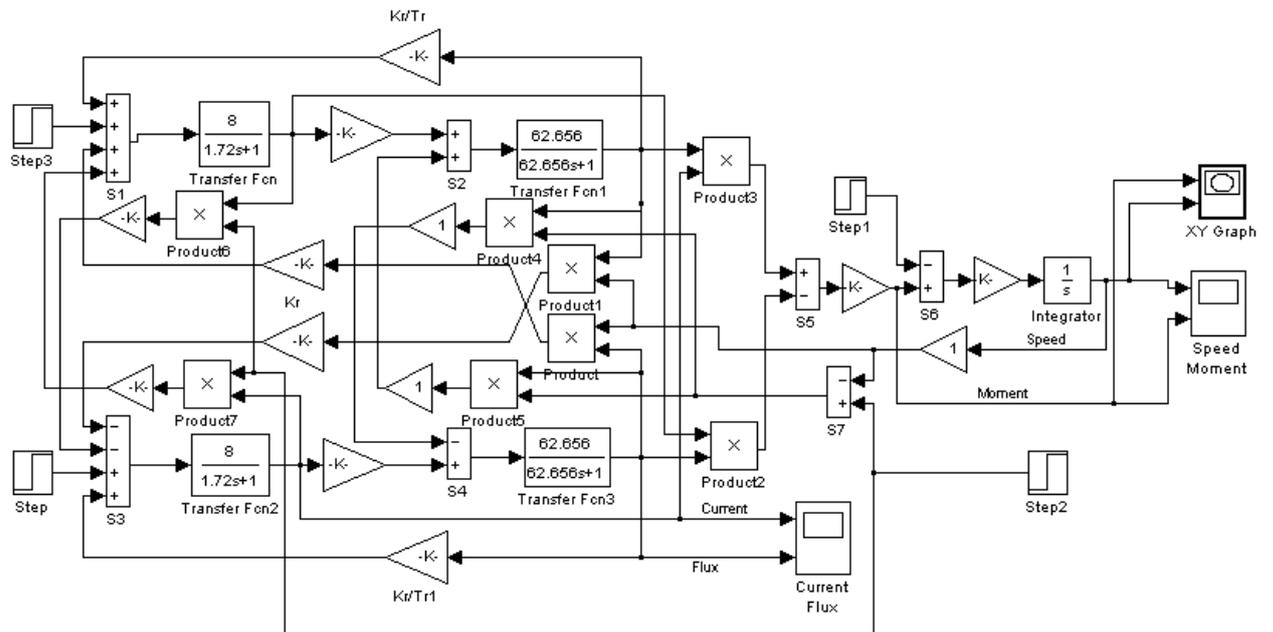


Рисунок 15 – Модель ПЭД во вращающейся системе координат.

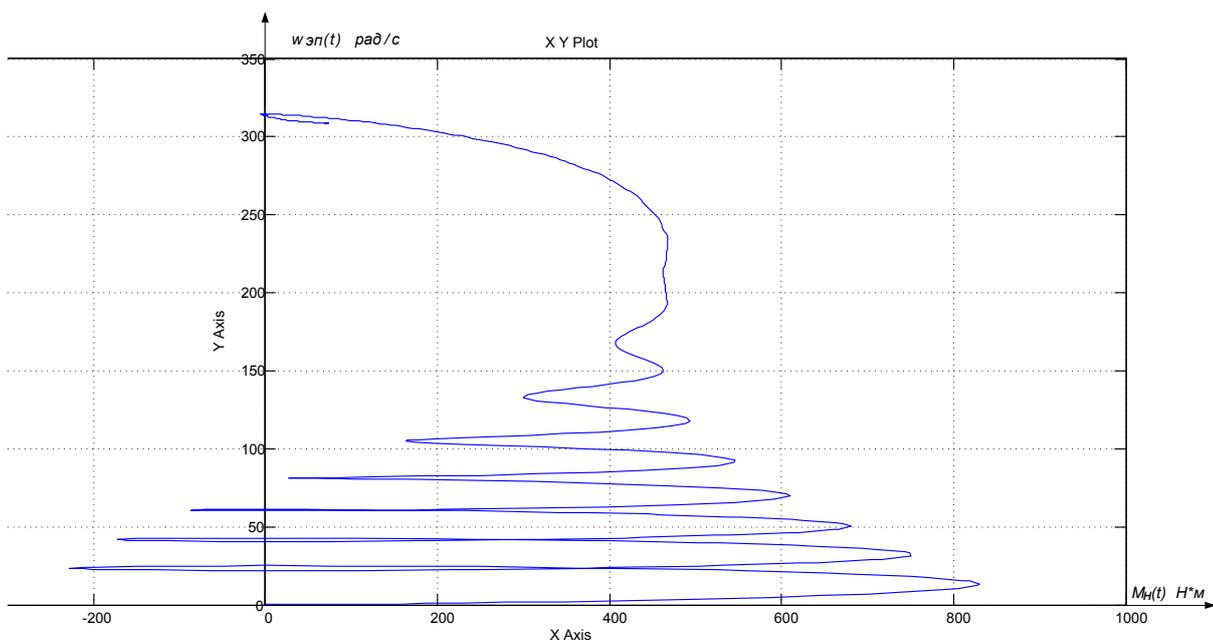


Рисунок 16. Динамическая механическая характеристика ПЭД (вращающаяся система).

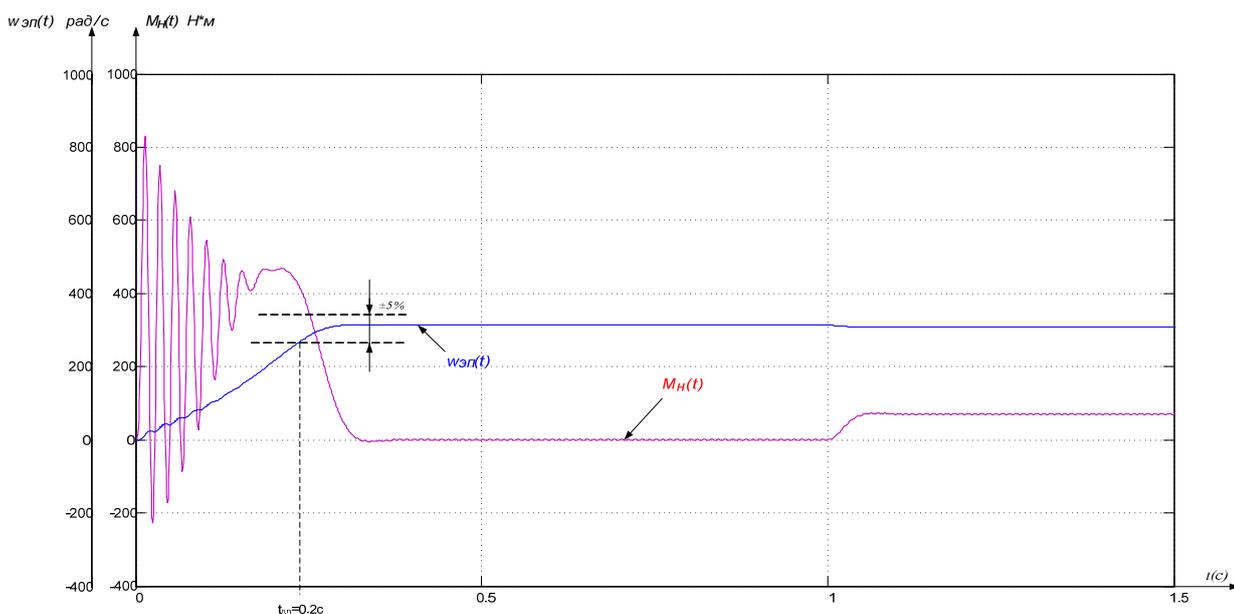


Рисунок 17. . График переходного процесса пуска без нагрузки скорости и момента ПЭД с последующим набросом нагрузки.

Графики переходных процессов с использованием датчика интенсивности представлены на рисунке 18.

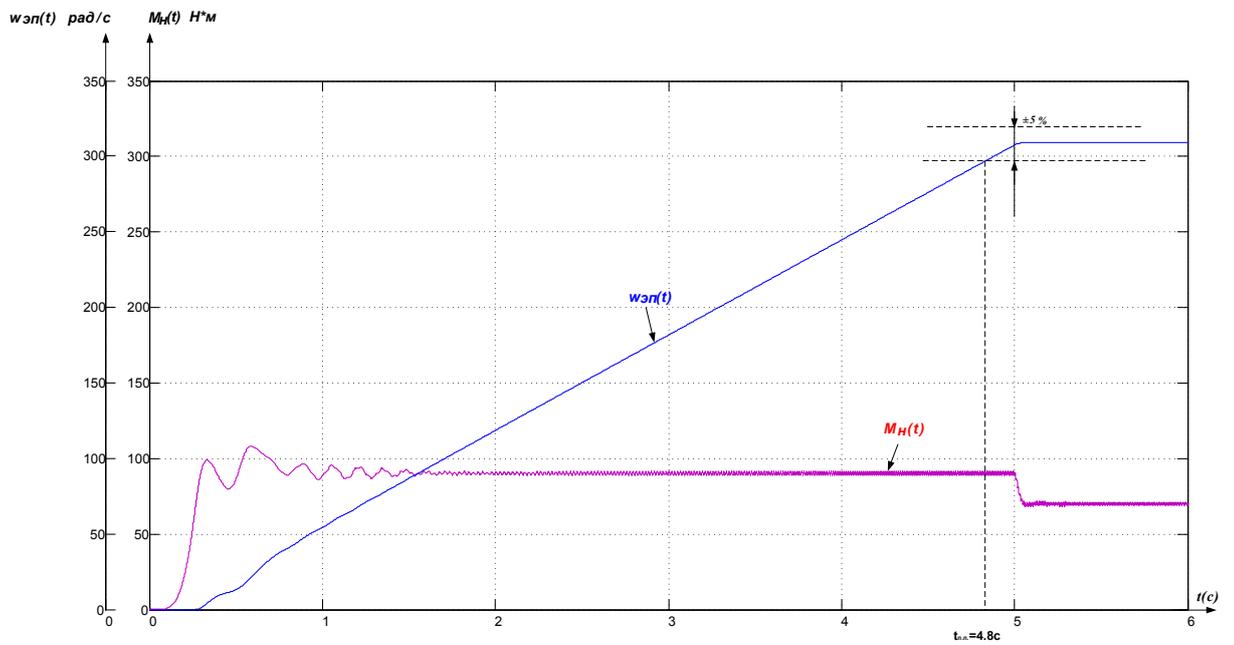


Рисунок 18. График переходного процесса пуска под нагрузкой скорости и момента ПЭД с использованием задатчика интенсивности..

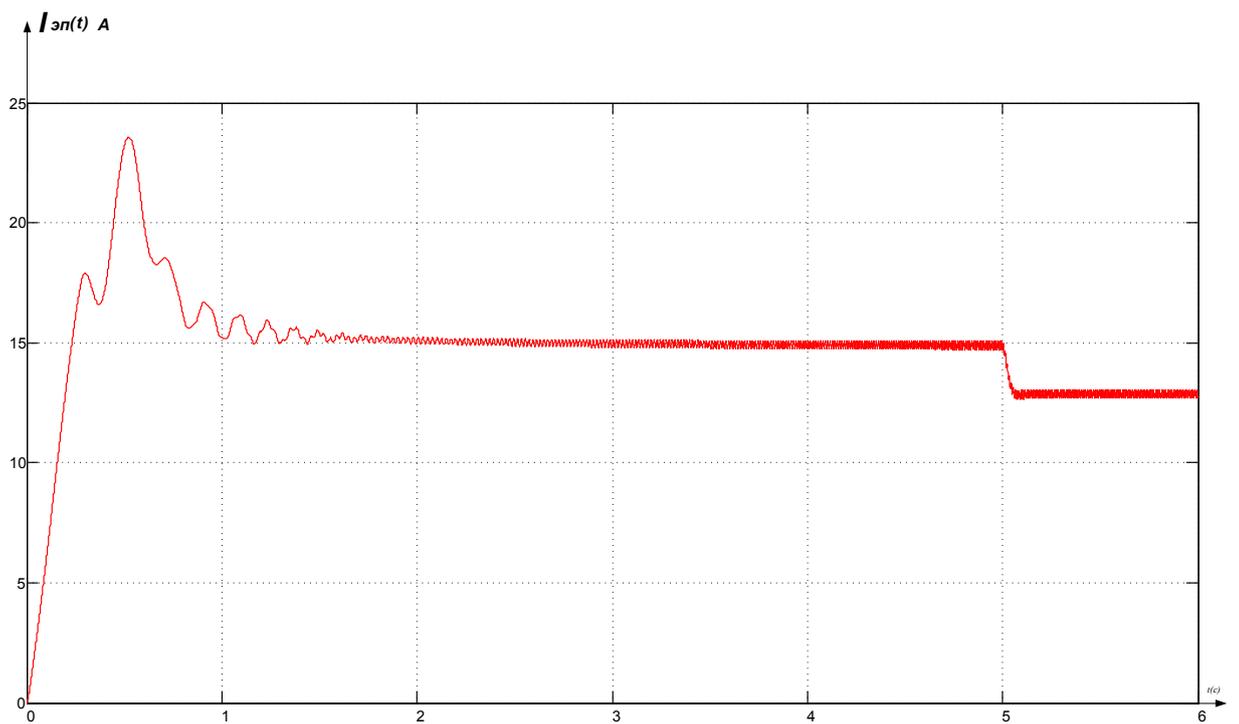


Рисунок 19.- График переходного процесса пуска под нагрузкой тока статора с использованием задатчика интенсивности..

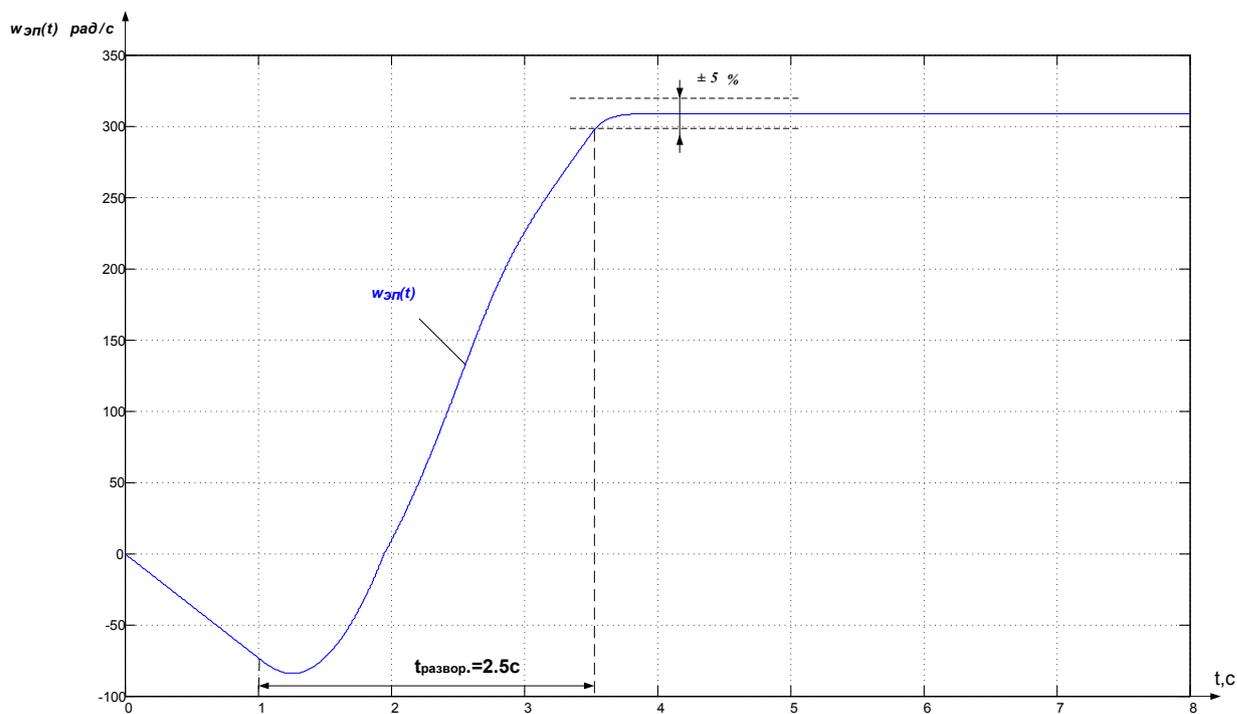


Рисунок 19.- График переходного процесса при развороте турбинного вращения.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-7100	Руденскому Александру Владимировичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

- 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)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды;
2. Основными вредными факторами являются:
Загазованность;
Шум и вибрация;
Отклонение показателей микроклимата;
Недостаточная освещенность рабочей зоны.
3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды;
Опасными факторами являются:
Возможность получения травм в следствии:
а) движения машин и механизмов;
б) высокое давление;
в) химический фактор: газовые смеси;
Взрыво- и пожароопасность газовых смесей
Поражение электрическим током при обслуживании электрооборудования.
4. Охрана окружающей среды:
– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);
разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
5. Защита в чрезвычайных ситуациях:
– перечень возможных ЧС на объекте;
– 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
Перечень графического материала:
План эвакуации при пожаре

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2016г.
---	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Сечин Андрей Александрович	кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7100	Руденский Александр Владимирович		

6.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Всякая деятельность протекает из определенных мотивов и направлена на достижение конкретных целей. Жизнедеятельность – активное отношение человека к окружающему миру для целесообразного его преобразования. Абсолютно безопасной деятельности не существует, по данным Госкомстата, по различным причинам в Российской Федерации на производстве ежегодно травмируется 650-700 тысяч человек, 15-16 тысяч человек с летальным исходом, 6 млн. человек работают во вредных условиях, более 700 тысяч единиц оборудования и 61 тысяча зданий и сооружений не отвечает требованиям безопасности. В среднем, ежегодно происходит около 500 тысяч пожаров, основными причинами этих негативных явлений являются:

- недостаточный уровень обучения и квалификации персонала;
- несоответствие технологических процессов современным требованиям безопасности;
- недостаточное оснащение производства системами очистки выбросов;
- устаревшее оборудование;

В данном проекте, описывается несколько мероприятий по улучшению охраны и условий труда, охраны окружающей среды, предложены возможные чрезвычайные ситуации и их предотвращение.

6.1. Краткая характеристика работ, операций, оборудования, условий выполнения рассматриваемого техпроцесса.

Добыча полезных ископаемых испокон веков остается самой сложной, опасной и трудоемкой работой, особенно если эти ископаемые приходится

добывать с большой глубины и в неблагоприятных климатических условиях. Нефтегазовые месторождения Сибири находятся как раз в неблагоприятной резко - континентальной климатической зоне с пониженными температурами в зимний период и зноем в летнее время.

Нефть и газ – не возобновляемые ресурсы, поэтому по исчерпанию промышленного объема залежи приходится бурить новые скважины и заново монтировать оборудование. Добывающий участок постоянно перемещается, что не позволяет строить «на месте» стационарные АБК, комфортные «бытовки» и мастерские для обслуживающего персонала, поэтому большая часть работ производится на открытом воздухе в неблагоприятных для труда и здоровья климатических условиях.

Добыча нефти и газа - трудный и опасный процесс, требующий от персонала специальных навыков и серьезной технической подготовки для работы на специальном дорогостоящем оборудовании. УЭЦН – сложная электромеханическая установка, имеющая в своем составе вращающиеся детали, находящиеся под давлением трубопроводы и токоведущие кабели, отчего является объектом повышенной опасности.

6.2. Анализ и оценка опасности при выполнении работ, связанных с обслуживанием скважин, оборудованных УЭЦН.

Одна из главных особенностей условий труда операторов по добыче газа из пластов – это работа, в основном, на открытом воздухе (на кустах скважин), а также работа, связанная с перемещениями на территории объекта и между объектами (кустами), частыми подъемами на специальные площадки, находящиеся на высоте. Поэтому в условиях сурового климата Западной Сибири и Крайнего Севера с низкими температурами (зимой до – 50⁰С) и высокой влажностью (летом до 100%) играют метеорологические факторы. При низкой (сверхдопустимых норм) температуре окружающей среды тепловой баланс нарушается, что вызывает переохлаждение

организма, ведущее к заболеванию. В случае низкой температуры воздушной среды уменьшается подвижность конечностей вследствие интенсивной теплоотдачи организмом, что сковывает движения. Это может послужить причиной несчастных случаев и аварий.

При длительном пребывании работающего в условиях низкой температуры и, следовательно, переохлаждении организма возможно возникновение различных острых и хронических заболеваний: воспаление верхних дыхательных путей, ревматизм и другие. Результатами многократного воздействия низких температур являются пояснично-крестцовый радикулит и хроническое повреждение холодом (ознобление).

При высокой температуре снижаются внимание и скорость реакции работающего, что может послужить причиной несчастного случая и аварии. При работе в летнее время при высокой температуре (до +50 С) возможны перегревания организма, солнечные и тепловые удары.

Кусты, как правило, засыпаются песком, поэтому при сильных ветрах случается поднятие частиц песка и пыли, которые могут попасть в глаза и верхние дыхательные пути. Нормирование метеорологических параметров устанавливает ГОСТ 12.1.005-76.

В ходе производственных операций рабочие могут подвергаться воздействию вредных газов и паров, источником которых являются нарушения герметичности фланцевых соединений, механической прочности фонтанной арматуры (свище, щели по шву) вследствие внутренней коррозии или износа, превышения максимально допустимого давления, отказы или выходы из строя регулирующих и предохранительных клапанов. Пары газа при определенном содержании их в воздухе могут вызвать отравления и заболевания. При постоянном вдыхании природных газов и поражается центральная нервная система, снижается артериальное давление, становится реже пульс и дыхание, понижается температура тела. Особенно опасен сероводород – сильный яд, действующий на нервную систему. Он нарушает доставку тканям кислорода, раздражающе действует на слизистую оболочку

глаз и дыхательных путей, вызывает острые и хронические заболевания, ПДК H_2S – 0,1 мг/м³ (ГОСТ 12.1.005-76.) Высокое давление и загазованность указывают на повышенную пожаро-и взрывоопасность объекта.

Эксплуатация скважин с УЭЦН характеризуется с наличием высокого напряжения в силовом кабеле. Причем станция управления и скважина оборудования УЭЦН обычно не находятся в непосредственной близости друг от друга и часть кабеля проходит по поверхности, что увеличивает зону поражения электротоком, а следовательно и вероятность несчастного случая.

Причиной несчастного случая может быть также неудовлетворительное состояние объекта с позиции санитарии, его чрезмерная захламленность и замазученность, плохая подготовка скважин к замерам пластового давления.

Таким образом, мы выяснили основные факторы производственной среды, влияющие на здоровье и работоспособность операторов в процессе труда:

1. Метеорологический фактор.
2. Вредное влияние паров газа.
3. Высокое давление.
4. Повышенная пожаро-и взрывоопасность.
5. Наличие высокого напряжения.
6. Причины организационного характера.

6.3.Основные мероприятия по обеспечению безопасности условий труда операторов.

Основное условие безопасности при обслуживании газовых скважин – соблюдение трудовой и производственной дисциплины всеми работающими на них.

Все работы связанные с эксплуатацией УЭЦН (обслуживание, перевозка, монтаж, демонтаж) должны выполняться в соответствии с правилами

безопасности и инструкциям по охране труда для рабочих цехов добычи газа из угольных пластов и ППД, а также следующими документами:

1. Правило безопасности в нефтяной и газовой промышленности, утверждение Госгортехнадзором.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок, утвержденные Госэнергонадзором.
3. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок, утвержденные Госэнергонадзором.
4. Правила устройства электроустановок, утвержденные Госэнергонадзором.
5. Руководство по эксплуатации УЭЦН РЭ, утвержденное ОКБ БН.

На работу следует принимать лиц не моложе 18 лет, годных по состоянию здоровья, соответственным образом обученных и прошедших инструктаж по технике безопасности.

Перевозка рабочих на место и обратно должна осуществляться на бортовых автобусах или специально оборудованных грузовых бортовых автомобилях, а в труднодоступных местностях – на вездеходах. Продолжительность рабочего времени установлена трудовым законодательством и не должна превышать 41 час в неделю.

Рабочие должны обеспечиваться необходимой спецодеждой, соответствующей времени года (лето – роба х/б, сапоги, головной убор, рукавицы, а также средства защиты от кровососущих насекомых; зимой – шапка-ушанка, валенки, ватные штаны, шуба, ватные рукавицы).

На каждом кусте должна быть оборудована пульт-будка с имеющимися в наличии аптечкой, бачком с питьевой водой, носилками, а также мебелью для отдыха.

При работе в темное время суток объект должен быть освещен, во избежании травматизма. В качестве осветительных приборов применяются фонари и прожектора. Норма освещенности не ниже 10 лк (СНиП I – 4-79).

Особое внимание следует обратить на санитарное состояние территории куста, не допускать его захламливания и замазученности, зимой необходимо регулярно расчищать снежные заносы на подходах к скважины.

Содержание паров газов в воздухе рабочей зоны не должно превышать ПДК (углеводороды предельно С-С10 в пересчете на С – 300 мг/м³, ГОСТ 12.1.005-76). Во время ремонта скважин при наличии в воздухе рабочей зоны нефтяных паров и газов, превышающих ПДК, необходимо заглушить скважину жидкостью соответствующих параметров и качества. Работы в загазованной зоне должны проводиться в соответствующих противогазах.

К монтажу (демонтажу) погружного агрегата УЭЦН и его обслуживанию допускается электротехнический персонал, знающий схемы применяемые станций управления, трансформаторов, подстанций погружных насосов (КТПН), конструкции по их эксплуатации, прошедший производственное обучение и стажировку на рабочем месте, а также проверку знаний с присвоением квалификационной группы по электробезопасности.

Для измерения буферного давления и давления в затрубном пространстве на скважинах оборудованных УЭЦН должны быть установлены стационарные манометры с трехходовыми кранами.

Конструкция устьевого оборудования должна обеспечить возможность снижения давления в затрубном пространстве, а так же закачку жидкости для глушения скважины.

Наземное оборудование УЭЦН должно быть установлено в специальной будке или на открытой местности на расстоянии не менее 20 м от устья скважины.

При установке наземного оборудования в будке станция управления должна быть расположена так, чтобы при открытых дверцах обеспечивался свободный выход из будки.

При установке электрооборудования на открытой местности оно должно иметь ограждение и предупреждающий знак «Осторожно! Электрическое напряжение!».

Намотка и размотка кабеля на барабан кабеленаматывателя должна быть механизирована. Производить намотку (размотку) кабеля вручную, а также тормозить барабан руками, доской или трубой запрещается.

Все открытые движущиеся части механизмов кабеленаматывателя могущие служить причиной травмирования должны иметь ограждения.

Прокладка, перекладка кабелей УЭЦН по эстакаде рядом с действующими кабелями, находящимися под напряжением, а также перекладка кабелей допускается в случае необходимости при выполнении следующих условий:

- Работу должны выполнять рабочие, имеющие опыт прокладки кабелей, по наряду-допуску (распоряжению электротехнического персонала ЦБПО НПО под руководством лица с группой по электробезопасности не ниже V при напряжении выше 1000 В.

- Работать следует в диэлектрических перчатках, поверх которых для защиты от механических повреждений надеваются брезентовые рукавицы.

Санитарные нормы действия тока на организм, устанавливает ГОСТ 12.1.000-76.

Таким образом, в данном разделе разработаны основные мероприятия, которые обеспечат безопасные условия работы операторов при обслуживании скважин, оборудованных УЭЦН.

6.4.Производственная санитария

1. Требования к отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха

1.1. Проекты и состояние эксплуатации систем вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха на предприятиях и объектах должны соответствовать требованиям глав СНиП, санитарных норм, "Инструкции по санитарно-гигиеническому контролю систем вентиляции" и настоящих Правил.

1.2. В помещениях насосных по перекачке сырой нефти должна быть оборудована общеобменная приточно-вытяжная вентиляция. При

перекачке сырой нефти, содержащей свободный сероводород, от сальников насосов должны быть оборудованы местные отсосы.

1.3. Сальники и картеры газомоторных компрессоров должны быть оборудованы местными отсосами.

1.4. Погрузо-разгрузочные работы, связанные с выделением вредных веществ, следует производить при включенной местной вентиляции.

1.5. Запрещается эксплуатация производств и цехов при неисправных и отключенных системах вентиляции.

1.6. В районах с жарким и очень жарким климатом в служебных помещениях и в жилых комнатах общежитий вахтовых поселков должны быть установлены кондиционеры.

2. Требования к освещению

2.1. В производственных помещениях предприятий и объектов, в которых постоянно находятся рабочие, должно быть предусмотрено естественное освещение в соответствии с действующими нормами и Правилами ***.

2.2. По задачам зрительной работы производственные помещения в нефтяной промышленности относятся согласно принятой строительными нормами и правилами классификации к следующим группам:

I группа - производственные помещения и открытые площадки, на которых расположены основные рабочие места;

II группа - производственные помещения и открытые площадки, где ведется только надзор за работой технологического оборудования;

IV группа - маршевые лестницы, коридоры, проходы, переходы и т.п.

2.3. Общее и комбинированное освещение следует осуществлять в случаях, предусмотренных СНиП "Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования".

2.4. При проектировании и эксплуатации искусственного освещения должны быть учтены условия среды (наличие пыли, влаги, агрессивность, взрывоопасность и т.д.).

2.5. Разряд работ в помещениях буровых установок, насосных станциях, производственных мастерских и т.п. следует определять как производство работ изнутри зданий.

2.6. Разряд работ, выполняемых на рабочей площадке, полотах верхового рабочего, приемном мосту и стеллажах буровых установок, в текущем и капитальном ремонтах скважин; на площадках групповых установок, установок подготовки нефти и резервуарных парков и т.п. следует определять как производство работ вне зданий.

2.7. Настоящими Правилами установлены нормы освещенности рабочих поверхностей при искусственном освещении основных производственных зданий и площадок (табл. 1).

2.8. На объектах, вводимых в эксплуатацию, фактические уровни освещенности должны быть отмечены в "Журнале проверки техники безопасности" и отвечать нормам.

2.9. Перед началом работ в каждой смене в "Журнале проверки состояния техники безопасности" должна быть сделана запись о санитарно-техническом состоянии светильников.

Таблица 1 =Нормы освещенности рабочих поверхностей при искусственном освещении основных производственных зданий и площадок в нефтяной промышленности

Наименование объекта	Разряд работ	Освещенность (лк) при общем освещении лампами накаливания
На буровых установках:		
а) рабочая площадка	IX	30
б) роторный стол		100

Продолжение таблицы 1

в) пульт и щит управления без измерительной аппаратуры (рычаги, рукоятки)	VI	75
г) пульт и щит управления с измерительной аппаратурой	IVв	150
д) дизельное помещение	VI	50
е) компенсаторы буровых насосов	VI	75
ж) люлька верхового рабочего, полати	IX	30
з) механизм захвата и подъема труб АСП и МСП	IX	50
и) редуктор (силовое помещение)	VIIIa	30
к) желобная система	XI	10
л) приемный мост, стеллажи	XI	10
м) глиномешалка, сито, сепаратор	VIIIa	30
н) маршевые лестницы, переходы вдоль желобной системы и т.п.	XI	10
Рабочие места при подземном и капитальном ремонтах скважин:		
а) рабочая площадка	IX	30
б) люлька верхового рабочего		100
в) роторный стол	IX	50
г) приемный мост, стеллаж	XI	10
Насосные станции	VI	50
Компрессорные цеха газоперерабатывающих заводов	IV	75

Продолжение таблицы 1

Места замеров уровня нефти в резервуарных парках *	IX	50
Устья нефтяных скважин, станки-качалки (при их обслуживании в темное время суток)	X	30
Места управления задвижками на территории резервуарных парков, групповых установок и т.п.	VIIIa	30
Территории резервуарных парков, групповых установок и т.п.	XIII	2
Нефтеналивные и сливные эстакады:		
на поверхности пола	X	30
на горловине <u>цистерны</u>	IX	50

* При выполнении точных работ, связанных с определением уровня нефти в резервуарах, следует использовать переносные светильники во взрывобезопасном исполнении.

6.5. Пожарная профилактика

Пожарная профилактика достигается правильным проектированием, эксплуатацией и обеспечением средствами пожаротушения.

В зависимости от пожаро- и взрывоопасных свойств применяемых, производимых или хранимых веществ, все производство по степени пожарной опасности подразделяется на пять категорий: А, Б, В, Г, Д.

При добыче метана из угольных пластов присваивается степень пожарной опасности: категория А. Производство, связанное с получением, применением или хранением: жидкостей, имеющих температуру вспышки паров (28°C) и ниже; паров или газов с нижним пределом взрываемости 10%

и менее в количествах, которые могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси; горючих жидкостей при температуре нагрева их до 250⁰С.

Для тушения пожара используют следующие средства пожаротушения: ручные пенные огнетушители типа ОП, углекислотные огнетушители ОУ-2, пенопроизводящие установки – пеносмесителя, воздушнопенные стволы, генераторы высококоротной пены, гидранты и другие средства.

Первичные средства пожаротушения размещают в легко доступных местах. Огнетушители защищают от солнечных лучей, осадков.

Для улучшения условий труда необходимо намечать как можно большее количество позитивных мероприятий и соответствовать ГОСТам.

6.6. Охрана окружающей среды

1. При бурении скважин на нефтяных месторождениях должны быть приняты меры, обеспечивающие:

- предотвращение открытого фонтанирования, грифонообразования, поглощения промывочной жидкости, обвалов стенок скважин и межпластовых перетоков нефти, воды и газа в процессе проводки, освоения и последующей эксплуатации скважин;
- надежную изоляцию в пробуренных скважинах нефтеносных, газоносных и водоносных пластов по всему вскрытому разрезу;
- необходимую герметичность всех технических и обсадных колонн, труб, спущенных в скважину, их качественное цементирование;
- предотвращение ухудшения коллекторских свойств продуктивных пластов, сохранение их естественного состояния при вскрытии, креплении и освоении.

2. В процессе разведки при подготовке месторождений к разработке необходимо опробовать все пласты, нефтегазоносность которых отлична по результатам анализа шлама, образцов пород и геофизических исследований. В случае получения при опробовании этих пластов воды на них должны быть проведены исследовательские работы, уточняющие источник поступления воды, и, при необходимости, повторное опробование после изоляционных работ.

3. Вскрытие пластов с высоким давлением, угрожающим выбросами или открытыми фонтанами, необходимо проводить при установленном на устье скважин противовыбросовом оборудовании с применением промывочной жидкости в соответствии с техническим проектом на бурение скважин.

4. Эксплуатационные объекты месторождения следует разбуривать при обеспечении всех необходимых мер по предотвращению ущерба другим объектам. При первоочередном разбуривании нижних пластов должны быть предусмотрены все необходимые технические мероприятия, гарантирующие успешную проводку скважин через верхние продуктивные пласты (предотвращающие нефтяные или газовые выбросы и открытые фонтаны, а также глинизацию верхних пластов и ухудшение их естественной проницаемости).

5. В скважинах, проводимых на нижележащие пласты, должны быть осуществлены технические мероприятия по предупреждению ухода промывочной жидкости в верхние пласты. При уходе жидкости в верхние разрабатываемые пласты эксплуатация добывающих скважин, ближайших к бурящейся, должна быть прекращена до окончания ее бурения или спуска промежуточной колонны, перекрывающей эксплуатируемый пласт.

6. Для предотвращения снижения проницаемости призабойной зоны скважин в результате длительного воздействия на них воды или глинистого раствора

после окончания бурения скважин и перфорации колонны должны быть приняты меры по немедленному освоению скважин. Временное бездействие скважин, связанное с отставанием обустройства площадей, допускается только при условии заполнения ствола скважины (или хотя бы его нижней части) пластовой жидкостью.

7. В разведочной скважине, имеющей эксплуатационную колонну, последовательное опробование нескольких нефтеносных пластов производится отдельно «снизу вверх». После окончания опробования очередного пласта его изолируют путем установки цементного моста (или других технических средств) с последующей проверкой его местоположения и герметичности, снижением уровня и опрессовкой.

8. В скважинах, не законченных бурением по техническим причинам (вследствие аварий или низкого качества проводки), в пройденном разрезе которых установлено наличие нефтегазоводоносных пластов, необходимо произвести изоляционные работы в целях предотвращения межпластовых перетоков нефти, воды и газа.

9. В процессе бурения и освоения разведочных, эксплуатационных (добывающих) и нагнетательных скважин должен быть проведен комплекс геофизических, гидродинамических и других исследований.

10. Мероприятия по охране окружающей среды в процессе разбуривания нефтяных месторождений должны быть направлены на предотвращение загрязнений земли, поверхностных и подземных вод буровыми растворами, химреагентами, нефтепродуктами, минерализованными водами. Они включают в себя:

- планировку и обваловку буровых площадок, емкостей с нефтепродуктами и химреагентами, использование для хранения буровых растворов и шлама

разборных железобетонных емкостей или земляных амбаров с обязательной гидроизоляцией их стенок и днища;

- многократное использование бурового раствора, нейтрализацию, сброс и поглощающие горизонты или вывоз его и шлама в специально отведенные места:

- рациональное использование и обязательную рекультивацию земель после бурения.

Охрана недр (или геологической среды) нефтяных месторождений составляет одну из важнейших сторон деятельности геологической службы нефтеразведочных и нефтедобывающих предприятий. Соответствующими нормативными документами и регламентами предусматривается составление специальных разделов (глав) по охране недр и окружающей природной среды в отчетах по подсчету запасов и проектированию разработки нефтяных месторождений. Внимание к этим проблемам постоянно возрастает, настойчиво ищутся пути и средства достижения наибольшего природоохранного эффекта.

Охрану геологической среды, конечно, нельзя понимать как ее абсолютную неприкосновенность, это несовместимо с потребностями развития современного общества. Всегда приходится идти на некоторый компромисс, находить оптимальное соотношение положительных (желаемых) и отрицательных (нежелаемых) последствий техногенного воздействия на недра при поисково-разведочных работах и добыче полезных ископаемых. Следовательно, требуется увеличивать положительные и сокращать отрицательные последствия техногенеза. С этих позиций охрана недр выступает как комплексная проблема достижения максимального народнохозяйственного эффекта при минимизации отрицательных последствий (ущерба) техногенного воздействия. При этом должен

учитываться как прямой ущерб, наносимый природе конкретным техногенным воздействием, так и затраты, необходимые на сокращение или предотвращение этого ущерба. Для выработки оптимальной стратегии работ по предотвращению, сокращению или ликвидации негативных последствий техногенеза недр необходимо знать **источники, пути и характер воздействия** всех **объектов нефтяной промышленности** на геологическую **среду**, организовать поступление достоверной **информации** о состоянии недр, уметь **прогнозировать** возможное развитие процессов.

Исходя из изложенного подхода к охране недр как к комплексной проблеме достижения максимального народнохозяйственного эффекта при минимизации ущерба, работы по охране недр в нефтяной промышленности следует проводить по нескольким направлениям, основными из которых представляются следующие: 1) достижение максимальной нефтеотдачи эксплуатируемых залежей; 2) получение максимальной информации о недрах, вскрываемых буровыми скважинами; 3) охрана пресных вод от загрязнения и истощения; 4) сохранение природных гидродинамических условий разреза отложений; 5) предохранение от разрушения и переформирования неразрабатываемых (в том числе, еще не открытых) залежей нефти и газа.

6.7. Прогнозирование чрезвычайных ситуаций и их предотвращение.

Одной из наиболее частых аварий является взрыв.

При выборе электрооборудования для объектов добычи нефти и газа необходимо учитывать специфические условия работы электрических установок, связанных с наличием взрывоопасных газов и паров.

К взрывоопасным относятся смеси с воздухом горючих газов и паров горючих жидкостей с температурой вспышки 45⁰С и ниже, а также горючей пыли или волокон с нижним пределом взрываемости не выше 65 г/см³.

В зависимости от температуры самовоспламенения устанавливаются 5 групп взрывоопасных смесей:

Таблица 2

Группа взрывоопасной смеси	Температура самовоспламенения С
T1	Свыше 450
T2	300 до 450
T3	200 до 300
T4	135 до 200
T5	100 до 135

Распределение некоторых смесей по категориям и группам приведено в таблице 3

Таблица 3

Категория взрывоопасных смесей	Группа взрывоопасных смесей				
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5
1	Аммиак, метан, дихлорэтан, изобутилен, метилстирол, метилхлористый, метилхлористый, метилацетат.	Амилацетат, бутилацетат, винулацетат, изопрופן, метилметакрил ат, спирты: бутиловый, изоамиловый, изопропиловый и др.	Скипидар, уайтспирит, циклогексан, спирт амиловый, полиэфир ТГМ-3 и др.	-	-

Продолжение таблицы 3

2	Ацетон, бензин-100, бензол, толуол, стирол, пропан, этан, этилбензол, окись углерода и др.	Бензин Б- 95/130, бутан, дивинил, диоксан, метиламин, метилфуран, пентан, пропилен и др.	Бензин: А-66, А-72, А-76, Б-70, гексан, топливо Т-1, ТС-1 и др.	Ацетальдегид , этиленглигол ь, диэтиловый эфир, дибутиловый эфир.	-
3	Коксовый газ (метана 40%, водорода 60%), светильный газ, этилен.	Окись этилена, окись пропилена, этилтрихлорсил ан.	Винилтрихло рмилан, этилдихлорс илан.	Диэтиловый (серный) эфир.	-
4	Водород, водяной газ.	- Ацетилен, метиодихлорси лан.	Сероводород Трихлорсила н	- -	Сероугл ерод -

При взрыве газовой смеси весом в 10 т находится на расстоянии менее 65 м от эпицентра взрыва опасно для жизни.

Для насосов и другого оборудования:

Слабые разрушения при $\Delta p_{\phi} = 0,25-0,4$ атм.

Средние разрушения при $\Delta p_{\phi} = 0,4-0,6$ атм.

Сильные разрушения при $\Delta p_{\phi} = 0,6-0,7$ атм.

На рисунке 22 изображена примерная схема распространения ударной волны по зонам.

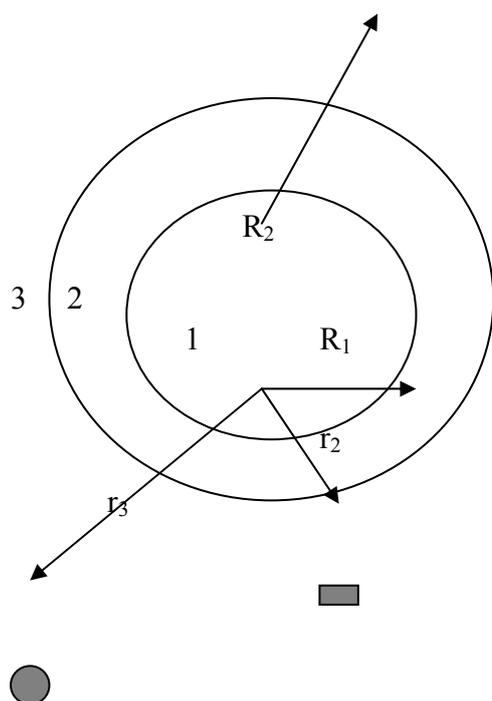


Рисунок 22 Схема распространения ударной волны по зонам

Условные обозначения на схеме:

1 – зона детонации

2 – зона действия продуктов взрыва

3 – зона ударной волны

R_1 - радиус первой зоны

R_2 - радиус второй зоны

r_2 - расстояние от центра взрыва до элемента предприятия (во 2 зоне)

r_3 -расстояние от центра взрыва до элемента предприятия (в 3 зоне)

$$R_1 = 17.5^{\text{в}} \sqrt{Q} = 17.5 \sqrt{10} = 37.7 \text{ м}$$

где Q – среднее количество газа, т.

$$R_2 = 1.7 * R_1 = 1.7 * 37.7 = 64.1 \text{ м}$$

Разность давлений в 1 зоне $\Delta p_{\text{ф}} = 1700$ кПа

Разность давлений во 2 зоне:

$$\Delta p_{\text{ф}} = 1300 \left(\frac{R_1}{r_2} \right)^{\text{в}} + 50 = 1300 * \left(\frac{37.7}{50} \right)^{\text{в}} + 50 = 607 \text{ кПа}$$

$$\Psi = T_s / R_1 = 85 / 37.7 = 2.3 \text{ кПа}$$

При $\Psi > 2$ разность давлений в третьей зоне:

$$\Delta p_{\Phi} = 22 / \Psi \sqrt{1g\Psi} + 0.155 = 13.3 \text{ кПа}$$

Радиус Зоны, опасной для жизни человека:

$$R_s = 30^3 \sqrt{Q} = 64.4 \text{ м}$$

Основные мероприятия по предотвращению опасностей, связанных с особенностями оборудования.

Технологические процессы, идущие под высоким давлением, оборудование, находящиеся под большими нагрузками, в определенных условиях представляют опасность для работающих.

Основные мероприятия по предотвращению опасностей, обусловленные повышением давления и нагрузкам, сводится к следующим:

- осмотр и испытание установки, оборудования, механизмов;
- использование ослабленных элементов и устройств для механизации опасности;
- применение средств блокировки, исключающих аварии при неправильных действиях работающих.
- автоматизация производственных процессов, позволяющая вывести из опасных зон, осуществление контроля за показаниями приборов и дистанционные управления;
- учитывать розу ветров. Нельзя допускать возможность попадания опасных по взрыву и пожару смесей в огнедействующие установки;

- на каждом предприятии с числом работающих более 300 человек организуют фельдшерский здравпункт, а более 800 человек – врачебный здравпункт.

6.8. Расчет заземления электрооборудования.

Для предохранения рабочих от поражения электрическим током электрооборудование УЭЦН должно быть надежно заземлено. В соответствии с ГОСТом 12.1.006-84 выполнен расчет заземляющего устройства станции управления ЭЦН.

Заземление осуществляется электродами из круглой стали $d=12$ мм, $l=5$ м, забиваемых в землю на глубину 5,7 м и соединенных стальной полосой 40x4 мм. Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом в любое время года. все соединения выполняются сваркой согласно ПЭУ. После устройства контура заземления необходимо замерить сопротивление и, если оно окажется больше допустимого, забить дополнительные электроды.

Расчет производится в соответствии «Типовых расчетов по электрооборудованию». [21.]

Сопротивление растеканию тока одиночных стержневых заземлителей определяется по формуле:

$$R_{o.c.} = \frac{K_c \rho}{2\pi l} \left(\lg \frac{2l}{d} + \frac{l}{2} \lg \frac{4t+l}{4t-l} \right) \quad (7.1)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, $1 \cdot 10^{-4}$ ом*см;

K_c -коэффициент сезонности, для I климатической зоны $K_c = 1,65$;

l - длина стержня, 500 см;

d -диаметр стержня, 1,2 см;

t -глубина залегания, 570 см;

$$R_{o.c} = \frac{1 \cdot 10^{-4} \cdot 1,65}{2 \cdot 3,14 \cdot 500} \left(\lg \frac{500 \cdot 2}{1,2} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 570 + 500}{4 \cdot 570 - 500} \right) = 37,5 \text{ Ом}$$

Необходимое количество стержней:

$$n = \frac{R_{oc}}{\eta R_3}$$

(7.2)

где, η – коэффициент использования стержневых заземлителей, 0,61;

R_3 – сопротивление, оказываемое заземляющим устройством растеканию тока, 4 Ом;

$$n = \frac{37,5}{0,61 \cdot 4} = 16$$

Сопротивление всех стержней:

$$R_n = R \cdot \eta = 37,5 \cdot 0,61 = 22,875 \text{ Ом}$$

(7.3)

Сопротивление растекания горизонтального (протяжного) заземлителя определяется по формуле:

$$R_n = \frac{0,366 \cdot \rho_{расч} \cdot \eta}{l} \cdot \lg \frac{l}{d \cdot t^1}$$

(5.3.)

$$R_n = \frac{0,366 \cdot 5 \cdot 10^{-4}}{10000} \cdot \lg \frac{0,61}{1,2 \cdot 70} = 14,3 \text{ Ом}$$

где, l – общая длина горизонтального заземлителя (полосы 40x40 мм),

10000 мм;

$\rho_{расч} = \rho \cdot K_c = 10^{-4} \cdot 5 \text{ Ом} \cdot \text{см}$, $K_c = 5$ – для климатической зоны;

t^1 – глубина залегания протяжного заземлителя, 70 см;

Действительное сопротивление растеканию протяжного заземлителя с учетом коэффициента использования $\eta_n = 0,32$

$$R_A = R_{\pi} / \eta_{\pi} = 14.3 / 0.32 = 44.70 \text{ м} \quad (7.4)$$

Общее сопротивление заземляющего устройства: (7.5)

Из расчета следует, что полученное значение сопротивления не превышает допустимого а, следовательно, будет обеспечено полноценное заземление объекта, соответствующее ГОСТу 12.1.006-84.

6.9.Выводы.

На основании анализа условий труда обслуживающего персонала, характеристики вредных веществ, загрязняющих природную среду и прогнозирования возможных чрезвычайных ситуаций на данном объекте можно сделать следующие выводы:

Объект отвечает требованиям ГОСТов по условиям труда, намечены мероприятия по улучшению охраны и условий труда:

1. Организационные мероприятия — когда каждый работающий проходит вводный инструктаж на рабочем месте.
2. Технические мероприятия:
отключение напряжения с токоведущих частей, на которых или вблизи которых должна быть проведена работа, и принятие мер, в результате которых становится невозможна подача напряжения к месту работы; проверка отсутствия напряжения на участке работ и наложение на токоведущие части временных заземлений; вывешивание плакатов, указывающих место работы.
3. Эксплуатационные мероприятия:
при любой неисправности необходимо обращаться к ответственному за помещение цеха; пользователю не разрешается разбирать оборудование, работать в верхней одежде и другое; своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования.

4. Мероприятия *режимного* характера - это запрещение курения в неустановленных местах, производства сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях.

Анализируя возможные чрезвычайные ситуации, в данном проекте выявлены вероятные параметры ударной волны при взрыве газозвушной смеси, и намечены мероприятия по предотвращению возникающих поражающих вредных факторов: взрыва и др. факторов.

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности должны включать:

- а) создание пожарной охраны объекта;
- б) определение порядка профилактического и оперативного обслуживания объекта;
- в) составление необходимой для обеспечения пожарной безопасности документации (инструкций о порядке работы с пожароопасными веществами и материалами и о соблюдении противопожарного режима работы, инструкции о действиях персонала при возникновении пожара, инструкции о порядке взаимодействия дежурного персонала подразделения с пожарной охраной при ликвидации пожаров или аварий);
- г) проведение оперативного контроля за соблюдением норм и правил пожарной безопасности;
- д) обучение персонала действиям по ликвидации пожара;
- е) определение порядка оповещения о пожаре личного состава пожарной охраны и персонала объекта.

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

Студенту:

Группа 3-7100	ФИО Руденский Александр Владимирович
-------------------------	--

Институт	Институт электронного обучения (ИЭО)	Кафедра	
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов

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

<i>1. Стоимость ресурсов проектной работы: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	- общая сумма всех затрат на выполнение проекта составляет 223 147руб.; - в разработке проекта задействованы 2 человек: руководитель проекта, инженер-разработчик;
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- в соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность» В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность» - минимальный размер оплаты труда 2016 году составляет 6675 руб.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	- Отчисления по страховым взносам - 30% от ФОТ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения проектной работы с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	- Потенциальные потребители результатов проекта - Формирование вариантов проектного решения проблем с учетом потерь электроэнергии
<i>2. Планирование и формирование бюджета проектной работы</i>	- Планирование работ по проекту - Расчет бюджета затрат на проектирование - Расчет капитальных вложений в основные средства
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	- Определение экономической эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Линейный график проекта 2. Смета затрат 3. Структура затрат на ремонт 	
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2016г.
---	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Грахова Елена Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7100	Руденский Александр Владимирович		

7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение эффективности проекта с точки зрения его конкурентоспособности, капиталоемкости и стоимости эксплуатации.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определить потенциальных потребителей;
- выбрать и обосновать структурную схему электропривода;
- произвести планирование этапов работ;
- рассчитать бюджет проекта;
- определить экономическую эффективность проекта.

7.1. Потенциальные потребители проекта.

В нефтегазодобывающей промышленности существует проблема отбора из скважины большого количества межпластовой жидкости. В настоящее время для ее откачки применяются скважные центробежные насосы с электроприводом, которые не учитывают основные особенности объекта:

- заклинивание при попадании инородных частиц в лопасти насоса, т.е. необходима возможность расклинивания путем раскачки;

- при остановке вода начинает стекать, возникает турбинное вращение, т.е. необходима возможность запуска двигателя в любой момент, игнорируя турбинное вращение.

Разработка и внедрение частотно-регулируемого асинхронного электропривода погружного насоса позволит решить данные проблемы, а также повысит надежность работы насоса, снизит эксплуатационные затраты и расходы на электроэнергию.

Потенциальными потребителями данной разработки являются предприятия Кузбасса по добыче метана из угольных пластов, а также предприятия ЖКХ, водоснабжения, горно-химической промышленности и т.д.

7.2. Выбор и обоснование структурной (принципиальной) схемы электропривода.

Выбор структурной схемы электропривода произведем из трех вариантов:

- 1 – электропривод постоянного тока с глубоким регулированием;
- 2 – электропривод переменного тока с частотным регулированием;
- 3 – электропривод постоянного тока с неглубоким регулированием и механическим редуктором;

Таблица 4 - Сравнительная характеристика вариантов построения структурной (принципиальной) схемы

	Варианты		
	1-ый	2-ой	3-ий
1. Общее количество составных частей	2	4	6
2. Количество типов элементов	7	8	10
3. Количество оригинальных элементов	1	3	5
4. Стоимость покупных комплектующих	25446,5	19227,22	20456,7
5. Показатели надежности (межремонтный период)	316	358	378
6. Питание:			
а) вид	0,4кВ	0,4кВ	0,4кВ
б) мощность	100кВт	22 кВт	130 кВт
7. Габариты	103	123	138
8. Масса	72	90	120

Выбор структурной (принципиальной) выполним с использованием

экспертных оценок.

Для проведения оценки выбраны следующие показатели:

1. уровень капитальных вложений;
2. уровень надежности;
3. уровень обслуживания;
4. уровень затрат на эксплуатацию;
5. коэффициент мощности;

По выбранным критериям с помощью экспертов присвоен коэффициент весомости, отражение их важности (приведены в таблице 5).

Таблица 5 - Коэффициент весомости критериев

Номер критерия	1	2	3	4	5
Коэффициент весомости	0,9	0,9	0,7	0,6	0,2

Оценка обеспечения различных вариантами электроприводов выбранных качественных характеристик представлена в таблице 6

Таблица 6 - Оценка обеспечения различных вариантами электроприводов

Типы электропривода	Групповой критерий					Общая оценка качества
	0,9	0,9	0,7	0,6	0,2	
1	0,2	0,7	0,1	0,3	0,9	1,24
2	0,8	0,9	0,5	0,4	0,8	2,28
3	0,2	0,6	0,7	0,6	0,3	1,63

Общая оценка производится по сумме оценки частных критериев по каждому варианту. В качестве лучшего выбирается вариант, обеспечивающий наибольшее значение общей оценки – в данном случае 2й вариант.

Выбор технических решений на основе функционально – стоимостного анализа

Функционально – стоимостного анализа (ФСА) – метод системного

исследования функций объекта (изделия, процесса, структуры), направленный на минимизацию затрат в сферах проектирования, производства и эксплуатации при сохранении или повышении качества и экономической ценности объекта для потребителей.

С помощью ФСА решаются задачи:

Оптимизации соотношении между потребительной стоимостью и затратами (цена, эксплуатационные расходы) при проектировании и создании объекта;

Роста производительности;

Снижения себестоимости выпускаемой продукции, снижение брака и расходов по рекламациям, гарантийному обслуживанию;

Снижения эксплуатационных расходов (электроэнергии, затрат на ремонты и межремонтное обслуживание и др.).

Принципиальное отличие ФСА – применение функционального подхода. Объект ФСА рассматривается как совокупность функций, которые он выполняет. При этом под функцией понимается проявление и/или сохранение его свойств в виде действий или состояний в процессе эксплуатации.

Классификация функций

По содержанию: потребительские, эксплуатационные, эстетические, экологические, эргономические.

Область проявления: внешние и внутренние.

Роль в удовлетворении потребностей: главные и второстепенные.

Степень полезности: полезные, бесполезные (ошибки, преждевременные), вредные.

Характер проявления: необходимые реализуемые и потенциально возможные.

Внешние функции делятся на:

Главная функция – определяет название, сущность и главную цель существования объекта.

Второстепенные – отражают побочные цели создания объекта (“обеспечивает изоляцию”, “гарантирует надежность” и т.д.).

Функциональное моделирование (ФМ)

ФМ – это процесс построения и использования функциональной модели

Содержание:

Логическое описание (формулирование) функций.

Группировка функций.

Определение иерархии функций.

Описание и графическое изображение функциональных связей в виде модели.

Оценка важности функций.

Таблица 7 - Состав и классификация функций электропривода

Вид функции	Формулировка
Главная	откачивает пластовую жидкость из газовых скважин
Вспомогательная	Гарантирует надежность
Вспомогательная	Преобразует напряжение промышленной сети до оптимальной величины
Вспомогательная	Обеспечивает герметичность
Вспомогательная	обеспечивает подвод электроэнергии к электродвигателю

Любая функция объекта имеет своего материального носителя – элемент системы.

Функция, выполняемая изделием, осуществляется определенным конструктивным элементом его электрической (кинематической, компоновочной) схемы.

Изделие рассматривается как носитель совокупности функций.

Важнейшим элементом ФСА конструкции изделия является установление материальных носителей функций и их стоимостная оценка (см. таблицу 8).

Рассмотрим распределение функций и затрат для рассматриваемого изделия для которого выделены следующие функции:

- 1 – откачивает пластовую жидкость из газовых скважин
- 2 – Гарантирует надежность
- 3 – Преобразует напряжение промышленной сети до оптимальной величины
- 4 – Обеспечивает герметичность
- 5 - Обеспечивает подвод электроэнергии к электродвигателю

Таблица 8 - Материальные носители и затраты по функциям проектируемого изделия

Элементы изделия	Функции					Затраты на монтаж	Суммарные затраты у.е
	1	2	3	4	5		
Насос	О	В	В	В	-		
электродвигатель с гидрозащитой	О	В	-	В	В		
компенсатор	-	-	В	-	В		
Кабельная линия	-	О			В		
Суммарные затраты у.е	-	-	-	-	-		
Удельный вес в о.е.	947,62	386,78	193,39	193,39	116,03	96,70	1933,9285
	0,49	0,2	0,1	0,1	0,06	0,05	1

Из таблицы видно, что основная доля затрат приходится на основную функцию 947,62 усл.ед.

Стоимость каждого материального носителя можно найти методом экспертного анализа о долевом участии материального носителя в выполнении соответствующей функции.

На основе результатов такого анализа необходимо построить функционально – стоимостную диаграмму ЭП или его части рис 22.

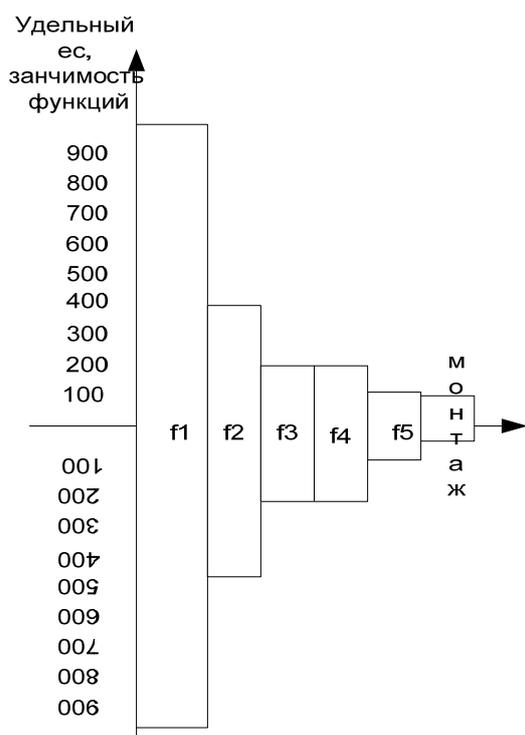


Рисунок 22 - Функционально – стоимостная диаграмма

7.3 Планирование проектных работ

Планирование проекта – это составление календарных планов выполнения комплексов работ, определение денежных средств, необходимых для их реализации, а так же трудовых и материальных ресурсов.

Основные задачи:

1. Взаимная увязка работ проекта;
2. Согласование выполнения отдельных этапов работ во времени, определение их длительности и обеспечение их выполнения в установленные сроки;
3. Определение общего объема работ и потребных для его выполнения денежных, материальных и трудовых ресурсов;
4. Распределение общего объема работ между исполнителями.

В современной практике используется два основных метода календарного планирования, различающихся характером используемой при планировании информации, методами обработки и представления ее в виде

плана (модели):

Графические методы планирования (линейное) и сетевые методы планирования и управления.

При графическом методе планирования на основе расчета трудоемкости и календарной продолжительности выполнения всех включенных в план работ с учетом их взаимосвязи и последовательности выполнения во временном масштабе (соответствующим производственному календарю планируемого года) строится графическая модель комплекса работ в виде линейной диаграммы, в которой положение и длина каждой линии характеризует дату начала (окончания) и продолжительность выполнения каждой работы. На основе линейного графика определяется общая продолжительность всего комплекса работ.

Определение трудоемкости и продолжительности работ осуществляется на основе отраслевых нормативов, типовых норм на разработку конструкторской документации, а для работ, обладающих большой неопределенностью на основе вероятностных (экспертных) методов, широко используемых в СПУ.

Разработка линейного графика должна производиться в следующей последовательности:

1. Составление перечня работ;
2. Определение трудоемкости и продолжительности работ;
3. Построение линейного графика в формате (см. таблицу 9);
4. Расчет сметы затрат

Таблица 9 - Линейный график проекта

№ п/п	Наименование работ	исполнитель	Длительность календарных дней	График работ						
				январь			февраль			март
				1 ^я	2 ^я	3 ^я	1 ^я	2 ^я	3 ^я	и т.д.
1	Разработка ТЗ	Руководитель проекта. Инженер (бакалавр) --/--								
2	Составление плана									
3	Патентный поиск									

Таблица 9 - Перечень работ.

№	Работа	Продолжительность работы, (дн.)			Исполнители проекта
		$t_{\min(ij)}$	$t_{(ij)}$	$t_{\max(ij)}$	
1	Составление ТЗ	8	10	12	Инженер
2	Разработка плана работ и технико-экономическое обоснование проекта	9	14	15	Инженер
3	Описание объекта автоматизации (модернизации)	10	12	14	Инженер
4	Кинематическая схема механизма	16	20	24	Инженер
5	Разработка структурной (принципиальной) схемы ЭП	8	10	13	Инженер
6	Расчет мощности и выбор электродвигателя	11	14	17	Инженер
7	Выбор способа регулирования скорости	13	16	19	Инженер
8	Расчет предельных характеристик системы «преобразователь-электродвигатель»	16	20	24	Инженер
9	Разработка математической модели системы АУ ЭП	20	25	30	Инженер
10	Оптимизация САР электропривода	12	15	18	Инженер
11	Разработка программы имитационного моделирования	8	10	12	Инженер

Таблица 9 - Перечень работ.

12	Вопросы безопасности и экологичности проекта	16	20	24	Инженер
13	Технико-экономические расчеты	23	28	33	Инженер
14	Составление пояснительной записки	12	15	18	Инженер
15	Разработка графического сопровождения проекта, защита проекта	18	20	22	Инженер

Длительность отдельных работ ($T_y(i,j)$) определялась по формуле:

$$T_y(i,j) = \frac{t_{i,j} \cdot k_{пер}}{C \cdot k_{в.н.} \cdot T_{см} \cdot k_{см}}, \quad (1)$$

где $t_{i,j}$ – трудоемкость выполнения работы (i,j) в нормо-час;

$k_{пер}$ – коэффициент перевода из рабочих дней в календарные,

$k_{пер}=365/250=1.46$;

C - количество работников, занятых выполнением работы (i,j);

$k_{в.н.}$ – коэффициент выполнения норм (1.1÷1.15);

$T_{см}$ – продолжительность смены ($T_{см}=8$ часов);

$k_{см}$ – коэффициент сменности.

Определение состава исполнителей проекта – исполнитель проекта 1 человек.

При определении трудовых затрат по отдельным этапам НИР и ОКР можно придерживаться следующих соотношений (см. таблицу 10).

Таблица 10 - Соотношение трудовых затрат по отдельным этапам НИР и ОКР

Этапы НИР и ОКР	Трудоемкость работ, %
Научно-исследовательские работы	
1. Разработка ТЗ	4
2. Выбор направления исследования	37
3. Теоретические и экспериментальные исследования	48
4. Обобщение и оценка результатов исследования	11
итого	100
Опытно- конструкторские работы	
1. ТЗ и технико-экономическое обоснование	5
2. Эскизный проект	15
3. Технический проект	20
4. Разработка технической документации	60
итого	100

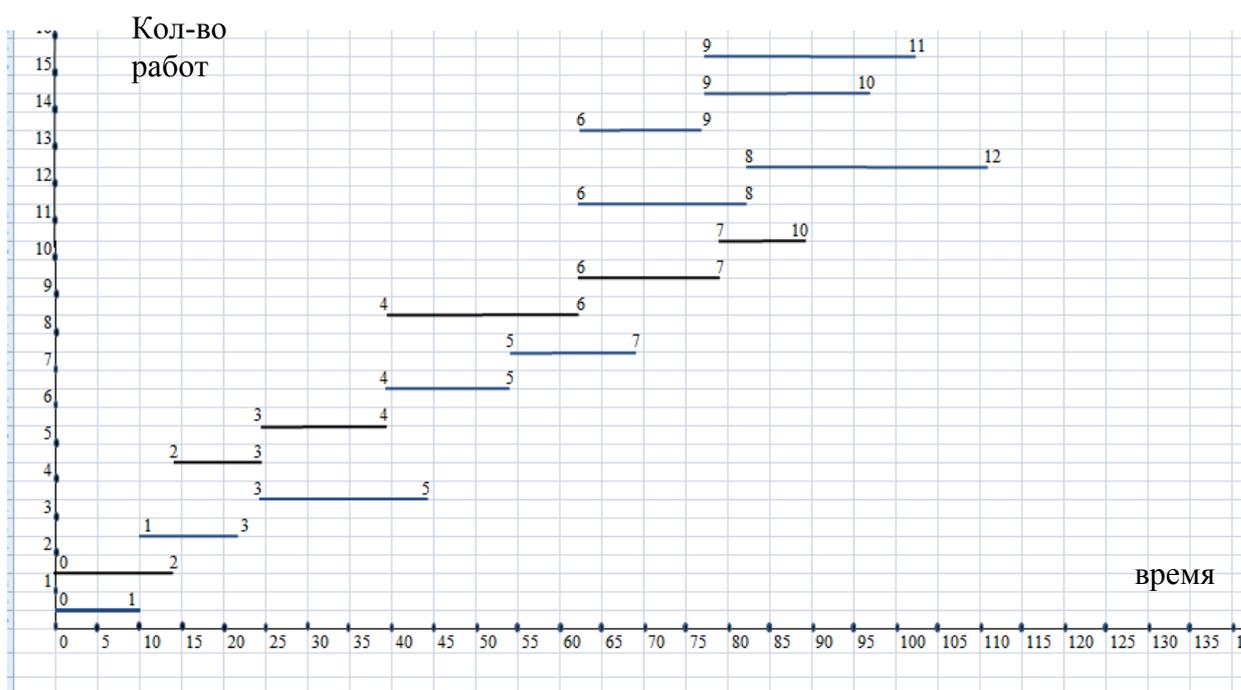


Рисунок 2 - Разработанный линейный график

Календарный план разработки проекта составлен с учетом всех выходных и праздничных дней. На разработку данного проекта потребуется 112 рабочих дней.

7.4 Бюджет проектной работы

Для составления бюджета проектной работы необходимо рассчитать следующие виды затрат:

- затраты на проектирование;
- капитальные вложения на реализацию проекта;
- расходы при эксплуатации электроприводов.

7.4.1 Расчет сметы затрат на проектирование.

Расчет сметы затрат на выполнение проекта, частью которого является ВКР, студента-дипломника, рекомендуется осуществлять методом сметных калькуляций по отдельным статьям расходов, всех видов необходимых ресурсов (таблица 11).

Таблица 11 - Смета затрат

Статьи расхода	Сумма		Примечания
	руб	%	
1. Материалы, покупные п/ф и комплектующие изделия	10000	4,48	Стенды, приборы, установки, программы
2. Специальное оборудование	15000	6,72	
3. Основная заработная плата научно-производственного персонала	60000	26,89	Трудоемкость нормо-ч, Стоимость 1-го нормо-ч.
4. Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала	9000	4,03	10÷15% от ст.3
5. ЕСН	23460	10,51	34%
6. Расходы на научные и производственные командировки	43000	19,27	
7. Расходы и услуги сторонних организаций	3450	1,55	5% от(ст.3+ст.4)

Таблица 11 - Смета затрат

8.	Накладные расходы	48000	21,51	80% от ст.3
9.	Плановая прибыль	11236,8	5,04	8% от (ст.3+4+5+8)
10.	Сметная стоимость проекта	223146,8	100,00	

По результатам расчетов построим диаграмму структуры расходов:

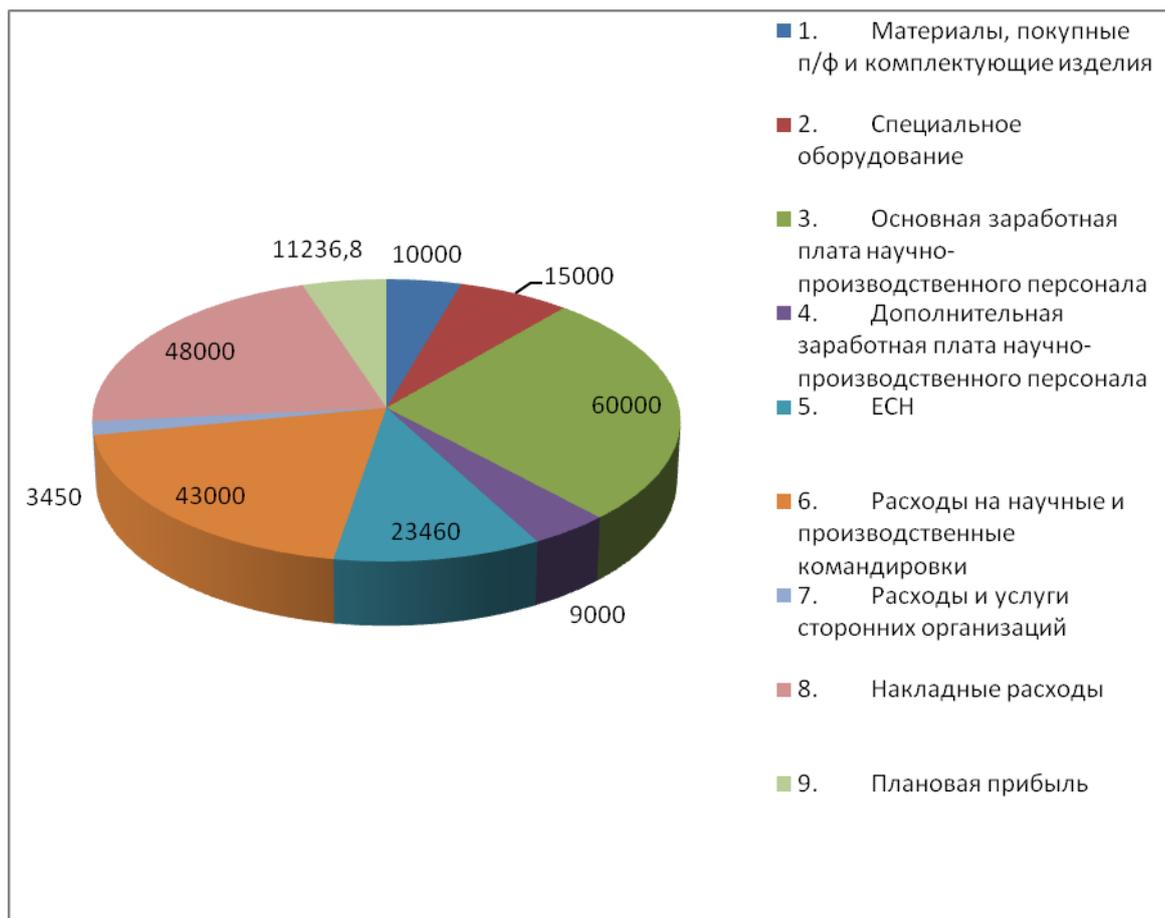


Рисунок 23 – Структура расходов

Таким образом, затраты на проектирование составили 223 147руб. Из них 92 460руб - заработная плата с отчислениями в социальные фонды, что составляет 41,4% от общей суммы затрат на проектирование.

7.4.2 Расчет капитальных вложений на реализацию проекта

Капитальные вложения (инвестиции в реальные активы предприятия)

включают:

- Затраты на предпроектные работы;
- Затраты на приобретение, доставку, установку и наладку оборудования;
- Сопряженные затраты;
- Затраты на пополнение оборотных средств.

Расчет капитальных вложений оформить в виде таблицы 12:

Таблица 12 - Бюджет инвестиций

	Общая Стоимость, руб.
I. Оборудование:	2153449
II. Стоимость монтажных и пусконаладочных работ, в % от I.Комплектный привод (6%)	129206,94
III. Транспортно-заготовительные расходы 2%(I+II)	45653,12
IV. Плановые накопления монтажной организации (6%) от II	2739,19
V. Сметная стоимость проектно конструкторских работ	223146,8
Всего затрат	2554195,046

7.4.3 Расчет расходов при эксплуатации электропривода

Эксплуатационные расходы включают следующие статьи затрат:

- Расходы на электроэнергию
- Заработная плата обслуживающего персонала
- Амортизационные отчисления
- Затраты на ремонт
- Расходы на материалы, связанные с эксплуатацией

Расчеты отдельных статей эксплуатационных расходов ведутся по формулам:

Расчет стоимости силовой электроэнергии

Силовая электроэнергия используется для питания приводов рабочих механизмов и рассчитывается по формуле:

$$W_{\text{сил.эн}} = \frac{P_{\text{уст}} \cdot F_{\text{д}} \cdot k_{\text{м}} \cdot k_{\text{в}} \cdot k_{\text{з}}}{k_{\text{ов}} \cdot k_{\text{с}}}, \quad (2)$$

где $P_{\text{уст}}$ – мощность установленного оборудования, кВт;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час;

$k_{\text{м}}$ – коэффициент одновременного использования электродвигателей (0.6-0.7);

$k_{\text{в}}$ – коэффициент использования оборудования по машинному времени (0.6-0.8);

$k_{\text{з}}$ – средний коэффициент загрузки оборудования (0.7-0.8);

$k_{\text{с}}$ – коэффициент, учитывающий потери в сети (0.92-0.95);

$k_{\text{дв}}$ – коэффициент, учитывающий потери в двигателях (0.9-0.93).

$$W_{\text{сил. Эн}} = 22 \cdot 248 \cdot 8 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,7 / (0,92 \cdot 0,9) = 13284$$

Затраты на силовую энергию в денежном выражении рассчитывается:

$$C_{\text{эл}} = W_{\text{сил.эн}} \cdot C_{\text{э}}, \quad (3)$$

где $C_{\text{э}}$ – стоимость одного кВт-часа электроэнергии для промышленных предприятий.

$$C_{\text{э}} = 2,5 \cdot 13284 = 33210 \text{ руб.}$$

Расчет амортизационных отчислений.

Годовые амортизационные отчисления рассчитываются на основе норм амортизации

$$A_{\text{год}} = K \cdot \frac{H_A}{100}, \quad (4)$$

где K – капитальные вложения в электрооборудование;

H_A – проценты отчислений на амортизацию

Электродвигатели – 9.6%

$$A_{\text{год}} = 2153449 \cdot 0,096 = 206731 \text{ руб.}$$

Издержки на ремонтно-эксплуатационное обслуживание

электроприводов.

Оборудование электроприводов (электродвигатели, генераторы, трансформаторы и т.д.) является ремонтируемым. Оно подвергается планово-предупредительным ремонтам, периодичность и объем которых регламентируется системой ППР и сетей промышленной энергетики.

Затраты на ППР электропривода

$$C_{\text{общ}} = C_{\text{зар}} + C_{\text{м}} + C_{\text{опр}} + C_{\text{охр}}, \quad (5)$$

где $C_{\text{зар}}$ – заработная плата ремонтных рабочих;

$C_{\text{м}}$ – стоимость материалов для ремонта;

$C_{\text{опр}}$ – общепроизводственные расходы;

$C_{\text{охр}}$ – общехозяйственные расходы.

Для определения составляющих затрат на ППР необходимо установить периодичность ремонтного цикла, межремонтного периода, и трудоемкость работ по ППР. По трудоемкости работ определяется зарплата энергоперсонала.

Результаты расчетов трудоемкости ППР сведем в таблицу 13.

Таблица 13 - Результаты расчетов трудоемкости ППР

	дней
Капитальный ремонт:	43
Текущий ремонт:	3
Техническое обслуживание:	1
Оборудование	15
Пускорегулирующая аппаратура	15
Итого	77

На основе трудоемкости ремонтов и техобслуживания ЭП, ведется расчет зарплаты ремонтного и обслуживающего электротехнического персонала.

Основная заработная плата 110600 руб.

Стоимость материалов для ремонта ЭП 100% от основной зарплаты без доплат.

Общепроизводственные расходы – 200% от основной зарплаты.

Общехозяйственные расходы – 80% основной заработной платы рабочих.

Результаты расчетов приведены в таблице 14, их структура отражена на рисунке 24.

Таблица 14 - Смета затрат на ремонт

	стоимость, руб.	уд.вес, %
Основная заработная плата	110600	20,83
Стоимость материалов для ремонта	110600	20,83
Общепроизводственные расходы	221200	41,67
Общехозяйственные расходы	88480	16,67
Итого	530880	100,00

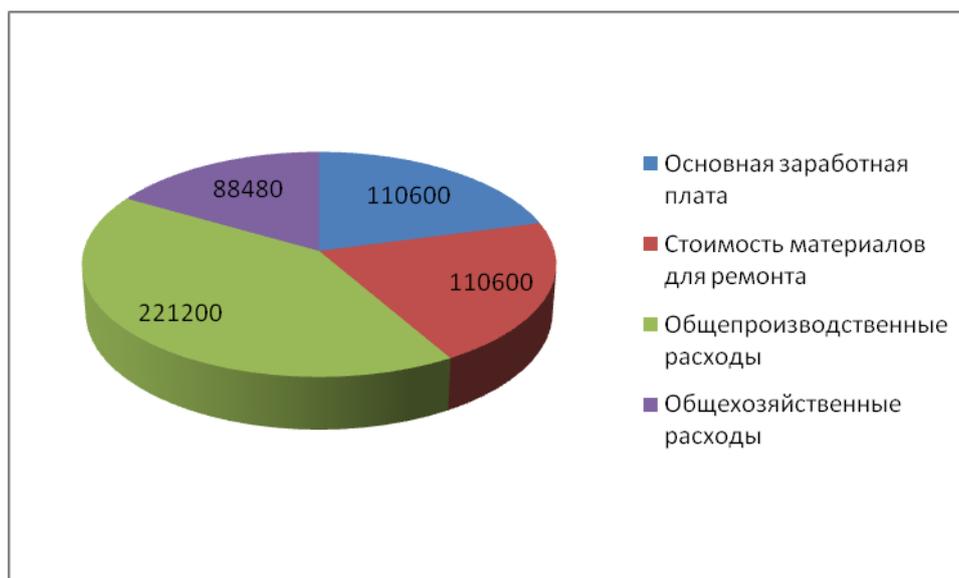


Рисунок 24 – Структура затрат на ремонт

Таким образом, мы определили, что общепроизводственные расходы составляют в смете затрат на ремонт наибольшую долю.

В результате расчёта бюджета проекта мы получили следующие значения:

- затраты на проектирование - 223 147руб, наибольшую долю из которых составляет заработная плата с отчислениями;

- инвестиционные расходы - 2 554 195руб, наибольшую долю из которых составляют затраты на приобретение оборудования;

- эксплуатационные расходы составили 530 880руб, наибольшую долю из которых составляют общепроизводственные расходы.

7.5 Определение экономической эффективности проекта

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{р.}i}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (6)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{\text{р}i}$ – стоимость i -го варианта исполнения включая ПНР ;

$$\Phi_{\text{р}1} = \Phi_{\text{max}} = 25\,447 + 129\,207 = 154\,654 \text{ руб}$$

$$\Phi_{\text{р}2} = 19\,227 + 129\,207 = 148\,434 \text{ руб}$$

$$\Phi_{\text{р}3} = 20\,457 + 129\,207 = 149\,664 \text{ руб}$$

Φ_{max} – максимальная стоимость всего проекта

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{\Phi_{\text{р}1}}{\Phi_{\text{ПНР}}} = \frac{154654}{154654} = 1$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{\Phi_{\text{р}2}}{\Phi_{\text{ПНР}}} = \frac{148434}{154654} = 0,95$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}3} = \frac{\Phi_{\text{р}3}}{\Phi_{\text{ПНР}}} = \frac{149664}{154654} = 0,96$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах.

Интегральный показатель ресурсоэффективности определяется следующим образом:

$$I_{\text{р}i} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (7)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 15), где Исп.1 - электропривод постоянного тока с глубоким регулированием; Исп.2 - электропривод переменного тока с частотным регулированием; Исп.3 - электропривод постоянного тока с неглубоким регулированием и механическим редуктором

Таблица 15 Сравнительная оценка вариантов исполнения

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Расклинивание насоса	0,20	4	5	3
2. Игнорирование турбинного вращения	0,20	4	5	3
3. Ремонтопригодность	0,15	5	5	4
4. Энергосбережение	0,15	5	5	5
5. Надежность	0,20	3	4	3
6. Материалоемкость	0,10	3	4	3
ИТОГО	1	4	4,7	3,45

$$I_{p-исп1} = 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,1 = 4;$$

$$I_{p-исп2} = 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,1 = 4,7;$$

$$I_{p-исп3} = 3 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,1 = 3,45.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{р-исп1}}{I_{финр}} = \frac{4}{1} = 4$$

$$I_{исп.2} = \frac{I_{р-исп2}}{I_{финр}} = \frac{4,7}{0,95} = 4,94$$

$$I_{исп.3} = \frac{I_{р-исп3}}{I_{финр}} = \frac{3,45}{0,96} = 3,59$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см. табл. 16) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp1} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп. max}} = \frac{4}{4,94} = 0,8$$

$$\mathcal{E}_{cp2} = \frac{I_{исп.2}}{I_{исп. max}} = \frac{4,94}{4,94} = 1$$

$$\mathcal{E}_{cp3} = \frac{I_{исп.3}}{I_{исп. max}} = \frac{3,45}{4,94} = 0,69$$

Таблица 16. Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,95	0,96
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4	4,7	3,45
3	Интегральный показатель эффективности	4	4,94	3,59
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,8	1	0,69

Сравнение значений с позиции финансовой и ресурсной эффективности указывает на второй вариант исполнения, как наиболее эффективный.

Заключение

В результате проведённого сравнения 3х вариантов исполнения выбран вариант электропривода переменного тока с частотным регулированием. Выбор производился с использованием экспертных оценок и функционально-стоимостного анализа. Для предпочтительного варианта исполнения произведено планирование проектной работы и оставлена смета затрат, а так же рассчитаны капитальные вложения и расходы на эксплуатацию, которые составили 2 554 195 руб и 530 880руб соответственно. Для сравнения финансовой и ресурсной эффективности произведен расчет таких показателей, как интегральный финансовый показатель разработки, интегральный показатель ресурсоэффективности разработки, интегральный показатель эффективности, сравнительная эффективность вариантов исполнения. Полученные значения данных показателей подтвердили целесообразность эффективности выбранного варианта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе выполнено:

1. Выбор погружного центробежного насоса;
2. Также произведен выбор и расчет параметров погружного электродвигателя.
3. С помощью программы Matlab 7.0. исследована математическая модель погружного асинхронного электродвигателя во вращающейся системе координат, так и в неподвижной. При создании модели двигателя производились следующие общепринятые допущения: автономный инвертор напряжения является идеальным и представляется апериодическим звеном, то есть напряжение на его выходе строго синусоидальной формы; магнитная система двигателя не насыщена; потери в стали не учитываются; рассматривается трехфазный симметричный режим работы.
4. Исходя, из мощности электродвигателя и технических требований был выбран преобразователь частоты фирмы Электон.
5. В программе Matlab 7.0. была смоделирована работа асинхронного погружного электродвигателя с векторным управлением.
6. Проанализировав графики переходных процессов можно сделать вывод, что спроектированный асинхронный электропривод погружного насоса удовлетворяет техническим требованиям.
7. Также был выполнен расчет кабельной линии и выбор трансформатора для питания погружного насоса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

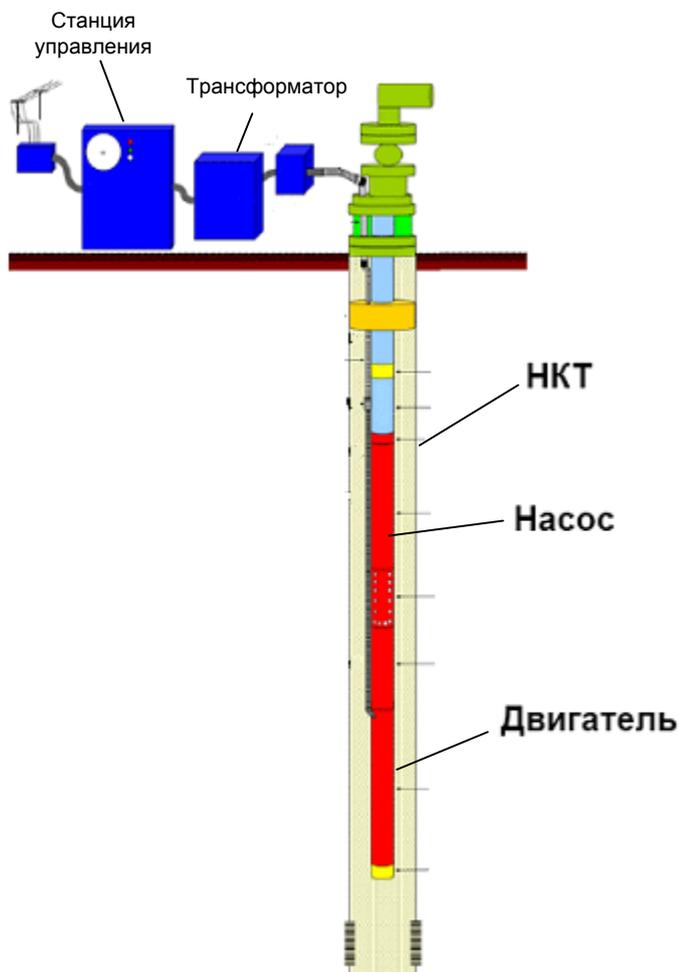
1. Антонова З.Г. – Практикум в бизнеспланировании. Учебное пособие. Томск: Изд. ТПУ, 1999. – 124 с.
2. Ланграф С. В. – реферат по специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы» на тему «Системы управления асинхронным электроприводом переменного тока».
3. Гарганеев А.Г., Каракулов А. С., Ланграф С. В., Нечаев М. А. Опыт разработки преобразователя частоты для асинхронного электропривода общепромышленного применения//Электротехника.2005№9.с.23-26
4. Булгаков А.А.– Частотное управление асинхронными электродвигателями.– М., «Наука», 1966 г., 298с.
5. Башарин А. В., Новиков В. А., Соколовский Г. Г. - Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. – Л.: Энергоиздат, 1982 г., 392 стр.
6. Бочарников В. Ф; Погружные скважинные центробежные насосы с электроприводом: Учебное пособие. — Тюмень; Издательство «Вектор Бук», 2003.- 336 с.
7. Шрейнер Р. Т., Дмитренко Ю. А. - Оптимальное частотное управление асинхронными электроприводами. – Кишинёв, «Штиинца», 1982 г., 328 стр..
8. Чернышев А.Ю., Чернышев И.А. – Расчёт характеристик электроприводов переменного тока. Ч1.Асинхронный двигатель.: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ ,2005 – 136с.
9. Сарбатов Р. С., Сандлер А. С. – Автоматическое частотное управление асинхронными двигателями. – М., «Энергия», 1974 г.
10. Ланграф С.В. – Асинхронный электропривод, методическое пособие, Томск, 2003 г.
11. Герман-Галкин С.Г.«Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0», Учебное пособие.– Спб.: КОРОНА принт, 2001

12. Ключев В. И. Теория электропривода: Учеб. Для вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 704 с.: ил.
13. Криницына З.В., Кудинова А.С., Тарновская Л.И., Ясельская А.И. – Производственный менеджмент. Учебное пособие Томск:Изд.ТПУ, 2002. – 162с.
14. Шрейнер Р. Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. Екатеринбург. УРО РАН, 2000, 654 с.
15. НПБ 105-03 нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений и зданий по взрывоопасной и пожарной опасности.
16. Белов М.П., Новиков В.А., Рассудов Л.Н., Сушников А.А. Автоматизированный электропривод – современная основа автоматизации технологических процессов//Электротехника №5, 2003. – 12-16с.
17. Мощинский Ю.А., Беспалов В.Я., Кирякин А.А. Определение параметров схемы замещения машины по каталожным данным // Электричество, 1998, №4, с. 38 – 42.
18. Автоматизированный электропривод промышленных установок. Под ред. Г.Б. Онищенко. – М.: РАСХН – 2001. – 520 с.: ил.
19. Удут Л. С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование и исследование электроприводов. Часть 1. – Введение в технику регулирования линейных систем. Часть 2. – Оптимизация контура регулирования: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2000. – 144 с.
20. Чернышев А.Ю., Ланграф С.В. Исследование систем векторного управления асинхронным двигателем. Методические указания к выполнению лабораторных работ. – Томск: Изд. ТПУ, 2002. – 22с.
21. Дьяков В.И. Типовые расчеты по электрооборудованию. - М.: "Высшая школа", 1990. - 160 с.: ил.
22. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2003 г.

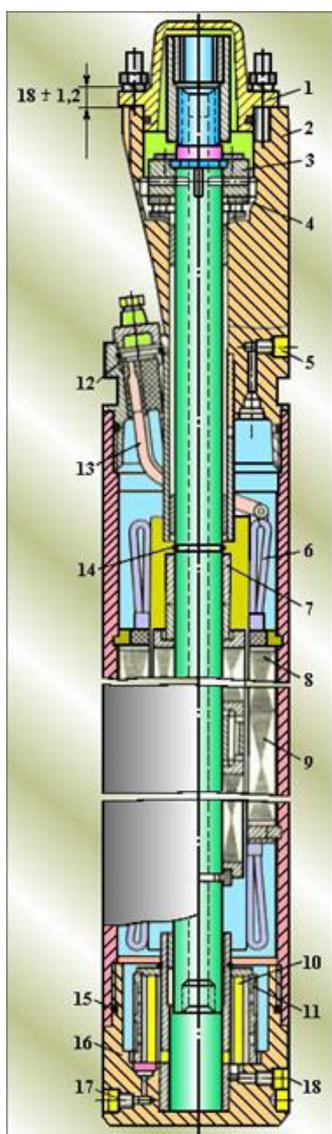
23. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Функционально-стоимостный анализ. Экскурс в историю. "Методы менеджмента качества" №7 2002 г.
24. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие / Под ред. М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчика. - М.: Энергия, 1980. - 175 с.
25. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006. – 399 с.

Приложение А
Графический материал

Установка электропривода центробежного насоса.

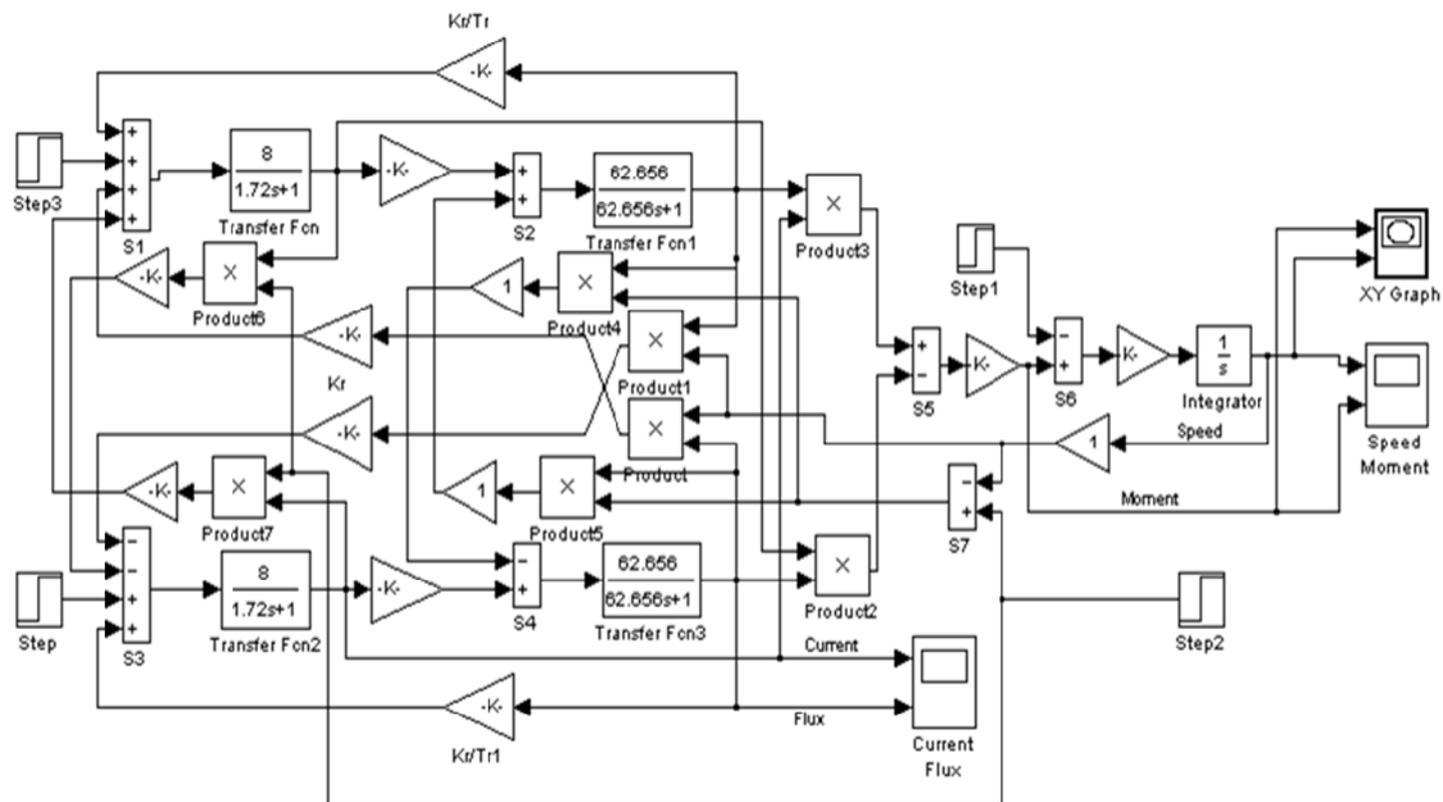


Погружной электродвигатель..



- 19. Крышка.
- 20. Головка
- 21. Пята
- 22. Подпятник
- 23. Пробка
- 24. Обмотка статора
- 25. Втулка
- 26. Ротор
- 27. Статор
- 28. Магнит
- 29. Фильтр
- 30. Колодка
- 31. Кабель с наконечником
- 32. Кольцо
- 33. Кольцо уплотнительное
- 34. Корпус
- 35. Пробка
- 36. Пробка

Имитационная модель ЭПво вращающейся системе координат.



Технические данные и характеристики ПЭДТН22-103В5

$P_n = 22$ кВт, - номинальная мощность двигателя;

$U_n = 700$ В, - линейное напряжение;

$n_n = 3000$ об/мин, - синхронная частота вращения;

$s_n = 5.8\%$, - номинальное скольжение;

$\eta_n = 81\%$, - коэффициент полезного действия в режиме номинальной мощности (100%-я нагрузка);

$\cos \varphi_n = 0.879$ - коэффициент мощности в режиме номинальной мощности;

$L_s \cong L_r = 0.169$ Гн - индуктивность статора и ротора;

$L_{ls} \cong L_{lr} = 2.693 \cdot 10^{-3}$ Гн - индуктивность рассеяния статора и ротора;

$L_m = 0.166$ Гн - взаиминдукция;

$J = 0.32$ кг·м² - момент инерции электродвигателя;

$k_l = \frac{I_n}{I_n} = 6$ о.е., - кратность пускового тока;

$k_n = \frac{M_n}{M_n} = 1.8$ о.е., - кратность пускового момента;

$k_{max} = \frac{M_k}{M_n} = 2.2$ о.е., - кратность максимального момента;

$k_{min} = \frac{M_{min}}{M_n} = 1.4$ о.е., - кратность минимального момента;

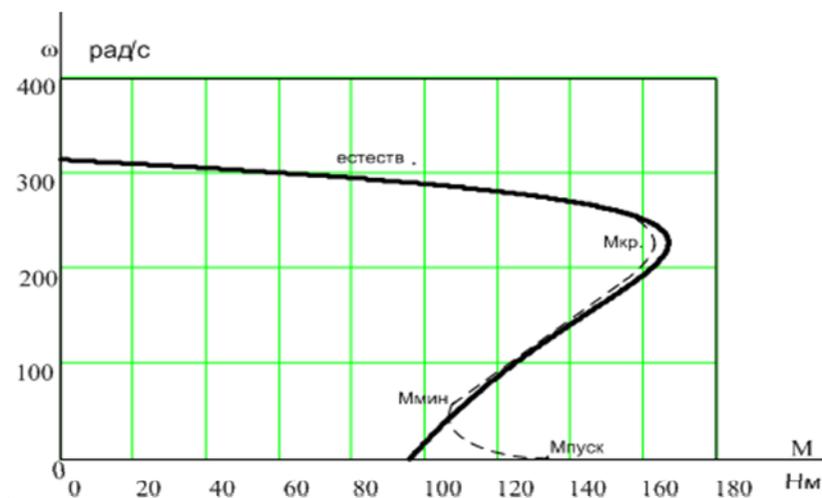
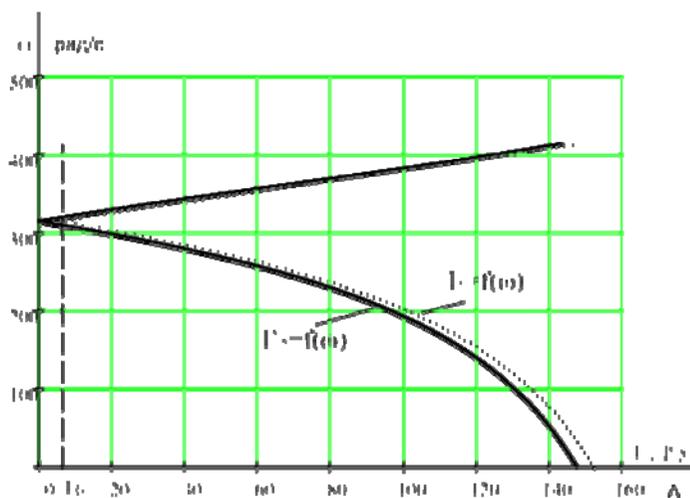
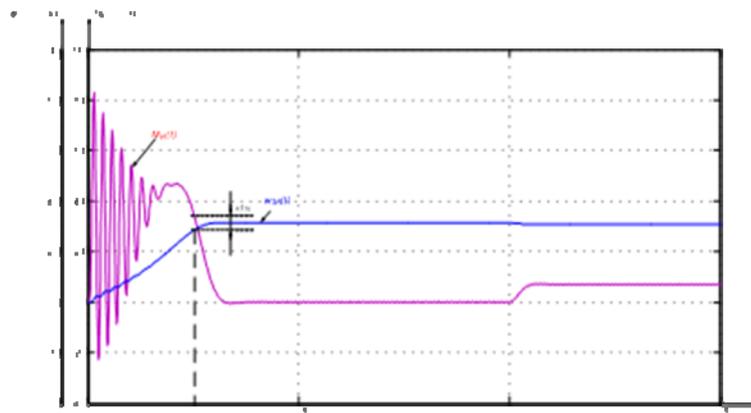


График переходного процесса пуска



Динамическая механическая характеристика

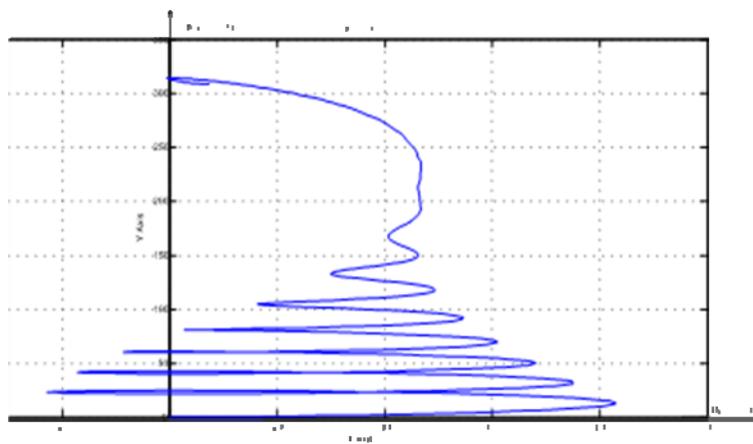


График переходного процесса пуска с задатчиком

ИНТЕНСИВНОСТИ

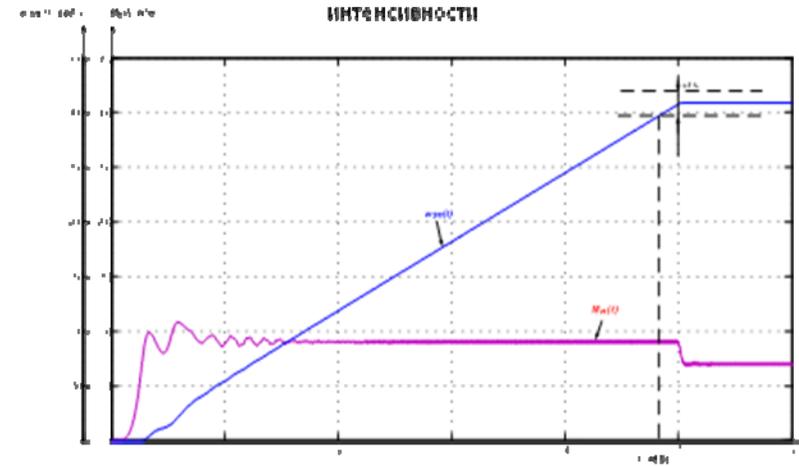
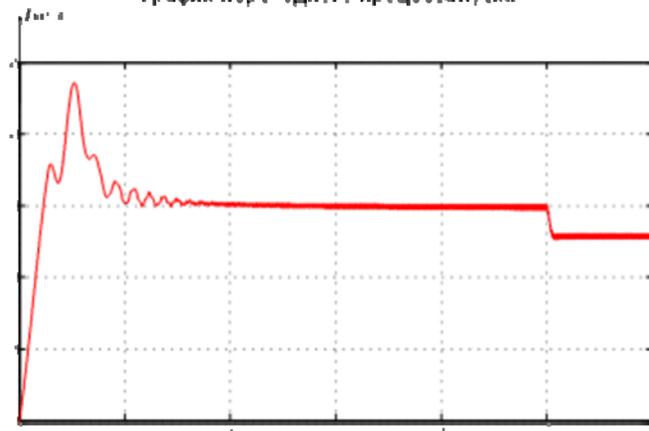


График переходного процесса пуска



Структура расходов

