

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 90с., 12 рис., 11табл., 27 источников, 6 прил.

Ключевые слова: Синхронный генератор, беспазовое исполнение, постоянные магниты, ротор, воздушный зазор.

Объектом исследования является автономный скважинный генератор беспазового типа

Цель работы – выполнить расчет автономного скважинного генератора для забойной телеметрической системы

В процессе исследования проводились электромагнитный расчет, выполнена специальная, технологическая и экономическая части, а также глава, посвященная вопросам безопасности жизнедеятельности.

В результате исследования было выяснено, что расход материалов и трудоемкость при изготовлении машины должны быть наименьшими, а при эксплуатации машина должна обладать наилучшими показателями.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Номинальная мощность $P = 300 \text{ Вт}$., номинальное напряжение $U = 24 \text{ В}$; частота вращения $n = 3000 \text{ об/мин}$;

Рекомендован для использования в системе питания забойной телеметрической системы

Область применения: Автономный скважинный генератор применяется в системе инклинометрической буровой.

Анализ экономических показателей говорит о том, что производство генераторов в объеме 2000 штук в год обеспечивает достаточное повышение выручки от реализации продукции над затратами по производству.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word2007 на белой бумаге формата А4.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время, когда научно-технический прогресс требует повсеместной автоматизации производственных процессов, необходимо создавать электрические машины с характеристиками, которые будут удовлетворять требованиям различных отраслей промышленности и эксплуатироваться в различных условиях. Создание электрической машины включает в себя следующие мероприятия:

1. Проектирование
2. Изготовление
3. Испытание

В автономных установках наибольшее применение нашли синхронные генераторы. В настоящее время на замену синхронным генераторам переменного тока с электромагнитным возбуждением, приходят магнитоэлектрические генераторы. В этих машинах роль индуктора выполняет постоянный магнит. Успехи в разработке новых материалов постоянных магнитов с большой удельной магнитной энергией постоянно расширяют диапазон мощностей, в котором по массогабаритным и эксплуатационным характеристикам они стали конкурентоспособными по отношению к генераторам с электромагнитным возбуждением. Магниты получают на основе сплавов редкоземельных металлов, таких как неодим и самарий. Существует большое количество смесей и сплавов с использованием этих элементов, но наиболее часто используются сплавы Nd-Fe-B и Sm-Co.

Неодимовый или как их еще называют редкоземельный магнит из неодима NdFeB — это мощный постоянный из сплава неодим (Nd) — железо (Fe) — бор (B). Основные достоинства данного сплава:

1. Высокая стабильность и стойкость к размагничиванию
2. Относительно низкая коррозионная стойкость
3. Относительно высокая стойкость к механическим воздействиям
4. Рабочая температура до 180°C

5. Высокие значения коэрцитивных сил по индукции и намагниченности

В связи с особенностями характеристик редкоземельных магнитов, в большинстве случаев наилучшие массогабаритные показатели и других выходных параметров удастся получить при использовании беспазовых статоров.

В данном дипломном проекте рассматриваются задачи проектирования автономного скважинного генератора для забойной телеметрической системы беспазового типа с постоянными магнитами на основе Nd-Fe-B, к которому предъявляются жесткие требования по габаритным размерам. Принцип работы генератора – преобразование энергии промывочной жидкости в электрическую и питания электроэнергией автономных скважинных геофизических и навигационных приборов в процессе бурения.

3. Специальная часть

В качестве специальной части дипломной работы, было принято решение, подтвердить численным методом расчет магнитных полей синхронного генератора, при помощи программы ELCUT, разработанной НПКК “ТОР”, г. Санкт-Петербург.

Для расчета электромагнитных полей есть несколько методов и наиболее распространенные из них:

- графоаналитический;
- аналитический;
- численный.

Графоаналитический метод основан на построении картины распределения вектора магнитной индукции в виде силовых трубок, которые описываются аналитическими уравнениями, каждая в отдельности. Достоинства данного метода - это простота расчета магнитного поля при сложных конфигурациях границ. К недостаткам графоаналитического метода можно отнести, низкую точность, которая обусловлена априорным построением картины магнитного поля и заменой реальных дифференциальных уравнений Максвелла эквивалентными интегральными уравнениями предполагающими постоянство значений вектора магнитной индукции в силовой трубке.

Аналитический метод основанный на математическом расчете уравнений скорректированном с помощью эмпирических поправок, позволяет осуществлять анализ работы самых разнообразных электромеханических устройств. Аналитический метод целесообразнее использовать на этапе проектного расчета для получения аналитических выражений для вектора магнитной индукции и индуктивных обмоток. Наиболее распространенный аналитический метод решения уравнений для определения вектора магнитного потенциала является использование метода разделения переменных с использованием гармонического анализа. Векторный магнитный потенциал, а также векторы плотности тока намагниченности представляются в виде

произведения двух функции каждая из которых зависит только от одной координаты.

С развитием электронно-вычислительной техники все большее распространение получил численный метод, основанный на моделировании с помощью различных вычислительных программ, процессов функционирования проектируемых объектов, то есть исследование объекта путем создания его модели и оперирования ею с целью получения информации об объекте. Численное решение уравнений поля, т.е. расчет поля с помощью различных вычислительных программ, основанных, например, на методах конечных разностей, конечных элементов и других, позволяет практически без каких-либо упрощающих допущений с высокой точностью рассчитать распределение поля в любом электромеханическом устройстве.

Elcut – это компьютерная программа для проведения инженерного анализа и двумерного моделирования методом конечных элементов (МКЭ). Метод конечных разностей использует замену дифференциальных уравнений конечно-разностными уравнениями. Основной недостаток этого метода – сложность точного описания границ и оптимального наложения на область расчета конечно-разностной сетки. Применительно к задачам электромеханики МКЭ позволяет рассчитывать электрические, магнитные, температурные и другие поля. Основная идея МКЭ состоит в том, что любую непрерывную функцию, такую, как векторный или скалярный магнитный потенциал, индукцию, температуру и т.п., можно аппроксимировать дискретной моделью, которая строится на множестве кусочно-непрерывных функций, определенных на конечном числе подобластей. Компьютерное моделирование и численный анализ в промышленности позволяет избежать дорогостоящих и длительных натурных испытаний, ускоряет, дополняет и иллюстрирует процесс проектирования и разработки, способствует развитию инженерной интуиции. Число узлов расчетной сетки полной версии программы может быть достаточно большим и ограничивается только размером оперативной памяти компьютера.

Для получения модели исходные данные были взяты из аналитического метода проектирования, в соответствии с произведенными расчетами.

Внешний диаметр статора $D_a = 0.054$ м

Высота спинки статора $h_a = 0.004$ м

Внутренний диаметр статора $D_i = 0.026$ м

Наружный диаметр кольцевого магнита $D_{MH} = 0.023$ м

Диаметр вала $D = 0.001$ м

Для построения геометрической модели в программе ELCUT была построена упрощенная модель скважинного генератора в программе T-Flex. В реальной модели ротор машины бандажируется и так как бандаж имеет магнитную проницаемость как у воздуха, он не был изображен. Поперечного разреза достаточно для того чтобы оценить магнитные поля.

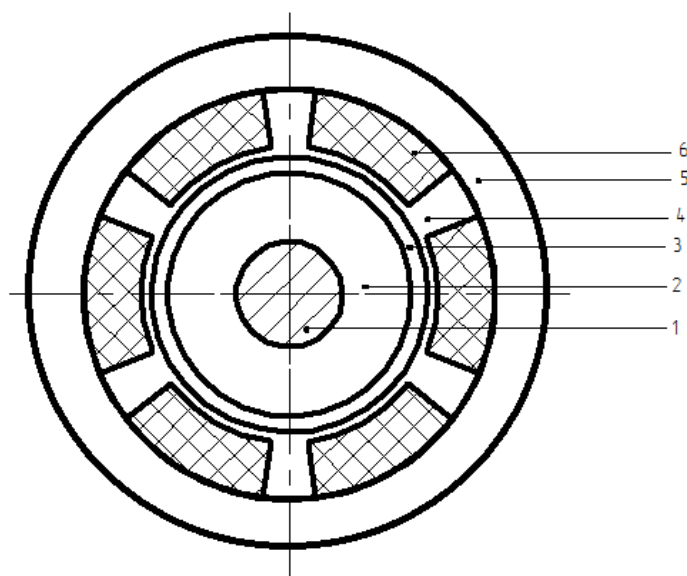


Рис. 3.1 – Поперечный разрез синхронного генератора:

1. вал;
2. магниты;
3. воздушный зазор;
4. гильза;
5. ярмо статора;
6. обмотка статора.

При помощи экспортирования, полученный разрез синхронного генератора помещен в программную среду ELCUT приложение «магнитостатика». Модуль магнитостатика предназначен для расчёта магнитного поля постоянных токов и/или постоянных магнитов с учётом насыщения ферромагнитных материалов. Была задана магнитная проницаемость материалов, направление намагниченности магнитов, разложена обмотка статора, обозначено направление протекания токов. Согласно существующим рекомендациям указаны граничные условия модели и параметры расчетной сетки. При раскладке получили силовые линии магнитного поля и направление векторов, которые подтверждают правильность данных раскладки обмотки.

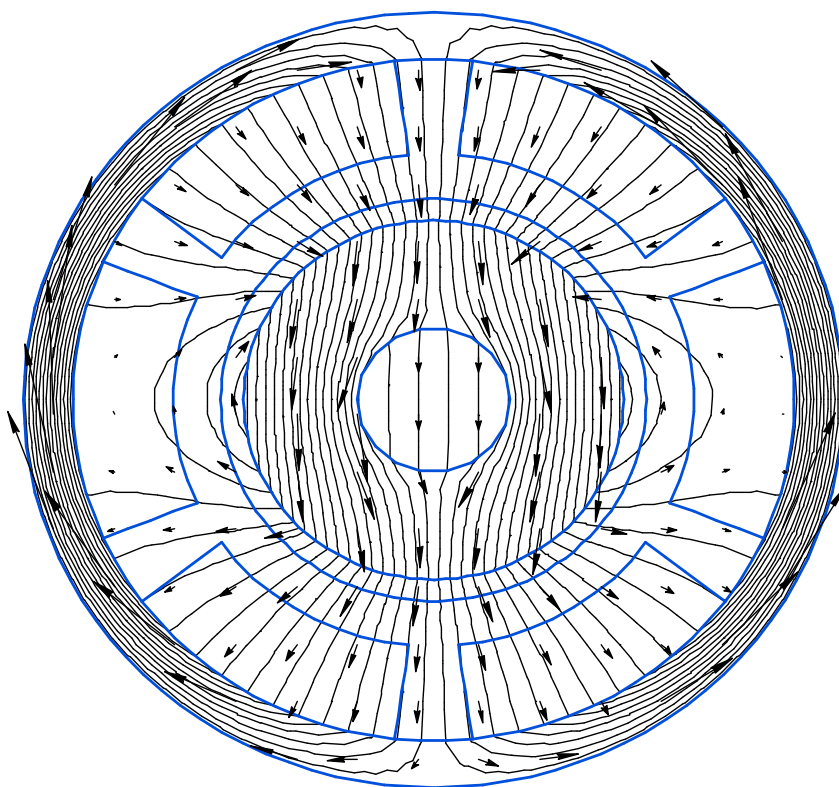


Рис. 3.2– Силовые линии магнитного потока

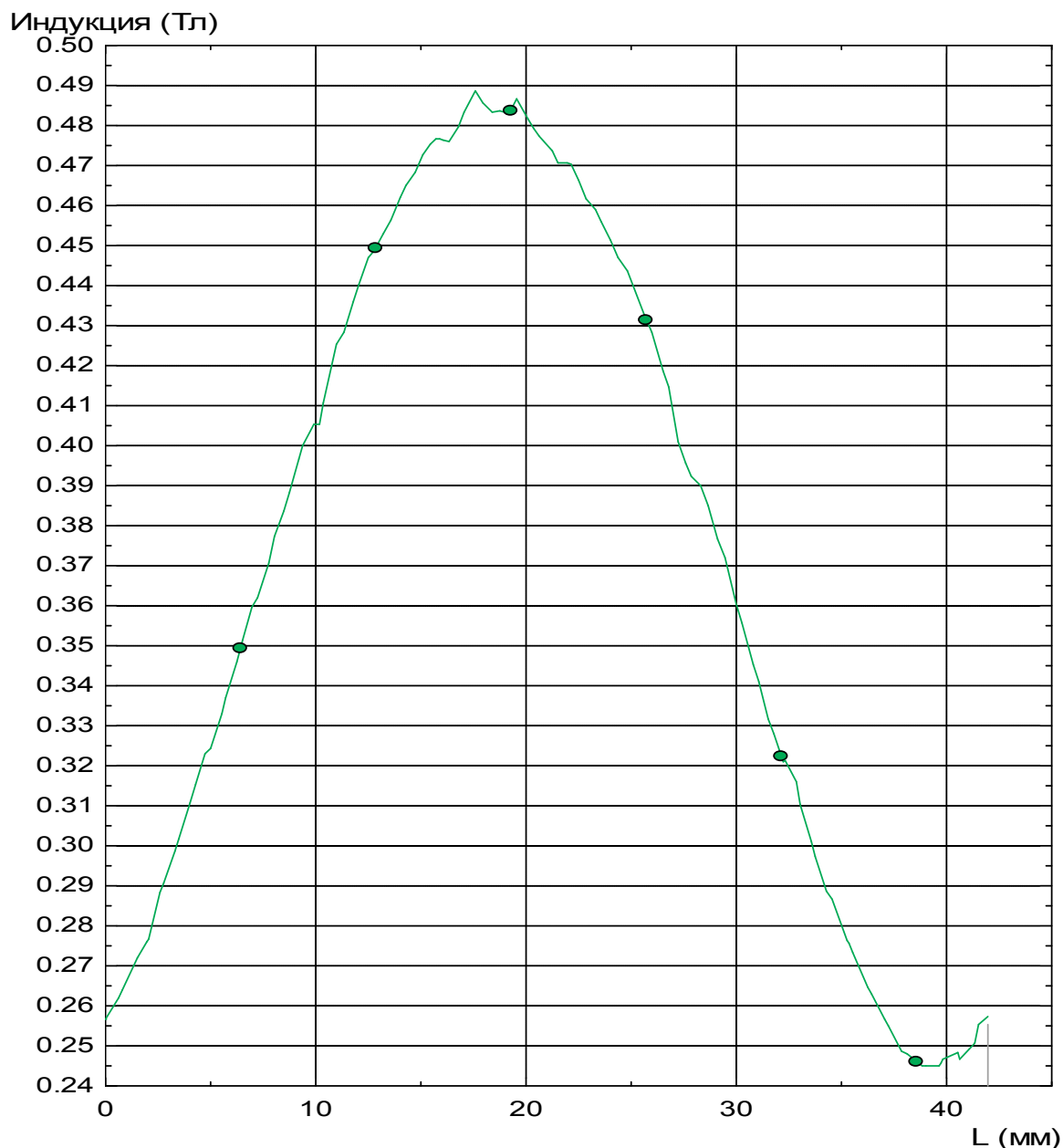


Рис. 3.3 – Индукция в воздушном зазоре машины

Следующим этапом стало, получение картины распределения магнитного поля. В зоне ярма индукция не превышает 1,7 Тл, что полностью подтверждает расчеты по аналитическому методу. Так как в ELCUT мы не можем получить распределение магнитных полей в динамическом состоянии, то данное поле получилось в определенный срез времени, в нашем случае в блоке «Магнит» направление магнита было уставлено 90°град.

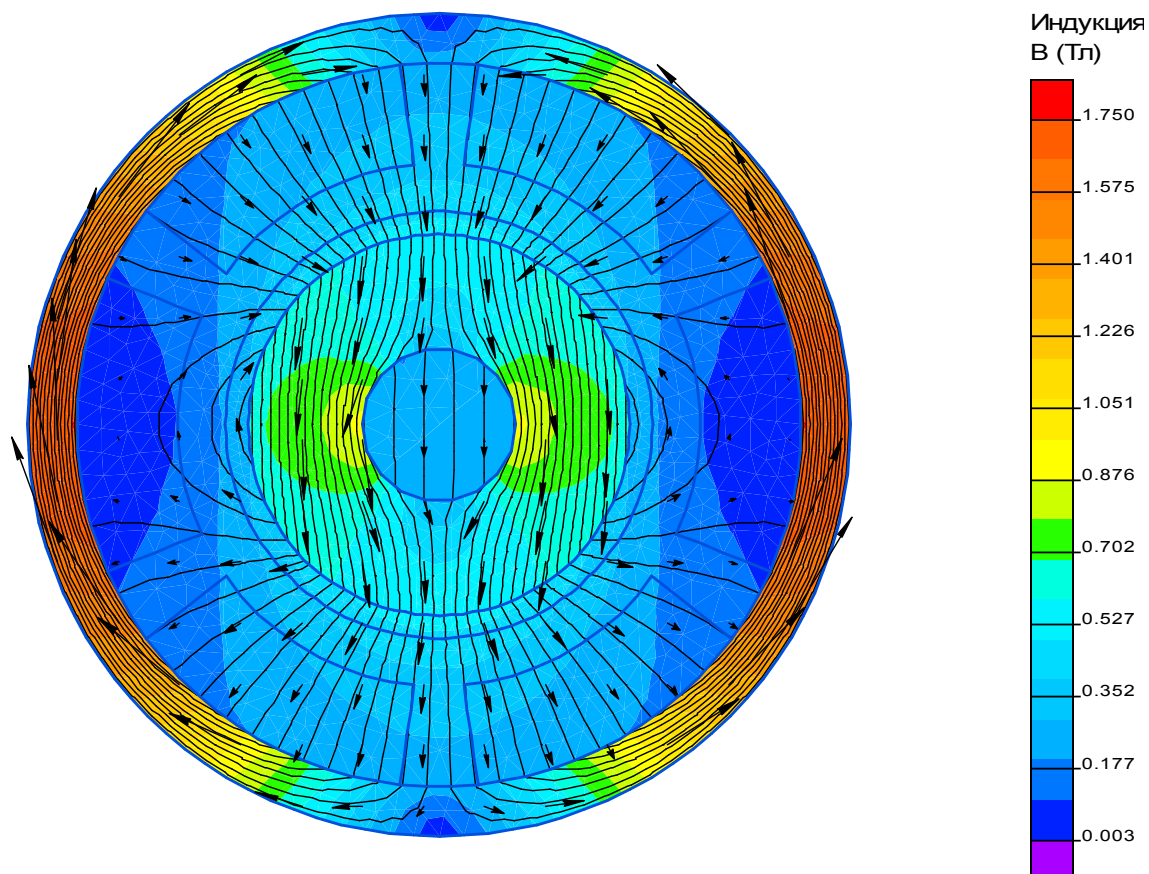


Рис. 3.4 – Распределение магнитного поля.

Заключение

В данной дипломной работе был спроектирован синхронный магнитоэлектрический генератор с постоянными редкоземельными магнитами на основе неодима Nd-Fe-B.

В ходе электромагнитного расчёта была решена задача, поставленная ранее, а именно получить генератор при заданных параметрах:

1. Мощность – 300 Вт.
2. Частота вращения – 3000 об./мин.
3. Общая длина генератора не более 300 мм.
4. Наружный диаметр статора не более 54 мм.
5. Число пар полюсов $2p=2$
6. Температура в скважине при забое 140°C

Длина активной части была выбрана $l_c=0.150$ м. С учетом температур, в которых будет работать данный генератор, были выбраны магниты класса Г с коэрцитивной силой $H_c=680$ кА/м.

При заданных параметрах был получен генератор с КПД $\eta=91\%$. Расчет был подтвержден экспериментально, с использованием программы ELCUT и величина индукции в ярме не превысила значения в 1,7 Тл.

Получение значение при тепловом расчете $\Delta\theta_1=42.7^{\circ}\text{C}$ показывает, что класс изоляции F(155°C) для данной машины был выбран верно.

В ходе механического расчета был спроектирован вал для генератора, общая длина которого не превышает 300 мм. Самым нагруженным сечением является сечение $\sigma_{npC}=3.4\cdot 10^7$ Па, что не превышает предела текучести ст45. При диаметре шейки вала $d_2=9$ мм., были выбран подшипники легкой серии 1000089.

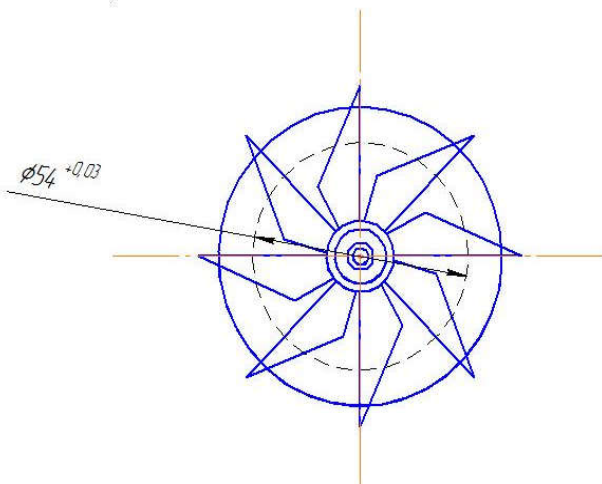
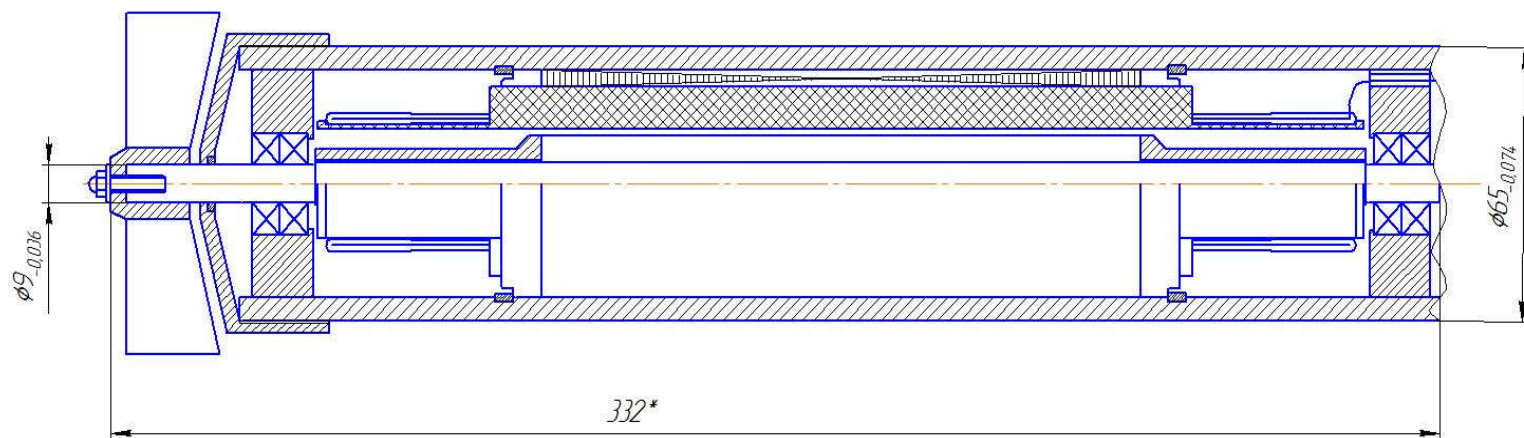
Разработан технологический процесс сборки синхронного генератора, проанализированы исходные данные, оценена технологичность конструкции. Составлена схема сборки синхронного генератора и его маршрутная карта устанавливающая последовательность и содержание операций. Выбрано оборудование, а также произведен расчет норм времени и количества

оборудования. Построен график загрузки оборудования. Разработанный технологический процесс соответствует нормам и техническому заданию.

В разделе «Социальная ответственность» проведён анализ опасных и вредных факторов, возникающих в процессе сборки генератора. Рассмотрены вопросы техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности. Проведён расчёт освещения светильниками ПВЛ с мощностью лампы 2х40Вт для участка.

Спроектированный синхронный генератор с постоянными магнитами удовлетворяет требованиям, определённым заданием и готов для производства.

ФЮРА 525315.001 СБ



1. * Размеры для справок.
2. Наружные обрабатываемые поверхности, выступающие концы вала консервировать смазкой пушечной ГОСТ 19537-83
3. Покрывать наружные поверхности, кроме крепежа и вала ротора эмалью алкидной матовой "Кронос-спринт" синей RAL 1021 ТУ 2312-051-20504464-2002
4. Допуск на установочно-присоединительные размеры по ГОСТ 8592-79

				ФЮРА 525315.001 СБ		
Изм./лист	№ докум.	Подп.	Дата	Генератор скважинный		
				Лит	Масса	Масштаб
				у	3,42	1:1
Разраб.	Иванюшкин СС			Лист 1		
Проб.	Киселев А.В.			ТПУ ИИЭО гр. К-7302		
Т.контр.	Баранов П.Р.					
Н.контр.				Формат А3		
Утв.						

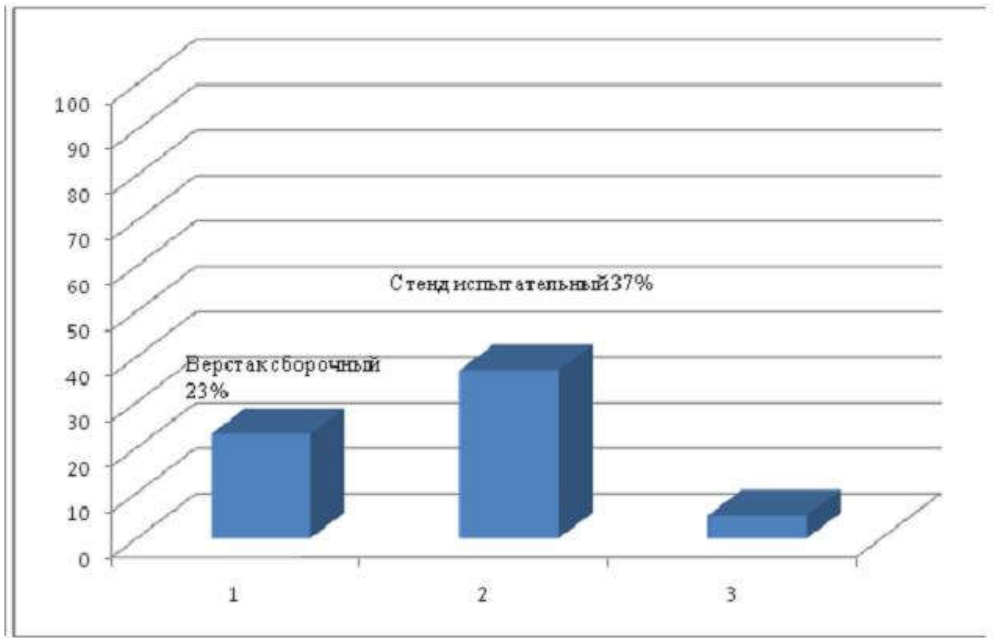
Копировал

Формат А3

Перв. примен.	ФЮРА 525315.001			
Стрел. №				
Подп. и дата				
Инв. № дудл.				
Взам. инв. №				
Подп. и дата				
Инв. № подл.				

ФЮРА 525315.001			
График загрузки оборудования			
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Иванюшкин С.С.		
Пров.	Киселев А.В.		
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.			

Лит.	Масса	Масштаб
у		
Лист	Листов 1	
ТПУ ИнЭО		
гр. К-7302		



Копировал

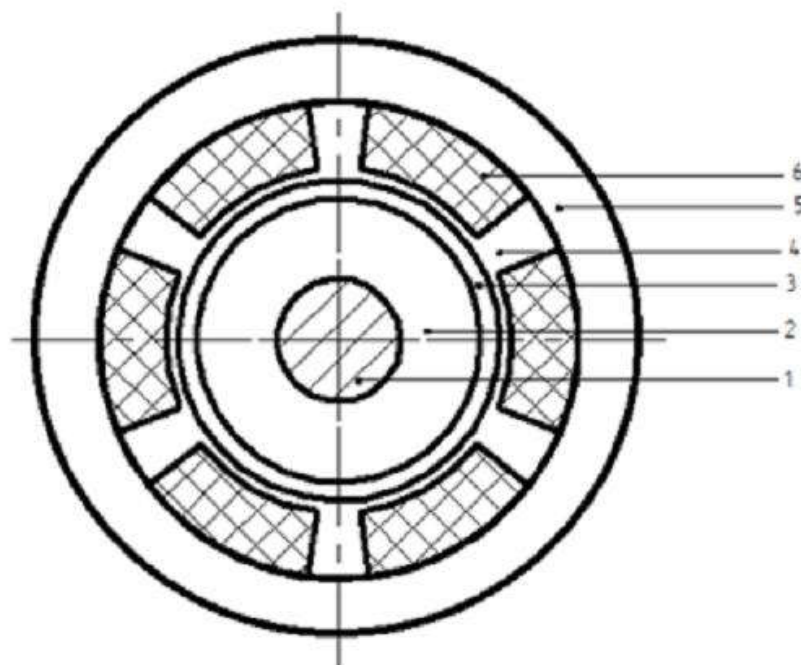
Формат А4

Формат А4

ФЮРА 525315.001

Перв. примен.

Справ. №



1. Вал ст.45
2. Неодимовый магнит Нс=680 кА/м
3. Воздушный зазор
4. Гильза материал стеклолента
5. Обмотка
6. Статор материал сталь холоднокатаная
анизотропная 2013

Подп. и дата

Изм. № доп.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Иванюшкин С.С.		
Проб.		Киселев А.В.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ФЮРА 525315.001

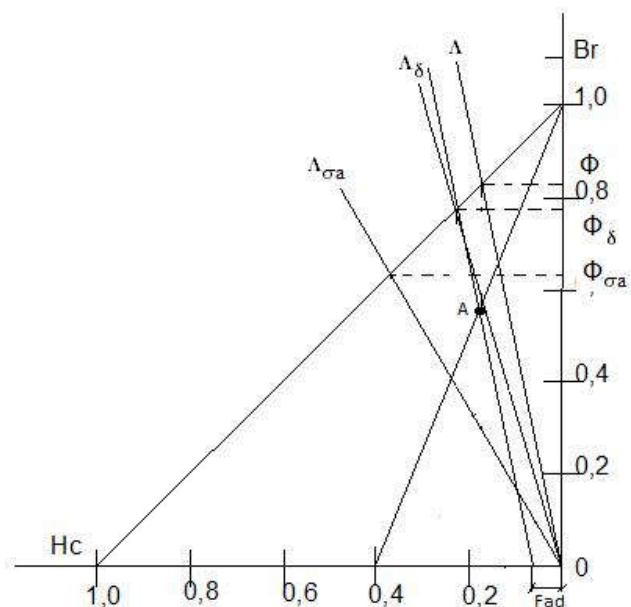
Поперечный разрез
генератора

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1
ТПУ ИИЭО гр. К-7302		

Копировал

Формат А4

ФЮРА 525315.001



ФЮРА 525315.001

Рабочая диаграмма
магнита

Лист	Масса	Масштаб
у		1:1
Лист	Листов	
	1	

ТПУ ИИЭО
гр. К-7302

Копировал

Формат А4

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № докум.

Взам инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Иванцыкин С.С.		
Пров.		Киселев А.В.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

