

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 106 страниц, рисунков –20 , 16 таблиц, 7 источников, 2 приложения, 6 л. графич. материала.

СИНХРОННЫЙ ГЕНЕРАТОР, ОБМОТКА СТАТОРА ДВУХСЛОЙНАЯ, ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ, РАБОЧИЕ ХАКТЕРИСТИКИ, СТАТОР.

Объектом исследования является синхронный генератор с гребенчатой конструкцией ротора для дизель-генераторной установки питания.

Цель работы: рассчитать размеры гребенчатого ротора и статора, выбрать тип обмотки, обмоточные провода, , материалы активных и конструктивных частей машины, изоляцию. Сконструировать машину по частям, то есть связать электротехническую часть и геометрические размерами, и произвести их расчет. Дать оценку технологичности сборки синхронного генератора. Составить маршрутную технологию и схему сборки генератора. Выбрать оборудование, инструмент и оснастку для сборки, произвести расчет загрузки оборудования.

Достигнутые технико-эксплуатационные показатели: высокий кпд и коэффициент мощности машины при сравнительно небольших расходах материала.

Проект выполнен в среде Microsoft Word 2010 напечатан на белой бумаге формата А4.

Графический материал:

ФЮРА.527500.032.СБ Синхронный генератор. Сборочный чертёж.

ФЮРА.527500.033. Схема трехфазной двухслойной петлевой обмотки статора. Эскиз межполюсного окна.

ФЮРА.527500.034.СБ Схема для расчета размерных цепей.

ФЮРА.527500.035.Диаграмма загрузки оборудования. Схема сборки синхронного генератора.

ФЮРА.527500.036. Схема модели для среды Elcut.

ФЮРА.527500.037.Изоляция обмотки статора.

ВВЕДЕНИЕ

Синхронные машины применяют во многих отраслях тяжелой и легкой промышленности. В качестве генераторов в автономных передвижных и стационарных электростанциях, двигателях в установках, не требующих регулирования частоты вращения или работающих с постоянной частотой вращения. Конструктивная схема синхронной машины с вращающимся ротором наиболее распространена. На ротор расположены явно-выраженные полюсы. Российская промышленность выпускает различные серии общепромышленных и специальных синхронных генераторов.

Серия ЕСС. Трехфазные синхронные генераторы серии ЕСС изготовляют мощностью от 5 до 50 кВт. Высота оси вращения у таких машин $h=180-315$ мм, в защищенном исполнении IP23, с самовентиляцией IC01, часта вращения 1500 об/мин. Данные синхронные генераторы предназначены для продолжительного режима работы в автономных передвижных и стационарных электроустановках в качестве источников трехфазного переменного тока напряжением 230 и 400 В, с частотой 50 Гц, и коэффициентом мощности, 0,8, в условиях умеренного или тропического климата.

Синхронные генераторы серии ЕСС выполняют явнополюсными с самовозбуждением через полупроводниковые выпрямители и снабжают полупроводниковой частью для автоматического регулирования напряжения, состоящая из блока регулирования напряжения, корректора и потенциометра установки. Эта аппаратура обеспечивает поддержания выходного напряжения в пределах двух процентов от среднерегулируемого значения при изменении нагрузки от нуля до номинальной величины и коэффициенте мощности в пределах от 1,0 до 0,8, при отклонении частоты вращения первичного двигателя от номинальной не более $\pm 3\%$ и при постоянной нагрузке не более $\pm 1\%$. Схема регулирования позволяет изменять установку напряжения в пределах от 100 до 95% U_n .

Для данных синхронных генераторов возможна перегрузка до 10% по мощности в течение 1 часа при номинальных значениях напряжения и коэффициента мощности; на холостом ходу обеспечивают пуск ненагруженного асинхронного двигателя, в случае если его номинальная мощность не превышает 70% мощности генератора. Нагревостойкость изоляционных материалов соответствует классу В; система вентиляции — аксиальная вытяжная. Приводными двигателями синхронных генераторов серии ЕСС могут быть дизельные, бензиновые, газогенераторные и электрические двигатели, а также локомобили. Вращающий момент передается через упругую муфту или клиноременную передачу. Повышение мощности генераторов данной серии достигнуто за счет применения электротехнической стали с улучшенными магнитными свойствами, реализации запасов по нагреву и улучшенная система охлаждения, перехода на отдельных участках на более высокие классы нагревостойкости изоляции.

4 Технологический процесс общей сборки синхронного генератора дизель-генераторной установки питания

Исходные данные:

Программа выпуска $N = 2500$ шт/год.

2.1 Анализ конструкции синхронного генератора на технологичность

Конструкция проектируемого синхронного генератора отвечает необходимым критериям для достижения технологичности:

- простота сборки за счет использования небольшого количества деталей и пространственной доступности собираемых деталей
- использование стандартных крепежных деталей, для которых нет необходимости применять специальный инструмент
- использование стандартных крепежных размеров и других размеров машины позволяет использовать предшествующие наработки инструментального цеха для упрощения сборки машины
- простота конструкции позволяет использование автоматизированного оборудования и инструмента (кран-балка, пневмогайковерт).
- отсутствие специальных креплений деталей между собой так же приводит к уменьшению общего времени на сборку, а соответственно повышает технологичность конструкции

При общей сборке необходимо обратить внимание на следующие этапы:

- при вводе ротора в статор существует угроза повреждения изоляции лобовых частей обмоток статора;
- при установке подшипниковых щитов не допускать перекоса при посадке подшипников в щиты, чтобы предотвратить возможное смещение подшипников на валу или механическое повреждение посадочных поверхностей;
- при креплении подшипниковых щитов не допускать перекоса болтов крепления, что может вывести из строя резьбовое соединение на станине;
- при установке вентилятора не допускать перекоса относительно оси вала, перекося может привести к повышению вибрации, тем самым увеличить радиальную нагрузку на подшипник.

2.2 Расчет размерных цепей методом полной взаимозаменяемости для замыкающих звеньев

Размерную цепь решаем методом полной взаимозаменяемости.

Исходные данные: параметры замыкающего звена $X_1 = 0_{-1,0}^{+1,0}$ мм, $ES_{X_1} = 1,0$ мм, $EI_{X_1} = -1,0$ мм, $T_{X_1} = ES_{X_1} - EI_{X_1} = 1,0 - (-1,0) = 2$ мм.

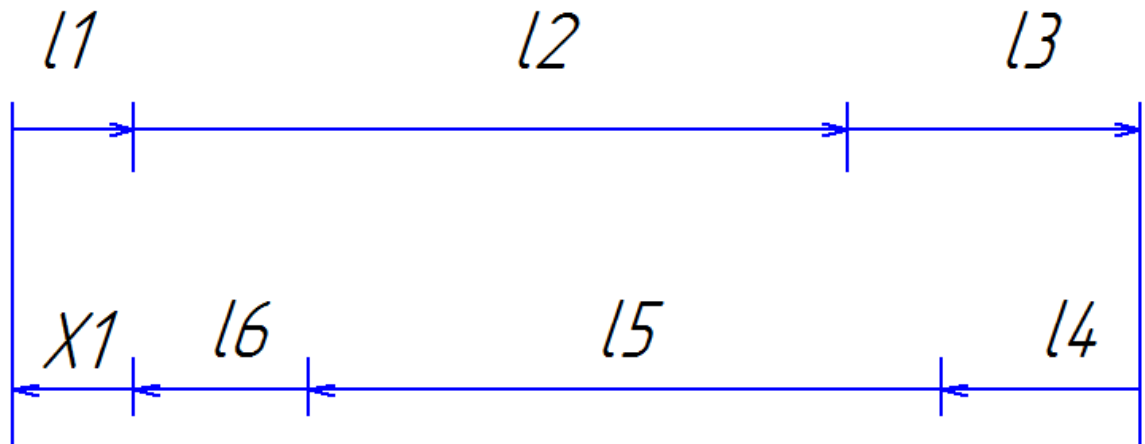


Рисунок 4.13

Основное уравнение размерной цепи из рис.4.13

$$X_1 = l_1 + l_2 + l_3 - (l_4 + l_5 + l_6)$$

Здесь X_1 – замыкающее звено, остальные составляющие звенья: l_1, l_2, l_3 – увеличивающие, l_4, l_5, l_6 – уменьшающие.

размер подшипника $l_4 = l_6 = 22$, (допуск $T_{l_4} = 0,084$ мм, основные отклонения: $ES_{l_4} = 0$, $EI_{l_4} = -0,084$ мм)

номинальные размеры остальных составляющих звеньев из сборочного чертежа $l_1 = 57$ мм $l_2 = 300$ мм $l_3 = 56$ мм $l_4 = 22$ мм $l_5 = 370$ мм $l_6 = 22$ мм

Решать размерную цепь будем способом с использованием регулировочного звена. В качестве регулировочного выбираем наибольшее составляющее звено $l_5 = 370$ мм.

Подставим полученные размеры в уравнение в номиналах и проверим правильность измерений

$$X_1 = l_1 + l_2 + l_3 - (l_4 + l_5 + l_6) = 57 + 300 + 56 - 22 - 370 - 22 = 0 \text{ мм}$$

Номинальное значение замыкающего звена обеспечивается.

Определим средний размер составляющего звена с учётом, что $m=3$, $n=3$, $q=2$

m - число увеличивающих звеньев, n - число уменьшающих звеньев

$$A_{cp} = (l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6) / (m + n + q)$$

$$A_{cp} = (57 + 300 + 56 + 22 + 370 + 22) / (3 + 3 + 2) = 206 \text{ мм.}$$

q – число составляющих звеньев, для которых допуски известны. Это могут быть стандартные изделия (например, подшипники), для которых допуски можно найти в справочниках, или унифицированные, для которых допуск можно взять из чертежа.

Определим средний допуск для среднего составляющего звена

$$T_{cp} = T_x - T_{l_4} / (m + n - q) = 2 - 0,084 / (3 + 3 - 2) = 0,47 \text{ мм}$$

Из [7, табл. 1.8] следует, что точность размера $A_{cp}=206$ мм при допуске $T_{cp}=0,47$ мм соответствует 12 качеству. По 12 качеству назначим допуски из [7, табл. 1.8] для всех составляющих звеньев, кроме l4 и l6, и для удобства занесём всю информацию по составляющим звеньям в табл. 4.

Таблица 4. Составляющие звенья

Составляющее звено	Номинальный размер (мм)	Вид звена	Категория размера	Допуск предварительно (мм)	Допуск откорректированный (мм)
l1	57	Увелич.	ступ	0,3	0,3
l2	300	Увелич.	вал	0,52	0,52
l3	56	Увелич.	ступ	0,3	0,3
l4	22	Уменьш.	вал	0,084	0,084
l5	370	Уменьш.	вал	0,57	0,712
l6	22	Уменьш.	вал	0,084	0,084

Определим расчётное значение допуска замыкающего звена в зависимости от назначенных допусков составляющих звеньев

$$TX1 = T_{l1} + T_{l2} + T_{l3} + T_{l4} + T_{l5} + T_{l6} = 0,3 + 0,52 + 0,3 + 0,084 + 0,57 + 0,084 = 1,858 \text{ мм}$$

Расчетный допуск замыкающего звена меньше исходного. Поэтому меняем допуск регулировочного составляющего звена l5 мм в сторону увеличения. Но подходящего стандартного значения допуска в [7, табл. 1.8] нет. Поэтому устанавливаем для l5 не стандартный допуск $T_{l5} = 0,712$ мм, что для одного звена допускается, и повторяем расчёт.

$$TX1 = T_{l2} + T_{l1} + T_{l2} + T_{l3} + T_{l4} + T_{l6} = 0,3 + 0,52 + 0,3 + 0,084 + 0,712 + 0,084 = 2 \text{ мм}$$

Полученное значение расчётного допуска замыкающего звена равно исходному значению. Запишем размеры составляющих звеньев с установленными допусками, учитывая категорию размеров: $l1 = 57 \pm 0,3$, $l2 = 300_{-0,52}$, $l3 = 56 \pm 0,3$, $l4 = 22_{-0,084}$, $l5 = 370_{-0,712}$, $l6 = 22_{-0,084}$.

Необходимо проверить обеспечат ли установленные предельные отклонения составляющих звеньев заданные предельные отклонения замыкающего звена.

Для этого по формуле определим средние отклонения размеров составляющих звеньев: $E_{cp\ 11} = 0$, $E_{cp\ 12} = -0,26$, $E_{cp\ 13} = 0$, $E_{cp\ 14} = -0,042$, $E_{cp\ 15} = -0,356$, $E_{cp\ 16} = 0,042$.

Запишем для размерной цепи уравнение в средних отклонениях по форме (7) и, решив его, определим расчетное значение среднего отклонения размера замыкающего звена E_{cpXp} .

$$\begin{aligned} E_{cpX1} &= E_{cp11} + E_{cp\ 12} + E_{cp\ 13} - E_{cp\ 14} - E_{cp\ 15} - E_{cp\ 16} = \\ &= 0 + (-0,26) + 0 - (-0,042) - (-0,356) - (-0,042) = 0,18 \end{aligned}$$

Определим расчётные верхнее и нижнее предельные отклонения размера замыкающего звена:

Верхнее предельное отклонение операционного размера

$$ES_{xp} = E_{cpXp} + \frac{T_{xp}}{2} = 0,18 + \frac{2}{2} = 1,18$$

$$EI_{xp} = E_{cpXp} - \frac{T_{xp}}{2} = 0,18 - \frac{2}{2} = -0,82$$

Расчётные значения предельных отклонений размера замыкающего звена не соответствуют исходным данным. Поэтому необходимо откорректировать предельные отклонения размера в данном случае регулировочного звена. Пусть $l_5 = 370^{+0,18}_{-0,532}$, тогда

$$E_{cpA6} = \frac{0,18 + (-0,532)}{2} = -0,176 \text{ и}$$

$$E_{cpX1} = E_{cp11} + E_{cp\ 12} + E_{cp\ 13} - E_{cp\ 14} - E_{cp\ 15} - E_{cp\ 16} = 0 + (-0,26) + 0 - (-0,042) - (-0,176) - (-0,042) = 0$$

Для регулировочного звена установлены не стандартные значения предельных отклонений (в справочнике нет приемлемых значений), но это допускается для одного из составляющих звеньев.

В этом случае расчётные верхнее и нижнее предельные отклонения размера замыкающего звена удовлетворяют заданию:

$$ES_{xp} = E_{cpX\delta} + \frac{T_{xp}}{2} = 0 + \frac{2}{2} = 1; \quad EI_{xp} = E_{cpX\delta} - \frac{T_{xp}}{2} = 0 - \frac{2}{2} = -1.$$

Решим вторую размерную цепь.

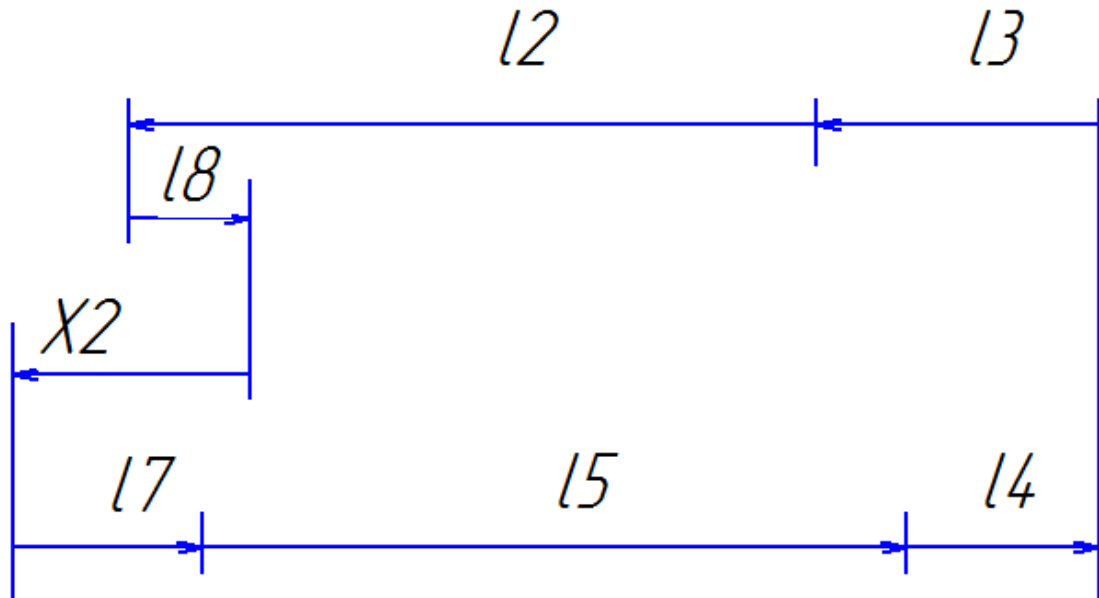


Рисунок 4.14

Исходные данные: параметры замыкающего звена $X_2=87\pm 1$ мм, $ES_{X_2}=1$ мм, $EI_{X_2}=-1$ мм, $T_{X_2}=ES_{X_2}-EI_{X_2}=1-(-1)=2$ мм.

Основное уравнение размерной цепи

$$X_2=(l_7+l_8+l_5+l_4)-(l_3+l_2),$$

$$T_{X_2}=T_{l_7}+T_{l_8}+T_{l_5}+T_{l_4}+T_{l_3}+T_{l_2}.$$

Здесь X_2 – замыкающее звено, остальные составляющие звенья: l_7, l_5, l_4, l_8 – увеличивающие, l_2, l_3 – уменьшающие.

размер подшипника $l_4=22$, (допуск $T_{l_4}=0,084$ мм, основные отклонения: $ES_{l_4}=0$, $EI_{l_4}=-0,084$ мм)

номинальные размеры остальных составляющих звеньев из сборочного чертежа $l_2=300$ мм, $l_3=56$ мм, $l_4=22$ мм, $l_5=370$ мм, $l_7=45$ мм, $l_8=6$ мм.

Решать размерную цепь будем способом с использованием регулировочного звена. В качестве регулировочного выбираем наибольшее составляющее звено $l_5 = 370$ мм.

Подставим полученные размеры в уравнение в номиналах и проверим правильность измерений

$$X_2=(l_7+l_8+l_5+l_4)-(l_3+l_2)=45+6+370+22-56-300=87 \text{ мм}$$

Номинальное значение замыкающего звена обеспечивается.

Определим средний размер составляющего звена с учётом, что $m=4$, $n=2$, $q=1$

m - число увеличивающих звеньев, n - число уменьшающих звеньев

$$A_{cp} = \frac{l_2+l_3+l_4+l_5+l_7+l_8}{m+n-q} = \frac{300+56+22+370+45+6}{4+2-1} = 159,8 \text{ мм.}$$

q – число составляющих звеньев, для которых допуски известны. Это могут быть стандартные изделия (например, подшипники), для которых

допуски можно найти в справочниках, или унифицированные, для которых допуск можно взять из чертежа.

Определим средний допуск для среднего составляющего звена

$$T_{cp} = T_x - T_{l4} / m + n - q = 2 - 0.084 / 4 + 2 - 1 = 0.38 \text{ мм}$$

Из [7, табл. 1.8] следует, что точность размера $A_{cp} = 159.8$ мм при допуске $T_{cp} = 0,38$ мм соответствует 12 качеству. По 12 качеству назначим допуски из [7, табл. 1.8] для всех составляющих звеньев, кроме l_4 , и для удобства занесём всю информацию по составляющим звеньям в табл. 5.

Таблица 5. Составляющие звенья

Составляющее звено	Номинальный размер (мм)	Вид звена	Категория размера	Допуск предварительно (мм)	Допуск откорректированный (мм)
12	300	Уменьш.	вал	0,52	0,52
13	56	Уменьш.	ступ	0,3	0,3
14	22	Увелич.	вал	0,084	0,084
15	370	Увелич.	вал	0,57	0,73
17	45	Увелич.	ступ	0,25	0,25
18	6	Увелич.	ступ	0,12	0,12

Определим расчётное значение допуска замыкающего звена в зависимости от назначенных допусков составляющих звеньев

$$T_{X2} = T_{l2} + T_{l3} + T_{l4} + T_{l5} + T_{l7} + T_{l8} = 0,52 + 0,3 + 0,084 + 0,57 + 0,25 + 0,12 = 1,84 \text{ мм}$$

Расчётный допуск замыкающего звена меньше исходного. Поэтому меняем допуск регулировочного составляющего звена l_5 мм в сторону увеличения. Но подходящего стандартного значения допуска в [7, табл. 1.8] нет. Поэтому устанавливаем для l_5 не стандартный допуск $T_{l5} = 0,73$ мм, что для одного звена допускается, и повторяем расчёт.

$$T_{X2} = T_{l2} + T_{l3} + T_{l4} + T_{l5} + T_{l7} + T_{l8} = 0,52 + 0,3 + 0,084 + 0,73 + 0,25 + 0,12 = 2 \text{ мм.}$$

Полученное значение расчётного допуска замыкающего звена равно исходному значению. Запишем размеры составляющих звеньев с установленными допусками, учитывая категорию размеров: $l_2 = 300_{-0,52}$, $l_3 = 56 \pm 0,3$, $l_4 = 22_{-0,084}$, $l_5 = 370_{-0,73}$, $l_7 = 45 \pm 0,25$, $l_8 = 6 \pm 0,12$.

Необходимо проверить обеспечат ли установленные предельные отклонения составляющих звеньев заданные предельные отклонения замыкающего звена.

Для этого по формуле (6) определим средние отклонения размеров составляющих звеньев: $E_{cp\ 12} = -0,26$, $E_{cp\ 13} = 0$, $E_{cp\ 14} = -0,042$, $E_{cp\ 15} = -0,365$,
 $E_{cp\ 17} = 0$, $E_{cp\ 18} = 0$.

Запишем для размерной цепи уравнение в средних отклонениях по форме (7) и, решив его, определим расчетное значение среднего отклонения размера замыкающего звена E_{cpXp} .

$$E_{cpX2} = E_{cp14} + E_{cp15} + E_{cp17} + E_{cp18} - E_{cp\ 12} - E_{cp\ 13} = \\ = -0,042 + (-0,365) + 0 + 0 - (-0,26) - 0 = -0,147$$

По формулам (8) и (9) определим расчётные верхнее и нижнее предельные отклонения размера замыкающего звена:

Верхнее предельное отклонение операционного размера

$$ES_{Xp} = E_{cpXp} + \frac{T_{Xp}}{2} = -0,147 + \frac{2}{2} = 0,853$$

$$EI_{Xp} = E_{cpXp} - \frac{T_{Xp}}{2} = -0,147 - \frac{2}{2} = -1,147$$

Расчётные значения предельных отклонений размера замыкающего звена не соответствуют исходным данным. Поэтому необходимо откорректировать предельные отклонения размера в данном случае регулировочного звена. Пусть $I_5 = 370^{+0,147}_{-0,583}$, тогда $E_{cpA6} = \frac{0,147 + (-0,583)}{2} = -0,218$
и

$$E_{cpXp} = -0,042 + (-0,18) + 0 + 0 - (-0,26) - 0 = 0.$$

Для регулировочного звена установлены не стандартные значения предельных отклонений (в справочнике нет приемлемых значений), но это допускается для одного из составляющих звеньев.

В этом случае расчётные верхнее и нижнее предельные отклонения размера замыкающего звена удовлетворяют заданию:

$$ES_{Xp} = E_{cpXp} + \frac{T_{Xp}}{2} = 0 + \frac{2}{2} = 1; \quad EI_{Xp} = E_{cpXp} - \frac{T_{Xp}}{2} = 0 - \frac{2}{2} = -1.$$

2.3 Выбор оборудования и инструментов

Для испытания генератора на механическую прочность и работу в режимах холостого хода и короткого замыкания используют испытательный стенд.

Для нагрева подшипников применяют индукционную установку ТВЧ15.

Сборку производят на верстаке слесарном ВМ-03-03

Для повышения производительности применяют механизированный инструмент.

Для наворачивания болтов используют пневмогайковёрт FUBAG IW900 100194.

Продувку осуществляют пневмопистолетом продувочным FUBAG DG170/4.

Для установки стопорных колец используется съёмник стопорных колец F-60905ABO "FORCE".

Для заклепывания используют клепочник вытяжной Force F-67801.

Для транспортировки деталей, сборочных единиц и готовых изделий применяется кара.

Для подъёма, перемещения, опускания используется кран балка.

Для посадки подшипников и вентилятора, а также для подгонки деталей (при необходимости) используют кувалду ГОСТ 11401-75.

Оправки для посадки подшипников и посадки вентилятора изготавливают в инструментальном цехе.

2.4 Расчет норм времени. расчет программы выпуска.

1. Для неавтоматизированного производства штучное время равно

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{п}, \text{ где}$$

$T_{шт}$ – штучное время, отношение времени выполнения технологической операции к числу изделий одновременно собираемых на одном рабочем месте.

T_o – основное время учитывает изменение состояния продукта производства в процессе сборки.

T_v – вспомогательное время, учитывает действия, которые сопровождают и обеспечивают выполнение основной работы.

$$T_{оп} = T_o + T_v,$$

где $T_{оп}$ – оперативное время,

$T_{об} = 5\% \cdot T_{оп}$ – время организационного обслуживания рабочего места.

$T_{п} = 2,5\% \cdot T_{оп}$ – время перерывов в работе на отдых и личные надобности.

2. При сборке изделий партиями в серийном производстве определяют штучно-калькуляционное время $T_{шт.к}$

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n}$$

$T_{п.з} = 2\% \cdot T_{оп}$ – подготовительно-заключительное время – время затрачиваемое работником на ознакомление с чертежом, подготовку и наладку оборудования.

3. $n = N \cdot K / 12$ – число изделий в партии,

где $N = 2500$,

$K = 1.03$ – коэффициент, учитывающий брак.

$n = 2500 \cdot 1.03 / 12 = 215$ штук.

Основное (технологическое) время

- для верстака

$$T_{ов} = 1,4 + 0,3 + 2,9 + 0,924 + 4,68 + 3,84 = 14,05 \text{ мин.}$$

- для испытательного стенда

$$T_{ос} = 6 \text{ мин.}$$

- для кран балки

$$T_{оп} = 0,8 + 1,3 = 2,1 \text{ мин.}$$

- для индукционной печи

$$T_{оп} = 1,5 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время

- для верстака

$$T_{вв} = 0,21 + 0,22 + 0,6 + 0,3 + 1,6 + 0,4 = 3,33 \text{ мин.}$$

- для испытательного стенда

$$T_{вс} = 0,8 \text{ мин.}$$

- для кран балки

$$T_{вп} = 0,06 + 0,06 \text{ мин.}$$

- для индукционной печи

$$T_{вп} = 0,1 \text{ мин.}$$

Время организационного обслуживания рабочего места

Определяется через оперативное время, согласно рекомендациям.

- для верстака

$$T_{обв}=0,06*(14,05+3,33)=1,04 \text{ мин.}$$

- для испытательного стенда

$$T_{обс}=0,06*(6+0,8)=0,4 \text{ мин.}$$

- для кран балки

$$T_{обп}=0,06*(2,1+0,12)=0,13 \text{ мин.}$$

-для индукционной печи

$$T_{обп}=0,06*(1,5+0,1) = 0,09 \text{ мин.}$$

Время перерывов для удовлетворения естественных надобностей и отдыха рабочего

Определяется через оперативное время, согласно рекомендациям.

- для верстака

$$T_{пв}=0,025*(14,05+3,33)=0,43 \text{ мин.}$$

- для испытательного стенда

$$T_{пс}=0,025*(6+0,8)=0,17$$

- для кран балки

$$T_{пп}=0,025*(2,1+0,12)=0,05 \text{ мин.}$$

-для индукционной печи

$$T_{пп}=0,025*(1,5+0,1) = 0,04 \text{ мин.}$$

Штучное время.

Штучное время определяется по указанной выше формуле.

- для верстака

$$T_{штв}=14,05+3,33+1,04+0,43=18,85 \text{ мин.}$$

- для испытательного стенда

$$T_{штс}=6+0,8+0,4+0,17=7,37 \text{ мин.}$$

- для кран балки

$$T_{штп}=2,1+0,12+0,13+0,05=2,4 \text{ мин.}$$

-для индукционной печи

$$T_{штп}=1,5+0,1+0,09+0,04=1,73 \text{ мин.}$$

Таблица 6 – Расчет норм времени на технологический процесс общей сборки изделия

операция	T_o , мин.	T_v ,	$T_{оп}$,	$T_{об}$,	$T_{п}$,	$T_{п.з.}$,	$T_{шт}$,	$T_{шт.к.}$,
----------	--------------	---------	------------	------------	-----------	--------------	------------	---------------

		мин.	мин.	мин.	мин.	мин.	мин.	мин.
005	1,19	0,045	1,235	0,07	0,03	0,051	1,4	1,4
010	0,25	0,015	0,265	0,015	0,006	0,014	0,301	0,301
015	2,77	0,13	2,91	0,174	0,072	0,221	3,367	3,367
020	0,891	0,033	0,924	0,055	0,023	0,021	1,512	1,023
025	4,46	0,211	4,68	0,28	0,117	0,374	5,451	5,451
030	6	0,8	6,8	0,4	0,17	0,68	8,05	8,05
035	3,5	0,14	3,64	0,28	0,087	0,367	4,007	4,007

2.5 Загрузка оборудования. графики загрузки.

Определяем эффективный годовой фонд производственного времени оборудования:

$F_d = ((365 - V_d - P_d) * 8 - P_{pd}) * Z * K_p$, где:

V_d – количество выходных дней в году, $V_d = 104$ дня.

P_d – количество праздничных дней в году, $P_d = 9$ дней.

P_{pd} – количество праздничных дней в году, $P_{pd} = 7$ дней.

Z – количество смен работы оборудования, $Z = 1$.

K_p – коэффициент учитывающий время пребывания единицы оборудования в ремонте, $K_p = 0,97$ – для неавтоматизированного сборочного оборудования

$$F_d = ((365 - 104 - 9) * 8 - 7) * 1 * 0,97 = 1948 \text{ часов}$$

Расчётное число каждого из видов сборочного оборудования равно:

$$C_p = (T_{штк} * N) / (60 * F_g);$$

-для верстака

$$C_{pv} = (18,85 * 2500) / (60 * 1948) = 0,53 \quad , \text{принимаем: } C_{pv} = 1;$$

-для испытательного стенда

$$C_{ps} = (7,37 * 2500) / (60 * 1948) = 0,15 \quad , \text{принимаем: } C_{ps} = 1;$$

- для кран балки

$$C_{ps} = (2,4 * 2500) / (60 * 1948) = 0,12 \quad , \text{принимаем: } C_{ps} = 1;$$

-для индукционной печи

$$C_{pp} = (1,73 * 2500) / (60 * 1948) = 0,04 \quad , \text{принимаем: } C_{pp} = 1;$$

Таким образом коэффициент загрузки

$$K_z = (C_p / C_{пр}) * 100$$

-для верстака

$$K_{zv} = (0,53 / 1) * 100 = 53 \%$$

-для испытательного стенда

$$K_{zv} = (0,15 / 1) * 100 = 15 \%$$

- для кран балки

$$K_{зв}=(0,12/1)*100=12 \%$$

-для индукционной печи

$$K_{зв}=(0,04/1)*100=4 \%$$

2.6 Разработка маршрутной технологии

Маршрутная карта это обязательный документ, который предназначен для маршрутно-операционного описания технологического процесса сборки. Маршрутная карта включает: контроль и межоперационные перемещения по всем операциям; описания различных технологических методов в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, оснастке, материальных нормативах и трудовых затратах.

Маршрутная карта технологического процесса сборки синхронного генератора приведена в Приложении Д.

4.7 Схема сборки синхронного генератора

Схема сборки является первым этапом разработки технологического процесса и в наглядной форме отображает маршрут сборки изделия и его составных частей. Схему сборки необходимо начать с базовой детали. При выполнении схемы сборки необходимо придерживаться определенных правил. Во-первых, сборочная единица по своим размерам не должна быть слишком большой. Во-вторых, если в процессе сборки необходимо проведение испытаний, обкатка, то данный узел должен быть выделен в отдельную сборочную единицу. Также сборочная единица при монтаже ее в машине не должна подвергаться какой либо разборке. Большинство деталей машины, исключая базовые детали, а также детали крепления резьбовых соединений, должны войти в те или иные сборочные единицы, чтобы сократить количество отдельных деталей, подаваемых на общую сборку. Трудоемкость сборки должна быть примерно одинакова для большинства сборочных единиц составных частей машины.

При определении последовательности сборки обращают внимание на конструкцию изделия, компоновку деталей и методы достижения требуемой точности.

Схема сборки отражает маршрут сборки изделия, выделяет составные части изделия. Позволяет оценить предварительно трудоемкость сборки отдельных составных частей.

На базе схемы сборки разрабатывается маршрутная технология, устанавливающая последовательность и содержание операций

Схема сборки синхронного генератора приведена на рис.4.16.

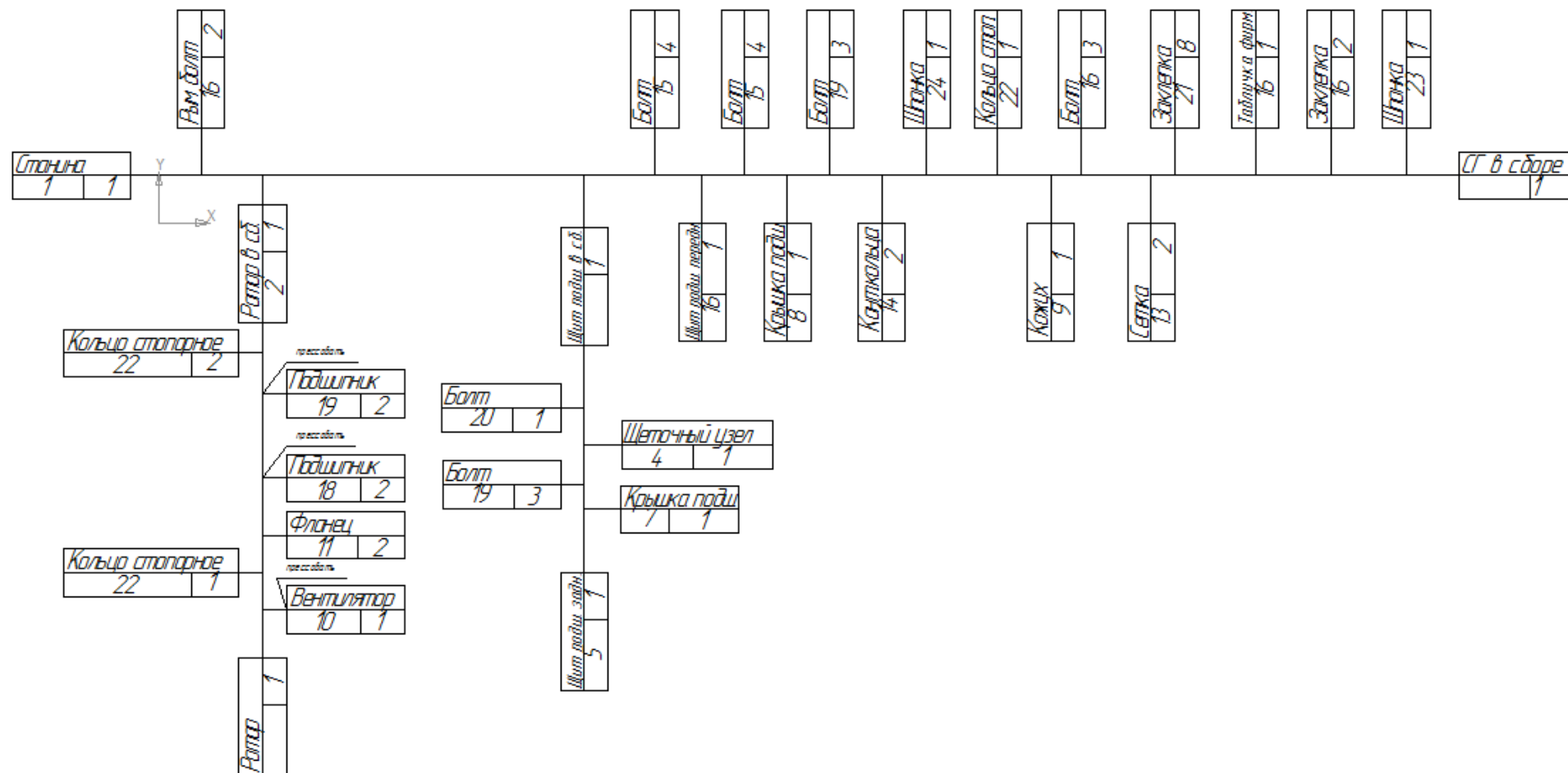


Рис. 4.15. Схема сборки синхронного генератор

Вывод

В данном разделе выпускной квалификационной работы разработан технологический процесс сборки синхронного генератора.

Определен сборочный состав изделия, приведено техническое описание и его основные характеристики, а так же дан анализ его технологичности..

Разработана маршрутная карта технологического процесса сборки синхронного генератора, произведен выбор оборудования и инструментов для сборки

Разработанный технологический процесс удовлетворяет нормам и техническому заданию.

Разработка технологического процесса велась с учетом требований техники безопасности, экономической эффективности и требований предъявляемых к качеству изделия.

7 Специальная часть

Современная вычислительная техника и различные электронные инструменты позволяют намного эффективней подходить к решению задач проектирования и дают возможность визуального анализа конструкции разработанной электрической машины.

Наглядное изображение взаимодействия магнитных полей в спроектированном синхронном генераторе возможно увидеть при помощи программы для инженерного моделирования электромагнитных задач методом конечных элементов – Elcut.

Проектирование генератора велось по классической методике О.Д.Гольдберга «Проектирование электрических машин». При расчете были использованы различные коэффициенты, рекомендуемые в литературе, которые в свою очередь были выведены опытным путем. С помощью программы Elcut мы получим изображение характеризующее взаимодействие магнитных потоков в машине, которое при более глубоком анализе конструкции, возможно в дальнейшем использовать для изменения конструкции и улучшения характеристик машины. В данной работе этого не требуется, поэтому ограничимся получением изображения взаимодействия магнитных полей.

Составим модель спроектированной машины по критериям программы для моделирования и присвоим заданные свойства материалам, из которых состоит активная часть машины, рассчитанные ранее в работе. Сечение активной части машины интегрированное в среду Elcut представлено на чертеже ФЮРА.527500.036. Схема модели для среды Elcut.

После решения задачи программой – получим изображение магнитных линий электрической машины рисунок 7.20. Данный рисунок показывает распределение магнитных линий в строго определенный момент времени.

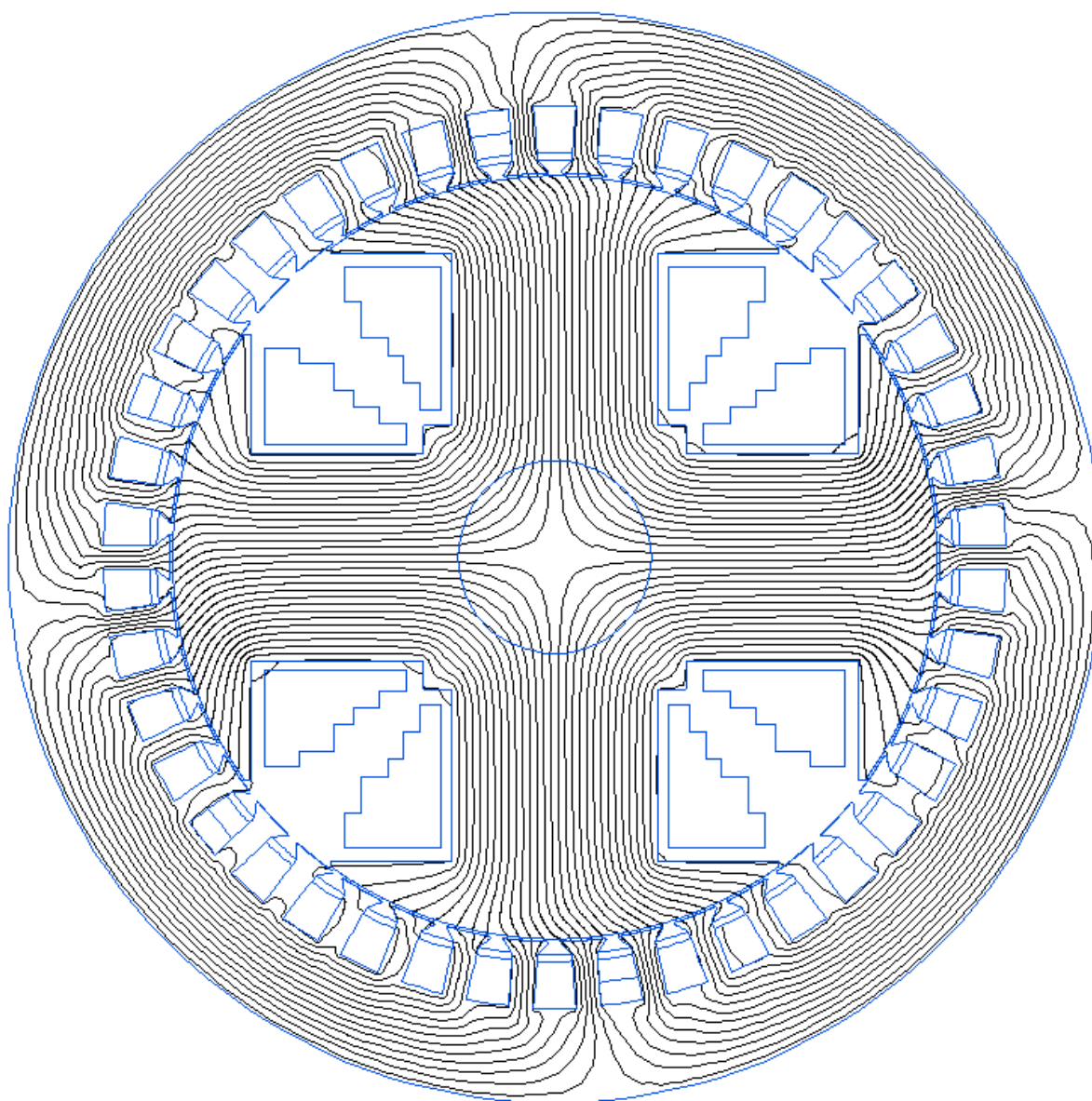


Рисунок 7.19 Распределение магнитного потока в машине.

Вывод

Современные методы проектирования и анализа позволяют существенно облегчить и качественно улучшить результаты конструкторской и проектировочной деятельности. Позволяют более глубоко и точнее решать поставленные задачи.

8 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был спроектирован синхронный генератор для дизель-генераторной установки питания. Проектирование велось по методике О.Д. Гольдберга «Проектирование электрических машин». В процессе разработки большое внимание уделялось унификации и стандартизации конструкции и используемых материалов.

Генератор рассчитан на заданную мощность 30000 Вт. Выходное напряжения 400/230 В, $f=50$ Гц, $I=54$ А. Конструкция ротора – гребенчатая. Машина – явнополусная, $2p=4$. Частота вращения 1500 об/мин. Вращение генератора предполагается дизельным двигателем Минского Моторного Завода -ММЗ Д-243 мощность 60кВт.

Конструкция статора классическая, пазы трапецеидальные, полузакрытые. Количество пазов 42. Обмотка трехфазная двухслойная петлевая. Высота оси вращения 225 мм, установочно присоединительные размеры согласно ГОСТ.

В технологической части проекта рассмотрены задачи по общей сборке генератора. Произведен анализ конструкции на технологичность и разработана маршрутная технология по сборке машины с указанием необходимо количества и типа оборудования с учетом указанным в задании годовым планом производства. Также произведен расчет времени на производство одного генератора и рассчитаны размерные цепи машины.

Приложение А

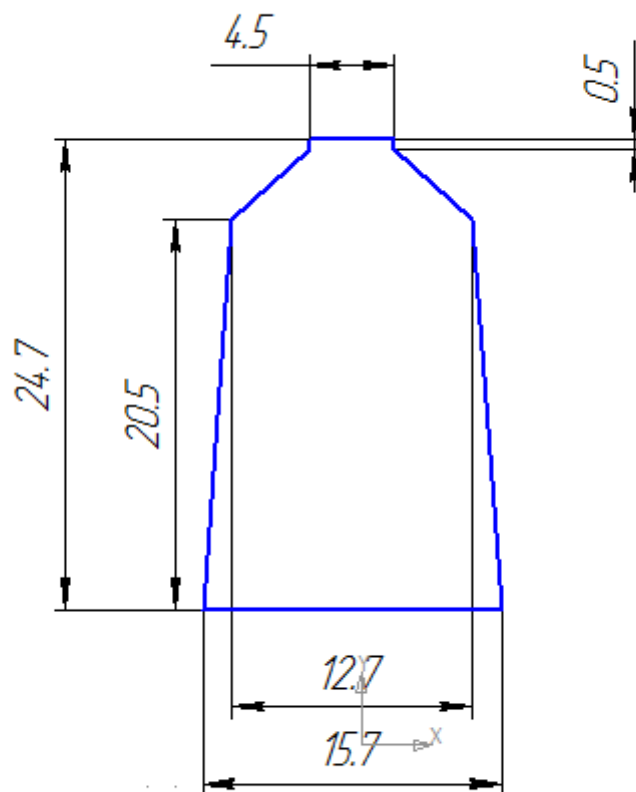


Рисунок 20. Трапецидальный полузакрытый паз статора

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

Приложение Б

Синхронный генератор			ФЮРА.527500.032	

НИТПУ	ФЮРА.527500.032		
Синхронный генератор			

Комплект документов
на технологический процесс
сборки синхронного генератора

ТЛ		1
----	--	---

Дубл.																
Взам.																
Подп.																
Синхронный генератор										ФЮРА.527500.032						
										ФЮРА.527500.032						
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции					Обозначение документа						
Б	Код. наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
К/М	Наименование детали. сб. единицы или материала					Обозначение. код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.Расх.	
A01	015 Слесарно-сборочная															
02																
B03	419500, верстак слесарный; 386240, установка индукционного нагрева															
04	Костюм МИ ГОСТ 27575-87; Ботинки кожаные Мун ГОСТ 28507-90; Фартук Б ГОСТ 12.4.029-7															
O05	Напрессовать вентилятор поз.10 на якорь в сборе, предварительно нагреть до T=90 ⁰ С															
T06	392880, оправка, кувалда- ГОСТ 11401-75															
B07	386240, установка индукционного нагрева															
O08	Установить стопорное кольцо															
T09	392600, съемник стопорных колец															
10																
11																
O12	Установить фланцы внутренние поз. 11,12 на якорь в сборе															
O13	Установить подшипники поз.17 и поз. 18 предварительно нагреть до T=90 ⁰ С															
B14	386240, установка индукционного нагрева															
T15	392880, оправка, кувалда- ГОСТ 11401-75															
O16	Ввести ротор поз. 2 в статор поз.1															
T17	392880, оправка, 396181 подкатное устройство,315911 кран-балка															
МК																3

Дубл.															
Взам.															
Подп.															
Синхронный генератор									ФЮРА.527500.032						
										ФЮРА.527500.032					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции				Обозначение документа						
Б	Код. наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
К/М	Наименование детали. сб. единицы или материала				Обозначение. код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.Расч.		
01															
02															
Б03	419500, верстак слесарный;														
04	Костюм МИ ГОСТ 27575-87; Ботинки кожаные Мун ГОСТ 28507-90; Фартук Б ГОСТ 12.4.029-7														
О05	Совместить крепежные отверстия подшипниковых щитов поз.5 и 6 с торцовыми крепежными отверстиями станины .														
О06	Прикрутить щиты подшипниковые передний и задний болтами поз. 15 предварительно смазать резьбу болтов фиксатором резьбы														
Т07	392600, пневматический гайковерт														
О08	Собрать и прикрутить щеткодержатель в сборе поз.4 к заднему подшипниковому щиту болтом поз. 20														
Т09	392600, пневматический гайковерт														
10															
11															
12															
Б13	419500, верстак слесарный;														
14	Костюм МИ ГОСТ 27575-87; Ботинки кожаные Мун ГОСТ 28507-90; Фартук Б ГОСТ 12.4.029-7														
О15	Прикрутить крышки подшипниковых щитов поз.7 и 8 к щитам подшипниковым поз. 5 и 6 болтами поз. 19, предварительно смазать резьбу														
16	болтов фиксатором резьбы														
Т17	392600, пневматический гайковерт														
МК														4	

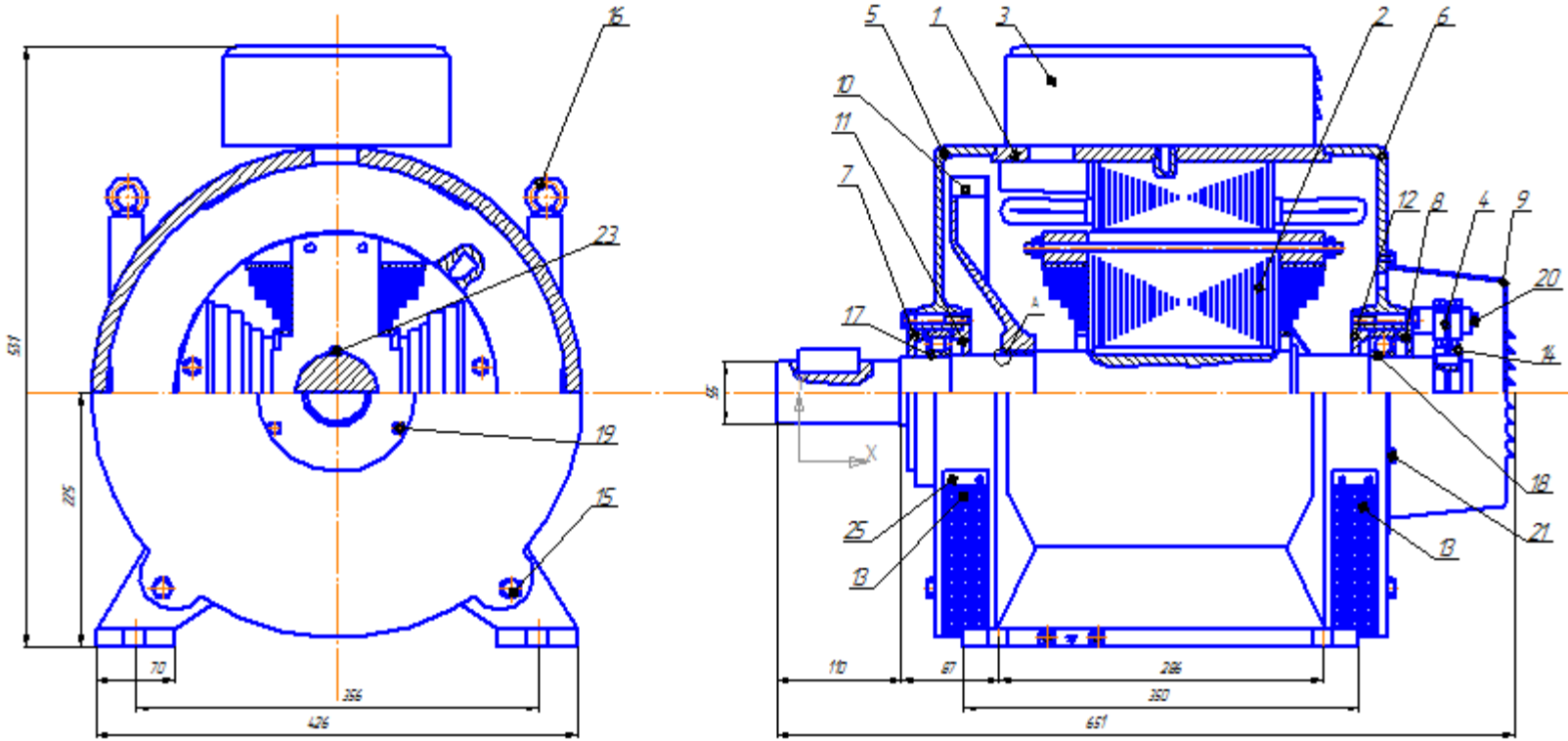
Дубл.															
Взам.															
Подп.															
Синхронный генератор										ФЮРА.527500.032					
										ФЮРА.527500.032					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции			Обозначение документа							
Б	Код. наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
К/М	Наименование детали. сб. единицы или материала				Обозначение. код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.Расх.	
O01	Заклепать сетки поз.12 на клепки поз. 25;														
T02	392600, клепочник вытяжной														
O03	Установить и закрепить шпонкой поз.24 и стопорным кольцом поз. 22 контактные кольца поз. 14														
T04	392600, съемник стопорных колец														
O05	Установить кожух поз. 9 и прикрутить винтами поз. 21														
T06	392600, пневматический гайковерт														
O07	С помощью заклепок поз.25 приклепать к станине табличку фирменную														
T08	392600, клепочник вытяжной														
O09	Установить шпонку поз. 23 на конец вала														
10															
A11															
12															
O13															
T14															
O15															
16															
O17															
МК														5	

Разр.	Ромма Д.И								
Подп.	Баранов П.Р								

ФЮРА.527500.032

НИТПУ

ФЮРА.527500.032



КЭ	Карта эскизов	7
----	---------------	---