

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМИССИЯ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ПРОДОВОЛЬСТВУ И ЗАКУПКАМ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
Всесоюзный ордена «Знак Почета» сельскохозяйственный
институт заочного образования

ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА И РЕМОНТА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Часть 2-я. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ И ВЫПОЛНЕНИЮ
КУРСОВОЙ РАБОТЫ

студентам-заочникам сельскохозяйственных вузов
специальности 1510 — «Электрификация
сельского хозяйства»

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМИССИЯ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ПРОДОВОЛЬСТВУ И ЗАКУПКАМ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
Всесоюзный ордена «Знак Почета» сельскохозяйственный
институт заочного образования

ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА И РЕМОНТА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Часть 2-я. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ И ВЫПОЛНЕНИЮ
КУРСОВОЙ РАБОТЫ

студентам-заочникам сельскохозяйственных вузов
специальности 1510 — «Электрификация
сельского хозяйства»

ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА И РЕМОНТА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Составитель

Прищеп Василий Георгиевич

Редактор **Л. А. Завгородняя**

Технический редактор **Г. И. Мирошни**

Корректор **Н. В. Базлова**

Сдано в набор 19.05.89. Подписано в печать 18,10.89 г.

Формат бумаги 60X84/16. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,91 Тираж 5.700 экз. Заказ 590. Бесплатно.

Всесоюзный сельскохозяйственный институт заочного образования.

Типография Всесоюзного сельскохозяйственного института заочного образования.

Адрес института и типографии: 143900 Балашиха 8 Московской области

Москва 1989

Составитель кандидат технических наук, профессор В. Г. Прищеп

УДК 621.313

Технология монтажа и ремонта электрооборудования: Методические указания по изучению дисциплины/Всесоюзн, с.-х. ин-т заоч. образования; Сост. В. Г. Прищеп. М., 1989. 36 с.

Предназначены для студентов 5-го курса.

Табл. 6. Ил. 3.

Утверждены методической комиссией факультета механизации и электрификации сельского хозяйства.

Рецензенты: профессор А. А. Пястолов, доценты Н. И. Чернопяточ, В. А. Буторин (Челябинский ордена Трудового Красного Знамени институт механизации и электрификации сельского хозяйства); старший преподаватель Г. В. Соснина (Московский ордена Трудового Красного Знамени институт инженеров сельскохозяйственного производства им. акад. В. П. Горячкина)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Раздел 1. Общие методические рекомендации по изучению дисциплины	4
Раздел 2. Методические советы по изучению отдельных тем	5
Раздел 3. Задание для курсовой работы «Расчет асинхронного двигателя по известным размерам сердечника при отсутствии его паспорта и обмотки»	17
Приложения	28

Таблица 4

Кривая намагничивания для зубцов асинхронных двигателей
Сталь 2211 и 2312

В, Тл	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
	H, А/м									
0,4	140	143	146	149	152	155	158	161	164	171
0,5	174	177	180	184	186	190	192	196	198	202
0,6	204	209	213	216	221	224	229	233	237	241
0,7	245	249	253	257	262	267	272	277	282	287
0,8	292	297	302	306	311	316	322	326	331	337
0,9	342	347	353	360	366	372	379	384	390	396
1,0	403	409	417	425	433	440	450	460	470	477
1,1	488	497	509	517	527	537	547	559	570	582
1,2	593	602	613	626	638	651	663	677	695	710
1,3	724	738	755	770	790	804	820	840	857	879
1,4	897	917	936	955	977	1000	1020	1040	1060	1090
1,5	1120	1150	1170	1210	1240	1270	1310	1330	1370	1410
1,6	1450	1490	1530	1560	1610	1650	1690	1750	1790	1840
1,7	1900	1940	2000	2070	2140	2220	2300	2380	2500	2600
1,8	2700	2800	2920	3050	3220	3330	3490	3610	3710	4000
1,9	4160	4350	4600	4800	5030	5330	5430	5790	6130	6420
2,0	6750	7170	7400	7790	8150	8520	9000	9400	9750	10200
2,1	10600	11000	11500	12100	12600	13000	13500	14100	14700	15400
2,2	15900	16500	17300	17800	18500	19100	9600	20300	21100	22000
2,3	23100	24300	25500	26800	28100	29500	30900	32400	33900	36400

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основные направления экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года, утвержденные на XXVII съезде КПСС, предусматривают дальнейшее значительное развитие электрификации сельского хозяйства.

По мере реализации этой программы постоянно увеличивается количество работающих в агропромышленном комплексе страны электроустановок, возрастают требования по надежности их работы, увеличивается объем и сложность работ по ремонту электрооборудования. Решение комплекса этих задач требует от инженера-электрика прочных знаний, практических навыков и умений по организации и выполнению ремонтных работ.

Цель дисциплины — научить студентов выполнять ремонтные работы, дать навыки организации и выполнения этих работ в звене, бригаде, научить контролировать ход и качество работ.

Кривая намагничивания для ярма асинхронных двигателей
Сталь 2211 и 2312

В, Тл	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
	H, А/м									
0,4	89	91	93	94	96	98	100	102	104	106
0,5	108	110	113	115	118	120	122	124	126	128
0,6	131	134	136	139	141	144	147	150	153	156
0,7	159	162	166	169	172	176	180	183	186	190
0,8	194	198	201	204	208	212	216	220	223	227
0,9	231	235	239	243	248	252	255	260	265	260
1,0	274	279	284	289	295	300	305	311	318	323
1,1	332	338	344	351	357	367	374	382	390	398
1,2	410	418	426	435	444	455	466	475	487	498
1,3	509	521	533	546	658	572	585	600	618	635
1,4	656	6-5	695	717	740	763	789	815	843	870
1,5	905	934	965	1000	1040	1090	1130	1190	1240	1290
1,6	1370	1440	1520	1590	1660	1720	1620	1910	2010	2100
1,7	2180	2310	2410	2550	2610	2720	2840	2980	3130	3290
1,8	3460	3630	380(1	3970	4140	4301	4490	4670	4850	5040
1,9	5220	5600	6000	6400	6900	7400	7900	8500	9100	9700
2,0	10400	11100	11800	12500	13300	14100	14900	15800	16700	17600

Раздел 1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины «Технология монтажа и ремонта электрооборудования» утверждена Главным управлением высшего и среднего сельскохозяйственного образования МСХ СССР 21.05.1984 г. Вторая часть дисциплины «Технология и организация ремонта электрооборудования» рассчитана на 60 часов по учебному плану дневной системы обучения. По учебному плану заочного обучения, утвержденному в 1984 г., вторая часть дисциплины изучается на 5-м курсе.

До вызова на лабораторно-экзаменационную сессию 5-го курса студент должен самостоятельно изучить дисциплину в соответствии с настоящими указаниями и выполнить курсовую работу.

Учебным планом на изучение этой дисциплины предусматривается 60 часов самостоятельной работы в межсессионный период и 18 часов занятий с преподавателем на лабораторно-экзаменационной сессии.

Для самостоятельного изучения дисциплины и выполнения курсовой работы достаточно 3 недель, если ежедневно заниматься по 2—3 часа, а в воскресенье — 5 часов (не менее 20 часов в неделю). Для того чтобы иметь возможность правильно спланировать и контролировать ход изучения дисциплины, ниже приведены рекомендуемые примерные затраты времени на самостоятельное изучение отдельных разделов курса и выполнение курсовой работы.

Примерное распределение времени по разделам в часах

Технология ремонта электрических машин . . . — 10
Технология ремонта трансформаторов — 5
Технология ремонта аппаратуры напряжением до
1000 В — 4

Таблица 2
Кривая намагничивания для зубцов асинхронных двигателей
Сталь 2013

В, Тл	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
	H, А/м									
0,4	124	127	130	133	136	138	141	144	147	150
0,5	154	157	160	164	167	171	174	177	180	184
0,6	188	191	194	198	201	205	208	212	216	220
0,7	223	226	229	233	236	240	243	247	250	253
0,8	256	259	262	265	268	271	274	277	280	283
0,9	286	290	293	297	301	304	308	312	316	320
1,0	324	329	333	338	342	346	350	355	360	365
1,1	370	375	380	385	391	396	401	406	411	417
1,2	424	430	436	442	448	455	461	467	473	479
1,3	486	485	504	514	524	533	563	574	584	585
1,4	5Б6	598	610	623	634	646	658	670	683	696
1,0	709	722	735	749	763	777	791	8Э5	820	835
1,6	8SO	878	Э06	934	962	990	1020	1050	1080	1110
1,7	1150	1180	1220	1250	1290	1330	1360	1400	1440	1480
1,8	1520	1570	1620	1670	1720	1770	1830	189Э	1950	2010
1,9	2070	2160	2250	2340	2430	2520	2640	2760	2890	3020
2,0	3150	3320	3500	3680	3860	4040	4260	4480	4700	4920
2,1	5140	5440	5740	6050	6360	6670	7120	7570	8020	8470
2,2	8920	9430	9940	10460	10980	11500	12000	12600	13200	13800
2,3	14400	1.5100	15800	16500	117200	18000	18800	19600	20500	21400

Технология ремонта электрических аппаратов напряжением выше 1000 В — 3
Технология ремонта автотракторного электрооборудования — 3
Расчеты электрооборудования при ремонте. Выполнение курсовой работы — 30
Организация капитального ремонта электрооборудования в сельском хозяйстве — 5

На лабораторно-экзаменационной сессии читаются обзорные лекции по основным разделам курса в объеме 8 часов и проводятся лабораторные работы и практические занятия в объеме 10 часов.

Заканчивается изучение дисциплины защитой курсовой работы и сдачей зачета, с оценкой.

Библиографический список

Основной

1. Пистолов А. А. и др. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования/Пистолов А. А., Мешков А. А., Вахрамеев А. Л. М.: Колос, 1981. 335 с.
2. Практикум по монтажу, эксплуатации и ремонту электрооборудования / Пистолов А. А., Попков А. А. и др. М.: Колос, 1976. 223 с.
3. Практикум по технологии монтажа и ремонта электрооборудования/Под ред. А. А. Пястолова. М.: Агропромиздат, 1989.

Дополнительный

4. Ванурин В. Н. Обмотки асинхронных электродвигателей. М.: Колос. 1973. 96 с.
- Б. Маршак Е. Л. Ремонт и модернизация асинхронных двигателей М.: Энергия, 1976. 280 с.
6. Панкин Э. Л. Эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей. М.: Транспорт. 1978. 200 с.
7. Проектирование электрических машин/Под ред. И. П. Копылова М.: Энергия, 1980. 495 с.

**Раздел 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ
ПО ИЗУЧЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ ТЕМ**

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы, подлежащие изучению

Решения партии и правительства по дальнейшему развитию электрификации сельского хозяйства. Задачи курса

«Технология и организация ремонта электрооборудования» и его роль в производственной деятельности инженера-электрика.

ЛИТЕРАТУРА: 1.

1. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Вопросы, подлежащие изучению

Виды ремонтов. Схема технологического процесса капитального ремонта. Технические условия на приемку электрооборудования в ремонт. Дефектация собранной и разобранной машины. Разборка машин. Удаление старой обмотки. Изготовление новых обмоток. Шаблоны и инструмент. Конструкция пазовой изоляции. Частичный ремонт обмоток. Оборудование для сушки обмоток. Оборудование для пропитки и компаундировки обмоток. Контроль качества сушильно-пропиточных работ. Межоперационный контроль при ремонте и изготовлении обмоток. Электро-механический ремонт. Ремонт активной стали, валов, щитов и станин машин. Способы наращивания изношенных поверхностей. Замена подшипников качения. Ремонт коллекторов, контактных колец и щеточного механизма. Балансировка роторов. Сборка машины.

Особенности ремонта сварочных генераторов.

Виды испытаний (контрольные, типовые). Объем испытаний.

ЛИТЕРАТУРА: 1, раздел четвертый, гл. 2 и 5; 4, с. 36—48, 81—96; 5, гл. 2, 4, 5, 6.

Методические советы

Вопросы программы имеют в основном прикладной характер и самостоятельное их изучение особых трудностей не вызывает. Для обеспечения и лучшего усвоения материала рекомендуется по мере изучения вопросов ознакомиться в электроремонтных мастерских (или на пунктах технического обслуживания электрооборудования) по месту работы с организацией ремонта электрических машин, а также поприисутствовать при проведении испытаний. Обратите внимание на целесообразность расширения использования диагностических методов (без разборки) контроля состояния электрооборудования, что часто позволяет сократить объем ремонтных работ и избежать ненужных операций по разборке и сборке машин и аппаратов.

6

Окончани

1	2	3
1,06	1,14	0,883
1,12	1,20	0,985
1,18	1,26	1,094
1,25	1,33	1,227
1,32	1,405	1,368
1,40	1,485	1,539
1,50	1,585	1,767
1,60	1,685	2,011
1,70	1,785	2,27
1,80	1,895	2,54
1,90	1,995	2,83
2,0	2,095	3,14

Приложение 4
Таблица 1

Кривая намагничивания для ярма асинхронных двигателей
Сталь 2013

В, Тл	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
	H, А/м									
0,4	52	53	54	55	56	58	59	60	61	62
0,5	64	65	66	67	69	71	72	74	76	78
0,6	80	81	83	85	87	89	91	93	93	97
0,7	100	102	104	106	108	111	113	115	118	121
0,8	124	126	129	132	135	138	140	143	146	149
0,9	152	155	158	161	164	168	171	174	177	181
1,0	185	188	191	195	1119	203	206	209	213	217

1,1	221	225	229	233	237	241	245	249	253	257
1,2	262	267	272	277	283	289	295	301	307	313
1,3	320	327	334	341	349	357	365	373	382	391
1,4	400	410	420	430	440	450	464	478	492	506
1,5	620	542	564	586	608	630	654	678	702	726
1,6	750	788	826	864	902	940	082	1020	1070	1110
1,7	1150	1220	1290	1360	1430	1500	1600	1700	1800	1900
1,8	2000	2160	2320	2490	2650	2810	2960	3110	3270	3420
1,9	3570	3800	4030	4260	4490	4720	4930	5140	5350	5560
2,0	5770	6000	6300	6600	7000	7400	7900	8400	9000	9700

31
Приложение 3

Диаметр и площади поперечного сечения круглых
медных эмалированных проводов марок ПЭТВ и ПЭТ-155

Номинальный диаметр неизолированного провода, мм	Среднее значение диаметра изолированного провода, мм	Площадь поперечного сечения неизолированного провода, мм
1	2	3
0,20	0,23	0,0314
(0,212)	0,242	0,0353
0,224	0,259	0,0394
(0,236)	0,271	0,0437
0,25	0,285	0,0491
(0,265)	0,300	0,0552
0,28	0,315	0,0616
(0,30)	0,335	0,0707
0,315	0,350	0,0779
0,335	0,370	0,0881
0,355	0,395	0,099
0,375	0,415	0,1104
0,40	0,44	0,1257
0,425	0,465	0,1419
0,45	0,49	0,1590
(0,475)	0,515	0,1772
0,50	0,545	0,1963
(0,53)	0,58	0,221
0,56	0,615	0,246
0,63	0,69	0,312
0,60	0,655	0,283
(0,67)	0,73	0,353
0,71	0,77	0,396
0,75	0,815	0,442
0,80	0,865	0,503
0,85	0,915	0,567
0,90	0,965	0,636
0,95	1,015	0,709
1,00	1,08	0,785

30

Данные советы в тон или иной мере относятся и к последующим разделам, но повторяться не будут.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключаются особенности текущего и капитального ремонтов электрооборудования?
2. Изобразите схему технологического процесса ремонта электрических машин.

3. Какова технология разборки электрической машины?
4. Как производится дефектовка подшипников электрических машин и чем руководствуются при этом?
5. Какие обмоточные данные старой обмотки надо записать до ее удаления из пазов?
6. Как удаляется старая обмотка с сохранением обмоточной меди и без сохранения ее?
7. Какие основные неисправности встречаются в электрических машинах? Причины и способы ликвидации их.
8. Технология изготовления новой обмотки.
9. Как изготавливается новая изоляция паза и какие необходимы для этого материалы?
10. Как производится пропитка обмоток электрических машин и какое назначение она имеет?
11. Назначение сушки, применяемые способы и контроль процесса сушки.
12. Какие неисправности встречаются в сердечниках статора и ротора? Способы их устранения.
13. Неисправности механической части электрических машин.
14. Технология сборки электрических машин.
15. Какие проводятся испытания электрических машин после ремонта?

2. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ТРАНСФОРМАТОРОВ

Вопросы, подлежащие изучению

Схема технологического процесса капитального ремонта трансформаторов. Прием трансформаторов в ремонт. Транспортировка. Порядок разборки и подъема активной части. Дефектация собранного и разобранного трансформатора. Изготовление обмоток. Приспособления и шаблоны. Сушка и пропитка обмо-

7

ток. Способы сушки обмоток. Межоперационный контроль при ремонте.

Ремонт бака, расширителя, радиаторов, вводов и т. д. Сборка трансформаторов. Сушка трансформаторов.

Подготовка масла. Заливка трансформаторов маслом.

Испытания трансформаторов после ремонта.

Особенности ремонта сварочных трансформаторов.

ЛИТЕРАТУРА: 1, раздел четвертый, гл. 3, 5.

Методические советы

При изучении темы следует обратить внимание, что исследования Всесоюзного электротехнического института (ВЭИ) показали нецелесообразность пропитки лаками обмотки трансформаторов, так как это только усложняет технологию их изготовления или ремонта. Поэтому часть заводов отказалась от пропитки обмоток лаками.

Вопросы для самопроверки

1. Изобразите схему технологического ремонта трансформаторов.
2. В чем состоит капитальный ремонт трансформатора?
3. Какая цель внешнего осмотра трансформатора до его разборки?
4. В чем состоит операция разборки трансформатора?
5. Как производят разборку выемной части трансформаторов?
6. Какие неисправности чаще всего бывают в выемной части трансформатора?
7. Какие неисправности могут возникать в крышке и баке трансформатора?
8. Как выполняется пропитка и сушка обмоток? Методы и контроль.
9. Каков порядок сборки выемной части трансформатора?
10. Назначение и методы сушки выемной части.
11. Как производится сборка трансформатора в целом?
12. Предварительные испытания выемной части до сборки без масла.
13. Как производится заливка трансформатора маслом?
14. Каким послеремонтным испытаниям подвергается трансформатор в соответствии с ГОСТ?

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

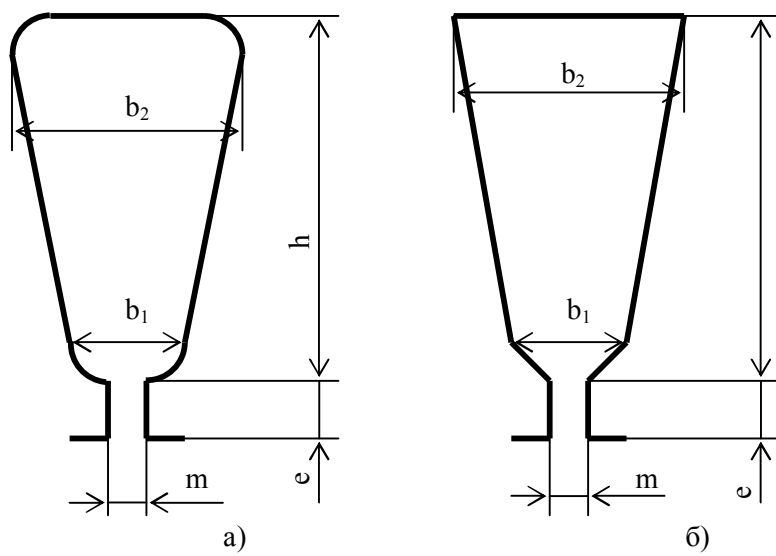


Рис.1. Форма и размеры пазов статора

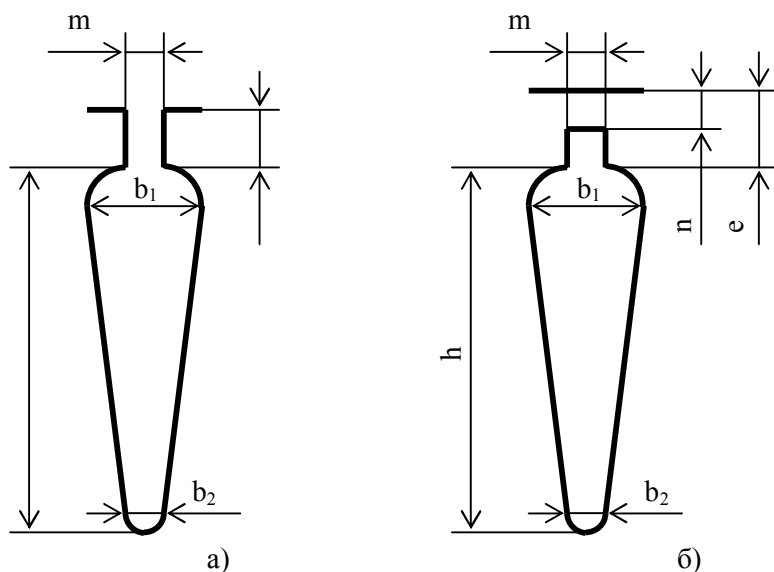


Рис.2. Форма и размеры пазов ротора асинхронных двигателей основного исполнения с высотой до 250мм.

28

3. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА АППАРАТУРЫ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

Вопросы, подлежащие изучению

Виды повреждений аппаратов и их причины. Определение неисправностей и объемов работ по ремонту электрических аппаратов. Технология ремонта аппаратов, используемых в сельскохозяйственном производстве. Ремонт контактной и магнитной систем, намотка обмоток. Ремонт реостатов и сопротивлений.

Настройка и испытание аппаратов после ремонта.

ЛИТЕРАТУРА: 1, раздел четвертый, гл. 4.

Вопросы для самопроверки

1. Какие неисправности чаще всего возникают в рубильниках, переключателях, пускателях и т. д.?
2. Ремонт катушек пускателей и контакторов.
3. Укажите методы ликвидации повреждений у изношенных частей аппаратуры.
4. Какие дефекты бывают в проволочных реостатах? Способы их устранения.
5. Испытания аппаратов после ремонта.

4. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 В

Вопросы, подлежащие изучению

Виды ремонтов. Объемы работ при текущем и капитальном ремонте аппаратов. Определение неисправностей и повреждений электрических аппаратов. Предремонтные испытания. Подготовка аппаратов к ремонту. Дефектация и определение объемов ремонтных работ. Разборка электрических аппаратов. Технология ремонта масляных и воздушных выключателей, выключателей нагрузки, разъединителей и коротко-замыкателей. Ремонт старых и изготовление новых втягивающих катушек. Ремонт вводов. Межоперационный контроль при ремонте аппаратов. Сборка и послеремонтные испытания.

Эта тема изучается по специальной литературе только теми студентами, которые в своей работе имеют дело с электроаппаратами напряжением выше 1000 В, а также по желанию.

9

6. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА АВТОТРАКТОРНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Вопросы, подлежащие изучению

Виды и причины повреждений автотракторного электрооборудования. Общие технические

требования, предъявляемые к агрегатам при капитальном ремонте. Способы обнаружения и устранения неисправностей и повреждений. Контрольные и ремонтные операции. Послеремонтные испытания автотракторного оборудования.

ЛИТЕРАТУРА: в, гл. 2, § 5, гл. 3, § 4, 5, гл. 4, § 6, гл. 5, § 6, 7, 10.

Методические советы

При изучении темы следует обратить внимание на то, что современное автотракторное электрооборудование характеризуется наличием электронных схем. Эффективность оборудования повышается, но одновременно усложняются и их схемы. Надо уметь проверять неисправность транзисторов и диодов.

Для проверки неисправности генераторов, стартеров и реле-регуляторов целесообразно пользоваться стендом Э211 или другими. При отсутствии [6] раздел можно изучить по учебнику для техникумов «Эксплуатация и ремонт электроустановок»/Под ред. Пястолова А. А. М.: Колос, 1984 и специальной литературе.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключается технология разборки автотракторного генератора, стартера?
2. Какие неисправности чаще всего встречаются в автотракторных генераторах и стартерах?

Способы их устранения.

3. Перечислите, каким испытаниям подвергают автотракторный генератор при контрольных, типовых испытаниях.

4. Перечислите, каким испытаниям подвергают автотракторный стартер при контрольных, типовых испытаниях.

6. РАСЧЕТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПРИ РЕМОНТЕ

Вопросы, подлежащие изучению

Единая методика расчета при ремонте электрических машин и трансформаторов. Выбор электромагнитных нагрузок.

10

в табл. п. 8. Если напряженность магнитного поля при $w=0,7w_n$ будет выходить за пределы табличных значений, расчет выполнить при $w=0,775$ или $0,8w$.

Результаты свести в таблицу.

По результатам построить график.

Зависимость $I_\mu = f(w)$ при номинальном напряжении можно получить, пользуясь построенным в п. 8 графиком $I_\mu = f(U)$.

Доценты Челябинского института механизации и электрификации сельского хозяйства Н. И. Чернопяттов и Е. С. Бибииков (статья «К расчету магнитной цепи со сталью». Ж. «Электротехника». Изв. вузов, № 3, 1974) показали, что зависимость $I_\mu = f(U_*)$ при неизменном числе витков w_1 ,

является также зависимостью $I_{\mu} = f\left(\frac{1}{w_*}\right)$ при неизменном напряжении.

Здесь U_* и w_* являются относительными значениями напряжения и числа витков:

$$U_* = \frac{U}{U_H} \text{ и } w_* = \frac{w}{w_1}.$$

Поэтому, пересчитав для ряда значений I_μ значения абсцисс $\frac{1}{w_*}$ на w_* , можно построить зависимость $I_\mu = f(w_*)$ при неизменном (номинальном) напряжении. Например, при каком-то значении тока I_μ абсцисса равна $1,15 \frac{1}{w_*}$ (она же равна $1,15U_*$), тогда абсцисса для графика $I_\mu = f(w_*)$ будет

равна $\frac{1}{1,15} = 0,87w_*$.

8. Построение зависимости $I_\mu = f(U)$

По методике, изложенной в п. 7, для нескольких значений напряжения рассчитать намагничивающий ток I_μ и результаты представить в виде табл. 2.

Таблица 2

Величины	Напряжение, в о.е. $\left(\frac{U}{U_n}\right)$				
	0,7	0,85	1	1,15	1,3
$\Phi, Вб$					
$B_\delta, Т$					
$F_\delta, А$					
$B_{z1}, Т$					
$F_{z1}, А$					
$B_{z2}, Т$					
$F_{z2}, А$					
$B_c, Т$					
$F_c, А$					
$B_p, Т$					
$F_p, А$					
$F, А$					
$I_\mu, А$					

По результатам построить график.

9. Построение зависимости $I_\mu = f(w)$ номинальном напряжении

Принимая число витков равным 0,7; 0,85; 1; 1,15 и 1,3 w_n , определить Φ и все остальные величины, приведенные

26

Расчет обмоточных данных электрических машин, трансформаторов по известным размерам сердечника. Последовательность расчета обмоток при отсутствии паспорта.

Пересчет обмоток на другие параметры: напряжение, частоту вращения, частоту сети. Пересчет обмоток при увеличении воздушного зазора.

ЛИТЕРАТУРА: 1, раздел четвертый, гл. 1; 4, с. 48—80; 5, гл. 3.

Вопросы для самопроверки

1. Как производят проверку магнитной нагрузки машины?
2. Чем определяется выбор типа обмотки?
3. Как определяется число витков фазы статора?
4. Что такое коэффициент заполнения паза?
5. Что называется обмоточным коэффициентом?
6. Как рассчитываются сечение, диаметр, длина провода обмотки и ее масса?

7. Как определяют линейную нагрузку машины и удельную тепловую нагрузку трансформатора?
8. Каким образом определяют полную и активную мощности машины и трансформатора?
9. Методика пересчета двигателя на другое напряжение и на другую частоту вращения.
10. Принцип построения схемы обмотки машины.

7. ОРГАНИЗАЦИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОРЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИИ

Вопросы, подлежащие изучению

Типы ремонтных предприятий и их подразделения. Электроремонтная мастерская (ЭРМ), электроремонтный цех (ЭРЦ), электроремонтный завод (ЭРЗ).

Порядок сдачи электрооборудования в капитальный ремонт, выдача оборудования из ремонта. Система обмена электрооборудования.

Анализ зоны обслуживания электроремонтного предприятия. Обоснование оптимальных характеристик электроремонтного предприятия: радиуса зоны обслуживания, годовой производственной программы, численности производственного персонала.

11

Разработка основных технологических процессов электроремонтного предприятия: выбор схемы технологического процесса и метода ремонта; технология ремонта; определение состава участков цехов и производственного оборудования; расчет площадей и технологическая компоновка предприятия; вспомогательные процессы ремонтного производства. Организация материально-технического обеспечения ремонтного предприятия. Техничко-экономические показатели.

ЛИТЕРАТУРА: 1. раздел третий, гл. 8.

Вопросы для самопроверки

1. Какие типы электроремонтных предприятий создаются в сельском хозяйстве? Их характеристика.
2. Обоснование производственной мощности предприятия.
3. Что такое условная единица ремонта?
4. Трудоемкость ремонта единицы оборудования.
5. Определение фонда рабочего времени одного производственного рабочего.
6. Как рассчитывается общее число производственных рабочих и их число на отдельных ремонтных участках?

После изучения всех разделов курса студент должен выполнить курсовую работу и выслать ее на проверку в институт.

Примерная тематика обзорных лекций и лабораторных работ на лабораторно-экзаменационной сессии 5-го курса для студентов ВСХИЗО.

Лекции

1. Технология ремонта электрических машин — 2 часа.
2. Технология ремонта аппаратуры — 2 часа.
3. Расчеты электрооборудования при ремонте — 2 часа.
4. Расчет и выбор схем обмоток асинхронных электродвигателей
. — 2 часа.

Лабораторные работы

1. Испытание трансформаторного масла.
2. Дефектация машин постоянного тока.
3. Дефектация асинхронных машин при капитальном ремонте.
4. Испытания асинхронного двигателя после капитального ремонта.

12

При закрытых пазах ротора

$$K_{\delta} = K_{\delta I}$$

7.4. МДС в зубцах статора, А

$$F_{z1} = 2H_{z1}h_{z1} \cdot 10^{-3}.$$

H_{z1} определяется по значению индукции в зубцах по табл. 1 или 3 приложения 4.

7.5. МДС в зубцах ротора,

$$F_{z2} = 2H_{z2}h_{z2} \cdot 10^{-3}.$$

Примечание: при определении индукции в зубцах статора и ротора при переменном их сечении за расчетное следует принять сечение на расстоянии $\frac{1}{3}h$ от минимального

$$S_{\text{расч}} = \frac{S_{z \text{ макс}} + 2S_{z \text{ мин}}}{3}.$$

7.6. МДС в ярме статора, А

$$F_c = H_c L_c \cdot 10^{-3},$$

H_c по значению B_c определяется по табл. 2 или 4 приложения 4.

Длина средней магнитной линии потока в ярме статора, мм

$$L_c = \frac{p(D_{a1} - h_c)}{2p}$$

7.7. МДС в ярме ротора, А

$$F_p = H_p L_p \cdot 10^{-3}.$$

Длина средней магнитной силовой линии потока в ярме ротора, мм

$$L_p = \frac{p(D_{\delta} + h_p)}{2p}$$

7.8. Полная магнитодвижущая сила цепи двигателя на пару полюсов, А

$$F = F_{\delta} + F_{z1} + F_{z2} + F_c + F_p.$$

7.9. Намагничивающий ток, А

$$I_m = \frac{pF}{0,9m_{\text{вк об}}}.$$

25

Таблица 1

число полюсов $2p$	Кл	В, мм
2	1,2	15
4	1,3	15
6	1,4	15
8	1,5	15

7. Расчет магнитной цепи

Начертить разрез магнитной цепи электродвигателя (сердечника статора и ротора). Показать полюсные зоны, синим карандашом показать средние силовые линии, выделить расчетный участок магнитной цепи при $2p > 2$.

После этого приступить к расчету.

7.1. Уточнить значение потока по принятому числу витков. Вб

$$\Phi = \frac{\kappa_E U \phi}{4,44 f w_{\text{к об}}}$$

7.2. Магнитная индукция в зазоре, Тл

$$B_{\delta} = \frac{\Phi}{a_{\delta} \phi_{\delta}} \cdot 10^6.$$

7.3. Магнитное напряжение (магнитодвижущая сила — МДС) в воздушном зазоре, А

$$F_{\delta} = 1,6 B_{\delta} \kappa_{\delta} \delta \cdot 10^3$$

где κ_δ — коэффициент воздушного зазора. При полузакрытых пазах статора и ротора

$$\kappa_\delta = \kappa_{\delta 1} \kappa_{\delta 2} = \frac{t_1}{t_1 - e_1 \delta} \cdot \frac{t_2}{t_2 - e_2 \delta},$$

где

$$e_{1,2} = \frac{\left(\frac{m_{1,2}}{\delta}\right)^2}{5 + \frac{m_{1,2}}{\delta}}.$$

5 до 7 А/мм², меньшие значения плотности тока относятся к более мощным двигателям.

4.2. Полная мощность электродвигателя, кВ·А

$$S = m_{\phi} U_{\phi} I_{\phi} \cdot 10^{-3}.$$

4.3. Ориентировочная мощность на валу, кВт

$$P = S \eta \cos \varphi,$$

η и $\cos \varphi$ - принимаются ориентировочно по справочникам или из приложения 8 в [2].

По каталогу для двигателей серии 4А принимается номинальная мощность двигателя. Определяется номинальный ток.

4.4. Линейная нагрузка электродвигателя, А/м

$$A = \frac{m I_{\phi n} 2w}{p D_{i1}}$$

Полученное значение линейной нагрузки сравнивается с рекомендуемыми (приложение 2). При больших отклонениях обмотку двигателя необходимо пересчитать, задавшись другим значением индукции.

5. Выбор типа обмотки и составление схемы и таблицы обмотки

Рекомендуется принимать однослойную концентрическую или двухслойную петлевую обмотку. Следует разобраться в преимуществах тех и других обмоток.

6. Определение размера и массы обмотки

6.1. Средняя ширина катушек, мм

$$\phi_{y1} = y \frac{p(D_{i1} + 2e + h)}{z_1}$$

6.2. Длина лобовой части обмотки статора, мм

$$l_{л1} = \kappa_l \tau_{y1} + 2B$$

Коэффициенты κ_l и B принимаются из табл. 1.

6.3. Средняя длина полувитка обмотки, мм

$$l_{cp} = l_{л1} + l_l$$

6.4. Масса меди обмотки статора без изоляции, кг

$$G_m = 8,9g_r l_{cp} n_n a' z_1 \cdot 10^{-6}.$$

23

Полученное число витков следует округлить до ближайшего числа, кратного числу катушек $q \cdot p$ — при однослойной обмотке и $q2p$ — при двухслойной обмотке.

3.2. Число эффективных проводников в одном пазу

$$n_n = \frac{2mwa}{z_1}$$

где a — число параллельных ветвей.

3.3. Сечение изолированного провода, мм²

$$g_{из} = \frac{\kappa_3 S'_n}{n_n}$$

где κ_3 — коэффициент заполнения паза изолированными проводниками: $\kappa_3 = 0,68 \div 0,72$;

S'_n — площадь паза, свободная от изоляции.

В проекте можно определять сразу сечение неизолированного (голого) провода по формуле

$$g_r = \frac{\kappa_m S_n}{n_n},$$

где κ_m — коэффициент заполнения паза медью, можно принимать $\kappa_m = 0,36 \div 0,4$, а для двигателей с высотой оси до 71 мм — $0,3 \div 0,36$.

По приложению 3 выбирается подходящий провод.

Если сечение провода получится более 2 мм², следует взять несколько ($a' = 2, 3, 4$ и т. д.) проводов меньшего сечения.

Тогда в пазу будет число элементарных проводов

$$n_{эл} = n_n a'.$$

4. Определение номинальной мощности двигателя

4.1. фазный ток двигателя, А :

$$I_\phi = g_r a \cdot a' j,$$

где g_r — площадь поперечного сечения неизолированного провода;

j — плотность тока в А/мм².

Плотность тока в двигателях до 45 кВт основного исполнения и степенью защиты IP44 можно принимать в пределах от

2.5. Магнитная индукция в зубцах ротора, Тл

$$B_{z2} = \frac{B_d t_2 l_1}{b_{cpz2} \kappa_c l_p}$$

где t — зубцовое деление ротора, определяется аналогично t_1 .

l_p — длина сердечника ротора.

2.6. Магнитная индукция в ярме ротора, Тл

$$B_p = \frac{\Phi}{2S_p \cdot 10^{-6}},$$

где S_p — площадь сечения ярма ротора, мм²

$$S_p = h_p \kappa_c l_p.$$

Длина сердечника ротора для двигателей с высотой оси до $h = 250$ мм принимается равной $l_p = l_1$; при $h > 250$ мм длина сердечника ротора увеличивается на 5 мм, т. е. $l_p = l_1 + 5$.

3. Определение обмоточных данных

3.1. Число витков в фазе

$$w = \frac{\kappa_E U_\phi}{4,44 f \Phi \kappa_{об}}$$

где κ_E — коэффициент ЭДС, учитывает потерю напряжения в цепи статора: $\kappa_E = 0,97$;

$\kappa_{об}$ — обмоточный коэффициент,

$$\kappa_{об} = \kappa_y \kappa_p = \sin\left(\frac{y}{\tau} 90\right) \frac{\sin \frac{\alpha q}{2}}{q \sin \frac{\alpha}{2}}$$

y — шаг обмотки в пазах, обычно $y = 0,8\tau$;

τ — полюсное деление в пазах, $\tau = \frac{z_1}{2p}$;

q — число пазов на полюс и фазу, $q = \frac{z_1}{2pm}$;

α — электрический угол, приходящийся на одно зубцовое деление, в градусах

$$\alpha = \frac{360p}{z_1}$$

1.9. Средняя расчетная ширина зубца ротора, мм

$$b_{cpz2} = \frac{b_{1z2} + b_{2z2}}{2},$$

где

$$b_{1z2} = \frac{\pi(D_{i1} - 2\delta - 2e - b_1)}{Z_2} - b_1;$$

$$b_{2z2} = \frac{\pi(D_{i1} - 2\delta - 2e - 2h + b_2)}{Z_2} - b_2.$$

1.10. Высота спинки ротора, мм

$$h_p = \frac{D' - D_s + \frac{1}{6}D_s}{2} - h_{z2}.$$

При расчете будьте внимательны, так как в формулах ряд величин для статора и ротора обозначен одними и теми же символами (без индексов), хотя значения их разные.

2. Выбор и определение магнитной индукции в элементах электродвигателя

2.1. Задаемся значением магнитной индукции в зазоре двигателя, руководствуясь приложением 2, — B_δ в Тл.

2.2. Определяем значение магнитного потока, Вб

$$\Phi = a_\delta B_\delta t_l \cdot 10^{-6},$$

где a_δ — коэффициент полюсного перекрытия, $a_\delta = 0,65-0,75$; большие значения относятся к машинам с большим насыщением.

2.3. Магнитная индукция в зубцах статора, Тл

$$B_{z1} = \frac{B_\delta t_l l_1}{b_{срз1} l_o},$$

где t_l — зубцовое деление статора, $t_l = \frac{\pi D_{i1}}{Z_1}$;

l_o — чистая длина активной стали статора.

2.4. Магнитная индукция в ярме (спинке) статора, Тл

$$B_c = \frac{\Phi}{2s_c \cdot 10^{-6}}$$

20

5. Опытное определение паспортных данных асинхронного двигателя.

В межсессионный период студенту рекомендуется самостоятельно ознакомиться на примере хозяйства, в котором он работает, со следующими вопросами:

- как организован ремонт электрических машин и электроаппаратуры в хозяйстве;
- порядок сдачи электродвигателей в капитальный ремонт;
- как проводится испытание оборудования и машин после ремонта.

Раздел 3. ЗАДАНИЕ ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ «РАСЧЕТ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПО ИЗВЕСТНЫМ РАЗМЕРАМ СЕРДЕЧНИКА ПРИ ОТСУТСТВИИ ЕГО ПАСПОРТА И ОБМОТКИ»

Содержание расчетно-пояснительной записки (15—30 стр. рукописного текста): обработка данных обмера сердечника; выбор и определение магнитных индукций в элементах электродвигателя; определение обмоточных данных, размеров и массы обмотки и номинальной мощности электродвигателя; расчет магнитной цепи; определение зависимости тока намагничивания от напряжения при постоянном числе витков и от числа витков при постоянном напряжении.

Графическая часть: схема обмотки, эскиз разреза части железа статора (3—4 паза), графики зависимостей тока от намагничивания при различном напряжении, при постоянном числе витков и при различных числах витков при постоянном напряжении. Графики выполняются на двух листах формата А4 или одном формате А3.

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИИ

p — число пар полюсов;

m — число фаз;
 D_{al}, D' — внешний диаметр сердечника статора (ротора);
 D_{il} — внутренний диаметр сердечника статора;
 D_e — диаметр вала;
 l_1 — длина сердечника статор»;
 δ — односторонний воздушный зазор;
 z_1, z_2 — число пазов статора (ротора);

17

b_1 — ширина паза (статора и ротора) в ближайшем к воздушному зазору сечении;
 b_2 — ширина паза (статора и ротора) в удаленном от воздушного зазора сечении;
 h — высота паза (статора и ротора);
 h_{z1}, h_{z2} — высота зубца статора, ротора;
 e — высота усика паза;
 m_n — ширина шлица паза;
 τ — полюсное деление;
 h_c, h_p — высота ярма (спинки) статора, ротора;
 b_z — ширина зубца (индексы уточняют принадлежность и сечение);
 t_1, t_2 — зубцовое деление статора, ротора;
 S_c, S_p — площадь сечения ярма статора, ротора;
 γ_v, γ_p — коэффициент укорочения, распределения;
 n_n — число эффективных проводников в пазу;
 $n_{эл}$ — число элементарных проводников в пазу, $n_{эл} = n_n a'$;
 a, a' — число параллельных цепей; проводников (в некоторых пособиях, например в [2], обо-
 значение другое: a' и a);
 y — шаг обмотки в пазах;
 q — число пазов на полюс и фазу;
 g_f — сечение неизолированного провода;
 f — частота тока..

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Расчетно-пояснительная записка должна быть написана на листах белой бумаги формата А4 с одной стороны. На листах оставляются свободные поля шириной с левой стороны — не менее 35 мм, с правой — 10 мм; сверху и снизу — по 20 мм.

Расчетно-пояснительная записка должна быть подписана студентом с указанием даты окончания курсовой работы.

В конце записки необходимо привести библиографический список использованной литературы. Желательно привести также время, затраченное на выполнение курсовой работы (в часах).

На титульном листе следует указать наименование курсовой работы, свои фамилию и инициалы, шифр (номер зачетной книжки) и адрес.

18

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Обработка данных обмера сердечника

Определяются размеры и сечения, необходимые для последующего расчета.

1.1. Полюсное деление статора, мм

$$\tau = \frac{\pi D_{il}}{2p}$$

1.2. Чистая длина активной стали, мм

$$l_o = \kappa_c l_1$$

Коэффициент заполнения сердечника сталью (κ_c) для машин с высотой оси до 250 мм принимается равным 0,97 (способ изоляции листов — оксидирование), для машин с высотой оси более 250 мм — 0,95 (лакирование).

1.3. Высота зубца статора, мм $h_{z1} = h + e$.

1.4. Высота ярма статора, мм $h_c = \frac{1}{2}(D_{a1} - D_{i1} - 2h_{z1})$.

1.5. Площадь ярма статора, мм² $S_c = h_c l_o$.

1.6. Средняя расчетная ширина зубца статора, мм

$$b_{срз1} = \frac{b_{1z1} + b_{2z1}}{2},$$

где $b_{1z1} = \frac{\pi(D_{i1} + b_1 + 2e)}{Z_1} - b_1$; $b_{2z1} = \frac{\pi(D_{i1} + 2h + 2e)}{Z_1} - b_2$.

1.7. Площадь паза статора, мм²

— при форме рис. 1а) $S_n = \frac{b_1 + b_2}{2} \left(h - \frac{b_1}{2} \right) + \frac{\pi b_1^2}{8}$;

— при форме рис. 1б) $S_n = \frac{b_1 + b_2}{2} [h - 0,29(b_1 - m)] + 0,29b_1(b_1 - m)$.

1.8. Полная высота зубца ротора, мм $h_{z2} = h + e$.

(линия отреза)

Фамилия, имя и отчество студента

Приклеить вначале выполненной работы

Данные к курсовой работе по дисциплине "Технология и организация ремонта электрооборудования"

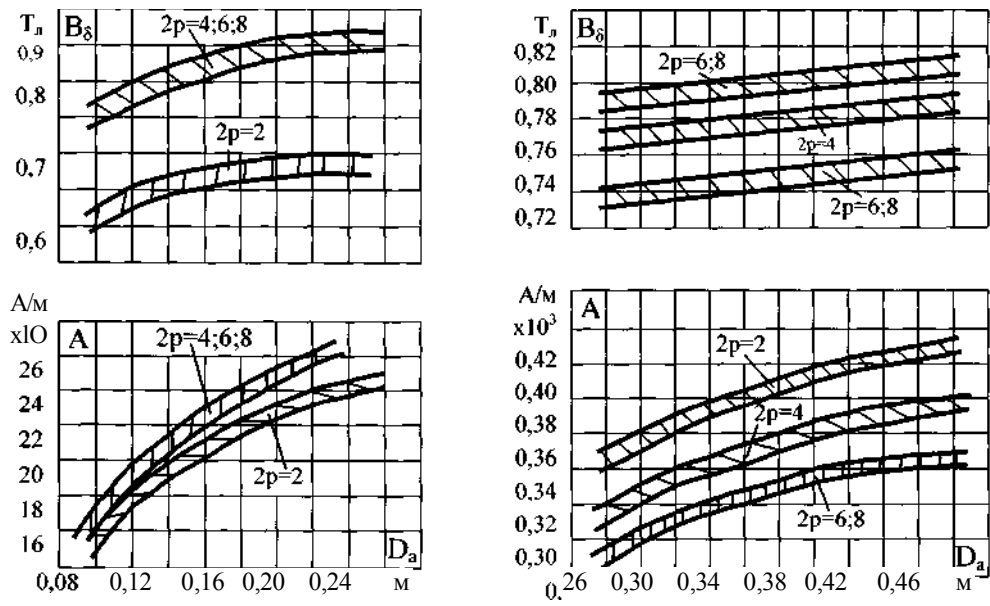
_____ шифр _____

Расчет асинхронного двигателя

Обозначения	2р	U _л		D _{a1} D _{i1}	l ₁	δ	Статор				Ротор				D _B	сталь	
							Z ₁	Форма паза	$\frac{b_1}{b_2}$	h		Z ₂	Форма паза	$\frac{b_1}{b_2}$			h
Единица измерения		В	мм	М	мм												
			мм														
Величина																	

(подпись выдавшего задание)

Примечание. Таблица заполняется на кафедре. Рекомендуется брать данные двигателей с высотой оси не более 250 мм из справочника: Асинхронные двигатели серии 4А М.: Энергоиздат, 1982. С. 184-235.



а)

б)

Рис.3. Электромагнитные нагрузки асинхронных двигателей серии 4А со степенью защиты IP44:
 а) - при высоте оси вращения $h < 32$ мм,
 б) - при $r = 160-250$ мм

