МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БУДА – КОШЕЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ"

«УТВЕРЖДАЮ»
Зам. директора по учебной работе
_____А.И. Немцева
« 31 » августа 2017 г.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И АГРЕГАТОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по изучению дисциплины
и выполнению контрольных заданий
для учащихся-заочников учреждений, обеспечивающих
получение среднего специального образования по специальности
2-74 01-01 «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства»

Буда – Кошелево 2017

Автор: Азарушкина Марина Владимировна, преподаватель первой категории

Рассмотрено и рекомендовано к изданию
на заседании цикловой комиссии специальных
и электротехнических дисциплин
Протокол № ___ от «__» _____ 2017 г.
Председатель _____М.П. Хоменков

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Цель дисциплины – формирование знаний и практических навыков по эксплуатации электрооборудования сельскохозяйственной техники и агрегатов.

Задачи изучения дисциплины – сформировать знания об обслуживания, диагностирования и ремонте электрооборудования сельскохозяйственной техники и агрегатов и умения по проведению современного диагностирования и качественного ремонта.

В результате изучения дисциплины учащийся должен:

знать на уровне представления:

- состояние и перспективы развития применения электрооборудования в сельскохозяйственном производстве;
- основные закономерности преобразования и применения электроэнергии;
- виды, характеристики, области применения электротехнологии;
- основы светотехники;
- применение источников освещения, ультрафиолетового и инфракрасного излучения в технологических процессах по производству сельскохозяйственной продукции и обеспечению жизнедеятельности;

знать на уровне понимания:

- принцип работы схем электрооборудования сельскохозяйственной техники и агрегатов;
- типичные неисправности электрооборудования и способы их устранения;
- назначение и принцип действия контрольно – диагностических стендов для проверки и испытания электрооборудования.

уметь:

- определять техническое состояние электрооборудования сельскохозяйственной техники и агрегатов;
- диагностировать электрооборудование;
- устранять неисправности электрооборудования.

.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ

1. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок/ Под редакцией И.Ф.Кудрявцева. – М.: Агропромиздат, 1988-480с
2. Герасимович Л.С. и др. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок. – М.: Колос, 1980-391с

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

3. Дайнеко В. А. Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий /В.А. Дайнеко, А.И. Ковалинский – Минск, Новое знание, 2008-320с.
4. Николаёнок М.М., Заяц Е.М. Расчёт осветительных и облучательных установок сельскохозяйственного назначения. – Мн.: ООО Лазурак, 1999-228с.
5. Электротермическое оборудование сельскохозяйственного производства: Учебное пособие/ Л.С. Герасимович, В.А. Карасенко, Е.М. Заяц и др.; Под редакцией , С. Герасимовича. – Мн.: Ураджай, 1995-315с.
6. Степанцов В. П. Электрооборудование осветительных и облучательных установок. – Мн.: Ураджай, 1991-191с.
7. Москаленко В. В.Электрический привод. – М.: Высшая школа,1991
8. Дайнеко В. А. Применение электроэнергии в сельском хозяйстве / В. А. Дайнеко, А. В. Крутов – Минск, Ураджай, 2001-300с.
9. Электротехнический справочник В 2-х томах. Под ред. кандидата технических наук Б. Г. Дегия. Авторы – составители: кандидат технических наук Л. С. Овчинников, кандидат технических наук Н. В. Овчинникова – Минск, Дизайн ПРО, 2009

10. Правила устройства электроустановок. 6-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергосервис, 2002
11. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителе. Технический кодекс установившейся практики ТПК-181-2009.-Минск: Миннскэнерго, 2009-325с
12. Межотраслевые правила по охране труда при работе в электроустановках. Минск: Центр охраны труда и промышленной безопасности, 2009-185.
13. Основы энергосбережения в с/х производстве: учебное пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования по с/х специальностям/ В. К. Пестис, П. Ф. Богданович, Д. А. Григорьев. – Мн.: НВЦ Минфина,2007

План самостоятельного изучения дисциплины

Раздел, тема	Перечень знаний и умений	Задания для самостоятельной работы учащихся
1	2	3
Введение	Называет цели и задачи дисциплины, её значение в системе подготовки специалистов среднего звена. Организация эксплуатации электрооборудования сельскохозяйственной техники и агрегатов.	[1] с. 3 -8, [2] с.3 -4 Законспектировать экономические показатели электрификации, экономическое и социальное значение электропривода, электронагревательных и технологических установок, установок освещения и облучения в сельскохозяйственном производстве.
Раздел 1. Эксплуатация электрооборудования агрегатов силовых установок		
1.1 Электроснабжение сельского хозяйства	Раскрывает сущность производства, передачи и распределения электроэнергии, надежности и качества электроснабжения. Описывает типы трансформаторных подстанций и распределительных устройств.	Изучить материал по теме и ответить на вопросы самоконтроля [1] с. 5 – 8 [1] с. 78 - 84
1.2 Основы электропривода	Раскрывает сущность понятия электропривода. Описывает классификации. Электроприводов и систем управления, режимы работы электродвигателей, основные параметры и маркировку асинхронных электродвигателей.	Изучить материал по теме и ответить на вопросы самоконтроля [1] с. 32 – 52 [2] с. 76 – 97 [1] с. 62 – 75 [2] с. 124 – 139
1.3 Аппаратура управления	Описывает назначение, классификацию, устройство, принцип действия и выбор аппаратуры управления	Изучить материал по теме и ответить на вопросы самоконтроля [1] с. 84 – 106 [2] с. 140 - 166
1.4 Аппаратура защиты	Описывает назначение,	Изучить материал по теме и

	классификацию, устройство, принцип действия и выбор аппаратуры защиты	ответить на вопросы самоконтроля [1] с. 84 – 106 [2] с. 140 - 166
1.5 Основные принципы автоматического управления электроприводами машин и механизмов	Описывает типы систем автоматического управления, классификацию электрических схем управления, схемы управления электродвигателем и поточной линии	Изучить материал по теме и ответить на вопросы самоконтроля [1] с. 115 - 119 [2] с. 168 - 185 [1] с. 170 – 203 [2] с. 248 – 257
1.6 Электротехнологические установки	Раскрывает сущность электротехнологии и называет ее применение. Описывает способы электрического нагрева, устройство и принципы действия электрического водонагревателя и электросварочного аппарата	Изучить материал по теме и ответить на вопросы самоконтроля [1] с. 254 – 287 [2] с. 259 – 262, 264 - 285 [1] с. 290 – 312 [2] с. 299 – 311
1.7 Электрооборудование осветительных и облучательных установок	Называет основные величины и единицы измерения оптического излучения. Описывает устройство и принципы работы источников оптического излучения, схемы их подключения	Изучить материал по теме и ответить на вопросы самоконтроля [1] с. 375 – 383 [2] с. 5 – 12 [1] с. 383 – 400 [2] с. 12 – 22
1.8. Эксплуатация внутренних электрических сетей	Описывает классификацию электропроводок, условные графические обозначения электрооборудования и проводок на планах, правила монтажа и эксплуатации внутренних проводок	Изучить материал по теме и ответить на вопросы самоконтроля [3] с. 136 – 158

Содержание темы

Введение

История развития электрификации сельского хозяйства. Перспективы развития электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства в свете последних постановлений правительства. Экономические показатели электрификации, экономическое и социальное значение электропривода, электротехнологии, освещения, облучения в сельскохозяйственном производстве.

Содержание дисциплины, её значение в подготовке техника-электрика, связь с другими дисциплинами учебного плана.

Литература

[1] с. 3…8, [2] с. 3…4

Раздел 1. Основы электропривода

Тема 1.1. Электроснабжение сельского хозяйства.

Передача и распределение электроэнергии. Надежность и качество электроснабжения. Типы трансформаторных подстанций и распределительных устройств.

Литература

[1] с. 32…52, [2] с. 76…97

Тема 1.2. Основы электропривода

Электропривод и его основные части. Классификация электроприводов и систем управления. Режимы работы электродвигателей. Основные параметры и маркировка асинхронных электродвигателей.

Литература

[1] с. 32…52, [2] с. 76…97

Методические рекомендации

Электроприводом называется электромеханическая система, состоящая из электродвигательного, преобразовательного, передаточного и управляющего устройств и предназначенная для приведения в движение рабочих органов машин и управления этим движением (по ГОСТ 16593-79).

Электропривод состоит из четырёх элементов: преобразовательного устройства, электродвигателя, передаточного устройства и аппаратуры управления и защиты.

Преобразовательное устройство изменяет параметры электрической сети (ток, частоту, напряжение), чтобы они соответствовали условиям питания электродвигателя.

Правильный выбор электрического двигателя позволяет создать условия наиболее рационального использования возможностей рабочей машины, определяет надежность и долговечность электропривода при максимальном КПД и коэффициенте мощности установки.

Почти все сельскохозяйственные машины работают с использованием электропривода переменного тока, питаемого от электрических сетей со стандартным напряжением 380 В при частоте 50 Гц. Электропривод с асинхронным короткозамкнутым двигателем наиболее простой и требует минимума установленного оборудования, поэтому он используется в большинстве видов рабочих машин.

Если частота вращения выбранного электродвигателя соответствует частоте вращения вала рабочей машины, то из структуры электропривода исключается передаточный механизм с необходимым передаточным числом.

Для использования наиболее простых передаточных механизмов рекомендуется использовать электрические двигатели с частотой вращения:

- 3000 об/мин – для привода насосов, погружных насосов, вентиляторов, центрифуг, круглых пил, электроинструмента. Не рекомендуется их использование в режиме частых пусков;
- 1500 об/мин – для привода большинства сельскохозяйственных машин;
- 1000 об/мин - для рабочих машин с тяжелыми условиями пуска;
- 750 об/мин – из – за низких энергетических показателей, использование не рекомендуется.

Номинальная мощность выбранного двигателя должна быть по возможности близкой к расчетной мощности рабочей машины. Если номинальная мощность двигателя Рн значительно больше расчетной мощности Ррасч, то снижается КПД и cosφ электродвигателя и удорожается его эксплуатация. Если номинальная мощность меньше расчетной мощности, то двигатель будет работать с перегрузкой. Его температура может превысить допустимое значение, что приводит к снижению электрической прочности изоляции, быстрому старению и выходу из строя двигателя.

Задача выбора двигателя по мощности осложняется тем, что нагрузка на его валу в процессе работы, как правило, изменяется во времени. Поэтому для обоснованного выбора двигателя по мощности необходимо знать изменения нагрузки во времени, т.е. его будущий режим работы.

Промышленностью выпускаются электрические двигатели для продолжительного режима работы (режим S1), кратковременного (режим S2), повторно – кратковременного (режим S3) и перемежающего режима (режим S6).

Целью задач 1…10 является овладение методикой выбора электрических двигателей для различных режимов работы и проверки их на перегрузочную способность.

Пример решения 1.

Выбрать электрический двигатель для привода барабанной картофелесортировки производительностью Q=5 т/ч, расположенной на открытом воздухе. Передача цепная, удельные затраты энергии А=0,21 кВт·ч/т.

Решение:

1. Определяем расчетную мощность для привода картофелесортировки:

$$P_{расч} = \frac{A \cdot Q}{\eta_{пер}}, кВт \qquad (1)$$

где А – удельные затраты энергии, кВт·ч/т;

Q – производительность рабочей машины, т/ч;

$\eta_{пер}$ – КПД передачи.

Таблица 1 – Характеристика передач

№ п/п	Тип передачи	КПД
1	Клиноременная	0,95…0,98
2	Цепная	0,96…0,97
3	Зубчатая сухая	0,93…0,95
4	Зубчатая в масле	0,95…0,98
5	Ременная	0,85…0,9
6	Муфта	0,95…0,98

$$P_{расч} = \frac{0,21 \cdot 5}{0,96} = 0,094 кВт$$

2. Выбираем стандартный двигатель из условия:

$P_н \geq P_{расч}$, с учетом частоты вращения рабочей машины. (3)

$$0,12 \geq 0,094$$

Из приложения Б, таблица 1 выбираем стандартный двигатель типа АИР со следующими параметрами: АИР56А4УЗ, Рн=0,12, Iн=0,44 А, nн=1350 об/мин, ηн=63 %, cosφ=0,66, kп=2,1, kмин=1,8, kмакс=2,2, ki=5.

Проверяем выбранный двигатель на возможность запуска при снижении напряжения на 10%.

3. Определяем номинальную угловую частоту вращения, $с^{-1}$:

$$\omega_н = \frac{\pi \cdot n_{\backslash н}}{30}, c^{-1} \qquad (4)$$

$$\omega_н = \frac{3,14 \cdot 1350}{30} = 141,3 c^{-1}$$

4. Определяем номинальный момент двигателя, Н·м:

$$M_н = \frac{P_н}{\omega_н}, Н \cdot м \qquad (5)$$

$$M_н = \frac{0,12}{141,3} = 8,49 Н \cdot м$$

5. Определяем статический момент сопротивления рабочей машины, Н·м:

$$M_c = \frac{P_{расч}}{\omega_н}, Н \cdot м \qquad (6)$$

$$M_c = \frac{0,094}{141,3} = 6,65 Н \cdot м$$

6. Определяем требуемый номинальный момент по условиям запуска, Н·м:

$$M_{н.пуск} = \frac{1{,}25 \cdot M_c}{k_{мин} \cdot U^2}, Н \cdot м$$

$$M_{н.пуск} = \frac{1{,}25 \cdot 6{,}65}{1{,}8 \cdot 0{,}9^2} = 5{,}7 Н \cdot м$$

7. Поверяем условие:

$$M_н \geq M_{н.пуск.}$$

$$8{,}49 \succ 5{,}7$$

Т.к. условие соблюдается, то двигатель запустится нормально.

Пример решения 2.

Выбрать электрический двигатель для кормодробилки типа КДУ – 2, производительность при измельчении зерна Q=2 т/ч. Удельные затраты электроэнергии А=14 кВт·ч/т. Место установки – закрытое помещение с естественной вентиляцией, передача муфта.

Решение:

1. Определяем расчетную мощность для привода картофелесортировки:

$$P_{расч} = \frac{к_x \cdot A \cdot Q}{\eta_{пер}}, кВт \qquad (7)$$

где $к_x$ – коэффициент, учитывающий потери холостого хода, $к_x$ =1,15…1,2;
А – удельные затраты энергии, кВт·ч/т;
Q – производительность рабочей машины, т/ч;
$\eta_{пер}$ – КПД передачи.

$$P_{расч} = \frac{0{,}21 \cdot 5}{0{,}96} = 0{,}094 кВт$$

2. Выбираем стандартный двигатель из условия:

$P_н \geq P_{расч}$, с учетом частоты вращения рабочей машины. (8)

$$0{,}12 \geq 0{,}094$$

Из приложения Б, таблица 1 выбираем стандартный двигатель типа АИР со следующими параметрами: АИР56А4УЗ, Рн=0,12, Iн=0,44 А, nн=1350 об/мин, ηн=63 %, cosφ=0,66, kп=2,1, kмин=1,8, kмакс=2,2, ki=5.

Проверяем выбранный двигатель на возможность запуска при снижении напряжения на 10%.(см.пример 1).

Пример решения 3.

Выбрать электрический двигатель для привода центробежного вентилятора типа Ц – 4 – 75 производительностью (подача) Q=3800 $м^3$/ч при полном давлении Н=290 Па, передача прямая (непосредственное соединение).

Решение:

1. Определяем расчетную мощность вентилятора:

$$P_{расч} = \frac{Q \cdot H}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_{вен}}, кВт \qquad (9)$$

где Q – производительность вентилятора, $м^3$/ч;
Н – напор (давление) вентилятора, Па;
$\eta_{вен}$ – КПД вентилятора.

$$P_{расч} = \frac{3800 \cdot 290}{3600 \cdot 1000 \cdot 0{,}85} = 0{,}36 кВт$$

2.Определяем расчетную мощность двигателя вентилятора: кВт

$$P_{дв.} = \frac{к_з \cdot P_{расч}}{\eta_{пер}}, кВт \quad \textbf{(12)}$$

где $к_з$ - коэффициент запаса мощности вентиляторов;

$\eta_{пер}$ – КПД передач, т.к.передача прямая, то $\eta_{пер}=1$

$$P_{дв.} = \frac{1{,}5 \cdot 0{,}36}{1} = 0{,}54 кВт$$

3.Выбираем стандартный двигатель из условия:

$$P_н \geq P_{дв} \text{ с учетом оборотов вентилятора} \quad \textbf{(13)}$$

$$0{,}55 кВт \succ 0{,}54 кВт$$

Из таблицы 5 (приложение Б) выбираем стандартный двигатель типа АИР71В6УЗ, у которого Рн=0,55 кВт, Iн=1,7 А, n=915 об/мин, ηн=68 %, cosφ=0,7, kп=2,0, kмин=1,6, kмакс=2,2, ki=4,5.

Проверяем выбранный двигатель на возможность запуска при снижении напряжения на 10%.(см.пример 1).

Таблица 2 – Техническая характеристика центробежных вентиляторов ВЦ4 - 45

Индексы вентиляторов	Производительность, тыс. м^3/ч		Давление, Па		Максимальный, КПД	Частота вращения рабочих колес	Установленные мощности эл. двигателя, кВт
	номинальная	в рабочей зоне	номинальное	в рабочей зоне			
1	2	3	4	5	6	7	8
Центробежные вентиляторы							
ВЦ4-75-5	3,8	2,34-4,8	290	349-180	85	930	0,55
	5,8	3,57-7,5	676	813-415		1420	1,5
		2,45-3,78		495-452		930	0,75
	3,78	3,78-5,59	452	452-217	83	930	1,1
ВЦ4-75-5		3,74-5,2		1154-1075		1420	2,2
ВЦ4-75-6,3	7,57	4,68-9,64	460	553-285	85	930	1,5
	11,7	7,25-14,9	1100	1327-677		1440	5,5
ВЦ4-75-8	11,65	10,6-17,72	655	680-393	83	700	4,0
		10,47-14,0		1378-1340		970	7,5
	16,15	14,0-23,88	1258	1340-755		970	11,0
ВЦ4-75-10	23,78	14,7-30,26	714	859-438	85	730	7,5
	31,59	19,53-40,21	1261	1517-774		970	15
ВЦ4-75-12,5	46,44	28,71-59,1	1116	1342-685		730	18,5
Осевые вентиляторы							
В-06-300-6,3А	7,3	4,8-8,8	76	93-59,9	75	930	0,37
В-06-300-8А	14,0	10-16	93	127-64	77	930	0,75
	21,0	15-26	216	294-157		1430	3,0
В-06-300-10А	28,0	21-35	157	206-88	77	930	2,2

Таблица 3 – Рекомендуемые значения запаса мощности центробежных вентиляторов

Номинальная мощность электродвигателя, кВт		До 0,5	0,5…1,0	1,0…2,0	2,0…3,0	3,0 и более
Кз	для осевых	1,2	1,15	1,1	1,05	1,05
	для центробежных	1,5	1,3	1,2	1,15	1,1

Пример решения 4.

Выбрать электрический двигатель для привода центробежного водяного насоса производительностью (подача) Q=6,3 м^3/ч при полном давлении Н=600 Па, передача прямая (непосредственное соединение).

Решение:

1. Определяем расчетную мощность насоса:

$$P_{расч} = \frac{Q_н \cdot H_н}{3600 \cdot \eta_{нас}} кВт \quad (7)$$

где $\eta_{нас}$ – КПД насоса, $\eta_{нас}$=0,5…0,8

$$P_{расч} = \frac{6{,}3 \cdot 600}{3600 \cdot 0{,}8} = 1{,}3 кВт$$

2. Определяем расчетную мощность двигателя для насоса: кВт

$$P_{дв} \frac{к_з \cdot P_{нас}}{\eta_{пер}}, кВт \quad (8)$$

где $\eta_{пер}$ – КПД передачи, $\eta_{пер}$=1 для прямой передачи.

$$P_{дв.} = \frac{1{,}5 \cdot 1{,}3}{1} = 0{,}54 кВт$$

$к_з$ – коэффициент запаса, зависит от мощности двигателя насоса (принимается из таблицы 5).

3. Выбираем стандартный двигатель *(таблица 4)* из условия:

$$P_н \geq P_{дв} \quad (9)$$

$$2{,}8 кВт \succ 1{,}97 кВт$$

Из таблицы 5 (приложение Б) выбираем стандартный двигатель типа 7ПЭДВ-2,8-140, у которого Рн=2,8 кВт, Iн=6,9 А, n=2850 об/мин, ηн=68 %, cosφ=0,7, kп=2,0, kмин=1,6, kмакс=2,2, ki=5,5.

Проверяем выбранный двигатель на возможность запуска при снижении напряжения на 10%.(см.пример 1).

Таблица 4 – Значение коэффициента запаса

$P_н$, кВт	*≤1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*8*	*≥10*
$к_з$	*2…1,7*	*1,5*	*1,33*	*1,25*	*1,2*	*1,12*	*1,1…1,05*

Таблица 5 – Технические данные погружных двигателей

Наименование электродвигателя	Номинальная мощность, кВт	Номинальный ток, А	Частота вращения, об/мин	Коэф. мощн. cosφ	КПД, %
ПЭДВ 0,75-95	0,75	5,1±0,5	2850	0,63	35
ПЭДВ 1,1-95	1,1	6,2±0,6	2850	0,63	43
ПЭДВ 1,5-95	1,5	7,5±07	2850	0,63	50
ПЭДВ 1,5-114	1,5	5,7±0,57	2850	0,65	61

ПЭДВ 2,8-114	2,8	8,3±083	2850	0,7	73
ПЭДВ 4,0-114	4	11,6±1,0	2850	0,72	73
ПЭДВ 1,5-140	1,5	5,4±0,5	2850	0,7	60
ПЭДВ 2,8-140	2,8	7,6±0,7	2850	0,78	72
ПЭДВ 4,5-140	4,5	11,5±1,1	2850	0,8	74
ПЭДВ 5,5-140	5,5	15±1,5	2850	0,83	79
ПЭДВ 6,3-140	6,3	16±1,6	2850	0,77	78
ПЭДВ 8-140	8	18,3±1,8	2850	0,83	80
ПЭДВ 11-140	11	26±2,6	2850	0,8	80
ПЭДВ 13-140	13	30,5±3,0	2850	0,8	81
ПЭДВ 5,5-180	5,5	15±1,5	2850	0,8	69
ПЭДВ 9-180	9	22±2,2	2850	0,8	78
ПЭДВ 11-180	11	27±2,7	2850	0,8	77
ПЭДВ 13-180	13	30±3,0	2850	0,8	82
ПЭДВ 16-180	16	37±3,0	2850	0,8	82
ПЭДВ 18,5-180	18,5	41,2±4,12	2900	0,81	84
ПЭДВ 22-180	22	48,5±4,85	2900	0,8	86
ПЭДВ 32-180	32	70±4	2900	0,82	84
ПЭДВ 37-180	37	83±5	2900	0,82	83
ПЭДВ 18,5-219	18,5	41,2±4,12	2919	0,8	78
ПЭДВ 20-219	20	43,0±4,3	2919	0,83	85
ПЭДВ 22-219	22	48,5±2,4	2919	0,8	80
ПЭДВ 30-219	30	62,0±3,1	2919	0,85	86
ПЭДВ 32-219	32	66±3,3	2919	0,83	84
ПЭДВ 35-219	35	85±5,0	2919	0,83	84
ПЭДВ 45-219	45	92,5±5,4	2919	0,83	84
ПЭДВ 65-219	65	132±7,0	2919	0,83	84

Тема 1.3. Аппаратура управления

Общие сведения и классификация аппаратуры управления. Аппаратура ручного управления. Аппаратура дистанционного управления.

Выбор аппаратуры управления.

Литература

[1] с. 32…52, [2] с. 76…97

Тема 1.4. Аппаратура защиты

Общие сведения и классификация аппаратуры защиты. Защитно – отключающие устройства. Выбор аппаратуры защиты.

Литература

[1] с. 32…52, [2] с. 76…97

Методические рекомендации

В результате изучения этой темы студенты должны знать устройство, принцип действия, технические характеристики и область применения современной аппаратуры управления и защиты, а также усвоить методику их выбора. Рекомендуется применять магнитные пускатели серии ПМЛ с тепловыми реле РТЛ. При выборе предохранителей отдавать предпочтение предохранителям ПН, НПН. Для коммутации и защиты силовых цепей применять автоматические выключатели серии АЕ-20, АП50Б, ВА – 51.

В настоящее время сельскохозяйственные электроустановки поставляются комплектно с аппаратами защиты. Однако в процессе эксплуатации возникает необходимость в замене вышедших из строя аппаратов.

В соответствии с рекомендациями ПУЭ для электродвигателей переменного тока должна предусматриваться защита от многофазных замыканий, в сетях с глухозаземлённой нейтралью – также от однофазных замыканий, а также защита от токов перегрузки и защита от минимального напряжения.

Для защиты электродвигателей от коротких замыканий должны применяться предохранители или автоматические выключатели.

Защита электродвигателей от перегрузки должна устанавливаться в случаях, когда возможна перегрузка механизма по технологическим причинам, а также когда при особо тяжёлых условиях пуска или самозапуска необходимо ограничить длительность пуска при пониженном напряжении. Защита должна выполняться с выдержкой времени и может быть осуществлена тепловыми реле или другими устройствами.

Выбор аппаратов управления и защиты производится исходя из установленной мощности электроприёмника по расчётному току управляемой или защищаемой цепи.

Выбор предохранителей производится исходя из следующих условий:

1) номинальное напряжение предохранителя должно быть больше или равно линейному напряжению сети;

2) номинальный ток предохранителя должен быть больше или равен номинальному току плавкой вставки;

3) номинальный ток плавкой вставки должен быть больше или равен расчётному току плавкой вставки.

Расчётный ток плавкой вставки определяют по формуле:

$$I_{пл.вст.} = I_{мах} / \alpha, А$$

Для предохранителей обычного типа, защищающих ответвления к асинхронным двигателям с короткозамкнутым ротором и с нормальными условиями работы (редкие пуски, продолжительность разбега 5 – 10 с), $\alpha = 2,5$.

При защите двигателей с тяжёлыми условиями работы (частые пуски, продолжительность разбега до 40 с) $\alpha = 1,6 – 2,0$.

Максимальный ток в цепи с одним двигателем равен его пусковому току. В каталогах обычно приводится кратность пускового тока двигателя k_I. Тогда максимальный ток в цепи

$$I_{мах} = k_I \cdot I_н, А$$

где $I_н$ – номинальный ток двигателя, А.

Если предохранитель защищает линию, к которой присоединены несколько двигателей, то максимальный ток

$$I_{мах} = т \cdot \sum I_н + I_{пуск}, А$$

где т – коэффициент одновременности;

$\sum I_н$ - сумма рабочих токов всех остальных двигателей, А;

$I_{пуск}$ - пусковой ток одного двигателя, при котором $I_{мах}$ имеет наибольшее значение, А.

При выборе автоматических выключателей руководствуются следующими правилами.

1. Номинальный ток теплового или комбинированного расцепителя должен быть больше рабочего тока линии:

$$I_{н.р.} \geq I_{р.}.$$

Если автоматический выключатель встроен в шкаф, то следует учесть изменившиеся условия охлаждения автомата, вводя поправочный коэффициент, равный 1,1.

$$I_{н.р.} \geq 1{,}1\ I_{р.},\ А$$

2. Расчётный ток срабатывания электромагнитного расцепителя автоматов серии ВА - 51, АП50, АЕ – 2000.

$$I_{ср.р.} \geq 1{,}25\ I_{пуск.}, А$$

Для автоматов серии А3100

$$I_{ср.р.} \geq 1{,}5\ I_{пуск.}, А$$

Коэффициенты 1,25 – 1,5 учитывают неточность в определении кратковременного тока и разброс характеристик автоматов.

3. Расчётный ток срабатывания не должен превышать каталожное значение тока срабатывания

$$I_{ср.р.} \leq I_{ср.\ к.}$$

Если это условие не выполняется, то возможны ложные срабатывания автомата при включении потребителей с большими пусковыми токами.

Если автоматический выключатель защищает несколько электродвигателей, расчетный ток срабатываний определяется по формуле:

$$I_{ср.р.} = 1{,}25\ I_{пуск(Б)} + \sum I_{н.д}\ (остальных),\ А$$

(для автоматических выключателей АЕ, АП50, ВА)

$$I_{ср.р.} = 1{,}5\ I_{пуск(Б)} + \sum I_{н.д}\ (остальных),\ А$$

(для автоматических выключателей А3100)

где $I_{пуск}$ - наименьший из пусковых токов защищаемых электродвигателей, А;

$\sum I_{н.д}$ (остальных)- сумма номинальных токов остальных защищаемых электродвигателей, А

Тепловое реле для защиты двигателя от перегрузок недопустимой продолжительности выбирают из условия, что номинальный ток реле должен быть больше или равен расчётному току:

$$I_{н.э.} \geq I_{р.},$$

а регулируемый ток срабатывания теплового элемента должен включать в себя значение расчётного тока.

Электромагнитный пускатель выбирается из условия, что его ток должен быть больше или равен расчётного тока цепи

$$I_{н.п.} \geq I_{р.},$$

Выбранный пускатель проверяют по условиям коммутации для режима частых пусков и остановок:

$$I_{н.п.} \geq I_{пуск} / 6,$$

Вопросы для самоконтроля

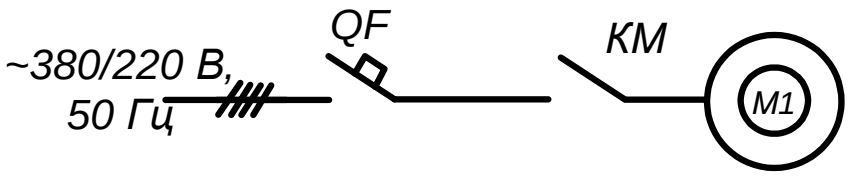
1. Объясните назначение аппаратуры управления электродвигателя
2. Для чего предназначены и как устроены рубильники, пакетные выключатели, кнопочные посты, конечные выключатели?
3. Объясните принцип действия и устройство магнитных пускателей и промежуточного реле
4. Объясните назначение аппаратуры защиты электродвигателя.
5. Объясните принцип действия и устройство предохранителей, автоматических выключателей и тепловых реле.

Пример решения 5.

Дано:

М1: АИР112М4У3: $P_н$=5,5 кВт; $I_н$=11,4А; K_i=7,0

Электрическое исполнение: не реверс., без теплового реле. Для питания двигателя использовать кабель, проложенный открыто.



Решение:

Для защиты от токов короткого замыкания и перегрузок выбираем автоматический выключатель QF из условия:

$$U_{н.авт} \geq U_{н.с.}$$

$$500\,B \succ 380\,B$$

$$I_{п.авт} = 25A \succ I_{н.дв} = 11{,}4A$$

$$I_{п.р} = 12{,}5A \succ I_{н.дв} = 11{,}4A$$

2. Ток электромагнитного расцепителя:

$$I_{эм.р} = 1{,}25 \cdot 11{,}4 \cdot 7 = 99{,}75A$$

3. Определяем каталожный ток срабатывания электромагнитного расцепителя

$$I_{ср.кат} = 12 \cdot 12{,}5 = 150A$$

4. Проверяем выбранный автомат на возможность ложного срабатывания при пуске

$$I_{ср.кат} = 150A \succ I_{эм.р} = 99{,}75A$$

Принимаем автоматический выключатель *AE2036P* $U_{н.авт} = 500\,B$, $I_{н.авт} = 25$, $I_{н.р} = 12{,}5A$.

Выбираем магнитный пускатель *КМ* из условия:

$$220B = 220B$$

$$I_{н.п.} = 25A \succ I_{н.дв} = 11{,}4A$$

$$I_{н.п.} = 25A \succ I_{р.ком} = \frac{11{,}4 \cdot 7{,}0}{6} = 13{,}3A$$

Принимаем пускатель *ПМЛ212002*.

С учетом количества жил и марки проводника производим выбор сечения проводника по допустимому току нагрева из условия:

$$I_{доп} \geq I_{н.дв.}$$

17 А > 11,4 А

Принимаем сечение проводника S=2,5 мм^2, т.е. АВВГ 4х2,5

Проверяем сечения проводников на соответствие расчетному току вставки защитного аппарата по условию:

$$I_{доп} \geq \beta \cdot I_{н..р.,} A \qquad (3)$$

где β – коэффициент, учитывающий нормированное соотношение между длительно допустимым током проводников и номинальным током установки защитного аппарата (приложение, Б таблица 2);

17 А > 1·12,5=12,5 А

Так как условие соблюдается, значит, сечение проводника соответствует вставке защитного аппарата. Окончательно принимаем кабель марки АВВГ сечением 2,5 мм^2.

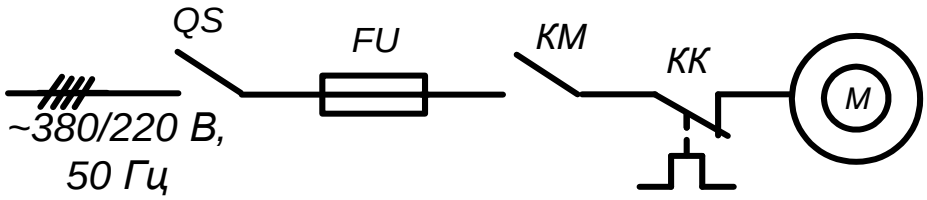
Примечание: Если условие (3) не соблюдается, то сечение проводников необходимо увеличить.

Пример решения 5.

Дано:

М: АИР180М4У3: $P_н$=30 кВт; $I_н$=56,9 А; K_i=7,0

Электрическое исполнение: реверсивное, с тепловым реле. Для питания двигателя использовать провод, проложенный открыто.



Решение:

Выбираем рубильник из условия:

$$I_{н.р} \geq I_{н.дв}$$

где $I_н$ – номинальный ток двигателя;

$I_{н.р.}$ – номинальный ток рубильника.

QS:

100>56,9 А

Принимаем рубильник РБ31

Для защиты от токов короткого замыкания плавкий предохранитель *FU:*

$$U_н = 660\,B \succ U_{н.с.} = 380\,B$$

$$I_{н.пр} = 250 \succ I_{н.дв.} = 56{,}9A$$

2) Определяем ток плавкой вставки:

$$I_{пл.вст.} = \frac{I'_{пуск}}{\alpha} = \frac{56{,}9 \cdot 7}{2} = 199{,}15A$$

3) Выбираем стандартную плавкую вставку из условия:

$$I_{н.вст} = 200\,A \succ I_{пл.вст} = 199{,}15\,A$$

Принимаем плавкий предохранитель *ПП31-35* $U_н = 660\,B$, $I_{н.пр} = 250A$, $I_{н.вст} = 200\,A$.

Выбираем магнитный пускатель *КМ* из условия:

220В=220В

$$I_{н.п.} = 80A \succ I_{н.дв} = 56{,}9A$$

$$I_{н.п.} = 80\,A \succ I_{р.ком} = \frac{56{,}9 \cdot 7}{6} = 66{,}4A$$

Принимаем пускатель *ПМЛ522002.*

Выбираем тепловое реле *КК* из условия:

$$I_{н.р} \geq I_{н.дв}$$

$$I_{н.р} = 80A \geq I_{н.дв} = 56{,}9A\,.$$

Из каталога выбираем тепловое реле типа РТЛ – 206104, с пределами регулирования 54…66 А. Регулятор настройки тока несрабатывания теплового элемента устанавливаем на значение $I_{н.дв}$=56,9 А.

Тема 1.5. Основные принципы автоматического управления электроприводами машин и механизмов

Типы систем автоматического управления. Классификация электрических схем управления и условные обозначения элементов. Схемы пуска асинхронных электродвигателей. Схема поточной линии.

Литература

[1] с. 32…52, [2] с. 76…97

Тема 1.6. Электротехнологические установки

Понятие электротехнологии и ее применение. Способы электрического нагрева. Электрические водонагреватели. Электросварочные аппараты.

Литература

[1] с. 32…52, [2] с. 76…97

Тема 1.7. Электрооборудование осветительных и облучательных установок

Основные величины и единицы измерения оптического излучения. Электрические лампы накаливания, газоразрядные и светодиодные источники видимого излучения. Источники ультрафиолетового и инфракрасного излучения. Схемы включения газоразрядных и светодиодных источников оптического излучения.

Литература

[1] с. 32…52, [2] с. 76…97

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите виды оптического излучения и поясните, как они воздействуют на животных и растения?
2. Назовите основные величины видимого излучения, в каких единицах они измеряются?
3. Как измерить освещённость?
4. Поясните устройство и принцип действия ламп накаливания.
5. Поясните устройство и принцип действия люминесцентных ламп низкого давления.
6. Поясните устройство и принцип действия люминесцентных ламп высокого давления типа ДРЛ, ДРИ, ДНаТ.
7. Какие лампы применяют для ультрафиолетового облучения? Назовите их особенности.
8. Какие лампы применяют для инфракрасного обогрева? Назовите их отличительные особенности.

Тема 1.8. Эксплуатация внутренних электрических сетей

Общие сведения и классификация электропроводок. Условные графические обозначения электрооборудования и проводок на планах. Правила монтажа и эксплуатации внутренних проводок. Типы проводов и кабелей для внутренних проводок.

Литература

[1] с. 32…52, [2] с. 76…97

Вопросы для самоконтроля

1. Как классифицируются электропроводки?
2. Что включают в себя силовые сети?
3. Какие существуют способы прокладки силовых сетей?
4. Какие провода и кабели применяются для выполнения осветительных электропроводок?
5. В какой последовательности производится расчёт осветительной сети?
6. Как проверить выбранные провода по допустимой потере напряжения?

Методические рекомендации

Электрическая энергия от распределительной трансформаторной подстанции по кабелю или воздушной линии подается к зданиям, где она используется. Вводы в здания выполняют через стены или через крыши.

Электрические сети от ввода до потребителя называются внутренними. Они включают в себя силовые и осветительные проводки, распределительные устройства, крепления проводов и кабелей.

Расчёт силовой сети рекомендуется вести в следующем порядке:

1. Производят компоновку всех силовых токоприёмников по группам, исходя из их мощности, места установки и принадлежности к рабочим машинам.
2. Вычерчивают эскиз принципиальной схемы силовой сети и, исходя из количества групп, выбирают тип распредустройства.
3. Производят расчет сечения проводов (кабелей) на участках от двигателя до пускового устройства и от пускового устройства до силового щита.

Площади сечения проводов и кабелей определяют исходя из двух условий:

а) по условию нагрева длительным расчётным током,

б) по условию соответствия аппарату защиты.

При этом считают, что условия прокладки провода нормальные.

4. Определив площадь сечения провода (кабеля) по двум условиям, выбирают большее.

Срок службы силовой электропроводки и безопасность её обслуживания в значительной мере зависят от правильного выбора марки проводника и способа его прокладки.

Температура токоведущих жил в нормальном режиме не должна достигать значений, опасных для состояния их изоляции. Поэтому выбор сечения проводников, прокладываемых в помещениях, тесно связан с выбором плавких вставок предохранителей и уставок расцепителей автоматических выключателей. В связи с этим расчёт проводов и кабелей по допустимому нагреву начинают с выбора защиты.

Выбрав предохранители и автоматические выключатели, определяют допустимые токи $I_{доп}$ по нагреву для выбора площади сечения проводников

$$I_{доп} > 0{,}33\ I_{пл.вст}\ ,А$$

$$I_{доп} > 0{,}22\ I_{н.э.расц}\ ,А$$

где $I_{пл.вст}$ – номинальный ток плавкой вставки предохранителя, А;

$I_{н.э.расц}$ - ток срабатывания электромагнитного расцепителя, А.

По значениям допустимого тока, пользуясь таблицей длительно-допустимых токов (приложение), определяют для принятой марки провода или кабеля ближайшее значение допустимого табличного тока и соответствующую площадь поперечного сечения проводника.

ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНИХ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

По дисциплине «Эксплуатация электрооборудования сельскохозяйственной техники и агрегатов» учащиеся заочного отделения выполняют две контрольные работы. Номер варианта учащиеся определяют по двум последним цифрам шифра. Каждый вариант включает в себя два теоретических вопроса и две задачи.

Процесс выполнения контрольной работы начинается с чтения соответствующих тем рекомендуемой литературы. После получения полного представления о содержании вопроса приступают к последовательному изложению его содержания. Общий объём работы не регламентируется, но нормально, если работа составляет 24 страницы ученической тетради.

Главное в контрольной работе – её содержание, но важное значение имеет и правильное оформление.

Работа должна быть написана грамотно, чётким и разборчивым почерком. В тексте нельзя допускать сокращения слов, кроме общепринятых.

В конце работы помещают список использованной литературы. Завершается работа подписью учащегося и датой выполнения работы.

При рецензировании контрольной работы учитывается соответствие ответов вопросам, глубина раскрытия вопросов, последовательность изложения материала, достаточность объёма, эстетическое оформление, аккуратность и грамотность.

По результатам выполнения домашних контрольных работ выставляется «зачёт» или «не зачтено»

Если при самостоятельном изучении учебного материала или при выполнении контрольных работ у учащихся возникают трудности, следует обратиться в учреждение образования и получить консультацию.

После получения учащимся зачтённой контрольной работы, ему следует выполнить указания рецензента, исправить ошибки и устранить имеющиеся недостатки.

Если работа не зачтена, то её выполняют повторно с учётом замечаний рецензента и присылают на повторное рецензирование.

Контрольную работу с рецензии необходимо хранить до окончания экзаменнационно-лабораторной сессии и предъявлять её при написании итоговой контрольной работы.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ДОМАШНИХ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Отметка «зачтено» выставляется при условии, что работа выполнена в полном объёме, в соответствии с заданием. Ответы на все вопросы даны правильно, последовательно, при необходимости иллюстрированы схемами, графиками, диаграммами. Задачи решены методически верно. Правильно употребляется научно-техническая терминология. Работа аккуратно оформлена, приведен список использованной литературы.

Работа может быть зачтена, если она содержит несущественные ошибки:

- описки и неточности, не искажающие сути ответа;
- отсутствие выводов в процессе освещения вопросов;

- при отсутствии списка использованной литературы или несоответствии его оформления стандарту.

Отметка «не зачтено» выставляется, если работа выполнена не в полном объёме или содержит следующие существенные ошибки:

- не раскрыто основное содержание вопросов задания;
- отдельные вопросы освещены не в соответствии с вариантом задания;
- ответ на задание не конкретен, без адаптации к контрольному заданию;
- задачи решены методически не верно;
- схемы выполнены не в полном объёме, с нарушением требований ЕСКД.

Контрольная работа, выполненная неразборчивым почерком, небрежно, а также не по своему варианту, возвращается учащемуся без проверки, с указанием причины возврата.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Контрольная работа по первому учебному заданию состоит из двух вопросов и двух задач. Распределение контрольных вопросов и задач по вариантам приведено в таблице 1.

Таблица 1. Распределение задач и вопросов контрольной работы (по вариантам)

Предпо след-няя цифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	1.1 2.3	1.30 2.10	1.15 2.11	1.14 2.10	1.6 2.21	1.21 2.1	1.10 2.20	1.4 2.19	1.18 2.21	1.20 2.1
	1, 40	2, 39	3, 38	4, 37	5, 36	6, 35	7, 34	8, 33	9, 32	10, 31
1	1.2 2.1	1.12 2.29	1.16 2.12	1.13 2.9	1.5 2.22	1.22 2.3	1.11 2.19	1.5 2.20	1.19 2.22	1.26 2.2
	11, 30	12, 29	13, 28	14, 27	15, 26	16, 25	17, 24	18, 23	19, 22	20, 21
2	1.3 2.9	1.29 2.28	1.3 2.13	1.12 2.8	1.4 2.23	1.23 2.2	1.12 2.18	1.8 2.23	1.19 2.18	1.27 2.3
	21, 1	22, 2	23, 3	24, 4	25, 5	26, 6	27, 7	28, 8	29, 9	30, 10
3	1.4 2.8	1.28 2.27	1.17 2.14	1.4 2.7	1.3 2.24	1.24 2.24	1.17 2.17	1.6 2.23	1.20 2.17	1.26 2.4
	31, 11	32, 12	33, 13	34, 14	35, 15	36, 16	37, 17	38, 18	39, 19	40, 20
4	1.5 2.6	1.27 2.26	1.18 2.15	1.11 2.6	1.5 2.25	1.16 2.5	1.13 2.16	1.7 2.24	1.21 2.20	1.29 2.5
	21, 40	22, 39	23, 38	24, 37	25, 36	26, 35	27, 34	28, 33	29, 32	30, 31
5	1.6 2.7	1.26 2.25	1.19 2.16	1.10 2.5	1.15 2.27	1.6 2.6	1.14 2.15	1.8 2.26	1.22 2.15	1.30 2.6
	1, 40	2, 39	3, 38	4, 37	5, 36	6, 35	7, 34	8, 33	9, 32	10, 31

6	1.7 2.5	1.25 2.24	1.20 2.17	1.14 2.4	1.2 2.26	1.25 2.7	1.7 2.14	1.9 2.27	1.23 2.14	1.1 2.7
	11, 30	12, 29	13, 28	14, 27	15, 26	16, 25	17, 24	18, 23	19, 22	20, 21
7	1.8 2.23	1.24 2.4	1.13 2.18	1.9 2.3	1.1 3.28	1.26 2.8	1.15 2.13	1.8 2.9	1.24 2.12	1.2 2.8
	21, 1	22, 2	23, 3	24, 4	25, 5	26, 6	27, 7	28, 8	29, 9	30, 10
8	1.9 2.22	1.23 2.3	1.21 2.19	1.8 2.2	1.30 2.9	1.27 2.12	1.16 2.29	1.15 2.30	1.9 2.13	1.3 2.9
	31, 11	32, 12	33, 13	34, 14	35, 15	36, 16	37, 17	38, 18	39, 19	40, 20
9	1.11 2.2	1.23 2.21	1.22 2.20	1.7 2.30	1.29 2.1	1.28 2.10	1.17 2.11	1.18 2.28	1.25 2.10	1.10 2.11
	21, 40	22, 39	23, 38	24, 37	25, 36	26, 35	27, 34	28, 33	29, 32	30, 31

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия «электропривод». Изобразите структурную схему электропривода и объясните взаимодействие элементов схемы.
2. Охарактеризуйте материалы, применяемые для изоляции обмоток электродвигателей. Укажите факторы, влияющие на срок службы изоляции, а также мероприятия по повышению надежности изоляции.
3. Вычертите и объясните графики мощности, температуры нагрева и потерь двигателя при продолжительном режиме работы.
4. Вычертите и объясните графики температуры нагрева, мощности и потерь двигателя при кратковременном режиме работы.
5. Вычертите и объясните графики температуры нагрева, мощности и потерь двигателя при повторно-кратковременном режиме работы.
6. Охарактеризуйте различные способы электрического торможения асинхронных двигателей.
7. Приведите классификацию электрических схем и объясните принцип, назначение основных типов схем.
8. Опишите особенности работы электроприводов в условиях сельскохозяйственного производства и укажите мероприятия повышения надежности электрооборудования.
9. Опишите устройство, назначение и выбор электромагнитных контакторов.
10. Опишите устройство, назначение и выбор рубильников и переключателей.
11. Опишите устройство, назначение, выбор и структуру обозначений пакетных выключателей. Укажите область применения и обозначение в принципиальных и монтажных схемах устройств.
12. Опишите устройство, назначение и выбор кнопок управления серии КЕ и кнопочных постов управления серии ПКЕ. Укажите графическое и позиционное обозначение в схемах.
13. Опишите устройство тепловых реле серии РТЛ и объясните методику их выбора. Приведите пример.
14. Опишите устройство и поясните методику выбора предохранителей для защиты ответвлений к короткозамкнутым асинхронным двигателям.
15. Опишите устройство, систему обозначений и методику выбора автоматических выключателей (автоматов).
16. Приведите классификацию электрических схем и объясните назначение основных типов схем. Ответ иллюстрируйте примерами.
17. Приведите классификацию аппаратуры управления электродвигателями по климатическому исполнению и степени защиты от воздействия окружающей среды.

18. Опишите устройство и принцип работы электромагнитных пускателей серии ПМЛ. Поясните структуру обозначений.
19. Охарактеризуйте электропривод вентиляционных установок и укажите, как определить мощность электродвигателя для привода вентилятора.
20. Охарактеризуйте электропривод центробежных насосов системы водоснабжения и укажите, как определяется мощность приводного электродвигателя погружного насоса
21. Изложите методику проверки устойчивой работы асинхронных короткозамкнутых двигателей при запуске мощного двигателя.
22. Охарактеризуйте электропривод транспортирующих машин и укажите, как определяется мощность электродвигателя для ленточного и скребкового транспортеров, шнека и нории.
23. Охарактеризуйте электропривод кормоприготовительных машин и укажите, как определяется мощность приводного электродвигателя.
24. Объясните что такое коэффициент мощности электродвигателя и его влияние на экономичность электроустановки. Способы повышения cos φ.
25. Какие основные мероприятия при эксплуатации электроприводов способствуют экономии электрической энергии?
26. Опишите особенности электроприводов сепараторов молока. Начертите график механической характеристики сепараторов и дайте ее анализ.
27. Приведите, классификацию электронагревательных установок по принципу действия и способам электронагрева.
28. Дайте характеристику сварочной дуге: физические процессы, условия зажигания, ее свойства, устойчивость горения и так далее.
29. Укажите требования к источникам питания электрической дуги и объясните, как они реализуются в сварочных трансформаторах, генераторах, выпрямителях.
30. Опишите устройство и принцип действии ламп накаливания. Приведите их основные характеристики и укажите, как они изменяются при изменениях напряжения питающей сети.
31. Опишите устройство галогенных ламп накаливания. Укажите их особенности и область применения.
32. Опишите устройство и объясните принцип действия люминесцентных ламп. Сравните основные характеристики люминесцентных ламп с характеристиками ламп накаливания и укажите их эффективность.
33. Объясните, почему люминесцентные лампы включаются в сеть с помощью пускорегулирующих аппаратов (ПРА). Какие тины ПРА выпускает отечественная промышленность? Какова система их обозначения?
34. Опишите устройство и объясните принцип действия газоразрядных источников ультрафиолетового излучения. Укажите их основные характеристики и область применения.
35. Опишите особенности инфракрасного нагрева и укажите область применения инфракрасных нагревателей в сельскохозяйственном производстве.
36. Опишите принцип действия машин для очистки и сортировки семян сельскохозяйственных культур, в которых используется электрическое поле высокого напряжения. Приведите поясняющие эскизы и схемы.
37. Опишите устройство и принцип действия облучательной установки с движущимися облучателями. Укажите экономическую эффективность облучения животных и птицы.
38. Опишите принцип действия электрических изгородей. Изобразите и объясните действие схемы современной электроизгороди.
39. Изложите сущность магнитной обработки воды и опишите конструкцию применения аппаратов. Ответ иллюстрируйте схемами аппаратов.
40. Опишите основные характерные явления, возникающие в средах при распространении в них ультразвуковых колебаний и приведите примеры применения ультразвука в сельскохозяйственном производстве.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 1. Выбрать магнитный пускатель (КМ), тепловое реле (КК), предохранитель (FU) или автоматический выключатель (QF), указанные в задании, а также провод или кабель для питания двигателя

Таблица – Исходные данные для решения задачи 1

Вариант	Тип двигателя	Выбор аппаратов	Провод, кабель	Способ прокладки
1.1	АИР71В6У3	FU, КМ, КК	кабель	открыто
1.2	АИР80А6У3	QF, КМ	провод	в трубе
1.3	АИР90L6У3	FU, КМ, КК	кабель	в земле
1.4	АИР100S6У3	QF, КМ	провод	по стене
1.5	АИР112М6У3	FU, КМ, КК	кабель	в лотке
1.6	АИР132S6У3	QF, КМ	провод	открыто
1.7	АИР160L6У3	FU, КМ, КК	кабель	в трубе
1.8	АИР180М6У3	QF, КМ	провод	в земле
1.9	АИР200М6У3	FU, КМ, КК	кабель	по стене
1.10	АИР200L6У3	QF, КМ	провод	в лотке
1.11	АИР71А4У3	FU, КМ, КК	кабель	открыто
1.12	АИР200М4У3	QF, КМ	провод	в трубе
1.13	АИР180S4У3	FU, КМ, КК	кабель	в земле
1.14	АИР160М4У3	QF, КМ	провод	по стене
1.15	АИР132М4У3	FU, КМ, КК	кабель	в лотке
1.16	АИР100S4У3	QF, КМ	провод	открыто
1.17	АИР90L4У3	FU, КМ, КК	кабель	в трубе
1.18	АИР80В4У3	QF, КМ	провод	в земле
1.19	АИР100L4У3	FU, КМ, КК	кабель	по стене
1.20	АИР132S4У3	QF, КМ	провод	в лотке
1.21	АИР80А2У3	FU, КМ, КК	кабель	открыто
1.22	АИР100S2У3	QF, КМ	провод	в трубе
1.23	АИР90L2У3	FU, КМ, КК	кабель	в земле
1.24	АИР112М2У3	QF, КМ	провод	по стене
1.25	АИР132М2У3	FU, КМ, КК	кабель	в лотке
1.26	АИР160S2У3	QF, КМ	провод	открыто
1.27	АИР180М2У3	FU, КМ, КК	кабель	в трубе
1.28	АИР200L2У3	QF, КМ	провод	в земле
1.29	АИР63В2У3	FU, КМ, КК	кабель	по стене
1.30	АИР71А2У3	QF, КМ	провод	в лотке

Задача 2. Определить расчетную мощность и выбрать электрический двигатель для привода заданной рабочей машины. Проверить выбранный двигатель на возможность запуска при снижении напряжения в сети на 10% (см. решение примеров 1…5). Расшифровать марку выбранного двигателя.

Таблица – Исходные данные для решения задачи 2.

Вариант	Наименование рабочей машины	Марка машины	Тип передачи по таблице 1)	Производительность Q	Напор, Н	Удельные затраты энергии
2.1	Картофелесортировка	РКС-10	2	10 т/ч	-	0,16
2.2	Вентилятор центробежный	ВЦ4-75-5	6	3500 $м^3$/ч	170 Па	-
2.3	Станок резерный	ФСШ-1А	1		-	-
2.4	Дробилка корнеплодов	ДКУ-1	6	0,8 т/ч	-	3,61
2.5	Дробилка	КДМ-2	1	2…3 т/ч	-	11…19

	зерновая					
2.6	Картофелесортировка транспортерная	М-611	5	7,5 т/ч	-	0,7
2.7	Корнерезка	КПИ-4	1	5 т/ч	-	1,…1,3
2.8	Центрифуга молочная Р=2,2 кВт	ЦЛМ-1-12	1		-	-
2.9	Насос центробежный	2-к-6	6	10 $м^3$/ч	350 Па	-
2.10	Вентилятор осевой	ВО06-320 №4	6	2200 $м^3$/ч	10 кг/$м^2$	
2.11	Картофелесортировка	РКС-10	2	10 т/ч	-	0,16
2.12	Вентилятор центро-бежный	ВЦ4-75-5	6	4700 $м^3$/ч	170 Па	-
2.13	Станок фрезерный	ФСШ-1А	1		-	-
2.14	Дробилка корнеплодов	ДКУ-3	6	3 т/ч	-	16
2.15	Дробилка зерновая	ДБ-5	1	5 т/ч	-	15
2.16	Картофелесортировка транспортерная	М-611	5	4,5 т/ч	-	0,7
2.17	Корнерезка	КПИ-4	1	5 т/ч	-	1,…1,3
2.18	Центрифуга молочная Р=3 кВт	ЦЛМ-1-12	1		-	-
2.19	Насос центробежный	2-к-8	6	14 $м^3$/ч	450 Па	-
2.20	Вентилятор осевой	ВО06-320 №5	6	5200 $м^3$/ч	17 кг/$м^2$	
2.21	Картофелесортировка	РКС-8	2	8 т/ч	-	0,6
2.22	Вентилятор центро-бежный	ВЦ4-75-5	6	2700 $м^3$/ч	270 Па	-
2.23	Станок фрезерный Р=1,1 кВт	ФСШ-1А	1		-	-
2.24	Дробилка корнеплодов	ДКУ-1	6	0,8 т/ч	-	3,61
2.25	Дробилка зерновая	КДМ-2	1	2…3 т/ч	-	11…19
2.26	Картофелесортировка транспортерная	М-611	5	7,5 т/ч	-	0,7
2.27	Корнерезка	КПИ-4	1	5 т/ч	-	1,…1,3
2.28	Центрифуга молочная	ЦЛМ-1-12	1		-	-
2.29	Насос центробежный	2-к-6	6	10 $м^3$/ч	350 Па	-
2.30	Вентилятор осевой	ВО06-320 №4	6	2200 $м^3$/ч	10 кг/$м^2$	

Приложения А

Технические данные асинхронных электродвигателей трехфазного тока с короткозамкнутым ротором серии АИР мощностью от 0,25 до 75 кВт

Типоразмеры	Рн. кВт	n, мин$^{-1}$	I,A	*n,%*	Cosg	$k_п$	k_{min}	k_{max}	Ki
n_o =1000 мин$^{-1}$									
АИР63А6У3	0,18	860	0,7	56	0,62	2	1,6	2,2	4
АИР63В6У3	0,25	860	1,0	59	0,62	2	1,6	2,2	4
АИР71А6У3	0,37	915	1,3	65	0,65	2	1,6	2,2	4,5
АИР71В6У3	0,55	915	1,7	68	0,70	2	1,6	2,2	4,5
АИР80А6У3	0,75	920	2,2	70	0,72	2	1,6	2,2	4,5
АИР80В6У3	1,1	920	3,0	74	0,74	2	1,6	2,2	4,5
АИР90L6У3	1,5	925	4,1	76	0,72	2	1,6	2,2	6
АИР100L6У3	2,2	945	5,5	81	0,74	2	1,6	2,2	6
АИР112М6У3	3	950	7,4	81	0,76	2	1,6	2,2	6
АИР112М6У3	4	950	9,1	82	0,81	2	1,6	2,2	6
АИР132S6У3	5,5	960	12,3	85	0,80	2	1,6	2,2	7
АИР132М6У3	7,5	960	16,4	85,5	0,81	2	1,6	2,2	7
АИР160В6У3	11	970	22,3	88	0,83	2	1,6	2,7	6,5
АИР160М6У3	15	970	30,5	88	0,85	2	1,6	2,7	6,5
АИР180М6У3	18,5	980	36,5	89	0,85	1,8	1,6	2,4	6,5
АИР200М6У3	22	980	44,7	90	0,83	1,6	1,4	2,4	6,5
АИР200L6У3	30	975	59,6	90	0,85	1,6	1,4	2,4	6,5
АИР225М6У3	37	980	72,7	91	0,85	1,5	1,4	2,3	6,5
АИР250S6У3	45	985	87,0	92,5	0,85	1,5	1,4	2,3	6,5
АИР250М6У3	55	980	105,1	92,5	0,86	1,5	1,4	2,3	6,5
АИР280S6У3	75	978	137,0	92,5	0,90	1,5	1,4	2,2	6,5
АИР280М6У3	90	978	160,8	93	0,90	1,4	1	2,4	6,5
АИР315L6У3	ПО	977	195,5	93	0,92	1,4	1	2,3	6
АИР315М6У3	132	977	238,6	93,5	0,9	1,4	1	2,3	6,5
АИР355S6У3	160	978	286,7	94	0,9	1,6	1	2	7
АИР355М6У3	200	978	353,9	95,5	0,9	1,6	0,9	2	7
n_o =1500 мин$^{-1}$									
АИР50А4У3	0,06	1335	0,27	53	0,63	2,1	1,8	2,2	4,5
АИР50В4У3	0,09	1335	0,37	57	0,65	2,1	1,8	2,2	4,5
АИР56А4У3	0,12	1350	0,44	63	0,66	2,1	1,8	2,2	5
АИР56В4У3	0,18	1350	0,63	64	0,68	2,1	1,8	2,2	5
АИР63А4У3	0,25	1320	0,83	68	0,67	2,1	1,8	2,2	5
АИР63В4У3	0,37	1320	1,18	68	0,7	2,3	1,8	2.2	5
АИР71А4У3	0,55	1360	1,69	70,5	0,7	2,2	1,6	2,2	5
АИР71В4У3	0,75	1350	2,14	73	0,73	2,2	1,6	2,2	5
АИР80А4У3	1.1	1390	2,75	75	0,81	2,2	1,6	2,2	5,5
АИР80В4У3	1,5	1390	3,52	78	0,83	2,2	1,6	2,2	5,5
АИР90L4У3	2.2	1400	5	81	0,83	2	1,6	2,2	6,5
АИР100S4У3	3	1410	6,7	82	0,83	2	1,6	2,2	7
АИР100L4У3	4	1410	8,5	85	0,84	2	1,6	2,2	7
АИР112М4У3	5,5	1430	11,4	85,5	0,86	2	1,6	2,2	7
АИР132S4У3	7,5	1440	15,1	87,5	0,86	2	1,6	2,2	7,5
АИР132М4У3	11	1450	22	87,5	0,87	1,9	1,6	2,2	7,5
АИР160S4У3	15	1450	28,5	90	0,89	1,9	1,8	2,9	7
АИР160М4У3	18,5	1460	34,9	90,5	0,89	1/7	1,8	2,9	7
АИР180S4У3	22	1470	42,5	90,5	0,87	1,7	1,5	2,4	7
АИР180М4У3	30	1470	56,9	92	0,87	1,7	1,5	2,7	7
АИР200М4У3	37	1470	68,3	92,5	0,89	1/7	1,6	2,7	7,5
АИР200L4У3	45	1470	83	92,5	0,89	1,7	1,6	2,7	7,5

АИР225М4У3	55	1470	101	93	0,89	1,7	1,6	2,6	7
АИР250S4У3	75	1480	138	94	0,88	1,7	1,4	2,5	7,5
n_0 = 3000 мин$^{-1}$									
АИР50А2У3	0,09	2655	0,3	60	0,75	2,2	1.8	2,2	4,5
АИР50В2У3	0,12	2655	0,4	63	0,75	2.2	1,8	2,2	4,5
АИР56А2У3	0,18	2730	0,5	68	0,78	2,2	1,8	2.2	5,0
АИР56В2У3	0,25	2730	0,6	69	0,79	2,2	1,8	2,2	5,0
АИР63А2У3	0,37	2730	0,9	72	0,76	2,2	1,8	2,2	5,0
АИР63В2У3	0,55	2730	1,3	75	0,85	2,2	1,8	2,2	5,0
АИР71А2У3	0,75	2820	1,7	78,5	0,83	2,1	1,6	2.2	5,0
АИР71В2У3	1.1	2805	2,5	79	0,83	2,1	1,6	2,2	6,0
АИР80А2У3	1.5	2850	3,3	81	0,85	2,2	1,6	2,2	6,0
АИР80В2У3	2,2	2850	4,6	83	0,87	2,0	1,6	2,2	7,0
АИР90L2У3	3	2850	6,1	84,5	0,88	2,0	1,6	2,2	7,0
АИР100S2У3	4	2850	7,9	87	0,88	2,0	1,6	2,2	7,0
АИР100L2У3	5,5	2850	10,6	88	0,89	2,0	1,6	2,2	7,5
АИР112М2У3	7,5	2895	14,8	87,5	0,88	2,0	1,6	2,2	7.5
АИР132М2У3	11	2910	21,1	86	0,9	1.6	1,2	2,2	7,5
АИР160S2У3	15	2910	28,4	90	0,89	1,8	1,7	2,7	7,0
АИР160М2У3	18,5	2910	34,5	90,5	0,9	2,0	1,8	2,7	7,0
АИР160L2У3	22	2910	41,5	90,5	0,89	2,0	1,9	2,7	7,0
АИР180М2У3	30	2975	55,4	91,5	0,9	2,2	1,9	3,0	7,0
АИР200М2У3	37	2940	70,7	91,5	0,87	1,6	1,5	2,8	7.0
АИР200L2У3	45	2940	84,5	92	0,88	1,8	1,5	2,8	7.5
АИР225М2У3	55	2940	99,3	92,5	0,91	1,8	1,5	2,6	7,5
АИР250S2У3	75	2940	136,3	93	0,9	1,8	1,6	3,0	7,5

Приложение Б

Технические данные предохранителей

Тип	Номинальный ток, А	
	Патрон предохранителя	Плавкой вставки
ПН2-100	100	30,40,50,60,80,100
ПН2-250	250	80,100,120,150,200,250
ПН2-400	400	200,250,300,350,400
ПН2-600	600	300,400,500,600
Тип	Номинальный ток, А	
	Патрон предохранителя	Плавкой вставки
ПР-2-15	15	6,10,15,
ПР-2-60	60	15,20,25,35,45,60
ПР-2-100	100	60,80,100
ПР-2-200	200	100,125,160,200
ПР-2-350	350	200,225,260,300,350
ПР-2-600	600	350,430,500,600

Приложение В

Технические данные автоматических выключателей

Тип исполнения	Номинальные силы тока и напряжения	Расцепители Сила номинального тока Іном. р..А	Пределы регулирования	Кратность тока срабатывания
АЕ2016Р	10 А,500 В	0,32;0,4;0,5;0,6;0,8;1,1;1,25;1,6;2;2,5;3,2;4;5;6;8;10.	/0,9…1,15/ Іном.Р.	12 Іном.Р.
АЕ2036Р	25 А, 500 В	0,6;0,8;1;1,25;1,6;2;2,5;3,2 4;5;6;8;10;12,5;16;20;25.		
АЕ2046Р	63 А, 500 В	10;12,5;16;20;25;32;40;50; 63.		
АЕ2056Р	100 А, 500 В	16;20;25;32;40;50;63;80; 100.		
АП50Б	63 А, 500 В	1,6;2,5;4;6,3;10;16;25;40; 50;63.	/0,6…1/	10
АП50Б-3МТО	50 А, 500 В	1,6;2,5;6,4;10;16;25;40;50.		11
ВА51Г-25	25А 500В	0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25	Нерегулируемый	14
ВА51-25	25А 500В	6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25		7; 10
ВА51-31	100 А, 500 В	6,3; 8; 10; 12,5; 16;20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100		3; 7; 10
ВА51Г-31	100 А, 500 В	16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100		14
ВА52-31	100 А, 500 В	16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100		3; 7; 10
ВА51-33	160 А, 500 В	80; 100; 125; 160;		
ВА52-33				10
ВА51Г-33	160 А, 500 В	80; 100; 125; 160;		
ВА52Г-33				14
ВА51-35	250А, 500 В	80; 100; 125; 160;		12
ВА52-35	400А, 500 В	250;		
ВА51-37	400А, 500 В	250; 320; 400		10
ВА52-37	400А, 500 В	250; 320; 400		10
ВА51-39	400А, 500 В	400; 500; 630		10
ВА52-39	400А, 500 В	250; 400; 500; 630		10
АК-63-3МГ		0,63;0,8;1;1,25;1,6;2;2,5;3,2;4,5;6,3;8;10;12,5.		14
АК-63-3М		16;20;25;32;40;50;63.		
АК-50-3МГ		0,6;0,8;1;1,26;2,5;3;4;5;6;8;12,5;15;20;25.		10
АК-50-3М		30;35;40;45;50;63.		
А-63МГ		0,8;1;1,25;1,6;2,5;3,2;4,5; 6,3;10;12,5;16;20;25.		

Приложение Г

Технические данные магнитных пускателей серии ПМЛ

Величина пускателя	Сила номинального тока, А	Число и исполнение контактов вспомогательной цепи	Тип и исполнение						
			Нереверсивное			Реверсивное			
			Без кнопок «Пуск» и «Стоп»	С кнопками «Пуск» и «Стоп»	С кнопками «Пуск» и «Стоп» и сигнальными лампами	Без кнопок «Пуск» и «Стоп»	С кнопками «Пуск» и «Стоп»	С кнопками «Пуск» и «Стоп» и сигнальными лампами	Звезда-Треугольник
1	10	1з	ПМЛ-121002	ПМЛ-122002	ПМЛ-123002	-	-	-	ПМЛ-172002
		1р	-	-	-	ПМЛ-161102	ПМЛ-162102	ПМЛ-163102	-
2	25	1з	ПМЛ-221002	ПМЛ-222002	ПМЛ-223002	-	-	-	ПМЛ-272002
		1р	-	-	-	ПМЛ-261102	ПМЛ-262102	ПМЛ-263102	.
3	40	1з+1р	ПМЛ-321002	ПМЛ-322002	ПМЛ-323002	ПМЛ-361002	ПМЛ-362002	ПМЛ-363002	ПМЛ-372002
4	63	1з+1р	ПМЛ-421002	ПМЛ-422002	ПМЛ222002	ПМЛ-461002	ПМЛ-462002	ПМЛ-463002	ПМЛ-472002
5	80	1з+lр	ПМЛ-521002	-	-	ПМЛ-561002	.	-	ПМЛ-571002
		2з+2р	ПМЛ-521102	-	-	ПМЛ-561102	-	-	-
6	125	1з+1р	ПМЛ-621002	-	-	ПМЛ-661002	-	.	ПМЛ-671002
		2з+2р	ПМЛ-621102	-	-	ПМЛ-661102	-	.	-
7	200	2з+2р	ПМЛ-721102			ПМЛ-761102			

Примечание:

1. Сила номинального тока указана для пускателей исполнения IPOO при режиме работы АС3. Для пускателей исполнения IP54 шкала токов: 10,25,40,63,80,100,160 А.

Для пускателей, работающих в режиме АС4-4,10, 16, 25,40,63,80 А.

2. Пускатели, указанные в таблице, имеют степень защиты IP54, для пускателей исполнения IPOO

Приложение Д

Технические данные тепловых реле серии РТЛ, встраиваемых в магнитные пускатели серии ПМЛ

Величина пускателя	Тип реле	Сила ном. тока, А	Среднее значение тока теплового элемента реле, А	Пределы регулирования силы тока срабатывания, А
1	РТЛ-100104	25	0,14	0,1-0,17
	РТЛ-100204		0,21	0,16-0,26
	РТЛ-100304		0,32	0,24-0,4
	РТЛ-100404		0,52	0,38-0,63
	РТЛ-100504		0,8	0,61-1
	РТЛ-100604		1,3	0,93-1,6
	РТЛ-100704		2	1,5-2,6
	РТЛ-100804		3,2	2,4-4
	РТЛ-101004		5	3,8-6
	РТЛ-101203		6,8	5,5-8
	РТЛ-101404		8,5	7-10
2	РТЛ-101404		8,5	7-10
	РТЛ-101604		12	9,5-14
	РТЛ-102104		16	13-19
	РТЛ-102204		21,5	18-25
3	РТЛ-102204	80	21,5	18-25
	РТЛ-205304		27	23-32
	РТЛ-205504		35	30-40
4	РТЛ-205504		35	30-40
	РТЛ-205704		44	38-50
	РТЛ-205904		52	47-57
	РТЛ-206104		60	54-66
5	РТЛ-206104		60	54-66
	РТЛ-206304		71,5	63-80
6	РТЛ-206304		71,5	63-80
	РТЛ-310504	200	99	75-105
	РТЛ-312504		110	95-125
7	РТЛ-312504		110	95-125
	РТЛ-316004		140	120-160
	РТЛ-320004		175	150-200

Приложение Е

Длительно-допустимые токи (токовые нагрузки) в амперах на изолированные провода и кабели

Сечение токопроводящей жилы, мм	Провода с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами		Провода с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с алюминиевыми жилами			Пяти жильные кабели с медными жилами с резиновой или пластмассовой изоляцией, бронированные и небронированные		Пяти жильные кабели с алюминиевыми жилами с резиновой или пластмассовой изоляцией, бронированные и небронированные	
	Открытая проводка	Три провода в трубе	Открытая проводка	Два провода в трубе	Три провода в трубе	В воздухе	В земле	В воздухе	В земле
0,5	11	-	-	-	-	-	-	-	-
0,75	15	-	-	-	-	-	-	-	-
1	17	15	-	-	-	-	-	-	-
1,5	23	17	-	-	-	-	-	-	-
2,5	30	25	24	20	19	25	38	19	29
4	41	35	32	28	28	35	49	27	38
6	50	42	39	32	32	42	60	32	46
10	80	60	55	47	47	55	90	42	70
16	100	80	80	60	60	75	115	60	90
25	140	100	105	85	80	95	150	75	115
35	170	125	130	100	95	120	180	90	140
50	215	170	165	140	130	145	225	110	175
70	270	210	210	175	165	180	275	140	210
95	330	255	255	215	200	220	330	170	255
120	385	290	295	245	220	260	385	200	295