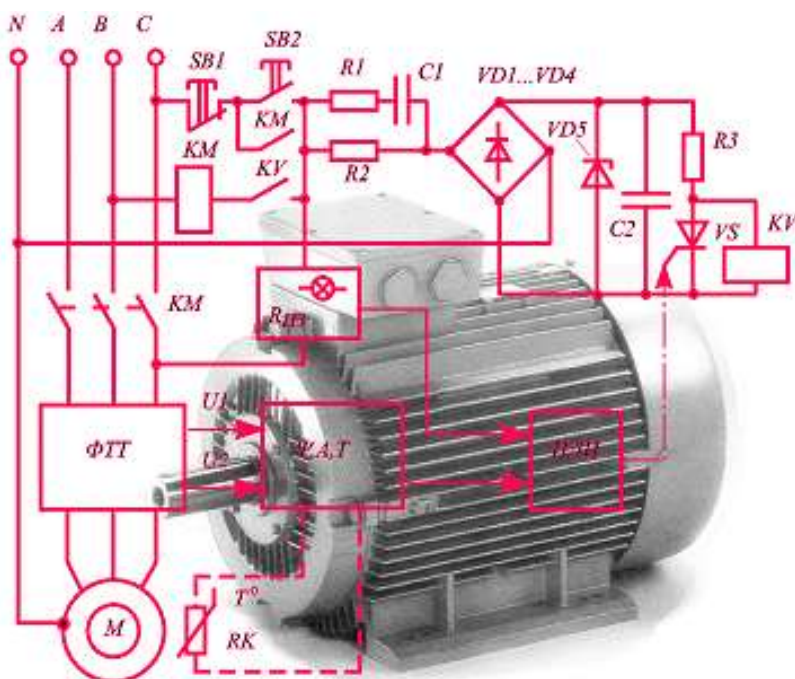


Методические указания
к самостоятельному изучению
междисциплинарного курса и выполнению
расчетно-графической работы



Методические указания рассмотрены и одобрены предметной (цикловой) комиссией общепрофессиональных и специальных дисциплин

протокол № _____

от « ____ » _____ 2012 г.

Председатель _____ Чаплыгина С. С.

Составитель: Хивинцева Н. В. - преподаватель высшей категории

Рецензент: Чаплыгина С. С. - преподаватель высшей категории

Указания содержат индивидуальные задания и краткие методические рекомендации к выполнению расчетно-графической работы и самостоятельному изучению темы Принцип действия и особенности работы электропривода в условиях сельскохозяйственного производства.

Для студентов специальности 110810 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Самостоятельная работа обучающихся включает проработку конспектов лекций, подготовку к лабораторным занятиям, решение задач по образцу, выполнение расчетно-графической работы, изучение обязательной и дополнительной литературы, выполнение докладов, рефератов и мультимедиа-презентаций.

Рекомендуется следующий порядок изучения темы:

- Прочитать очередной раздел в учебнике, опуская вопросы, не предусмотренные программой. Попытаться воспроизвести в памяти и записать основные определения и формулы. Это позволит закрепить основные элементы прочитанного и даст возможность проверить усвоение материала. Наиболее трудные разделы следует законспектировать. Затем следует ответить на вопросы для самопроверки.

1.1. Основы электропривода

Изучение темы позволяет усвоить основные понятия, термины и определения в области электропривода и электрооборудования, получить сведения об электродвигателях, электроприводах, их динамике, аппаратуре управления и защиты электрических установок.

Методические рекомендации

Сначала рекомендуется уяснить понятия, определения, терминологию, а также классификацию электроприводов, используемых в сельском хозяйстве.

Затем необходимо рас- смотреть классификацию механических характеристик сельскохозяйственных машин и электродвигателей. При этом надо помнить, что механическая характеристика рабочей машины является основой, как для выбора мощности приводного электродвигателя, так и для расчета всех элементов электропривода и его режимов работы. Механические же характеристики электродвигателей отражают способность электродвигателей в той или иной степени изменять свою угловую скорость при изменении их нагрузки.

Необходимо обратить особое внимание на классификацию механических характеристик по степени жесткости, знать, как они выражаются аналитически и изображаются графически.

Обучающийся должен овладеть методикой построения механических характеристик электродвигателей переменного тока (асинхронных с короткозамкнутым ротором, фазным ротором). Обратить особое внимание на механические характеристики асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором и на основные параметры характеристики (пусковой момент, максимальный момент, номинальный момент, номинальная угловая скорость и др.).

При изучении вопросов динамики электропривода следует уяснить, что анализ механических переходных режимов работы агрегата имеет большое практическое значение и может быть проведен на основе уравнения движения электропривода. Уравнение движения электропривода позволяет решать графически и аналитически самые разнообразные задачи, связанные с определением времени разбега и торможения систем.

Обучающемуся необходимо усвоить основные положения из области динамики электропривода, проводить анализ уравнения движения электропривода и поведения агрегата в случаях:

а) равенства вращающегося момента электродвигателя и момента статического сопротивления рабочей машины или механизма;

б) когда вращающий момент двигателя больше статического момента сопротивления;

в) когда вращающий момент двигателя меньше статического момента сопротивления.

При изучении тепловых режимов электродвигателей необходимо усвоить, что определяющим фактором выбора мощности электродвигателя для привода рабочей машины или механизма является его нагрев. Нагрев электродвигателя происходит за счет потерь, возникающих в нем при преобразовании электрической энергии в механическую. Изучая процессы нагрева, необходимо твердо усвоить, какие именно виды потерь имеют место в двигателе и как они, превращаясь в тепловую энергию, влияют на «старение» изоляции машины, а также каково влияние температуры окружающей среды, конструктивных факторов и эксплуатационных показателей на величину номинальной мощности электродвигателя.

При изучении методов определения мощности электродвигателя обучающийся должен уяснить, что в зависимости от характера нагрузки и длительности работы машин и механизмов установлено восемь номинальных режимов работы электрических машин, из которых четыре режима — S1, S2, S3, S6—находят наибольшее применение в сельскохозяйственном приводе.

В результате изучения данной темы обучающийся должен овладеть методикой определения мощности электродвигателя для различных режимов работы.

Изучение аппаратуры управления и защиты электрических установок предусматривает приобретение обучающимся знаний по устройству, назначению и применению аппаратуры как ручного, так и автоматического управления электроприводами. Обучающийся должен овладеть навыками по выбору аппаратуры управления и защиты в зависимости от величины тока и напряжения, а также уметь выбрать плавкую вставку предохранителя, нагревательного элемента теплового реле, встраиваемого в магнитный пускатель, уставку теплового и электромагнитного расцепителя автоматического выключателя.

Литература: [1, с. 6-94].

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение понятию «электропривод» (ЭП).
2. Напишите и поясните обобщенное уравнение механических характеристик рабочих машин и механизмов.
3. Что понимают под «жесткостью» и «крутизной» механических характеристик в системе ЭП?
4. Приведите естественные механические характеристики электродвигателей (по каталожным данным): асинхронного, синхронного, постоянного тока с независимым и последовательным возбуждением.
5. Какие способы используются для пуска электродвигателей? Их достоинства и недостатки.
6. Перечислите способы электрического торможения и регулирования угловой скорости электродвигателей и поясните, как они достигаются?
7. Как осуществить реверс электродвигателей?

8. Достоинства и недостатки разомкнутых и замкнутых систем регулирования угловой скорости ЭП?
9. Что понимают под переходными процессами ЭП и какими они бывают?
10. Поясните приведение моментов (сил) статического сопротивления и моментов (масс) инерции к валу электродвигателя?
11. Как рассчитать продолжительность пуска ЭП?
12. Напишите и поясните уравнение нагрева электродвигателя.
13. Перечислите основные режимы работы электродвигателей в системе ЭП?
14. Поясните выбор мощности электродвигателей по нагреву и проверку их мощности по дополнительным условиям?

1.2. Электрооборудование основных процессов сельскохозяйственного производства

Изучение темы позволяет получить представление об электрооборудовании, применяемом в основных процессах сельскохозяйственного производства.

При этом обучающийся должен, в первую очередь, освоить методику определения мощности электродвигателя привода сельскохозяйственных машин, агрегатов и установок, электрооборудование систем водоснабжения и систем обеспечения микроклимата.

Вопросы, подлежащие изучению.

- Электрооборудование мобильных с.-х. машин, агрегатов и установок для послеуборочной обработки зерна.
- Электрооборудование машин и механизмов для приготовления и раздачи кормов, уборки навоза, доильных установок и установок для обработки молока.

- Электрооборудование систем обеспечения микроклимата в животноводческих и птицеводческих помещениях и в сооружениях защищенного грунта.
- Электрооборудование систем водоснабжения.
- Электрооборудование ремонтного производства, подъемно-транспортных механизмов, металлообрабатывающих и деревообрабатывающих станков.

Методические рекомендации

При изучении электрооборудования мобильных машин студент должен обратить особое внимание на способы снабжения электрической энергией мобильных машин и установок, электрооборудование их рабочих органов.

При изучении электрооборудования машин и механизмов для приготовления и раздачи кормов, доильных установок и установок для обработки молока, электрооборудования ремонтного производства, подъемно-транспортных механизмов, металлообрабатывающих и деревообрабатывающих станков необходимо, в первую очередь, обратить внимание на вопросы расчета мощности используемых на них электродвигателей.

При рассмотрении систем обеспечения микроклимата в животноводческих и птицеводческих помещениях и в сооружениях защищенного грунта необходимо изучить Устройство и принцип работы электрооборудование вентиляционных установок, а также установок увлажнения воздуха в животноводческих и птицеводческих помещениях.

Перечисленные темы студенты изучают на лабораторных занятиях и самостоятельно.

Литература: [1, с. 153-211].

Вопросы для самопроверки

1. Как определить мощность нагрузки на валу электродвигателя привода насоса?
2. Какие датчики применяются в установках систем водоснабжения?
3. Каким образом определяется мощность электродвигателей машин и установок для приготовления и раздачи кормов, доения и первичной обработки молока?
4. Какие параметры влияют на выбор мощности электроприводов машин и установок пунктов для послеуборочной обработки зерна и приготовления витаминно-травяных кормов?
5. Приведите примеры электрификации производственных процессов в ремонтном производстве?

2. ЗАДАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

2.1. Общие указания

Рабочей программой по МДК 01. 01. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования сельскохозяйственных организаций предусмотрено выполнение расчетно-графической работы. *Обучающиеся* выполняют работу на тему: «Определение мощности и приведенного момента инерции электропривода рабочей машины при ударной нагрузке». Для выполнения работы необходимо изучить соответствующую литературу, решить задачи и упражнения, приведенные в рекомендованной литературе, чтобы иметь полное представление о рассматриваемых вопросах.

В начале работы должно быть приведено задание, которое выдается обучающимся индивидуально.

При выполнении работы необходимо соблюдать следующие правила:

а) в работе должны быть переписаны условия задачи соответственно решаемому варианту;

б) выполнение работы должно сопровождаться краткими объяснениями, необходимыми обоснованиями, подробными вычислениями;

в) при вычислении каждой величины нужно указать, какая величина определяется;

г) решение задачи надо произвести сначала в общем виде (формулы в буквенных выражениях) и после необходимых преобразований подставлять соответствующие числовые значения;

д) необходимо указать размерность всех заданных в условиях задачи величин и полученных результатов;

е) графический материал выполнять на миллиметровой бумаге;

ж) в конце работы привести перечень использованной литературы, подписать ее и указать дату окончания работы.

2.2. Условия задания

1. Для системы трехфазный асинхронный двигатель — рабочая машина (двигатель питается от сети напряжением 380/220 В) определить следующие параметры (*индивидуальное задание приведено в приложении А*):

1.1. По данным нагрузочной диаграммы, используя метод эквивалентных величин, определить необходимую мощность приводного электродвигателя по нагреву.

Выбрать по каталогу в качестве приводного электродвигателя асинхронный двигатель общего назначения серии 4А или двигатель с/х назначения.

1.2. Рассчитать и построить механическую характеристику электродвигателя $\omega = f_1(M_{\text{дв}})$, определить мощность, потребляемую из сети в номинальном режиме, номинальный и пусковой ток электродвигателя.

1.3. Рассчитать и построить на том же графике механическую характеристику рабочей машины $\omega = f_2(M_C)$, приведенную к угловой скорости вращения вала электродвигателя.

1.4. Определить графоаналитическим методом (методом площадей) продолжительность пуска электродвигателя с нагрузкой при номинальном напряжении.

1.5. Оценить условия запуска электродвигателя с нагрузкой при снижении питающего напряжения на $\Delta U\%$.

2. Составить принципиальную электрическую схему автоматизированного электропривода в соответствии с заданием. Предусмотреть защиту электродвигателя от перегрузки и токов короткого замыкания. Дать краткое описание работы схемы. Привести технические данные электрооборудования, аппаратуры управления и защиты.

2.3. Методические указания к выполнению расчётно-графической работы

Пункту 1.

1.) Эквивалентная по нагреву мощность нагрузки на валу электродвигателя рассчитывается по выражению:

$$P_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\frac{\sum_1^m P_i^2 t_i}{\sum_1^m t_i}}, \quad (1)$$

где P_i — мощность на валу электродвигателя в i -й период работы, кВт;

t_i — продолжительность i -го периода работы, мин;

n — количество периодов нагрузки.

Мощность электродвигателя при его полном охлаждении во время паузы в работе выбирают по каталогу [1, с. 359] исходя из условия

$$P_H \geq \frac{P_{\text{Э}}}{p_M}, \quad (2)$$

где P_H — номинальная мощность электродвигателя, кВт;

p_M — коэффициент механической перегрузки.

Коэффициент механической перегрузки p_M определяется через коэффициент тепловой перегрузки двигателя p_T

$$p_M = \sqrt{p_T}, \quad (3)$$

$$p_T = \frac{1}{1 - e^{-\frac{t_p}{T_H}}}, \quad (4)$$

где t_p — полная продолжительность работы электродвигателя с переменной нагрузкой, мин;

T_H — постоянная времени нагрева электродвигателя, мин.

Постоянную времени нагрева T_H принять для ориентировочного выбора мощности электродвигателя по (2), равной $T_H = 20$ мин. Анализируя (3), (4), можно установить, что при $t_p > 90$ мин $p_T \approx 1$, а следовательно, и $p_M \approx 1$.

Параметры двигателя свести в таблицу 1.

Таблица 1

Типоразмер эл. двигателя	P_H , кВт	U_H , В	μ_M	$\mu_{П}$	μ_K	$\cos\varphi$	η , %	S_H	K_i

где μ_M — кратность минимального вращающего момента электродвигателя по отношению к номинальному моменту;

$\mu_{П}$ - кратность пускового вращающего момента электродвигателя по отношению к номинальному моменту;

μ_K — кратность максимального вращающего момента электродвигателя по отношению к номинальному моменту;

$S_H = \frac{n_0 - n_H}{n_0}$ — номинальное скольжение электродвигателя, соответствующее номинальному вращающему моменту;

$n_0 = \frac{60f}{p}$ - синхронная частота вращения электродвигателя (магнитного поля статора), об/мин;

p — число пар полюсов электродвигателя;

$f = 50$ Гц — частота тока в электрической сети;

K_i — кратность пускового тока.

Ток, потребляемый двигателем в номинальном режиме работы, определяется по формуле

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3}U_H \cos \varphi_H \eta_H}, \quad (5)$$

где U_H — номинальное напряжение электродвигателя;

$\cos\varphi_H$ — номинальный коэффициент мощности;

η_H — номинальный коэффициент полезного действия.

Пусковой ток

$$I_{II} = I_H K_i. \quad (6)$$

2.) Механическую характеристику асинхронного электродвигателя $\omega = f_1(M_{об})$ строят на основании расчета его вращающих моментов для угловых скоростей, соответствующих скольжениям:

$$S = 0; S = S_H; 0,1; S = S_K; 0,4; S = S_M = 0,8 \text{ и } 1,0.$$

Вращающий пусковой момент электродвигателя при $S = 1$ ($\omega = 0$) следует определить, используя кратность пускового момента μ_{II} , и минимального при $S = 0,8$, используя кратность минимального момента μ_M по выражению

$$M_{II,M} = M_H \cdot \mu_{II,M}, \quad (7)$$

где $M_H = \frac{P_H}{\omega_H}$ — номинальный вращающий момент электродвигателя, Н·м;

$\omega_H = \frac{\pi n_H}{30} = 0,105 n_H$ — номинальная угловая скорость электродвигателя, 1/с (n_H — номинальная частота вращения, об/мин).

Остальные вращающие моменты электродвигателя для скольжений от 0 до 0,4 рассчитываются на основании упрощенной формулы Клосса:

$$M = \frac{2M_K}{\frac{S}{S_K} + \frac{S_K}{S}}, \quad (8)$$

где $M_K = M_H \mu_K$ — максимальный вращающий момент электродвигателя, Н·м;

$S_K = S_H (\mu_K + \sqrt{\mu_K^2 - 1})$ — критическое скольжение электродвигателя, соответствующее максимальному вращающему моменту.

Данные расчета механической характеристики $\omega = f_1(M_{об})$ свести в таблицу 2. Переход от скольжения к угловой скорости произвести по формуле

$$\omega = \omega_0 (1 - S), \quad (9)$$

где $\omega_0 = \frac{2\pi f}{p}$ - синхронная угловая скорость вращения вала, 1/с.

При построении механических характеристик $\omega = f_1(M_{об})$ значения ω располагают по оси ординат (функция), а значения M — по оси абсцисс (аргумент).

Интерполируя механическую характеристику двигателя в ее пусковой части, следует учесть, что при скольжениях $S > S_K$ формула Клосса занижает действительные вращающие моменты. В частности для $S = 0,4$ вращающий момент, вычисленный по (8), будет несколько занижен.

Таблица 2.

Данные к построению механической характеристики асинхронного двигателя

S	0	$S_H=$	0,1	$S_K=$	0,4	0,8	1,0
ω , 1/с	$\omega_0=$	$\omega_H=$		$\omega_K=$		$\omega_M=$	0
M , Н*М	0	$M_H=$		$M_K=$		$M_M=$	$M_{II}=$

3.) Для приведения моментов вращения рабочей машины к валу электродвигателя, необходимо использовать следующее соотношение

$$M_C = \frac{M_M}{i\mu_{пер}}, \quad (10)$$

где $i = \frac{n_H}{n_{MH}}$ — передаточное отношение передачи от электродвигателя к рабочей машине;

M_C — приведенный момент сопротивления, Н*м.

С учетом выражения (10) приведенный момент статического сопротивления на валу электродвигателя запишется

$$M_C = \frac{1}{i\mu_{пер}} \left[M_{M0} + (M_{MH} - M_{M0}) \left(\frac{\omega}{\omega_H} \right)^x \right]. \quad (11)$$

Давая ω значения от 0 до ω_0 , рассчитывают зависимость $\omega = f_2(M_C)$. Принять M_{M0} равным $0,2M_{MH}$, где M_{M0} — момент сопротивления рабочей машины при угловой скорости $\omega = 0$.

Таблица 3.

Данные к построению механической характеристики рабочей машины приведенной к валу электродвигателя

$\omega, 1/c$														
M_C ,														

На основании расчетных данных строится кривая $\omega = f_2(M_C)$ на том же графике, что и механическая характеристика электродвигателя $\omega = f_1(M_{дв})$.

4.) Графоаналитический метод расчета продолжительности пуска и торможения электропривода, получивший название метода площадей, подробно изложен в рекомендованных пособиях.

Приведенный момент инерции системы электродвигатель — рабочая машина относительно вала электродвигателя можно выразить в виде

$$J = kJ_{\text{дв}} + \frac{J_M}{i^2}, \quad (12)$$

где k — коэффициент, учитывающий момент инерции передачи от электродвигателя к рабочей машине. Принять $k=1,2$.

Затем, используя построенные механические характеристики электродвигателя $\omega = f_1(M_{\text{дв}})$ и рабочей машины $\omega = f_2(M_C)$, графически находим их разность — кривую избыточного (динамического) момента: $M_{\text{изб}} = M_{\text{дв}} - M_C = f_3(\omega)$.

Эту кривую заменяют ступенчатой с участками, на которых избыточный момент постоянен и равен его среднему значению $M_{\text{изб. } i}$.

Продолжительность разгона электропривода на каждом участке угловых скоростей рассчитывают по выражению

$$\Delta t_i = J \frac{\Delta \omega_i}{M_{\text{изб. } i}}, \quad (13)$$

где $\Delta \omega_i = \omega_i - \omega_{i-1}$ — интервал угловой скорости на i -м участке, 1/с;

$M_{\text{изб. } i}$ — средний избыточный момент на i -м участке, принимаемый постоянным, Н·м.

Полная продолжительность пуска равна сумме частичных продолжительностей

$$t_{\Pi} = \sum_1^m \Delta t_i,$$

где m — количество ступеней, на которые разбивается кривая избыточных (динамических) моментов.

Результаты расчета свести в таблицу 4.

Таблица 4.

Данные расчета продолжительности пуска электропривода с нагрузкой

Номера участков по направлению	1	2	3	4
$\omega_{\text{нач}}, 1/\text{с}$	0			
$\omega_{\text{кон}}, 1/\text{с}$				
$\Delta\omega_i = \omega_i - \omega_{i-1},$ $1/\text{с}$				
$M_{\text{изб. } i}, \text{ Н}\cdot\text{м}$				
$\Delta t_i, \text{ с}$				
$t_{\Pi} = \sum_1^m \Delta t_i, \text{ с}$				

5.) Вращающий момент асинхронного электродвигателя для любой фиксированной частоты вращения прямо пропорционален квадрату приложенного напряжения, поэтому для всех частот вращения справедливо соотношение

$$M_{(U)} = M_{(U_H)} \left(\frac{U}{U_H} \right)^2, \quad (14)$$

где $M_{(U_H)}$ — вращающий момент асинхронного электродвигателя при номинальном напряжении, Н*м;

$M_{(U)}$ — вращающий момент асинхронного электродвигателя при той же частоте вращения, но при напряжении, по величине отличном от номинального, Н*м;

$\left(\frac{U}{U_H} \right)^2$ — относительное значение снижения напряжения.

Для оценки возможности запуска электродвигателя при нагрузке в случае снижения напряжения на $\Delta U\%$ необходимо пересчитать вращающие моменты электродвигателя прямо пропорционально квадрату напряжения

$$\frac{U}{U_H} = 1 - \frac{\Delta U\%}{100}$$

и построить зависимость $\omega = f_4[M_{\text{обс}}(U)]$, совместив ее с механической характеристикой рабочей машины, приведенной к валу электродвигателя. Это позволит сделать заключение: электродвигатель не запустится, запустится или электродвигатель «застрянет» и не развернется до частоты вращения, соответствующей рабочей зоне его механической характеристики.

Если хотя бы на одном участке механических характеристик разгона электропривода $M_{изб(U)} < 0$, то необходимо сделать заключение, что при пуске с нагрузкой и понижении питающего напряжения на $\Delta U\%$ электропривод не запустится. $\Delta U\%$ принять равным 20%.

Пункту 2. Электрическая схема автоматического управления электродвигателем вычерчивается на отдельном листе миллиметровой бумаги размером 297x210 мм в соответствии с ГОСТ 2.710—81. Описание работы схемы должно быть кратким. Необходимо предусмотреть защиту электродвигателя от токов короткого замыкания и от перегрузки. При защите электродвигателей от перегрузки тепловые расцепители и тепловые реле выбирают по номинальному току защищаемого двигателя $I_{трн} = (1,01 \dots 1,05) I_H$.

Для обеспечения надежной работы плавких предохранителей, включенных в цепи электродвигателей, номинальный ток плавкой вставки должен быть $I_{вн} > I_{II}/\alpha$, где I_{II} — пусковой ток электродвигателя, $\alpha = 2,5 \dots 1,6$ — коэффициент, учитывающий условия пуска (при легком пуске $\alpha = 2,5$, при тяжелом (затяжном) $\alpha = 1,6$).

Рекомендуемая литература

1. **Епифанов А. П.** Электропривод в сельском хозяйстве : учеб. пособие для вузов / А. П. Епифанов, А. Г. Гущинский, Л. М. Малайчук. - СПб. ; М.; Краснодар : Лань, 2010. - 223, [1] с.: ил. - (Учебники для вузов, Специальная литература). - Библиогр.: с. 218-221. - Прил.: с. 195-217. - ISBN 978-5-8114-1020-0: (в пер.)
2. **Епифанов А. П.** Основы электропривода : учеб. пособие для вузов по спец. 110302 - "Электрификация и автоматизация сел. хоз-ва" / А. П. Епифанов. - 2-е изд., стер. - СПб. ; М.; Краснодар : Лань, 2009. - 191, [1] с.: ил. - (Учебники для вузов, Специальная литература). - Библиогр.: с. 188-189. - Прил.: с. 183-187. - ISBN 978-5-8114-0770-5: (в пер.).

Приложения

Приложение А

ЗАДАНИЕ

К расчетно-графической работе по МДК 01. 01. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования сельскохозяйственных организаций

Фамилия, имя отчество

Пункт 1. Параметры нагрузочной диаграммы электродвигателя и рабочего механизма:

P_1	P_2	P_3	P_4	t_1	t_2	t_3	t_4	$M_{МН}$	$J_{\Delta\phi}$	J_M	$n_{МН}$	$\eta_{пер}$
кВт	кВт	кВт	кВт	мин	мин	мин	мин	Н·м	кг·м ²	кг·м ²	об/мин	%

Пункт 2. Наименование рабочего механизма:

Задание выдал _____

Дата _____

Приложение Б
(справочное)

Технические данные электродвигателей
серии 4А основного исполнения

Тип	P_n , кВт	I_n , А	n_n , об/мин	$\cos\varphi_n$	η_n , %	I^*_n	M^*_n	$M^*_к$	$M^*_м$	$J_{дв}$, кг·м ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4A50A4Y3	0,06	0,31	1380	0,60	50	2,5	2,0	2,2	1,7	29*10 ⁻⁶
4A50A4Y3	0,09	0,42	1370	0,60	55	2,5	2,0	2,2	1,7	33*10 ⁻⁶
4A56A4Y3	0,12	0,44	1375	0,66	63	3,5	2,1	2,2	1,5	0,00070
4A56B4Y3	0,18	0,66	1365	0,64	64	3,5	2,1	2,2	1,5	0,00079
4A63A4Y3	0,95	0,85	1380	0,66	68	4	2,0	2,2	1,5	0,0012
4A63B4Y3	0,37	1,2	1365	0,69	68	4	2,0	2,2	1,5	0,0014
4A71A4Y3	0,55	1,7	1390	0,70	70,5	4,5	2,0	2,2	1,8	0,0013
4A71B4Y3	0,75	2,17	1390	0,73	72	4,5	2,0	2,2	1,8	0,0014
4A80A4Y3	11	2,76	1420	0,81	75	5	2,0	2,2	1,6	0,0032
4A80B4Y3	1,5	3,57	1415	0,83	77	5	2,0	2,2	1,6	0,0033
4A90A4Y3	2,2	5,02	1425	0,83	80	6	2,1	2,4	1,6	0,0056
4A100A4Y3	3,0	6,7	1435	0,83	82	6	2,0	2,4	1,6	0,0087
4A110A4Y3	4,0	8,6	1430	0,84	84	6	2,0	2,4	1,6	0,011
4A112M4Y3	5,5	11,5	1445	0,85	84,5	7	2,0	2,2	1,6	0,017
4A132A4Y3	7,5	15,1	1455	0,86	87,5	7,5	2,2	3,0	1,7	0,028
4A132M4Y3	11	22	1460	0,87	87,5	7,5	2,3	3,0	1,7	0,04
4A1.60A4Y3	15	29,3	1465	0,88	89	7	1,4	2,3	1,0	0,10
4A160M4Y3	18,5	35,7	1465	0,88	90	7	1,4	2,3	1,0	0,13
4A180A4Y3	22	41,3	1470	0,90	90	6,5	1,4	2,3	1,0	0,18
4A180M4Y3	30	56	1470	0,89	91	6,5	1,4	2,3	1,0	0,23
4A200M4Y3	37	68,8	1475	0,90	91	7	1,4	2,5	1,0	0,37
4A200A4Y3	45	82,6	1475	0,90	92	7	1,4	2,5	1,0	0,45
1A225M4Y3	55	100	1480	0,90	92,5	7	1,3	2,5	1,0	0,64
4A250A4Y3	75	136	1480	0,80	93	7	1,2	2,3	1,0	1,0
4A250M4Y3	90	162	1480	0,91	93	7	1,2	2,3	1,0	1,2
4A280A4Y3	110	201	1470	0,90	82,5	5,5	1,2	2,0	1,0	2,3
4A280M4Y3	132	240	1480	0,90	93	5,5	1,3	2,0	1,0	2,5
4A315A4Y3	160	285	1480	0,91	93,5	6	1,3	2,2	1,9	3,1
4A315M4Y3	200	351	1480	0,92	94	6	1,3	2,2	0,9	3,6
4A355A4Y3	250	438	1485	0,92	94,5	7	1,2	2,0	0,9	6,0
4A355M4Y3	315	549	1485	0,92	94,5	7	1,2	2,0	0,9	7,0

Вопросы, вынесенные на экзамен

1. Понятие электропривода, классификация электроприводов.
2. Механические характеристики с.х. рабочих машин. Их классификация.
3. Механические характеристики электродвигателей. Их классификация по степени жесткости.
4. Перспективы использования электрической энергии в с/х.
5. Понятие статической устойчивости системы электропривода.
6. Причины нагрева электродвигателей. Классификация изоляционных материалов по нагревостойкости.
7. Уравнения нагрева и охлаждения. Постоянная времени нагрева и охлаждения.
8. Факторы, определяющие допустимую мощность электродвигателя по нагреву.
9. Понятие о стандартных режимах работы электродвигателей, их классификация.
10. Методика выбора электродвигателей для привода рабочих машин.
11. Выбор электродвигателей по мощности при постоянной и переменной нагрузке на валу.
12. Выбор электродвигателей по дополнительным условиям.
13. Механические характеристики двигателей постоянного тока с независимым возбуждением.

14. Пуск и реверс электродвигателей постоянного тока.
15. Способы регулирования скорости. Реостатное регулирование скорости.
16. Полюсное и якорное регулирование скорости двигателя постоянного тока.
17. Тормозные режимы работы двигателей постоянного тока. Режим генераторного торможения.
18. Тормозные режимы работы двигателей постоянного тока. Режим противовключения.
19. Тормозные режимы работы двигателей постоянного тока. Режим динамического торможения.
20. Механическая характеристика асинхронного электродвигателя. Построение механической характеристики трехфазного асинхронного двигателя по его каталожным данным.
21. Пуск и реверс асинхронных двигателей. Пуск с переключением обмоток статора со звезды на треугольник.
22. Пуск асинхронных двигателей с введением в цепь ротора пусковых сопротивлений.
23. Тормозные режимы работы трехфазных асинхронных двигателей.
24. Способы регулирования скорости трехфазных асинхронных двигателей. Регулирование переключением числа пар полюсов.
25. Способы регулирования скорости трехфазных асинхронных двигателей. Регулирование изменением сопротивления цепи ротора.
26. Частотное регулирование скорости трехфазных асинхронных двигателей.
27. Регулирование скорости трехфазных асинхронных двигателей изменением подводимого к статору напряжения.

28. Понятие параметрического импульсного регулирования скорости трехфазных асинхронных двигателей.
29. Уравнение движения электропривода и его анализ. Аналитические методы анализа переходных режимов. Определение времени ускорения и замедления двигателя.
30. Уравнение движения электропривода и его анализ. Аналитические методы анализа переходных режимов. Определение оптимального передаточного отношения.
31. Графоаналитические методы построения переходных процессов систем электропривода.
32. Коэффициент мощности сельских электроустановок. Его значение для экономии электроэнергии. Мероприятия по его повышению.
33. Аппараты управления электроустановок, назначение устройство, выбор.
34. Аппараты защиты электроустановок, назначение устройство, выбор.
35. Расчет стационарных и передвижных облучательных установок в сельском хозяйстве.
36. Электрооборудование мобильных с.х. машин и агрегатов.
37. Электрооборудование систем обеспечения микроклимата в с.х. помещениях.
38. Электрооборудование ремонтного производства.
39. Особенности автоматизации поточных технологических линий. Электрооборудование поточной линии приготовления и раздачи кормов.

40. Электрооборудование систем сельскохозяйственного водоснабжения.
41. Электрооборудование машин и механизмов для раздачи кормов.
42. Электрооборудование доильных установок и установок для обработки молока.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

1. Методические рекомендации по изучению теоретического материала	4
1.1. Основы электропривода	4
1.2. Электрооборудование основных процессов сельскохозяйственного производства	8
2. Задание и методические указания к выполнению расчетно-графической работы	10
2.1. Общие указания	10
2.2. Условие задания	11
2.3. Методические указания к выполнению расчётно-графической работы	12
Рекомендуемая литература	22
Приложения	23

