

Учреждение образования
«Жировичский государственный аграрно-технический колледж»



ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению контрольных заданий для учащихся
заочной формы получения образования по
специальности

5-04-0812-03 Эксплуатация энергетического
оборудования в сельском хозяйстве

Жировичи, 2024

Методические рекомендации разработаны на основе примерного тематического плана по учебному предмету «Электронагревательные установки и электротехнология»

Разработчик: Добриян И.П., преподаватель.

Методические рекомендации обсуждены и одобрены на заседании цикловой комиссии преподавателей электротехнических предметов

Протокол № 2 от 15 октября 2024г

Председатель цикловой комиссии _____ М.А.Борисик

Контрольная работа № 1

Контрольная работа состоит из двух вопросов и двух задач. Распределение контрольных вопросов по вариантам приведено в таблице № 1. Номера задач соответствуют заданным вариантам.

Таблица 1. Распределение вопросов контрольной работы №1 по вариантам

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	21; 44	11;45	12;46	13;47	14;48	15;49	16;50	17;51	18;52	10; 1
2	31;4	22;5	31;6	50;7	29; 57	32; 2	1; 45	2; 46	30;1	9; 4
3	21; 61	3; 47	4; 48	5; 49	6; 51	7; 20	8; 21	9; 22	19; 23	20; 24
4	23; 5	24; 58	25; 6	26; 7	27; 8	28; 37	33; 11	34; 12	35; 13	36; 14
5	37; 15	38; 16	39;17	40; 18	41; 19	42; 20	43; 21	44; 22	49; 23	51; 24
6	44; 25	43; 26	42; 27	41; 26	40; 27	39; 28	38; 29	37; 30	22; 1	23; 2
7	24; 3	25; 4	26; 5	27; 6	28; 7	29; 8	30; 9	31; 10	32; 11	33; 12
8	34; 13	51; 14	50; 15	49; 16	48; 17	47; 18	46; 19	45; 20	44; 21	43; 22
9	42; 23	41; 24	40; 25	39; 26	38; 27	37; 28	36; 29	35;30	31; 61	32; 62
0	33; 63	34; 64	35; 2	36; 3	37; 4	38; 5	39; 7	40; 8	41; 9	42; 10

Контрольные вопросы

1. Дайте определение электронагревательной установки. Приведите классификацию электронагревательных установок по принципу действия и по способам электрического нагрева.
2. Изложите методику определения экономической эффективности систем электронагрева. Поясните значение коэффициента полезного использования первичных энергоресурсов.
3. Охарактеризуйте материалы, применяемые для нагревательных элементов. Укажите области применения в сельскохозяйственном производстве.
4. Поясните сущность прямого нагрева сопротивлением. Приведите классификацию и области применения в сельскохозяйственном производстве.
5. Охарактеризуйте нагревательные провода типов ПОСХВ, ПОСХП, ПОСХВТ, ПНВСВ. Поясните конструкцию, технические параметры и области применения в сельскохозяйственном производстве.
6. Опишите устройство трубчатых нагревательных элементов. Приведите структуру условного обозначения и изложите методику выбора трубчатых нагревательных элементов. Укажите достоинства ТЭНов и области применения в сельскохозяйственном производстве.
7. Укажите область применения открытых нагревательных элементов. Поясните методику их расчета. Приведите пример расчета.
8. Поясните сущность косвенного нагрева сопротивлением. Изложите методику расчета нагревателей сопротивления по рабочему току.
9. Перечислите виды и способы электрообогрева почвы и воздуха парников и теплиц . Изложите порядок расчета электрообогрева почвы парников и теплиц с помощью нагревательных проводов.

10. Поясните сущность электродного нагрева материалов. Опишите принцип действия, устройство и область применения электродных нагревателей.
11. Поясните сущность индукционного нагрева. Опишите принцип действия и устройство индукционных нагревателей. Укажите их преимущества и недостатки по сравнению с другими видами нагревателей.
12. Опишите сущность электроконтактного нагрева металлических деталей. Приведите методику выбора нагревательного трансформатора.
13. Поясните сущность диэлектрического нагрева. Опишите принцип действия, устройство и область применения диэлектрических нагревателей. Укажите их особенности, преимущества и недостатки.
14. Дайте характеристику сварочной дуге: физические процессы, условия зажигания, свойства, устойчивость горения. Приведите области использования электродугового нагрева.
15. Укажите требования к источникам питания электрической дуги. Объясните как они реализуются в сварочных трансформаторах, генераторах, выпрямителях.
16. Приведите классификацию источников питания постоянного тока. Вычертите схему генератора сварочного тока и объясните их принцип действия. Приведите техническую характеристику сварочного генератора ГСО – 300.
17. Поясните назначение сварочных выпрямителей с жесткими и плавнопадающими внешними характеристиками типа ВДГ. Приведите электрическую схему и поясните принцип действия.
18. Поясните назначение сварочных выпрямителей с крутопадающими внешними характеристиками типа ВД – 306У3. Приведите электрическую схему и поясните принцип действия.
19. Поясните физические основы и сущность индукционного нагрева. Приведите основные параметры, характеризующие режимы индукционного нагрева. Поясните сущность глубинного и поверхностного нагрева. Приведите схему установки ВЧИ 4 – 10/0,44 и поясните ее работу.
20. Поясните назначение ёмкостных электроводонагревателей. Перечислите марки ёмкостных электроводонагревателей. Расшифруйте приведенную маркировку водонагревателей. Опишите основные элементы конструкции и схему подключения электроводонагревателя САОС -400/90 – И1.
21. Поясните назначение ёмкостных электроводонагревателей. Опишите основные элементы конструкции, электрооборудование и схему подключения электроводонагревателя САОС - 800/90 – И1. Расшифруйте маркировку.
22. Опишите основные элементы конструкции, электрооборудование и схему подключения электроводонагревателя САЗС-400/90–И1. Расшифруйте маркировку.
23. Опишите основные элементы конструкции, электрооборудование и схему подключения электроводонагревателя ВЭП-600. Приведите техническую характеристику водонагревателя.
24. Опишите основные элементы конструкции, электрооборудование и схему подключения электроводонагревателя ЭВ- 150. Расшифруйте маркировку.
25. Объясните назначение проточных электроводонагревателей. Перечислите марки проточных электроводонагревателей. Расшифруйте приведенную маркировку водонагревателей. Опишите основные элементы конструкции электроводонагревателя ВНС-600/0,2...0,9.

26. Опишите основные элементы конструкции, электрооборудование и схему подключения электроводонагревателя ЭВ-Ф-15. Расшифруйте маркировку.
27. Опишите основные элементы конструкции, электрооборудование и схему подключения индукционного электроводонагревателя. Приведите техническую характеристику.
28. Объясните принцип электродного нагрева воды. Опишите кратко устройство электродного котла типа КЭВ – 0,4. Приведите электрическую схему и поясните ее работу.
29. Поясните назначение ёмкостных электроводонагревателей УАП –400/0,9. Опишите основные элементы конструкции, электрооборудование. Изобразите схему подключения и объясните действие схемы в режиме нагрева воды. Расшифруйте маркировку.
30. Поясните принцип электродного нагрева воды. Опишите кратко устройство электродного водонагревателя типа ЭПЗ-100. Приведите электрическую схему и поясните ее работу.
31. Поясните назначение ёмкостных электроводонагревателей УАП –800/0,9. Опишите основные элементы конструкции, электрооборудование. Изобразите схему подключения и объясните действие схемы в режиме нагрева воды. Приведите технические данные водонагревателя.
32. Объясните принцип работы паровых котлов. Опишите кратко устройство парового котла типа КЭПР-160/ 0,4. Приведите электрическую схему и поясните ее работу.
33. Поясните назначение электрокалориферных установок. Перечислите марки электрокалориферных установок. Расшифруйте приведенную маркировку. Опишите основные элементы конструкции электрокалориферных установок.
34. Опишите основные элементы конструкции электрокалориферных установок СФОЦ. Приведите принципиальную схему управления и объясните, как осуществляется защита электронагревательных элементов от перегрева.
35. Опишите основные элементы конструкции теплоаккумулирующего электрического нагревателя ЭТАН-25. Приведите принципиальную схему управления и объясните режимы зарядки и разрядки теплоаккумулирующих блоков.
36. Опишите основные элементы конструкции и электрооборудование электроводонагревателя ВНС-300/0,2. Приведите электрическую схему и поясните ее работу.
37. Опишите основные элементы конструкции и электрооборудование электроводонагревателя ЭПВ-2А. Приведите электрическую схему и поясните ее работу.
38. Объясните принцип работы паровых котлов. Опишите кратко устройство парового котла типа КЭПР-250/ 0,4. Приведите электрическую схему и поясните ее работу.
39. Опишите методику определения мощности электрокотельной для животноводческой фермы. Приведите принципиальную схему электрокотельной и поясните ее работу.
40. Опишите методику определения мощности электрокалорифера для обогрева воздуха животноводческого помещения. Приведите пример расчета.
41. Перечислите виды и способы электрообогрева почвы и воздуха парников и теплиц. Изложите методику определения мощности электрокалорифера для обогрева воздуха в теплице.
42. Поясните назначение и устройство электрообогреваемых полов. Опишите методику определения основных параметров электрообогреваемых полов. Приведите пример расчета электрообогрева пола пгичника.

43. Перечислите современные способы тепловой сушки зерна. Раскройте сущность активного вентилирования зерна. Опишите процесс активного вентилирования зерна. Приведите марки установок для активного вентилирования зерна и их технические параметры.
44. Раскройте сущность лучистого обогрева животных и птицы. Перечислите марки установок для лучистого обогрева. Опишите основные элементы конструкции облучателей.
45. Поясните назначение и устройство установок комбинированного электрообогрева. Приведите принципиальную схему установки ЭИС-11-И1 «Комби» и опишите ее работу. Поясните экономическую эффективность местного обогрева.
46. Перечислите современные способы тепловой сушки зерна. Раскройте сущность активного вентилирования зерна. Опишите процесс активного вентилирования зерна в бункере БВ-25. Приведите принципиальную схему включения установки и поясните работу схемы в автоматическом режиме.
47. Поясните назначение электропищеварочных котлов. Опишите кратко устройство котла. Приведите принципиальную схему включения установки и поясните как осуществляется защита котла от «сухого хода».
48. Перечислите области применения электрических полей для осуществления определенных технологических процессов в сельскохозяйственном производстве. Приведите классификацию электрических сепараторов зерна по способу зарядки частиц и по конструктивному выполнению. Поясните сущность работы сепараторов камерного типа.
49. Поясните назначение и устройство теплового насоса. Изобразите технологическую схему компрессорного теплового насоса и укажите, какие преимущества имеют эти насосы по сравнению с компрессорными холодильными установками.
50. Поясните назначение термоэлектрических холодильников. Приведите принципиальную схему трансформатора теплоты термоэлектрического типа и объясните физическую сущность явлений термоэлектрического охлаждения.
51. Охарактеризуйте установки для регулирования температуры овощехранилищ. Приведите принципиальную схему автоматического управления температурным режимом в овощехранилище и опишите работу схемы в лечебный и основной периоды хранения.

Контрольные задачи

Задача 1

Для вариантов 1...10 по данным таблицы 3, выберите проточный водонагреватель, работающий по свободному графику электроснабжения, предназначенный для подогрева воды на технологические нужды.

Для вариантов 11...20 по данным таблицы 2, выберите емкостной водонагреватель, работающий в принудительном режиме электроснабжения.

Для вариантов 21...30, пользуясь таблицей 1, выберите электрический водонагреватель для подогрева воды в циркуляционной системе автопоения.

Таблица 1 - Исходные данные для решения задачи 1. (варианты 1...10)

Вариант	Вид животных	Кол. голов	Суточная норма а, $\text{дм}^3/\text{гол}$	Температура воды $t_{\text{гор.}}, ^\circ\text{C}$	Температура воды $t_{\text{хол.}}, ^\circ\text{C}$
1	Коровы дойные	200	66	10	5
2	Бройлеры	20000	0,4	14	6
3	Куры - несушки	30000	0,14	10	5
4	Свиньи на откорме	2500	6	17	6
5	Хряки	65	12	14	3
6	Молодняк КРС	300	25	12	4
7	Свиньи на откорме	1200	6	17	5
8	Свиноматки	150	20	15	6
9	Телята	178	15	14	4
10	Коровы дойные	400	65	10	5

Таблица 2 - Исходные данные для решения задачи 1. (варианты 11...20)

Вариант	Вид животных	Кол. голов	Суточная норма а, $\text{дм}^3/\text{гол}$	Температура воды $t_{\text{гор.}}, ^\circ\text{C}$	Температура воды $t_{\text{хол.}}, ^\circ\text{C}$
11	Молодняк КРС	360	4	15	6
12	Коровы дойные	195	13	14	3
13	Молодняк КРС	220	4	12	4
14	Нетели	250	6	13	5
15	Телята	580	3	15	4
16	Свиноматки	250	14	18	3
17	Бройлеры	15000	0,41	14	2
18	Куры - несушки	5000	0,14	12	3
19	Куры мясные	15000	0,431	11	4
20	Цыплята	20000	0,2	14	5

Таблица 3 - Исходные данные для решения задачи 1. (варианты 21...30)

Вариант	Вид животных	Кол. голов	Суточная норма a , $\text{дм}^3/\text{гол}$	Температура воды $t_{\text{гор.}}$, $^{\circ}\text{C}$	Температура воды $t_{\text{хол.}}$, $^{\circ}\text{C}$
21	Нетели	230	5	53	5
22	Бройлеры	7000	0,3	64	4
23	Куры - несушки	14500	0,45	60	6
24	Свиньи на откорме	1500	9	17	6
25	Хряки	55	10	54	5
26	Молодняк КРС	180	2	55	6
27	Цыплята	16000	0,2	65	2
28	Свиноматки	170	13	63	6
29	Бычки	150	5	53	3
30	Коровы дойные	350	15	38	5

Задача 2

Для вариантов 1...10, пользуясь таблицей 4, рассчитайте электрообогрев пола в указанном помещении.

Для вариантов 11...20 по данным таблицы 5 рассчитайте электрообогрев почвы пленочной теплицы.

Для вариантов 21...30 по данным таблицы 6 определите мощность и выберите трубчатые нагревательные элементы (ТЭНы) водонагревателя аккумуляционного типа. Напряжение сети 380/220 В.

Таблица 4 - Исходные данные для решения задачи 2. (варианты 1...10)

Вариант	Вид животных	Кол. жи- вотных, N	$F_{\text{уд}}$	$t_{\text{п.}}$, $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{в.}}$, $^{\circ}\text{C}$	Марка провода	Кол. участков, n
1	Поросята- отъемыши станков.	150	$1,2 \text{ м}^2/\text{ст}$	24	12	ПОСХВ	4
2	----- «-----	60	1,2	24	14	ПНВСВ	2
3	----- «-----	100	1,1	24	10	ПОСХВТ	4
4	----- «-----	75	1,2	26	12	ПОСХП	3
5	----- «-----	60	1,2	25	13	ПОСХВ	3
6	Цыплята, тыс. шт.	7	$0,04 \text{ м}^2/\text{гол}$	35	21	ПОСХВ Т	4
7	----- «-----	12	0,03	34	20	ПОСХП	5
8	----- «-----	10	0,04	35	23	ПОСХВ	4
9	Свиноматки	100	2,0	18	12	ПОСХВТ	3
10	----- «-----	75	2,0	20	12	ПОСХП	2

Таблица 5 - Исходные данные для решения задачи 2. (варианты 11...20)

Вариант	Расчетная температура воздуха внутри теплицы, $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Расчетная температура наружного воздуха, $t_{н}, ^\circ\text{C}$	Размеры теплицы в плане $A*B, \text{ м}$	Марка провода	Кол. участков, n
11	12	-- 7	80*7	ПОСХВТ	3
12	13	-- 4	75*8	ПОСХП	2
13	12	-- 2	70*7	ПОСХВ	4
14	15	-- 3	120*8	ПНВСВ	3
15	12	-- 4	110*7	ПОСХВТ	2
16	14	-- 5	100*10	ПОСХП	4
17	13	-- 6	100*7	ПОСХВ	5
18	12	-- 5	80*8	ПНВСВ	2
19	15	-- 4	80*7	ПОСХВТ	3
20	13	-- 3	75*8	ПОСХП	4

Таблица 6 - Исходные данные для решения задачи 2. (варианты 21...30)

Вариант	Вместимость, м, л	Температура воды $t_{хол}, ^\circ\text{C}$	Температура воды $t_{гор}, ^\circ\text{C}$	Время нагрева, Т,ч	КПД нагревателя, %
21	100	5	90	2	93
22	200	8	85	3	92
23	200	10	88	3	91
24	300	12	90	4	90
25	400	9	87	4,5	90
26	100	6	85	2	94
27	400	7	90	4,5	92
28	200	8	88	3	90
29	300	9	85	4	92
30	600	10	90	6	90

Для всех вариантов принять ТЭН-100Б13/3,5Р220, $L_a=920 \text{ мм}=0,92 \text{ м}$; $d=13 \text{ мм}=0,013 \text{ м}$.

$$P_{уд}=6 \times 10^4 \text{ Вт/ м}^2$$

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Методика решения задачи 1

Пример 2.1. Выберите электрический водонагреватель для подогрева воды в циркуляционной системе автопоения свиначника на 400 голов.

Исходные данные для расчета: суточная норма расхода воды на поение одного животного -32 дм³/сут; температура воды в водопроводе +5 °С

Решение

Для выбора установки нагрева воды определим суточный расход воды на поение поросят:

$$m_{\text{сут}} = \frac{K_{\text{сут}} \cdot a \cdot N \cdot p}{\eta_{\text{мс}}},$$

где $K_{\text{сут}}$ – коэффициент суточной неравномерности потребления, $K_{\text{сут}} = 1,2$;

N – число потребителей, $N=400$ голов;

$\eta_{\text{мс}}$ – коэффициент полезного действия тепловой сети, для циркуляционной системы поения, $\eta_{\text{мс}}=0,5$;

p – плотность воды, $p=1000$ кг/м.

$$m_{\text{сут}} = \frac{1,2 \cdot 32 \cdot 10^{-3} \cdot 400 \cdot 1000}{0,5} = 30720 \text{ кг/сут.}$$

2. Часовой расход воды на поение составит :

$$m_{\text{ч}} = \frac{K_{\text{ч}} \cdot m_{\text{сут}}}{\tau},$$

где $K_{\text{ч}}$ – коэффициент часовой неравномерности, $K_{\text{ч}}=(1,6 \dots 2,0)$;

$$m_{\text{ч}} = \frac{1,9 \cdot 30720}{24} = 2432 \text{ кг/ч.}$$

3. Определяем расчетный часовой максимум тепловых нагрузок:

$$Q_{\text{макс ч}} = m_{\text{ч}} \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

$$Q_{\text{макс ч}} = 2432 \times 4,19 (16-6) = 101900,8 \text{ кДж/ч.}$$

4. Расчетная мощность водонагревателя:

$$P_{\text{расч}} = \frac{Q_{\text{макс}}}{3600 \cdot \eta_{\text{вн}}},$$

где $\eta_{\text{вн}}$ – коэффициент полезного действия водонагревателя, $\eta_{\text{вн}}=0,96$.

$$P_{расч} = \frac{101900,8}{3600 \cdot 0,96} = 29,4 \text{ кВт.}$$

К установке принимаем водонагреватель САЗС-1600/90-И1, Р_н=30кВт, 1600л/ч, рабочий диапазон температур, t=16...90 С, таблица 14.

Пример 2.2. Выберите емкостной водонагреватель, работающий в принудительном режиме электроснабжения, предназначенный для подогрева воды перед выпойкой коровам в коровнике на 400 голов..

Исходные данные для расчета: суточная норма расхода воды на поение одного животного -65 дм³/сут; продолжительность нагрева t = 4,5 ч.; температура воды в водопроводе +8 °С; температура горячей воды t_{гор}=90 °С; t_{см}=12 °С.

Решение

Суточный расход воды на поение, кг/сут

$$m_{см} = a \times N \times P / \eta_{тс},$$

$$m_{см} = 0,065 \times 400 \times 1000 / 0,8 = 32500 \text{ кг/сут}$$

Суточный расход горячей воды, кг/сут

$$m_{гор} = m_{см} (t_{см} - t_{хол}) / (t_{гор} - t_{хол}),$$

$$m_{гор} = 32500 (12-8) / (90-8) = 1585,37 \text{ кг/сут}$$

Количество теплоты для нагрева воды, кДж

$$Q = c \times m_{гор} \times (t_{гор} - t_{хол});$$

$$Q = 4,19 \times 1585,37 \times (90 - 8) = 54\,700 \text{ кДж}$$

Суммарная расчетная мощность электроводонагревателей составит:

$$P_{расч.} = Q / 3600 \times t \times \eta_{вн}$$

$$P_{расч.} = 54700 / 3600 \times 4,5 \times 0,96 = 35 \text{ кВт}$$

К установке принимаем 2 электроводонагревателя САОС 800/ 90 – И1. Р_{вн} = 36 кВт (таблица 14)

Пример 2.3. Выберите проточный водонагреватель, работающий по свободному графику электроснабжения, предназначенный для подогрева воды на технологические нужды коровника на 400 голов.

Исходные данные для расчета: суточная норма расхода воды подмывания вымени у коров

-15 дм³/сут на одну голову при температуре горячей воды t_{гор}=38 °С. Температура воды в водопроводе t_х = +5 °С.

Решение:

Суточный расход воды на подмывание вымени у коров, кг/сут

$$m_{сут} = a \times N \times P / \eta_{тс},$$

$$m_{сут} = 0,015 \times 400 \times 1000 / 0,9 = 6666,7 \text{ кг/сут}$$

Часовой расход воды, кг / ч, составит

$$m_{\text{ч}} = K_{\text{ч}} \times m_{\text{сут}} / T,$$

$$m_{\text{ч}} = 2 \times 6666,7 / 24 = 555,56 \text{ кг / ч}$$

Определяем расчетный часовой максимум тепловых нагрузок, кДж / ч

$$Q_{\text{макс ч}} = m_{\text{ч}} \times c \times (t_2 - t_1)$$

$$Q_{\text{макс ч}} = 4,19 \times 555,56 \times (38 - 5) = 76816,7 \text{ кДж / ч}$$

Суммарная расчетная мощность электроводонагревателей составит:

$$P_{\text{расч.}} = K_3 \times Q_{\text{макс ч}} / 3600 \times t \times \eta_{\text{вн}}$$

$$P_{\text{расч.}} = 1,2 \times 76816,7 / 3600 \times 0,96 = 26,27 \text{ кВт}$$

К установке принимаем 2 проточных электроводонагревателя ЭВ-Ф-15А, суммарной мощностью $P_{\text{вн}} = 30 \text{ кВт}$ (таблица 14), обеспечивающих необходимый часовой расход теплой воды.

Таблица 14 - Технические данные элементных электроводонагревателей.

Тип	Р _н , кВт	Q, л/ч	t, °С	Тип	Р _н , кВт	Q, л/ч	t, °С
1	2	3	4	5	6	7	8
Емкостные электроводонагреватели.							
УАП-100/0,2	2	100	16...20	УАП-800/0,9	18	300	85...90
УАП-100/0,4	2	33	40...45	УАП-1600/0,2	6	230	25...30
УАП-200/0,9	6	100	40...45	УАП-1600/0,9	30	260	85...90
УАП-200/0,9	6	60	85...90	УНС-10	1,25	10	80...85
УАП-400/0,9	12	100	85...90	УНС-40	1,25	13	80...85
УАП-600/0,2	6	300	16...20	УНС-60	1,25	12	80...85
САОС-400/90-И1	12	400	90	САОС-800/90-И1	18	800	90
Проточные электроводонагреватели.							
ЭПВ-1	6	80	85...90	ВНС-600/0,2	12	600	16...20
ЭПВ-2А	9	120	85...90	ВЭП-600	10,5	600	10
ЭПВ-3	12	160	85...90	САЗС-400/90-И1	12	400	90...95
ВНС-300/0,2	6	300	16...20	САЗС-800/90-И1	18	800	90...93
ЭВ-Ф-15А	15	178	30...70				

Методика решения задачи 2 (варианты 1-10).

Для вариантов 11...20 по данным таблицы 9 рассчитайте электрообогрев почвы пленочной теплицы.

Для вариантов 21...30 по данным таблицы 10 определите мощность и выберите трубчатые нагревательные элементы (ТЭНы) водонагревателя аккумуляционного типа. Напряжение сети 380/220 В.

Пример 2.4. Рассчитайте электрообогреваемый пол в помещении птичника, в котором содержится 12000 цыплят в возрасте 30 дней. Нагревательные элементы выполнить проводом ПНВСВ. Электрообогреваемый пол разбить на два самостоятельных участка. Температура пола

$t_{\text{п}} = 35^\circ \text{C}$, температура воздуха в птичнике $t_{\text{в}} = 21^\circ \text{C}$. Удельная обогреваемая площадь пола

$f_{\text{уд}} = 0,03 \text{ м}^2/\text{гол.}$

Решение:

Общая площадь обогреваемого пола:

$$F = f_{\text{уд}} \times N,$$

$$F = 0,03 \times 12000 = 360 \text{ м}^2$$

Удельная мощность пола

$$P_{\text{уд}} = \alpha (t_{\text{п}} - t_{\text{в}}) / \eta,$$

где α – коэффициент теплоотдачи, около $10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ \text{C})$

η – КПД обогреваемого пола, равный $0,75 \dots 0,85$.

$$P_{\text{уд}} = 10 \times (35 - 21) / 0,8 = 175 \text{ Вт}/\text{м}^2$$

Общая мощность пола

$$P = P_{\text{уд}} \times F \times 10^{-3} = 175 \times 360 \times 10^{-3} = 63 \text{ кВт}$$

Обогреваемый пол разбиваем на самостоятельные трехфазные секции (обогреваемые участки) и тогда:

- мощность, кВт, на одну фазу одной секции:

$$P_{\text{ф}} = P / 3 \text{ п},$$

где п – количество секций.

$$P_{\text{ф}} = 63 / 3 \times 2 = 10,5 \text{ кВт}$$

- обогреваемая площадь, м^2 , на одну фазу секции:

$$F_{\text{ф}} = F / 3 \text{ п},$$

$$F_{\text{ф}} = 360 / 3 \times 2 = 60 \text{ м}^2$$

При соединении в «звезду» количество параллельных ветвей в фазе:

$$Z = P_{\text{ф}} \times 10^3 / U_{\text{ф}} \sqrt{R / \Delta P_0},$$

где R – электрическое сопротивление одного метра провода, Ом/м, таблица 15.

ΔP_0 – удельная мощность провода, Вт/м

-

, -----

U_{ϕ} - фазное напряжение, В.

$$Z = 10,5 \times 10^3 / 220 \times \sqrt{0,48/12} = 5,3$$

Принимаем 6 фазоветвей.

Длина провода на фазу, м

$$l_{\phi} = P_{\phi} \times 10^3 / \Delta P_0$$

$$l_{\phi} = 10,5 \times 10^3 / 12 = 875 \text{ м.}$$

Шаг укладки провода, м

$$h = F_{\phi} / l_{\phi},$$

$$h = 60 / 875 = 0,07$$

Таблица 15-Технические данные нагревательных проводов.

Показатели	Марка провода			
	ПОСХВ	ПОСХП	ПОСХВТ	ПНВСВ
Наружный диаметр, мм	2,9	2,3	3,4	6,2
Диаметр проволоки, мм	1,1	1,1	1,4	1,2
Электрическое сопротивление 1 м провода, Ом	0,174	0,194	0,12	0,148
Напряжение питания, В	220	220	220	220; 380
Допустимая линейная мощность, Вт/м	9...10	12...13	10...11	11...13
Допустимая рабочая температура проволоки, °С	70	90	105	80

Методика решения задачи 2 (варианты 11...20).

Расчетная мощность установок для компенсации потерь теплоты теплицы определяется формулой:

$$P_{\text{общ}} = K(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) F,$$

где K – коэффициент теплопередачи через ограждения парников и теплиц, являющийся функцией скорости ветра, Вт/(м²°С). При изменении скорости ветра от 0 до 10 м/с значение K изменяется от 4 до 12 Вт/(м²°С)

$t_{\text{в}}$ и $t_{\text{н}}$ - внутренняя и наружная температура воздуха, °С.

F - площадь теплицы, м².

Мощность обогрева почвы теплицы, кВт

$$P_{\text{п}} = 0,3 P_{\text{общ}}$$

Обогреваемую почву разбивают на самостоятельные трехфазные секции (обогреваемые участки) и тогда :

- мощность, кВт, на одну фазу одной секции:

$$P_{\phi} = P_{\text{п}} / 3 \text{ п,}$$

где п – количество секций.

- обогреваемая площадь, м², на одну фазу секции:

$$F_{\phi} = F / 3 \times n,$$

При соединении в «звезду» количество параллельных ветвей в фазе :

$$Z = P_{\phi} \times 10^3 / U_{\phi} \sqrt{R / \Delta P_0},$$

где R – электрическое сопротивление одного метра провода, Ом/м

ΔP_0 – удельная мощность провода, Вт/м

U_{ϕ} – фазное напряжение, В. , -----

Длина провода на фазу, м

$$l_{\phi} = P_{\phi} \times 10^3 / \Delta P_0$$

Шаг укладки провода, м ,

$$h = F_{\phi} / l_{\phi},$$

Методика решения задачи 2 (варианты 21...30).

Общая мощность ТЭНов, кВт

$$P_{\text{общ}} = K_z m c (t_r - t_x) / 3600 T_{\eta_n}$$

Площадь активной поверхности ТЭНа, м²

$$S_a = 3,14 d L_a,$$

где d – диаметр ТЭНа; L_a – длина ТЭНа (заданы в условии задачи).

Допустимая площадь поверхности нагревателей, м²

$$S_{\text{доп}} = P_{\text{общ}} \times 10^3 / P_{\text{уд}}$$

Количество ТЭНов

$$\Pi = S_{\text{доп}} / S_a .$$

Количество ТЭНов принять кратное 3.