ВГСХА

Кафедра технологического и энергетического оборудования

Контрольная работа

«Расчет водоснабжения и выбор насоса Расчет водоснабжения и выбор насоса для предприятий сельского хозяйства»

Вариант 22

Киров-2010

Исходные данные

Схема водопровода (рисунок 1)

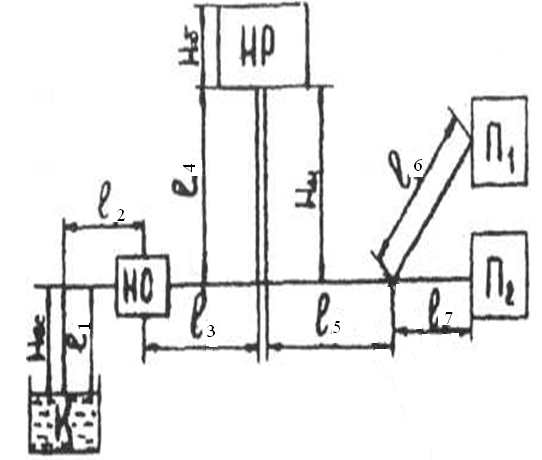


Рисунок 1 - Расчетная схема водопровода: К - колодец (источник воды); НС — насосная станция (водоподъемник); HP -напорно-регулирующее сооружение; П1, П2, П3 - потребители; ℓ1, ℓ2 - линия всасывающего трубопровода; ℓ3 - линия напорного трубопровода; ℓ5 ,ℓ6 ,ℓ7 - линия разводящего трубопровода; НВС - высота всасывания геометрическая (расстояние по вертикали между уровнем воды в источнике и осью насоса); Нб - высота бака; Нг - геометрическая разность нивелирных отметок земли у башни и наиболее высоко расположенной точки водопотреблення.

Источник имеет дебит Д=205м3/ч.

3. Напорно-регулирующее сооружение - башенная водокачка или резервуар Нб=2,8м.

4. Геометрическая разность нивелирных отметок НГ=О.

Время работы насосной станции Т=15 часов (работает с 5 до 20 часов).

Потребители:

а) П1 - кролики m1=5100 голов; утки m2=34600 голов);

б) П2 – лошади m3=620голов, жеребята m4=350 голов.

7. Линии водопровода,

а) ℓ1 =НВС=5м; ℓ2=73 м.

б) ℓ3 =49 м.

в) ℓ5=630 м; ℓ6=250 м.; ℓ7=3405м.

8. Величина свободного напора в конечной точке водоразбора Нсвн=8 м.

9. Насос центробежный (привод ременный).

10. Расход воды по часам суток в процентах от суточного:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Часы, t | 24-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-21 | 21-22 | 22-23 | 23-24 |
| Процент от суточного, б | 1,5 | 1,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 6,5 | 6,0 | 8,0 | 4,0 | 8,0 | 4,0 | 4,0 | 5,5 | 2,5 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 3,5 | 3,5 | 1,0 | 1,5 |

Содержание работы и порядок ее выполнения

Под системой водоснабжения понимают весь комплекс сооружений и устройств на территории хозяйства, обеспечивающих все пункты потребления доброкачественной водой в требуемых количествах.

На животноводческих и птицеводческих фермах вода расходуется на поение животных и птицы, а также на технологические, гигиенические, хозяйственные и противопожарные нужды. Расход воды на ферме зависит от вида животных, от выполняемых работ в течение суток и от времени года.

Согласно существующим нормам потребления воды различными группами животных; и удовлетворения технологических нужд различных объектов фермы, рассчитывается средний суточный расход воды на ферме (комплексе) по формуле

Qcyт.cp =q1m1+ q2m2+… qnmn (1)

где Qcyт.cp - средний суточный расход dоды на ферме, м3/cyт.

q1, q2, …,qn- среднесуточная норма потребления воды одним

потребителем, м3/сут;

m1,m2,...,mn - число потребителей, имеющих одинаковую норму потребления (голов, единиц и далее);

1,2,..., n - число групп потребителей.

Согласно норм водопотребления (приложение А, таблица АЛ и таблица Л.2) принимаем:

для кроликов q1=3 л/сут,

для уток q2=1,25 л/сут,

для лошадей q3=60 л/сут;

для жеребят q4= 45 л/сут;

Тогда, имея число потребителей: для кроликов m1=5100 голов;

для уток m2=34600 голов;

для лошади m3=620 голов;

для жеребят m4=350 голов;

определяем по формуле (1) средний суточный расход воды

Qcyт.cp =3\*5100+1,25\*34600+60\*620+45\*350=111500 л/сут = 111,5 м3/сут.

Среднесуточный расход воды летом выше, чем зимой. Неравномерность суточного водопотребления выражают коэффициенты суточной неравномерности. Тогда максимальный суточный расход воды на ферме или комплексе определится по формуле

Qсут.max =Qсут.ср \* К1, (2)

где Qсут.max - максимальный суточный расход, м3/сут;

К1-коэффициент суточной неравномерности; К1=1,3…1,5, принимаем К1=1,32

Тогда

Qсут.max=111,5\*1,32=147,18 м3/сут,

Для определения разовой потребности в воде необходимо учитывать, что в течение суток расход воды колеблется: в дневные часы он достигает максимума, а в ночное - минимума. При расчете максимального часового расхода воды принимается коэффициент часовой неравномерности, определяемый по формуле

К2= Qч.max/ Qч.ср,

где Qч.max - максимальный суточный расход, м3/сут;

К2-коэффициент суточной неравномерности;

Qч.ср= Qсут.max/24

Qч.ср- средний часовой расход, м3/ч;

Qч.max = Qч.ср \* К2

или

Qч.max = Qсут.max \* К2/24 (3)

Принимаем К2=2,5

Qч.max =147,18 \*2,5/24=15,33 м3/ч,

(Число 24- количество часов в сутках)

Максимальный секундный расход рассчитывается по формуле

Qс.max = Qч.max/3600, (4)

где Qс.max =15,33/3600=0,0043 м3/с.

(Число 3600- количество секунд в одном часе).

Расчет для каждого потребителя заносим в таблицу 1.

Расход воды на тушение пожара на ферме зависит от степени огнестойкости зданий и объема. В задание вода на тушение пожара не предусмотрена.

Таблица 1- Расчетные данные потребности в воде для схемы водопотребителя

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование одинаковых потребителей | Количество потребителей, mi, | Суточная норма потребления воды, qi | Суточный расход воды Qсут.ср. м3 | Максимальный суточный расход воды, Qсут.max, м3 | Максимальный часовой расход воды, Qч.max, м3 | Максимальный секундный расход воды | |
| Qс.max, м3 | Qс.max, л |
| П1  кролики  утки | 5100  34600 | 3  1,25 | 58,55 | 77,286 | 8,05 | 0,0023 | 2,3 |
| П2  лошади  жеребята | 620  350 | 60  45 | 52,95 | 69,894 | 7,28 | 0,002 | 2 |
| Итого | 40670 | 109,25 | 111,5 | 147,18 | 15,33 | 0,0043 | 4,3 |

Для найденных Qч.max и Qс.max рассчитывают диаметры трубопроводов разводящей сети по формуле

Qс.max=π\*d2\*U/4,

где π\*d2/4-площать круга, м2;

π=3,14;

d-диаметр трубы, м;

Тогда, проведя преобразования, получим

(5)



где U - скорость движения воды в трубе, м/с;

U =0,5... 1,25 м/с.

Принимаем U =0,95 м/с.

Расчет диаметров труб для различных участков определяется по формуле (5) и округляется до стандартных величин (практически всегда в большую сторону, если скорость движения воды принята максимально возможная).

Тогда а) для участка (труба ℓ5) определяется диаметр d5;

м. Принимаем d5=75мм



б) для участка (труба ℓ6) определяется диаметр d6;

м. Принимаем d6=50мм



в) для участка (труба ℓ7) определяется диаметр d7;

8м. Принимаем d7=50мм



Выбор водоподъемника

При выборе водоподъемника должно быть известно:

1.Источник воды с определенным дебитом Д=205м3/ч.

2. Напорно-регулирующее сооружение - башенная водокачка или резервуар Нб=2,8м.

3. Максимальный часовой расход воды Qч.max =15,33 м3/ч.

4. Величина свободного напора в конечной точке водоразбора Нсвн=8м.

5. Длина трассы всех участков водопроводной сети ℓ j, м.

Условия для выбора насоса (водоподъемника)

Суточная производительность насоса должна быть равна или больше максимального суточного расхода

Qсут. насоса ≥Qсут.max.

Часовая производительность насоса должна быть выбрана а зависимости от продолжительности работы водоподъемника и определяется по формуле

Q.ч насоса =Qсут.max/Т,

Т- продолжительность работы насосной станции, ч. (по исходным данным Т= 15 часов).

Тогда Q.ч насоса =147,18 /15=9,81 м3/ч.

Секундная производительность насоса определяется по формуле

Qс насоса = Q.ч насоса /3600

Тогда

Q.с насоса =9,81/3600=0,0027 м3/с или 2,7 л/с.

Диаметр трубопровода для всасывающей (ℓ1 и ℓ2) и нагнетательной (ℓ3) линии (условно, ввиду малого расстояния, принимаем их равными по диаметру) определяется как



Тогда м



Принимаем диаметр трубопровода всасывающей (ℓ1 и ℓ2) и

нагнетательной (ℓ3) линии dнасоса =75мм. (При расчете скорость движения воды принята одинаковой во всасывающем и нагнетательном трубопроводах).

После определения часовой производительности насоса должно соблюдаться условие D ≥ Qч. насоса

4. Напор, создаваемый насосом, определяется по формуле

H насоса≥Нвс+Нн+Нб+∑h

где H насоса напор, создаваемый насосом, м;

Нвс - высота всасывания, м;

Нн - высота нагнетания, м;

Нб -высота бака, м;

∑h -сумма потерь напора на всасывающей и нагнетательной линиях, м;

∑h=∑h'+∑h'',

где ∑h'- сумма потерь напора по длине всасывающего и

нагнетательного трубопровода, м;

∑h''- местные потерн напора во всасывающем и нагнетательном трубопроводах, м.

5. Высота нагнетания водонапорного бака (резервуара) выбирается из расчета Нн≥Нсвн+∑h1±Нг, (7) где Нсвн величина свободного напора, м;

Нг - геометрическая разность нивелирных отметок, м;

∑h1- сумма потерь напора в разводящем трубопроводе, м;

∑h1=∑h'1+∑h''1,

где ∑h'1 -сумма потерь напора по длине разводящего трубопровода, м;

∑h''1-сумма местных потерь напора в разводящем трубопроводе, м.

Местные потери напора в сети составляют 5... 10% от величины потерь на трение по длине (эти данные используются в практических расчетах), а потери напора по длине определяются по формуле

h j=i\* ℓ j,

где h j - потери напора на конкретном участке. м;

ℓ j - длина конкретного участка, м:

i - гидравлический уклон в метрах (потери капора на 1 м длины трубопровода).

Данные по i выбираем из таблицы (приложение Г, таблица Г.1).

Выбранные данные вместе с рассчитанным (принятым) диаметром трубопроводов и секундным расходом заносим в таблицу 2.

Таблица 2 - Значения диаметров, секундного расхода, 100 i и i для трубопроводов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Трубопроводы | Диаметр трубопровода d,мм | Секундный расход Qc.max. Л/С | 100i. м | i, м |
| ℓ5 | 75 | 4,3 | 2,65 | 0,0265 |
| ℓ6 | 50 | 2,3 | 6,44 | 0,0644 |
| ℓ7 | 50 | 2,0 | 5,09 | 0,0509 |
| ℓ1, ℓ2, ℓ3 | 75 | 2,7 | 1,11 | 0,0111 |

Тогда величина потерь напора по длине определится по формуле (8), а местные потери напора в данном расчете принимаем 10% от потерь по длине

Величина потерь напора определяется по формуле

h5= i5\* ℓ5

и будет равна h5= 0,0265\*630=16,7 м

Местные потери напора, составляющие 10% от потерь напора по длине трубопровода ℓ5 будут равны 1,67 м (10% от 0,5 м). Для всех других трубопроводов расчеты аналогичны. Далее расчетные данные для всех трубопроводов записываем без дополнительных пояснений.

Потери по длине Местные потери

h5= 0,0265\*630=16,7 м 10% (от 0,5 м) равно 1,67 м

h6=0,0644\*250=16,1 м 10% (от 15 м) равно 1,61 м

h7=0,0509\*340=17,3 м 10% (от 13,65 м) равно 1,73 м

Тогда сумма потерь напора в трубопроводах дм:

ℓ5 будет равна h5 =16,7+1,67=18,37 м,

ℓ6 будет равна h6 =16,1+1,61=17,71м,

ℓ7 будет равна h7 =17,3+1,73=19,03м

Тогда сумма потерь напора в разводящем трубопроводе определится из выражения

∑h1=h5 +h6=18,37+17,71=36,08м.

Принимаем ∑h1=36,08м.

Далее по формуле (7) находим высоту нагнетания (водонапорного бака, резервуара).

Нн=8+36,08+0=44,08м.

Это значит, что дно резервуара должно быть на высоте 44,08 м.

Далее общая длина ℓ обш всасывающего ℓ1 ,ℓ2 и нагнетательного ℓ3 трубопроводов определяется по формуле

ℓобщ =ℓ1 +ℓ2 +ℓ3

Тогда определяем

ℓобщ =5 + 73 + 49= 127 м.

Тогда величина потерь напора на всасывающем и нагнетательном трубопроводах по длине и местные потери определяются:

будут равны ℓобщ =0,0111\*127=1,4 м и 10% (от 1,4) равно 0,14 м .

Тогда сумма потерь напора в трубопроводе ∑h будет равна

∑h =1,4+0,14=1,54м

Далее по формуле (6) определяем напор, который должен создавать насос

Ннасоса=5+44,08+2,8+1,54=53,42 м .

Имея расчетные данные: Ннасоса=53,42 м; Q.ч насоса =9,81 м3/ч

Q.с насоса =0,0027 м3/с или 2,7 л/с. производим энергетический расчет.

Расчетная мощность приводного двигателя к насосу определяется по формуле



где Ррасч-расчетная мощность приводного двигателя, кВт;

Р- плотность воды, кг/м3;

g - ускорение свободного падения, м/с2;

Q.с насоса – подача насоса, м3/с;

Ннасоса -полный напор насоса, м;

ηнасоса - коэффициент полезного действия насоса;

ηпередачи - коэффициент полезного действия передачи; Р =1000кг/м3; ηнасоса=0,4…0,64; ηпередачи=0,95.

Используя расчетные значения Q.с насоса , Ннасоса и принимая ηнасоса=0,4 определяем расчетную мощность

кВт



(Число 1000 в знаменателе - переводной коэффициент для получения результата в кВт).

С учетом коэффициента запаса, мощность двигателя определится по формуле;

Рдв = Ррасч \*α ,

где α - коэффициент запаса мощности; α =1,1...2,0

Принимаем α=1,3;

Рдв - мощность двигателя с учетом всевозможных перегрузок, кВт.

ТогдаPдв= 3,63\*1,3 = 4,72 кВт.

С учетом всех параметров выбираем насос центробежный 3К-6

Ннасоса=54,21м; Q.ч насоса =9,81 м3/ч; Нвс=5 м; n= 2900мин-1; р=16 кВт; η=50%

Расчет потребности емкости бака (резервуара) водопорной башни

Водонапорные башни служат для создания напора в разводящей сети и для хранения: запаса, воды, необходимого для уравнения разности между подачей воды насосной станцией и расходом ее потребителями. (Иногда в резервуаре хранится пожарный запас воды). Необходимая минимальная емкость напорного бака зависит от величины суточного расхода воды хозяйством, характера расходования ее по часам суток и времени работы насосной станции.

Расход воды по часам суток может быть установлен достаточно точно с учетом коэффициентов неравномерности и с учетом распорядка дня на ферме и выражаться в виде графика, представленного на рисунке 2. (График построен по исходным данным).

По известным данным Qcyт.max графика расходования воды в течение суток и режиме работы насосной станции, необходимая емкость бака определяется:

1. Методом составления расчетной таблицы.

ИЛИ

2.Методом построения интегрального графика.

1. Метод. Метод составления расчетной таблицы

Известные исходные данные:

1. Qcyт.mаx =147,18 м3/сут. Максимальный суточный расход считаем за 100%

2. График расходов по часам суток представлен на рисунке 2. Время работы насосной станции Т=15 часов в период с 5до 20 часов.

3. Qч насоса =9,81 м3/ч.

Как составляется расчетная таблица (в расчетном примере это таблица 3)

Графа 1 в таблице 3 - это часы суток, Тсуток

Графа 2 в таблице 3 - данные часового расхода в процентах от максимального суточного расхода (от Qcyт.mаx )

Графа 3 в таблице 3 - данные подачи воды насосом в процентах от максимального суточного расхода (от Qcyт.mаx )

Графа 4 в таблице 3 - алгебраическая сумма подачи воды насосом и расход воды потребителем за каждый час в процентах от максимального суточного расхода (от Qcyт.mаx ).

Насос работает 15 часов в сутки и подает в бак весь максимальный суточный расход, который обозначен за 100%. Значит, за каждый час работы насос подает 100%: 15 = 6,66%

По данным графы 4 не трудно определить, какое количество воды должно быть в баке к началу суток для обеспечения расхода в часы с 24 до 5 часов, когда насосная станция не работает.

Q0(количество воды на начало суток)=1,5+1,0+2,5+3,0+3,0=11%

Приняв на начало суток, количество воды в баке равным 11%, определяется остаток воды к концу каждого часа путем последовательного вычитания или прибавления данных графы 4. Полученные данные заносим в графу 5.

Таблица 3 –Данные к определению емкости бака

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Часы суток | Часовой расход в процентах от Qcyт.mаx | Подача воды насосной станцией в процентах от Qcyт.mаx | Алгебраическая сумма подачи и расход воды в процентах от Qcyт.mаx | Остаток воды в баке к концу каждого часа в процентах от Qcyт.mаx |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 24-1  1-2  2-3  3-4  4-5  5-6  6-7  7-8  8-9  9-10  10-11  11-12  12-13  13-14  14-15  15-16  16-17  17-18  18-19  19-20  20-21  21-22  22-23  23-24 | 1,5  1,0  2,5  3,0  3,0  4,0  4,0  5,0  6,5  6,0  8,0  4,0  8,0  4,0  4,0  5,5  2,5  5,0  6,0  7,0  3,5  3,5  1,0  1,5 | -  -  -  -  -  6,66  6,66  6,66  6,66  6,66  6,66  6,66  6,66  6,66  6,66  6,66  6,66  6,66  6,66  6,66  -  -  -  - | -1,5  -1,0  -2,5  -3,0  -3,0  +2,66  +2,66  +1,66  +0,16  +0,66  -1,34  +2,66  -1,34  +2,66  +2,66  +1,16  +4,16  +1,66  +0,66  -0,34  -3,5  -3,5  -1,0  -1,5 | 11-1,5=9,5  9,5-1,0=8,5  8,5-2,5=6,0  6,0-3,0=3,0  3,0-3,0=0  0+2,66=2,66  2,66+2,66=5,32  5,32+1,66=6,98  6,98+0,16=7,14  7,14+0,66=7,8  7,8-1,34=6,46  6,46+2,66=9,12  9,12-1,34=7,78  7,78+2,66=10,44  10,44+2,66=13,1  13,1+1,16=14,26  14,26+4,16=18,42  18,42+1,66=20,08  20,08+0,66=20,74  20,74-0,34=20,4  20,4-3,5=16,9  16,9-3,5=13,4  13,4-1,0=12,4  12,4-1,5=10,9 |

Максимальная величина остатка воды в баке определяет необходимую емкость бака Wб или резервуара. В данном случае она равна 20,74% или

Wб= Qcyт.mаx \* 20,74/100=147,18 \*20,74/100=30,5м3

2. Метод. Метод построения интегрального графика

Определение емкости бака по методу построения интегрального графика состоит в следующем. В выбранном масштабе по оси абцисс графика (рисунок 3) откладываем часы суток, а по оси ординат -суммарные часовые расходы воды в процентах от Qcyт.mаx . Нанеся точки и соединив их, получим интегральную кривую расхода воды. Так, например, для данного расчетного примера суммарные

часовые расходы воды в процентам от Qcyт.mаx будут равны

в точке 11 к концу 1 часа....1,5%

21 к концу 2 часа....1,5 + 1,0= 2,5%

З1 к концу 3 часа..2,5 +2,5 = 5%

41 к концу 4 часа.. 5,0 - 3,0 = 8,0%

51 к концу 5 часа8,0+ 3,0 = 11,0%

231 к концу 23 часа97,5+1,0 = 98,5%

241 к концу 24 часа98,5+1,5=100,0%

Далее наносим на график суммарную линию подачи воды насосом. За каждый час работы насос подает одинаковое количество воды и в данном расчетном примере работает с 7 до 19 часов. Интегральная кривая подачи воды насосом будет прямая линия (показана на графике 3).

Тогда объем бака Wб (резервуара) определится по формуле

Wб= Qcyт.mаx \* (а+в)/100,

где Wб. объем бака, м3;

(а + в) - сумма двух отрезков - наибольших (определяющих расстояние по вертикали между общими кривыми), взятых по разные стороны кривой расхода воды, %. (Число 100) - проценты.

Тогда

Wб=147,18\*(11+9,5)/100=30,5м3

В том случае, когда при построении интегрального графика кривые расхода и подачи не пересекаются, в формулу подставляется значение наибольшего расстояния по вертикали между кривыми расхода и подачи.

Обычно расчетную емкость Wб увеличивают на 2...3% с целью постоянного запаса воды. В том случае, если проектируется хозяйственно-пожарный водопровод, то емкость бака увеличивается на объем дополнительного пожарного запаса воды.