**Вихідними данними для розрахунку являються:**

* приплив води *Q=*190м3/год.;
* геодезична висота підйому води *Нг=210 м;*
* температура води, *t=20°С.*

**Зміст завдання.** За величинами припливу та глибини шахти обрати насос, трубопровід, електродвигун. Забезпечити відповідність визначених параметрів робочих режимів умовам стійкої, економічної, без кавітаційної роботи, вимогам до потрібного рівня продуктивності водовідливної установки.

**1. Вибір насоса**

Вибір насоса ґрунтується на забезпеченні необхідних подач та напору.

Згідно «Правил безпеки» мінімально необхідна подача установки визначається із умови видалення нормального добового припливу води за час роботи не менше 20 годин *Тр*< 20год, тобто 24∙Q=Tp∙Qmin, звідки:

Qmin>1,2Q м3/год (1.1)

м3/год

Необхідний напір насоса:

*Нн=Нг/ηт,* (1.3)

=233,3 м

де *ηт* – ККД трубопровідної мережі, орієнтовно приймається 0,9-0,95. Насос вибираю, виходячи із необхідних подачі (1.1) та напору (1.3) з допомогою зон промислового використання насосів та їх технічних характеристик.

ЦНС 300-120-600

Для секційних насосів визначаю необхідну кількість робочих коліс:

*і>Нн/Нк,*  (1.4)

Нк=1(66,9+4,01∙10-2∙228– 2,21∙10-4∙2282)=64,55

*і=*233,3/64,55=4

де *Нк -* напір на одне робоче колесо вибраного насоса при подачі *Qmin*(визначаю по напірній характеристиці насоса).

Вибраний насос перевіряю за умовою стійкої роботи:

*0,95Нко∙і>Нг,*

*0,95∙66,9∙4=254,22>210 –умова виконується*

де *Нк0 -* напір одного робочого колеса при нульовій подачі.

Експлуатаційні характеристики насоса H=f(Q), *ηн*=f(Q) задаються графіками, або аналітичними рівняннями:

H= *і* (Hko+AQ-BQ2); (1.6)

Н1=4(66,9+4,01∙10-2∙0 – 2,21∙10-4∙02)=267,6

Н2=4(66,9+4,01∙10-2∙100 - 2,21∙10-4∙1002)= 274,8

Н3=4(66,9+4,01∙10-2∙200 - 2,21∙10-4∙2002)=264,32

Н4=4(66,9+4,01∙10-2∙300 - 2,21∙10-4∙3002)=236,16

*ηн*=aQ-bQ2+cQ3; (1.7)

*ηн1*=5,97∙10-3∙0– 14,66∙10-602+969,3∙10-11∙03=0

*ηн2*=5,97∙10-3∙100 – 14,66∙10-61002+969,3∙10-11∙1003=0,46

*ηн3*=5,97∙10-3∙200– 14,66∙10-62002+969,3∙10-11∙2003=0,66

*ηн3*=5,97∙10-3∙300– 14,66∙10-63002+969,3∙10-11∙3003=0,73

де *А, В, а, в,с-* сталі коефіцієнти для вибраного типу насоса.

**1.2. Вибір трубопроводу**

Розрахунку та вибору підлягають: довжина трубопроводу, стандартні значення перерізу труб, витратна характеристика трубопровідної мережі.

Трубопровід насосної установки складається із напірної та підвідної частин.

Визначаю дійсна довжина напірної частини трубопроводу:

*,м* (1.8)

210+30+20+20=280 м

де *α-* кут нахилу трубопроводу; *l1=20-30 м -* довжина труб в насосній камері до більш віддаленого насоса; *l2=15-20 м* - довжина труб в ходку; *l3=15-20 м -* довжина труб на поверхні до місця зливу води. Довжина підвідної частини трубопроводу приймається 20-25 метрів.

Внутрішні діаметри трубопроводів визначаю із залежностей:

, *м* (1.10)

приймаю 223 *мм*

приймаю 191 *мм*

де *QH*-номінальна подача насоса згідно його технічної характеристики, або ж прийнята з умов 15% перевищення мінімально необхідної подачі (1.1);Vе- економічно доцільна швидкість води в трубопроводах, *м/с.*

Величина *Ve*визначаю із умови мінімуму приведених витрат наспорудження трубопроводу та експлуатаційних витрат енергії на прокачку води через нього за період експлуатації. При цьому *Ve*можна визначати згідно емпіричної залежності

(1.11)

Для геотехнічних виробництв можна приймати швидкості руху води в напірній та підвідній частинах трубопроводів відповідно 2,5 м/с та 2,0 м/с, тобто

Vен= 2,5 м/с (1.12)

Ven =2,0м/с (1.13)

Витратна характеристика трубопровідної мережі визначається згідно залежності

*= Нг* + *RQ*2, (1.16)

де lне, lпе,- еквівалентні довжини прямолінійних трубопроводів, що враховують місцеві опори в напірному і підвідному трубопроводах

(1.17)

∑ξ - сума коефіцієнтів місцевих опорів для розрахункової схеми трубопровідної мережі (рис 1.1).

Місцеві опори трубопровідної мережі мають наступні значення:

Об'єкт ξ

Приймальний пристрій підвідного

трубопроводу (сітка з приймальним клапаном) 10-4

Коліно під кутом π*/2*

* *з закругленням……………………………………………………….*..0,25-0,15
* *без закруглення*……………………………………………………1,0-0,5

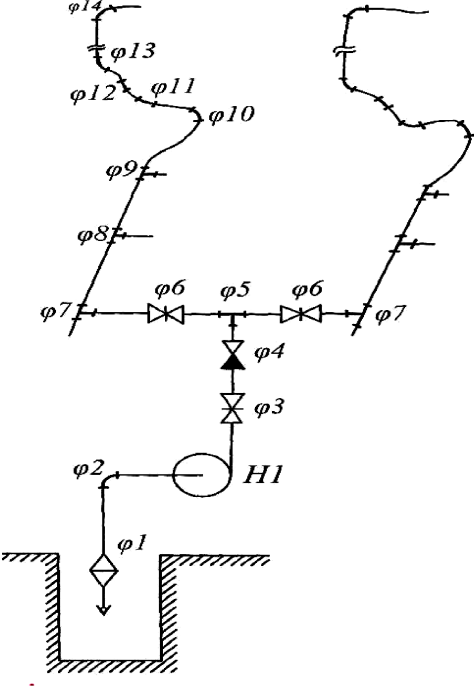


Рис.1.1 Розрахункова схема заміщення трубопровідної мережі насосної установки

Засувка…………………………………………...........................….0,25

Зворотній клапан……………………………………………………14-4,5

Трійник

* *при наявності повороту потоку рідини*………………………1,0- 0,5
* *без повороту потоку рідини………………………………………*0,5-0,25

Вихід…………………………………………………………………..1,0

R=(H-Hг)/Q2=(217,24-210)/(190)2=2.10-4

**1.3. Визначення параметрів робочого режиму та вибір приводного**

**двигуна**

Розрахунок характеристика робочого трубопроводу:

Н=*Нг* + *RQ*2

При Q=0:

Н1=210 м;

При Q=100:

H2=210+0.0002(100)2=212м;

При Q=200:

H3=210+0.0002(200)2=218 м;

При Q=300:

H4=210+0.0002(300)2=228 м;

Розрахунок характеристики паралельно з’єднаних робочого та резервного трубопроводів:

Н=*Нг* + (*R/*4)Q2

При Q=0:

H1=210+(0.0002/4)∙(0)2=210м;

При Q=100:

H2=210+(0.0002/4)∙(100)2=210,5 м;

При Q200:

H3=210+(0.0002/4)∙(200)2=212 м;

При Q=300:

H3=210+(0.0002/4)∙(300)2=214,5 м;

Рис. 1.2. Робочий режим насосної установки.

Qр=318 м3/год Qp´=351 м3/год

Hp=232 м Hp´=218 м

ηр=0,73 ηр´=0,75

Перевіряю доцільність використання паралельної роботи трубопроводів:

ηнр´ηт´>ηнрηт

ηт=Н*г*/Нр=210/232=0,91

ηт´=Н*г*/Нр´=210/218=0,96

0,75∙0,96>0,73∙0,91

0,72>0,66

Для впевненості правильності вибору насоса і трубопровода слід перевірити фактичну стійкість роботи установки:

ΔНф<ΔНдоп (1.26)

ΔНф=Нр - Н*г* (1.27)

ΔНдоп=*і*Нк - Н*г* (1.28)

ΔНф=218-210=8 м

ΔНдоп=4∙64,55-210=48,2 м

8<48,2– *умова виконується.*

Визначаю необхідну потужність приводу двигуна насоса згідно параметрів робочого режиму при паралельному з'єднанні трубопроводів:

(1.29)

.

По цій потужності з врахуванням швидкості обертання насоса вибираю за каталогом коротко замкнутий асинхронний електродвигун ВАО – 400М-4

.

**1.4 Енергетична оцінка ефективності спроектованої установки**

Добова тривалість роботи насосної установки

*Тр´ =* 24*Q*/ *Qp´*, год. (1.41)

*Тр´=*24∙190/351=13 год

Річні витрати електроенергії

*WP/=N/PT/*р*365, Вт год.* (1.42)

*WP/=*315∙13∙365=1494675 к*Вт год*

Питомі енерговитрати на підйом *1м* води на висоту *1м*

ω/=*WP/*/ *Q∙*24∙365∙ Н*г* Вт год/м3м (1.43)

ω/=1494675∙103/190∙24∙365∙210=4,28 Вт год/м3м

5,2>ω/>3.42Вт год/м3м

5,2>4.28>2,723 – *умова виконується*