



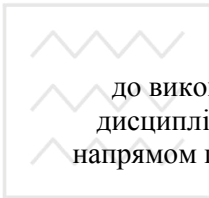
Національний університет

водного господарства та природокористування

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Національний університет водного господарства та природокористування

Кафедра розробки родовищ корисних копалин

061-120



Методичні вказівки

до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни “Стаціонарні машини” студентами за напрямом підготовки 6.050301 “Гірництво” денної та заочної форм навчання

Рекомендовано методичною комісією за напрямом підготовки 6.050301 “Гірництво”
Протокол № 4 від 15.04.2011 р.

Рівне 2011



Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни “Стационарні машини” студентами за напрямом підготовки 6.050301 “Гірництво” денної та заочної форм навчання / І.І. Рибак. – Рівне: НУВГП, 2011. – 36 с.

Упорядник: І.І. Рибак, старший викладач.

Відповідальний за випуск: З.Р. Маланчук, д.т.н., професор, завідувач кафедри розробки родовищ корисних копалин.

ЗМІСТ

	с.
Вступ.....	3
1. Завдання та вихідні дані.....	4
2. Зміст розрахунково-графічної роботи.....	4
3. Розрахунок продуктивності кар’єрної водовідливної установки.....	4
4. Розрахунок орієнтовного напору насосу кар’єрної водовідливної установки.....	5
5. Вибір насосу.....	6
6. Розрахунок і вибір трубопроводу.....	7
7. Розрахунок характеристики трубопровідної мережі.....	11
8. Визначення робочого режиму водовідливної установки.	14
9. Перевірка робочого режиму водовідливної установки на кавітацію.....	15
10. Визначення необхідної потужності електродвигуна насосу.....	16
11. Визначення економічних показників водовідливної установки.....	16
12. Розрахунок об’єму водозбірника водовідливної установки кар’єр.....	17
Додатки.....	18
Література.....	36

© Рибак І.І., 2011

© НУВГП, 2011



Вступ

Надійність, безпечність та ефективність роботи гірничого підприємства з видобування корисних копалин переважно забезпечується стаціонарними машинами та установками. Вони характеризуються складністю конструкцій та значною енергоємністю і представляють собою комплекси енергомеханічного обладнання, і використовуються для: підйому корисних копалин та пустих порід на поверхню, підйому та спуску людей, матеріалів, обладнання; осушення покладів корисних копалин і відкачування води з гірничих виробок на поверхню; штучного провітрювання гірничих виробок та створення безпечних умов роботи гірничого підприємства; отримання пневматичної енергії стиснутого повітря, для роботи гірничих комбайнів, відбійних і бурильних молотків, лебідок, вентиляторів місцевого провітрювання, дільничних насосів тощо.

Розробка родовищ корисних копалин підземним і відкритим способами супроводжується значним притоком води в гірничі виробки. Для зменшення притоку води виконуються осушувальні роботи, метою яких є відведення води за межі кар'єрного або шахтного полів. Для забезпечення безперебійної роботи гірничих підприємств вони обладнуються водовідливними установками.

Ефективність системи водовідливу з гірничих виробок залежить від багатьох складових, і в першу чергу, від правильного розв'язання питань проектування водовідливу. Процеси водовідливу гірничих підприємств тісно пов'язані з основними технологічними процесами видобування корисних копалин.

Метою виконання розрахунково-графічної роботи “Розрахунок водовідливної установки” з дисципліни “Стаціонарні машини” є закріплення теоретичних основ експлуатації стаціонарних машин на гірничих підприємствах та оволодіння студентами методами розрахунку параметрів водовідливних установок при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом з використанням сучасного обладнання та контрольно-вимірювальної апаратури.

Завдання розрахунково-графічної роботи – засвоєння студентами основних методів розрахунку параметрів водовідливної установки та розробка безпечних технологічних процесів водовідливу при розробці родовищ корисних копалин.



1. Завдання та вихідні дані

Виконати розрахунок стаціонарної водовідливної установки кар'єру.

Вихідними даними для проектування зумпфових водовідливних установок є: Q_H – величина нормального притоку води в гірничі виробки, м³/год.; Q_{MAX} – величина максимального притоку води в гірничі виробки, м³/год.; план кар'єру, на якому показане місце розташування водозбірника та водовідливних мереж; фізико-хімічні властивості води, яка відкачується з кар'єру.

Метою проектування водовідливної установки є вибір сучасних технічних засобів водовідливу з урахуванням максимальної економічності відкачування води на поверхню.

2. Зміст розрахунково-графічної роботи

Розрахунково-графічна робота складається з наступних розділів:

- Вступ
- Вихідні дані для розрахунку стаціонарного водовідливу
- Розрахунок продуктивності кар'єрної водовідливної установки
- Розрахунок орієнтовного напору насоса кар'єрної водовідливної установки
- Вибір насоса
- Розрахунок і вибір трубопроводу
- Розрахунок характеристики трубопровідної мережі
- Визначення робочого режиму водовідливної установки
- Перевірка робочого режиму водовідливної установки на кавітацію
- Визначення необхідної потужності електродвигуна насоса
- Визначення економічних показників водовідливної установки
- Висновки
- Література

3. Розрахунок продуктивності кар'єрної водовідливної установки

Розрахункова продуктивність кар'єрної водовідливної установки визначається з урахуванням необхідності відкачування добових притоків води за 16 годин у відповідності до Правил безпеки:



$$Q_{PH} = \frac{24 \cdot Q_H}{16}, \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (3.1)$$

де Q_H - нормальний приток води в гірничі виробки, $\text{м}^3/\text{год.}$;
- за величиною максимального притоку води

$$Q_{PM} = \frac{24 \cdot Q_{MAX}}{16}, \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (3.2)$$

де Q_{MAX} - максимальний приток води в гірничі виробки, $\text{м}^3/\text{год.}$

Коли розрахункова продуктивність насосної станції за максимальним притоком Q_{PM} більше продуктивності за нормальним притоком Q_{PH} до двох разів то водовідливна установка обладнується двома ставами труб (резервним і робочим), а її розрахункова продуктивність (Q_P) визначається наступним чином

$$Q_P = Q_{PH}, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (3.3)$$

Обидва става труб одночасно експлуатують в період танення снігу та при наявності води від дощових злив.

Коли розрахункова продуктивність насосної станції за максимальним притоком $Q_{PM} > 2 \cdot Q_{PH}$, то водовідливна установка обладнується трьома ставами труб, а її розрахункова продуктивність (Q_P) визначається наступним чином

$$Q_P = 0,5 \cdot Q_{PM}, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (3.4)$$

При більшій різниці між Q_{PM} та Q_{PH} відкачування максимального та нормального притоків води здійснюють по самостійним ставам з різним діаметром труб. В цьому випадку насоси, які використовуються для відкачування нормального притоку не мають резервного ставу труб. В якості резерву використовують трубопроводи насосів, які працюють в періоди максимального притоку води.

Три напірні става труб рекомендується використовувати в тих випадках коли розрахунковий діаметр трубопроводу більше 400 мм.

4. Розрахунок орієнтовного напору насосу кар'єрної водовідливної установки

Місце розташування водозбірників (зумпфів) встановлюється на основі схеми розробки покладу корисних копалин та визначається



місце зливу води на поверхні.

За планом кар'єру будується профіль траси трубопроводів водовідливної установки та визначається загальні довжини трубопроводів і висоти підйому всмоктувальних та напірних ліній насосної станції.

Для визначення напору насосу спочатку необхідно визначити геометричну висоту підйому води з кар'єру H_{Γ} . Значення H_{Γ} визначається як відстань, що виміряна по вертикалі, від нижнього рівня води у водозбірнику до рівня зливу її у відповідний канал на поверхні.

$$H_{\Gamma} = H_n + H_{\text{вс}} + h_n, \text{ м}, \quad (4.1)$$

де H_n - відстань по вертикалі від рівня води у водозбірнику кар'єру до рівня земної поверхні, визначається за профілем траси водопроводів насосної установки м; $H_{\text{вс}}$ - орієнтовна висота всмоктування насосу, приймається $H_{\text{вс}} = 3$ м; h_n - перевищення трубопроводом денної поверхні, приймається $h_n = 1$ м.

Орієнтовний напір насосу водовідливної установки кар'єру визначається наступним чином

$$H_{\text{оп}} = \frac{H_{\Gamma}}{\eta_{\text{тр}}}, \text{ м}, \quad (4.1)$$

де $\eta_{\text{тр}}$ - коефіцієнт корисної дії напірного трубопроводу, приймається $\eta_{\text{тр}} = 0,9 \div 0,95$.

5. Вибір насосу

Вибір типу насосу водовідливної установки ґрунтується на забезпеченні необхідних продуктивності та напору. Визначення типорозміру насосу здійснюється за графіками їх робочих зон або за їх характеристиками.

Для вибору типу насосу необхідно на зведений графік робочих зон характеристик насосів наноситься точка з координатами: $(Q_p, H_{\text{оп}})$. Якщо точка попадає в робочу зону декількох насосів, вибір варіанту залежить від результатів їх техніко-економічного порівняння.

У випадку, коли розрахунковий напір не може бути забезпечений насосом даної продуктивності, необхідно розглянути наступні варіанти:



- використання насосу з більшою продуктивністю та напором;
- використання ступеневого водовідливу з послідовним включенням, які розташовуються на різних горизонтах;
- використання ступеневого водовідливу з розташуванням водозбірника на проміжному горизонті.

У випадку коли розрахункова продуктивність перевищує максимальну для насосу, який відповідає заданому напору, необхідно використовувати паралельну роботу насосів на один трубопровід. Остаточний варіант визначається техніко-економічним порівнянням.

Після вибору насосу, за його напірною характеристикою, визначається напір на одне колесо H_k в оптимальному режимі (при максимальному к.к.д.), напір на одне колесо при закритій засувці $H_{ко}$ та номінальну продуктивність $Q_{ном}$.

В розрахунково-графічній роботі наводиться графік робочих зон характеристик насосів і індивідуальна робоча характеристика вибраного насосу.

Число робочих коліс насосу визначається за формулою

$$Z_k = \frac{H_{op}}{H_k}. \quad (5.1)$$

Кількість робочих коліс заокруглюється до цілого числа в більшу сторону, якщо залишок $0,1 \div 0,15$, в іншому випадку можливо прийняти кількість коліс.

Напір насосу при закритій засувці

$$H_o = H_{ко} \cdot Z_k, \text{ м.} \quad (5.2)$$

Вибраний насос перевіряється на стійкість роботи за умовою

$$H_r \leq 0,95 \cdot H_o. \quad (5.3)$$

Якщо дана умова не виконується, потрібно збільшити кількість робочих коліс насосу.

6. Розрахунок і вибір трубопроводу

При розрахунку трубопроводів водовідливних установок визначаються матеріал, діаметри всмоктувального та напірних трубопроводів, товщину стінки труб, втрати напору, а також обґрунтовується вибір та розташування трубних колекторів в насосній камері. Від правильного розв'язання цих задач залежать



економічність і надійність експлуатації водовідливної установки.

До трубопроводу водовідливної установки пред'являються наступні вимоги:

- доступність для огляду й ремонту;
- наявність резервних ставів і можливість швидкого перемикання на резервний трубопровід в автоматичному режимі;
- стійкість до агресивних впливів води гірничих підприємств;
- мінімальні капітальні й експлуатаційні витрати;
- мінімальні гідравлічні опори.

За профілем траси трубопроводів водовідливної установки визначають її геометричні параметри та гідравлічну арматуру, яка необхідна для економічної і надійної експлуатації системи водовідливу. Наводяться схеми всмоктувального та напірного трубопроводів з гідравлічною арматурою.

На величину діаметру напірного трубопроводу впливають витрати, тиск води, абразивність механічних домішок в ній, хімічні властивості води гірничих підприємств.

Рекомендована економічна швидкість руху води в напірному трубопроводі водовідливної установки становить 1,5÷2,5 м/с, більші значення приймаються для чистої води.

Розрахункові витрати води через один став напірного трубопроводу визначаються наступним чином

$$Q_{PT} = \frac{Q_{PH}}{n_T}, \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (6.1)$$

де n_T – кількість індивідуальних трубопроводів для відкачування максимального притоку води, од.

Діаметр трубопроводу напірного ставу визначається за формулою

$$D_H = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{PT}}{3600 \cdot \pi \cdot v_E}}, \text{ м}, \quad (6.2)$$

де v_E – рекомендована величина швидкості води в трубопроводі, м/с

Діаметр магістрального трубопроводу для двох насосів, або двох груп, необхідно приймати з наступного співвідношення

$$D_M \geq 1,3 \cdot D_H, \text{ м}. \quad (6.3)$$

Діаметр труб повинен бути узгоджений з умовним діаметром напірного патрубку насосу та запірної арматури (засувки, зворотних

клапанів, відводів, тощо).

Для зменшення гідравлічного опору діаметр всмоктувального трубопроводу D_{BC} необхідно приймати більше розрахункового значення D_H , але не більше діаметра всмоктувального патрубку насосу $D_{ВПН}$ на 25÷50 мм.

$$D_i < D_{\hat{A}\hat{N}} < D_{\hat{A}\hat{H}} + (25 \div 50). \quad (6.4)$$

Швидкість води v_{BC} у всмоктувальному трубопроводі приймається не більше 1,0 м/с.

Орієнтовно діаметр всмоктувального трубопроводу визначається за формулою

$$D_{BC} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{PT}}{3600 \cdot \pi \cdot v_{BC}}}, \text{ м.} \quad (6.5)$$

Товщина стінки напірного трубопроводу визначається з умов міцності за максимальним тиском води з урахуванням терміну його експлуатації та інтенсивності зносу внутрішньої та зовнішньої поверхні.

Розрахунковий тиск в трубопроводі, для нижнього перерізу напірного трубопроводу, визначається наступним чином

$$P_p = 1,25 \cdot 10^{-6} \rho \cdot g \cdot H_{op}, \text{ МПа,} \quad (6.6)$$

де ρ – густина води гірничого підприємства, $\rho = 1020 \div 1050 \text{ кг/м}^3$;
 g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; H_{op} – напір, який створює один насос при відкачуванні нормального притоку води, м.

Мінімально допустима товщина стінки напірного трубопроводу визначається з умов міцності матеріалу труб

$$\delta_0 = \frac{1000 \cdot P_p}{0,8 \cdot \sigma_T}, \text{ мм,} \quad (6.7)$$

де σ_T – тимчасовий опір розриву матеріалу труби, МПа.

Товщина стінок напірного трубопроводу з урахуванням його зносу визначається наступним чином

$$\delta = \frac{100 \cdot [\delta_0 + (\delta_{K.3} + \delta_{K.B}) \cdot T]}{100 - K_D}, \text{ мм,} \quad (6.8)$$

де T – термін експлуатації трубопроводу, рік; $\delta_{K.3}$ – швидкість корозійного зносу зовнішньої поверхні труб, мм/рік, при застосуванні вибухових робіт для підготовки гірничої маси до виймання $\delta_{K.3} = 0,25$, при їх відсутності $\delta_{K.3} = 0,15$; $\delta_{K.B}$ – швидкість



корозійного зносу внутрішньої поверхні труб, мм/рік, визначається хімічним складом води яка відкачується (при нейтральній та лужній воді $\delta_{К.В} = 0,1$ мм/рік; при кислій воді з показником $pH = 6 \div 7$, $\delta_{К.В} = 0,2$ мм/рік та при $pH = 5 \div 6$, $\delta_{К.В} = 0,4$ мм/рік; K_D – коефіцієнт, який враховує мінусовий допуск товщини стінки труби, %, для труб звичайної точності виготовлення при товщині стінки $\delta \leq 15$ мм, $K_D = 15$ %, при $\delta \geq 15$ мм, $K_D = 12,5$ %.

Мінімально допустима товщина стінки всмоктувального трубопроводу визначається з умов міцності матеріалу труб

$$\delta_{0BC} = \frac{1000 \cdot P_{PBC}}{0,8 \cdot \sigma_T}, \text{ мм}, \quad (6.9)$$

де P_{0BC} – розрахунковий тиск у всмоктувальному трубопроводі, приймається $P_{0BC} = 3$ МПа.

Товщина стінок всмоктувального трубопроводу з урахуванням його зносу визначається наступним чином

$$\delta_{BC} = \frac{100 \cdot [\delta_{0BC} + (\delta_{К.З} + \delta_{К.В}) \cdot T]}{100 - K_D}, \text{ мм}, \quad (6.10)$$

Для водовідливних трубопроводів використовують сталенькі безшовні горячедеформовані труби за ГОСТ 8732-78 з сталі марок Ст 2 сп, Ст 4 сп, Ст 5 сп, Ст 6 сп. Труби мають зовнішній діаметр 25÷820 мм при товщині стінок 2,5÷75 мм.

Таблиця 6.1
Тимчасовий опір розриву матеріалу труб

Марка сталі	Ст 2 сп	Ст 4 сп	Ст 5 сп	Ст 6 сп
σ_T , МПа, не менше	350	420	500	600

Стандарти на труби нормують зовнішній діаметр і товщину стінки, тому для вибору труби необхідно попередньо визначити розрахунковий зовнішній діаметр трубопроводу:

- напірного

$$D_{PH} = D_H + 2 \cdot \delta, \text{ м}; \quad (6.11)$$

- всмоктувального

$$D_{PBC} = D_{BC} + 2 \cdot \delta_{BC}, \text{ м}. \quad (6.12)$$

В подальшому приймається стандартне значення зовнішнього діаметру D_{CT} і стандартне значення товщини стінки δ_{CT} . При виборі труби за стандартом необхідно вибрати трубу з зовнішнім діаметром, ближчим до розрахункового, і товщину стінки більшою



за розрахункову.

При кар'єрному водовідливі допускається використання труб, які виготовлені з термопластів, якщо вони задовольняють умовам міцності матеріалу труб.

Швидкість руху води у прийнятих трубопроводах визначається наступним чином:

- в напірному трубопроводі

$$v_n = \frac{4 \cdot Q_{PT}}{3600 \cdot \pi \cdot D_{СТН}^2}, \text{ м/с}, \quad (6.13)$$

де $D_{СТН}$ – внутрішній діаметр напірного трубопроводу, м;

- у всмоктувальному трубопроводі

$$v_{вс} = \frac{4 \cdot Q_{PT}}{3600 \cdot \pi \cdot D_{СТВС}^2}, \text{ м/с}, \quad (6.14)$$

де $D_{СТВС}$ – внутрішній діаметр всмоктувального трубопроводу, м.

Швидкість руху води в трубопроводах повинна бути в межах:

- напірному $v_n = 1,5 \div 2,5$ м/с;

- всмоктувальному $v_{вс} = 0,5 \div 1,7$ м/с.

7. Розрахунок характеристики трубопровідної мережі

Для отримання характеристики зовнішньої мережі необхідно скласти розрахункову схему трубопроводу та виконати розрахунок втрат напору. Схема складається з урахуванням прийнятої схеми водовідливу та розташування обладнання в насосній станції.

За розрахунковою схемою встановлюються типи місцевих опорів та їх кількість. Ці дані та значення коефіцієнтів місцевих опорів зводяться в табл. 7.1.

Значення коефіцієнтів місцевих опорів різних типів, розмірів і конструкцій приймаються з довідникової літератури.

Використовуючи схему водовідливної установки визначаються довжини всмоктувального, колекторного і напірного трубопроводів, а також кути їх повороту та підйому. Довжини трубопроводів визначаються як суми довжин окремих прямолінійних частин наступним чином

$$L_k = \sum_{i=1}^{N_k} \frac{H_{k,i}}{\sin \alpha_{k,i}} + \sum_{j=1}^{M_k} l_{k,j}, \text{ м}, \quad k = \overline{1,3} \quad (7.1)$$

де L_k - $k = \overline{1,3}$ відповідно довжина всмоктувального, колекторного



та напірного трубопроводів, м; N_k – кількість похилих ділянок k -того трубопроводу; $H_{k,i}$ – висота підйому похилої i -тої ділянки k -того трубопроводу, м; $\alpha_{k,i}$ – кут нахилу i -тої ділянки k -того трубопроводу, град; M_k – кількість горизонтальних ділянок k -того трубопроводу; $l_{k,j}$ – довжина горизонтальної j -тої ділянки k -того трубопроводу, м.

Таблиця 7.1

Характеристика місцевих опорів в трубопроводів

Тип місцевого опору	Кількість, од.	Коефіцієнт місцевого опору, ξ_i	Сумарний коефіцієнт місцевих опорів, $\sum \xi_i$
Всмоктувальний трубопровід			
Сітка з клапаном	1	3,7	3,7
Коліно зварне 90°	3	0,6	1,8
...
Всього			
Напірний трубопровід			
Засувка	1	0,3	0,3
Коліно зварне 90°	4	0,6	2,4
Зворотній клапан	1	10	10
...
Всього			

Втрати напору на кожній ділянці трубопроводу визначаються за формулою

$$H_k = R_k \cdot Q_k^2, \text{ м}, \quad k = \overline{1,3} \quad (7.2)$$

де R_k – постійна k -тої ділянки трубопроводу, $\text{год}^2 \cdot \text{м}^{-5}$; Q_k – витрати води на k -тій ділянці трубопроводу, $\text{м}^3/\text{год}$.

Постійна гідравлічних втрат напору k -тої ділянки трубопроводу розраховується наступним чином

$$R_k = A_k^D \cdot L_k + A_k^M \cdot \sum_{i=1}^{N_k} \xi_{k,i}, \text{ год}^2/\text{м}^{-5}, \quad k = \overline{1,3} \quad (7.3)$$

де A_k^D – питомі втрати напору по довжині k -тої ділянки трубопроводу, $\text{год}^2/\text{м}^{-6}$; L_k – довжина k -тої ділянки трубопроводу, м;



A_k^M - питомі місцеві втрати напору k -тої ділянки трубопроводу,

$\text{год}^2/\text{м}^{-5}$, $\sum_{i=1}^{N_k} \xi_{k,i}$ - сумарний коефіцієнт місцевих опорів k -тої ділянки трубопроводу; N_k - кількість місцевих опорів k -тої ділянки трубопроводу.

Питомі втрати напору розраховуються за формулами

$$A_k^D = \frac{8 \cdot \lambda_k}{3600^2 \cdot \pi^2 \cdot g \cdot D_k^5}, \text{ год}^2/\text{м}^{-6}, \quad k = \overline{1,3} \quad (7.4)$$

$$A_k^M = \frac{8 \cdot \lambda_k}{3600^2 \cdot \pi^2 \cdot g \cdot D_k^4}, \text{ год}^2/\text{м}^{-5}, \quad k = \overline{1,3} \quad (7.5)$$

де λ_k - коефіцієнт гідравлічного тертя k -тої ділянки трубопроводу, g - прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с; D_k - внутрішній діаметр k -тої ділянки трубопроводу, м.

Коефіцієнт гідравлічного тертя k -тої ділянки трубопроводу, для труб, які були деякий час в експлуатації

$$\lambda_k = \frac{0,021}{D_k^{0,3}}, \quad (7.6)$$

де D_k - внутрішній діаметр k -тої ділянки трубопроводу, м.

Постійна гідравлічних втрат напору всього трубопроводу

$$R = \sum_{k=1}^3 R_k = R_1 + R_2 + R_3, \text{ год}^2/\text{м}^{-5}, \quad k = \overline{1,3}. \quad (7.7)$$

Для водовідливних установок гірничих підприємств рівняння характеристики трубопроводу в загальному вигляді записується наступним чином

$$H = H_r + R \cdot Q^2, \text{ м}, \quad (7.8)$$

де Q - витрати води трубопроводу, $\text{м}^3/\text{год}$.



8. Визначення робочого режиму водовідливної установки

Для побудови характеристики трубопроводу необхідно визначити втрати напору в трубопроводі при різних витратах води. Визначення втрат напору здійснюється згідно рівняння (7.8) при зміні витрат води від 0 до 1,40 їх номінального значення, результати розрахунків зводимо в табл.8.1.

Таблиця 8.1

Розрахунок характеристик трубопроводу

Витрати води, $\text{м}^3/\text{год.}$	0	0,20·Q	0,40·Q	...	1,20·Q	1,40·Q
Втрати напору, м	H_T	H_2	H_3	...	H_7	H_8

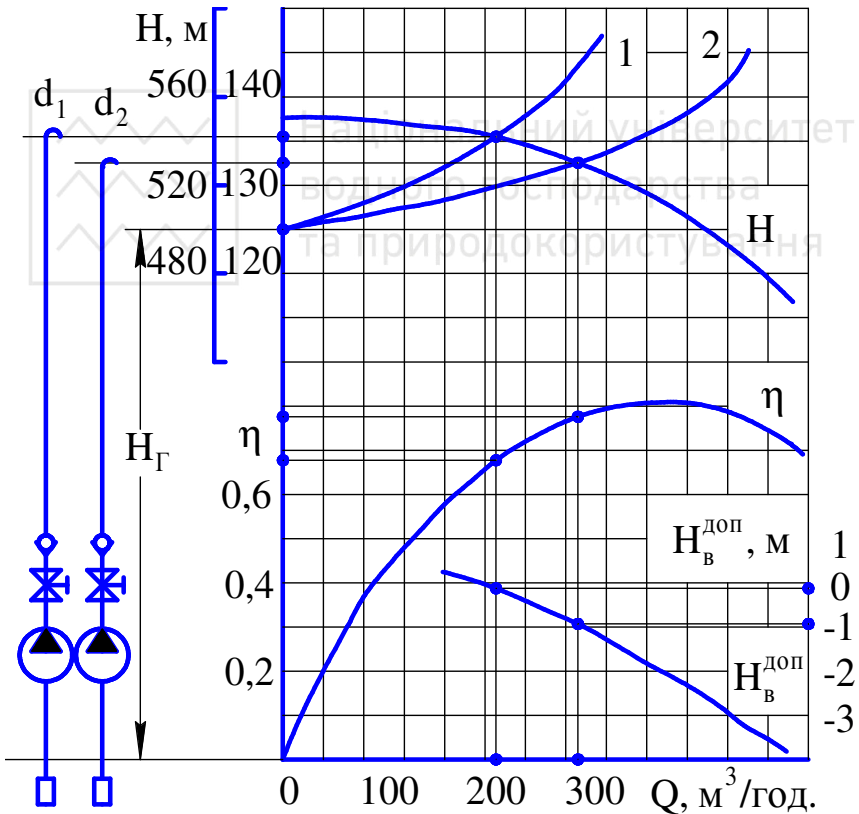


Рис. 8.1. Визначення параметрів водовідливної установки.



Отримані результату розрахунку накладаємо на напірну характеристику насосу. Напірна характеристика багатосекційного насосу представлена на певну кількість робочих коліс, тому для отримання напірної характеристики всього насосу необхідно помножити напір на відповідний коефіцієнт, який розраховується за формулою

$$M_H = Z_K / Z_H, \quad (8.1)$$

де Z_K – необхідна кількість робочих коліс насосу, од.; Z_H – кількість робочих коліс, для яких наведена напірна характеристика насосу.

Точка перетину напірних характеристик насоса і трубопроводу (рис. 8.1) визначає робочий режим водовідливної установки з відповідними йому координатами (Q_P, H_P) . За встановленими параметрами (Q_P, H_P) робочого режиму роботи водовідливної установки визначають к.к.д насосу (η) та допустиму висоту всмоктування ($H_B^{ДОП}$) води, результати записуються в табл.8.2.

Таблиця 8.2.

Параметри робочого режиму насосу водовідливної установки

Параметри	$Q_P, \text{ м}^3/\text{год.}$	$H_P, \text{ м}$	$H_B^{ДОП}, \text{ м}$	η
Значення				

Уточнена тривалість роботи водовідливної установки за добу визначається наступним чином:

- при нормальному притоку води

$$T_H = \frac{24 \cdot Q_H}{Q_P}, \text{ год.}, \quad (8.2)$$

де Q_H – нормальний приток води в гірничі виробки, $\text{м}^3/\text{год.}$; Q_P – дійсна (робоча) подача насосу, $\text{м}^3/\text{год.}$;

- при максимальному притоку води

$$T_M = \frac{24 \cdot Q_M}{Q_P}, \text{ год.}, \quad (8.3)$$

де Q_M – нормальний приток води в гірничі виробки, $\text{м}^3/\text{год.}$

Коефіцієнт корисної дії трубопроводу в робочому режимі водовідливної установки визначається за формулою

$$\eta_{mp} = \frac{H_G}{H_P}, \quad (8.4)$$

де H_G – геометрична висота підйому води з кар'єру, м.



9. Перевірка робочого режиму водовідливної установки на кавітацію

Дійсна вакуумметрична висота всмоктування водовідливної установки визначається за формулою

$$H_B = H_{BC} + \left[A_D \cdot l_P + A_M \cdot \left(\sum_{i=1}^N \xi_i + l \right) \right] \cdot Q_P^2, \text{ м}, \quad (9.1)$$

де H_{BC} – геометрична висота всмоктування водовідливної установки, приймається $H_{BC}=3,5$ м.

Отриманий результат порівнюють з допустимим кавітаційним запасом насоса в робочому режимі.

Якщо $H_A < H_A^{III}$ то кавітація при роботі насоса в робочому режимі (Q_P, H_P) не виникає. У випадку невиконання цієї умови, необхідно зменшити геометричну висоту всмоктування (H_{BC}), або збільшити діаметр всмоктувального трубопроводу (D_{BC}).

10. Визначення необхідної потужності електродвигуна насоса

Необхідна потужність електродвигуна приводу насоса розраховується за формулою

$$N_{ДВ} = K_3 \frac{Q_P \cdot H_P \cdot \rho \cdot g}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_P}, \text{ кВт}, \quad (10.1)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу потужності двигуна, $K_3 = 1,1$; ρ – густина рідини, яку перекачує насос, кг/м^3 ; η_P – к.к.д. насоса в робочому режимі (визначається графічним способом).

У відповідності до необхідної потужності за каталогом вибирається електродвигун приводу насоса водовідливної установки.

11. Визначення економічних показників водовідливної установки

Річні витрати електроенергії на водовідлив визначаються за формулою

$$e = K_A \frac{Q_D \cdot H_D \cdot \rho \cdot g}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_D \cdot \eta_A \cdot \eta_i} (N_{A.f} \cdot T_f + N_{A.l} \cdot T_l), \text{ кВт/год.}, \quad (11.1)$$

де η_D – к.к.д. електродвигуна, приймається у відповідності до його



технічної характеристики; η_M – к.к.д. електричної мережі, в розрахунках приймається $\eta_M = 0,95$; K_E - коефіцієнт, який враховує додаткові витрати енергії допоміжним обладнанням водовідливної установки $K_E = 1,05$; $N_{д.н}$ - кількість днів в році з нормальним притоком води в кар'єр, днів; $N_{д.м}$ - кількість днів в році з максимальним притоком води в кар'єр, днів.

Витрати електроенергії на один метр кубічний відкаченої води

$$e = K_E \frac{H_P \cdot \rho \cdot g}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_P \cdot \eta_D \cdot \eta_M}, \text{ кВт}/(\text{год} \cdot \text{м}^3). \quad (11.2)$$

Корисні витрати електроенергії для відкачування 1-го м³ води

$$w = \frac{H_P \cdot \rho \cdot g}{3600 \cdot 1000}, \text{ кВт}/(\text{год} \cdot \text{м}^3), \quad (11.3)$$

Коефіцієнт корисної дії водовідливної установки

$$\eta_{BV} = w/e. \quad (11.4)$$

12. Розрахунок об'єму водозбірника водовідливної установки кар'єру

Об'єм водозбірника (зумпфу) водовідливної установки визначається з умов безпечної роботи кар'єру і розраховується за формулою

$$V_{зУМФ} = T_{зан} \cdot Q_H, \text{ м}^3, \quad (12.1)$$

де $T_{зан}$ - час заповнення зумпфу при аварійній зупинці водовідливної установки, $T_{зан} = 4 \div 10$ год.

Геометричні розміри зумпфу у формі прямокутника в плані визначаються із співвідношення

$$V_{зУМФ} = (L_3 - H_3 \cdot \text{ctg} \alpha_3) \cdot (B_3 - H_3 \cdot \text{ctg} \alpha_3) \cdot H_3, \text{ м}^3, \quad (12.2)$$

де L_3 - довжина зумпфу по верху, м; B_3 - ширина зумпфу по верху, м; H_3 - глибина зумпфу, м; α_3 - кут ухилу бічної поверхні зумпфу, град.



Труби сталі безшовні горячедеформовані
(ГОСТ 8732-78)

Зовнішній діаметр, мм	Внутрішній діаметр (мм) при товщині стінки, мм												
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	17	18
95	87	85	83	81	79	77	75	73	71	67	63	61	59
102	94	92	90	88	86	84	82	80	78	74	70	68	66
108	100	98	96	94	92	90	88	86	84	80	76	74	72
114	106	104	102	100	98	96	94	92	90	86	82	80	78
121	113	111	109	107	105	103	101	99	97	93	89	87	85
127	119	117	115	113	111	109	107	105	103	99	95	93	91
133	125	123	121	119	117	115	113	111	109	105	101	99	97
140	-	130	128	126	124	122	120	118	116	112	108	106	104
146	-	136	134	132	130	128	126	124	122	118	114	112	110
152	-	142	140	138	136	134	132	130	128	124	120	118	116
159	-	149	147	145	143	141	139	137	135	131	127	125	123
168	-	158	156	154	152	150	148	146	144	140	136	134	132
180	-	170	168	166	164	162	160	158	156	152	148	146	144
194	-	184	182	180	178	176	174	172	170	166	162	160	158
203	-	-	191	189	187	185	183	181	179	175	171	169	167
219	-	-	207	205	203	201	199	197	195	191	183	181	179
245	-	-	-	231	229	227	225	223	221	217	213	211	209
273	-	-	-	259	257	255	253	251	249	245	241	239	237
299	-	-	-	-	283	281	279	277	275	271	267	265	263
325	-	-	-	-	309	307	305	303	301	297	293	291	289
351	-	-	-	-	335	333	331	329	327	323	319	317	315
377	-	-	-	-	-	359	357	355	353	349	345	343	341
402	-	-	-	-	-	384	382	380	378	374	370	368	366
426	-	-	-	-	-	408	406	404	402	398	394	392	390
450	-	-	-	-	-	432	430	428	426	422	418	416	414



Коефіцієнти місцевого опору трубопровідної арматури

Тип місцевого опору	Діаметр умовного проходу, D_p , мм	Коефіцієнт місцевого опору, ξ	
Засувки клинові	80÷400	0,25÷0,30	
Клапан зворотній поворотний	80÷400	10,0	
Приймальна сітка з клапаном	50	8,2	
	80	7,5	
	100	7,0	
	150	6,0	
	200	5,2	
	250	4,5	
	300	3,7	
Приймальна сітка без клапана	400	3,2	
Приймальна сітка без клапана	-	1,0	
Коліно з кутом 90°	зварне	80÷300	0,6
	гнуте	80÷300	0,4
Трійник	80÷300	1,5	
Дифузор	$D_1/D_2 = 0,5\div 0,8$	0,2÷0,3	
Дифузор з кутом розкриття 30°	-	0,25	
Конфузор	$D_1/D_2 = 1,2\div 1,7$	0,1÷0,25	
Конфузор з кутом розкриття 30°	-	0,1	

Примітка. D_1 і D_2 – внутрішні діаметри переходу (дифузор або конфузор), відповідно, на вході та виході (по ходу руху рідини). При куті розкриття переходу 30° значення коефіцієнту місцевих опорів мінімальне.



Технічні характеристики секційних відцентрових насосів

Модель насосу	Подача, м ³ /год.	Напір, м.	Частота обертання, об/хв..	К.к.д. насосу	Потужність електродвигуна, кВт	Допустимий кавітаційний запас при t = 20 °С, м	Подача насосу в межах робочої частини характеристики, м ³ /год.
1	2	3	4	5	6	7	8
ЦНС13-350	12	350	2950	0,49	30	5.0	8-16
Насоси ЦНС 38 - 50-250							
ЦНС38-50	38	50	2950	0.62	13	5.0	28-48
ЦНС 38-75	38	75	2950	0.62	22	5,0	28-48
ЦНС 38-100	38	100	2950	0.62	30	5.0	28-48
ЦНС 38-125	38	125	2950	0.62	30	5,0	28-48
ЦНС 38-150	38	159	2950	0.62	30	5,0	28-48
ЦНС 38-175	38	175	2950	0.62	40	5,0	28-48
ЦНС 38-200	38	200	2950	0.62	40	5,0	28-48
ЦНС 38-225	38	225	2950	0.62	55	5.0	28-48
ЦНС 38-250	38	250	2950	0.62	55	5.0	28-48
Насоси ЦНСК 60 - 40-200							
ЦНСК 60-40	60	40	1475	0,60	13	5,0	48-80
ЦНСК 60-60	60	60	1475	0.60	22	5,0	48-80
ЦНСК 60-80	60	80	1475	0.60	30	5.0	48-80
ЦНСК 60-100	60	100	1475	0.60	30	5.0	48-80
ЦНСК 60-120	60	120	1475	0,60	40	5.0	48-80
ЦНСК 60-140	60	140	1475	0,60	55	5,0	48-80
ЦНСК 60-160	60	160	1475	0.60	55	5,0	48-80
ЦНСК 60-180	60	180	1475	0,60	55	5,0	48-80
ЦНСК 60-200	60	200	1475	0.60	75	5,0	48-80
Насоси ЦНС 60 - 66-330							
ЦНС 60-66	60	66	2950	0,65	22	5,0	48-80
ЦНС 60-99	60	99	2950	0,65	30	5,0	48-80
ЦНС 60-132	60	132	2950	0,65	40	5,0	48-80



1	2	3	4	5	6	7	8
ЦНС 60-165	60	165	2950	0,65	55	5,0	48-80
ЦНС 60-198	60	198	2950	0,65	55	5,0	48-80
ЦНС 60-231	60	231	2950	0,65	75	5,0	48-80
ЦНС 60-264	60	264	2950	0,65	75	5,0	48-80
ЦНС 60-297	60	297	2950	0,65	75	5,0	48-80
ЦНС 60-330	60	330	2950	0,65	100	5,0	48-80
Насоси ЦНС 105-98 - 490							
ЦНС 105-98	105	98	2950	0,65	55	4,5	80-130
ЦНС 105-147	105	147	2950	0,68	75	4,5	80-130
ЦНС 105-196	105	196	2950	0,68	100	4,5	80-130
ЦНС 105-245	105	245	2950	0,68	125	4,5	80-130
ЦНС 105-294	105	294	2950	0,68	160	4,5	80-130
ЦНС 105-343	105	343	2950	0,68	160	4,5	80-130
ЦНС 105-392	105	392	2950	0,68	200	4,5	80-130
ЦНС 105-441	105	441	2950	0,68	250	4,5	80-130
ЦНС 105-490	105	490	2950	0-68	250	4,5	80-130
Насоси ЦНС 180-85 – 425 і ЦНСК 180-85 – 425							
ЦНС 180-85	180	85	1475	0,70	75	5,0	130-220
ЦНСК 180-85	180	85	1475	0,70	75	5,0	130-220
ЦНС 180-128	180	128	1475	0,70	100	5,0	130-22
ЦНСК180-128	180	128	1475	0,70	100	5,0	130-22
ЦНС 180-170	180	170	1475	0,70	132	5,0	130-220
ЦНСК180-170	180	170	1475	0,70	132	5,0	130-220
ЦНС 180-212	180	212	1475	0,70	160	5,0	130-220
ЦНСК180-212	180	212	1475	0,70	160	5,0	130-220
ЦНС 180-255	180	255	1475	0,70	200	5,0	30-220
ЦНСК180-255	180	255	1475	0,70	200	5,0	30-220
ЦНС 180-297	180	297	1475	0,70	250	5,0	130-220
ЦНСК180-297	180	297	1475	0,70	250	5,0	130-220
ЦНС 180-340	180	340	1475	0,70	250	5,0	130-220
ЦНСК180-340	180	340	1475	0,70	250	5,0	130-220
ЦНС 180-383	180	383	1475	0,70	320	5,0	130-220
ЦНСК180-383	180	383	1475	0,70	320	5,0	130-220
ЦНС 180-425	180	425	1475	0,70	320	5,0	130-220
ЦНСК180-425	180	425	1475	0,70	320	5,0	130-220



1	2	3	4	5	6	7	8
Насоси ЦНС 180-476-680							
ЦНС 180-476	180	476	2950	0,72	380	4,0	130-220
ЦНС 180-544	180	544	2950	0,72	400	4,0	130-220
ЦНС 180-612	180	612	2950	0,72	500	4,0	130-220
ЦНС 180-680	180	680	2950	0,72	500	4,0	130-220
Насоси ЦНС 180-500 - 900							
ЦНС 180-500	180	500	2950	0,72	340	5,0	130-220
ЦНС 180-600	180	600	2970	0,72	408	5,0	130-220
ЦНС 180-700	180	700	2970	0,72	476	5,0	130-220
ЦНС 180-800	180	800	2970	0,72	545	5,0	130-220
ЦНС 180-900	180	900	2970	0,72	612	5,0	130-220
Насоси ЦНС 300-120 - 600 и ЦНСК 300 - 120 - 600							
ЦНС 300-120	300	120	1475	0,71	160	5,0	220-380
ЦНСК300-120	300	120	1475	0,68	160	5,0	220-380
ЦНС 300-180	300	180	1475	0,71	250	5,0	220-380
ЦНСК300-180	300	180	1475	0,68	250	5,0	220-380
ЦНС 300-240	300	240	1475	0,71	320	5,0	220-380
ЦНСК300-240	300	240	1475	0,68	320	5,0	220-380
ЦНС 300-300	300	300	1475	0,71	400	5,0	220-380
ЦНСК300-300	300	300	1475	0,68	400	5,0	220-380
ЦНС 300-360	300	360	1475	0,71	500	5,0	220-380
ЦНСК300-360	300	360	1475	0,68	500	5,0	220-380
ЦНС 300-420	300	420	1475	0,71	500	5,0	220-380
ЦНСК300 420	300	420	1475	0,68	500	5,0	220-380
ЦНС 300-480	300	480	1475	0,71	630	5,0	220-380
ЦНСК300-480	300	480	1475	0,68	630	5,0	220-380
ЦНС 300-540	300	540	1475	0,71	800	5,0	220-380
ЦНСК300-540	300	540	1475	0,68	800	5,0	220-380
ЦНС 300-600	300	600	1475	0,71	800	5,0	220-380
ЦНСК300-600	300	600	1475	0,68	800	5,0	220-380
Насосы ЦНС 300 - 700-1000							
ЦНС 300-700	300	700	2950	0,74	735	-2,0	220-380
ЦНС 300-800	300	800	2950	0,74	840	-2,0	220-380
ЦНС 300-900	300	900	2950	0,74	949	-2,0	220-380
ЦНС 300-1000	300	1000	2950	0,74	1050	-2,0	220-380



Насоси ЦНС 300-780 - 1300							
ЦНС 300-780	300	780	2950	0.76	839	-2.0	220-380
ЦНС 300-910	300	910	2950	0.76	976	-2.0	220-380
ЦНС 300-1040	300	1040	2950	0.76	1119	-2.0	220-380
ЦНС 300-1170	300	1170	2950	0.76	1258	-2.0	220-380
ЦНС 300-1300	300	1300	2950	0.76	1395	-2.0	220-380
Насоси ЦНСК 500-160 - 800							
ЦНСК500-160	500	160	1475	0.73	300	4,5	380-640
ЦНСК500-240	500	240	1475	0.73	450	4,5	380-640
ЦНСК500-320	500	320	1475	0.73	600	4,5	380-640
ЦНСК 500-400	500	400	1475	0,73	750	4,5	380-640
ЦНСК500-480	500	480	1475	0.73	900	4,5	380-640
ЦНСК500-560	500	560	1475	0,73	1050	4,5	380-640
ЦНСК500-640	500	640	1475	0.73	1200	4,5	380-640
ЦНСК500-720	500	720	1475	0,73	1350	4,5	380-640
ЦНСК500-800	500	800	1475	0.73	1500	4,5	380-640
Насоси ЦНСГ 800-250 - 1000							
ЦНСГ300-250	800	250	1475	0,75	725	3,0	640-1000
ЦНСГ800-375	800	375	1475	0,75	1090	3,0	640-1000
ЦНСГ800-500	800	500	1475	0.75	1450	3,0	640-1000
ЦНСГ800-625	800	625	1475	0,75	1810	3,0	640-1000
ЦНСГ800-750	800	750	1475	0.75	2180	3,0	640-1000

Додаток 4

Розміри приєднувальних патрубків насосів ЦНС

Тип насосу	Внутрішній діаметр патрубків, мм	
	всмоктуючого	напірного
ЦНС 38-50-250, ЦНС 60-40-200, ЦНС 105-98-490	125	125
ЦНС 60-66-330	100	80
ЦНС (К) 180-85-425	150	150
ЦНС 180-476-680, ЦНС 180-500-900	150	125
ЦНС (К) 300-120-600	200	200
ЦНС 300-700-1000, ЦНС 300-780-1300	200	175
ЦНСК 500-160-800	250	200
ЦНСГ 800-250-1000	300	250



Технічні характеристики насосів двостороннього
входу типу Д, 1Д, 2Д.

Модель насосу	Подача, м ³ /год.	Напір, м	Частота обертання, об/хв.	Потужність, кВт	Допустимий кавітаційний запас, м
1	2	3	4	5	6
Д160-112	160	112,00	2900	89,00	4,80
Д160-112а	150	100,00	2900	72,00	4,80
Д160-112б	135	80,00	2900	52,00	4,80
Д160-112	80	28,00	1450	12,00	4,50
Д160-112а	70	25,00	1450	10,00	4,50
Д200-36	200	36,00	1450	37,00	4,30
Д200-36а	190	29,00	1450	30,00	5,30
Д200-36б	180	25,00	1450	22,00	6,00
Д320-50	320	50,00	1450	72,00	4,50
Д320-50а	300	39,00	1450	47,00	4,60
Д320-50б	300	30,00	1450	36,00	4,80
1Д200-90	200	90,00	2900	82,00	5,50
1Д200-90а	180	74,00	2900	72,00	5,80
1Д200-90б	160	62,00	2900	42,00	5,90
1Д200-90	100	22,00	1450	12,50	5,30
1Д250-125	250	125,00	2900	152,00	6,00
1Д250-125а	240	101,00	2900	110,00	6,40
1Д250-125	125	30,00	1450	27,00	5,50
1Д315-50	315	50,00	2900	68,00	6,50
1Д315-50а	300	42,00	2900	50,00	6,70
1Д315-50б	220	36,00	2900	39,00	6,80
1Д315-71	315	71,00	2900	98,00	6,00
1Д315-71а	300	60,00	2900	80,00	7,00
1Д500-63	500	63,00	1450	142,00	4,50
1Д500-63а	450	53,00	1450	97,00	4,80
1Д500-63б	400	44,00	1450	78,00	5,00
1Д630-90	630	90,00	1450	230,00	5,50
1Д630-90а	550	74,00	1450	185,00	5,80
1Д630-90б	500	60,00	1450	144,00	5,90
1Д630-90	500	38,00	980	81,00	5,00
1Д630-90а	470	60,00	980	50,00	5,20



1	2	3	4	5	6
1Д630-90б	420	25,00	980	50,00	5,20
1Д630-125	630	125,00	1450	365,00	5,50
1Д630-125а	550	101,00	1450	282,00	5,60
1Д630-125б	500	82,00	1450	222,00	5,70
1Д800-56	800	56,00	1450	166,00	5,00
1Д800-56а	740	48,00	1450	130,00	5,10
1Д800-56б	700	40,00	1450	106,00	5,20
1Д1250-63	1250	63,00	1450	290,00	6,00
1Д1250-63а	1100	52,50	1450	220,00	6,10
1Д1250-63б	1050	44,00	1450	175,00	6,20
1Д1250-63	800	28,00	980	90,00	5,50
1Д1250-63а	740	24,00	980	70,00	5,60
1Д1250-63б	710	20,00	980	53,00	5,70
1Д1250-125	1250	125,00	1450	625,00	5,50
1Д1250-125а	1150	102,00	1450	450,00	5,60
1Д1250-125б	1030	87,00	1450	360,00	5,70
1Д1600-90	1600	90,00	1450	520,00	7,00
1Д1600-90а	1450	75,00	1450	380,00	7,10
1Д1600-90б	1300	63,00	1450	290,00	7,20
1Д1600-90	1000	40,00	980	155,00	5,00
1Д1600-90а	970	34,00	980	118,00	5,10
1Д1600-90б	870	30,00	980	90,00	5,20
2Д630-90	630	90,00	2950	250,00	5,50
2Д630-90а	550	74,00	2950	180,00	5,50
2Д630-90б	500	60,00	2950	130,00	5,50
2Д630-125	630	125,00	2950	326,00	5,50
2Д630-125а	560	95,00	2950	230,00	5,70
2Д2000-21	2000	21,00	980	133,00	2,50
2Д2000-21а	1850	19,00	980	132,00	2,50



Технічні характеристики насосів консольних типу К, 1К, 2К.

Модель насосу	Подача, м ³ /год.	Напір, м	Частота обертання, об/хв.	Потужність, кВт	Допустимий кавітаційний запас, м
1	2	3	4	5	6
К 8/18	8	18.00	2900	1.20	3.80
К 8/18м	12.5	20.00	2900	1.80	3.80
К 20/30	20	30.00	2900	3.50	3.80
К 20/30м	25	32.00	2900	4.20	3.80
К 45/30	45	32.00	2900	6.50	4.00
К 45/30а	35	25.00	2900	5.00	4.00
1К50-32-125м	12.5	22.00	2900	1.80	3.50
1К50-32-125	12.5	20.00	2900	1.60	3.50
1К50-32-125а	12.5	18.00	2900	1.40	3.50
1К50-32-125б	10	16.00	2900	1.10	3.50
1К65-50-160	25	32.00	2900	4.20	3.80
1К65-50-160а	19	31.00	2900	3.80	3.80
1К65-50-160б	19	25.00	2900	3.00	3.80
1К80-65-160м	50	38.00	2900	11.20	4.00
1К80-65-160	50	35.00	2900	9.10	4.00
1К80-65-160а	45	30.00	2900	6.50	4.00
1К80-50-200м	50	58.00	2900	16.00	3.50
1К80-50-200	50	50.00	2900	15.00	3.50
1К80-50-200а	45	50.00	2900	12.00	3.50
1К80-50-200б	40	35.00	2900	10.00	3.50
1К100-80-160	100	34.00	2900	14.00	4.50
1К100-80-160а	90	28.00	2900	12.00	4.50
1К100-80-160б	80	22.50	2900	10.00	4.50
1К100-65-200м	100	55.00	2900	25.00	4.50
1К100-65-200	100	50.00	2900	22.50	4.50
1К100-65-200а	90	45.00	2900	18.00	4.50
1К100-65-200б	90	40.00	2900	15.00	4.50
1К100-65-250м	100	90.00	2900	47.00	4.50
1К100-65-250	100	80.00	2900	40.00	4.50
1К100-65-250а	80	70.00	2900	33.00	4.50



1	2	3	4	5	6
1K100-65-250б	80	60.00	2900	25.00	4.50
1K150-125-315	200	32.00	1450	30.00	4.00
1K150-125-315а	200	25.00	1450	22.50	4.00
1K150-125-315б	200	20.00	1450	18.50	4.00
1K8/18	8	18.00	2900	1.20	3.80
1K8/18а	8	15.00	2900	0.80	3.80
1K20/30м	25	32.00	2900	4.20	3.80
1K20/30	20	30.00	2900	3.50	3.80
1K20/30а	20	25.00	2900	2.10	3.80
1K20/30б	15	20.00	2900	1.50	3.80
2K80-65-160м	50	38.00	2900	9.50	4.00
2K80-65-160	50	35.00	2900	9.10	4.00
2K80-65-160а	45	30.00	2900	6.50	4.00
2K100-80-160	100	34.00	2900	14.00	4.50
2K100-80-160а	90	28.00	2900	11.00	4.50
2K100-80-160б	80	23.00	2900	9.00	4.50

Додаток 7

Технічні характеристики насосів консольних типу К, КМ.

Модель насосу	Подача насосу, Q, (min, max), м ³ /год.	Напір насосу, Н, (max, min), м	Допустимий кавітаційний запас, м	Частота вращения, об/мин.	Потужність насосу, кВт	Потужність двигуна, кВт
1	2	3	4	5	6	
КМ 40-25-160/2-5	6,3 (4-9)	32 (33-29)	3,5	2900	1,7	2,2
КМ 40-25-160б/2-5	6,3 (4-8)	20 (21-19)	3,5	2900	0,98	1,5
КМ 40-32-180/2-5	10 (8-12)	45 (48-42)	4	2900	2,7	3
КМ 40-32-180а/2-5	6 (4-7)	40 (40-38)	4	2900	2,1	2,2
КМ 40-32-200/4-5	6,3 (5-8)	12 (15-11)	2,8	1450	0,54	1,1
КМп 50-32-125/4-5	6,25 (5-8)	5 (5,3-4)	8	1500	0,19	0,29
КМ 50-32-125/2-5	12,5 (7-15)	20 (21-18)	2,5	2900	1,2	2,2
КМ 50-32-125а/2-5	12,5 (7-14)	16 (18-15)	3,5	2900	1	1,5
КМ 50-32-200/2-5	12,5 (8-16)	50 (53-43)	3,3	2900	3,78	5,5



1	2	3	4	5	6	7
КМ 50-32-200а/2-5	12,5 (7-14)	32 (38-28)	3,3	2900	2,42	3
КМ 65-50-125/2-5	25 (15-28)	20 (22-16)	3,0	2900	1,9	2,2
КМ 65-50-125а/2-5	25 (15-27)	15 (18-13)	3,8	2900	1,55	2,2
КМ 65-50-125б/2-5	25 (14-26)	12,5 (15-10)	3,8	2900	1,35	2,2
КМ 65-50-160/2-5	25 (15-33)	32 (35-30)	3	2900	3,3	5,5
КМ 65-50-160а/2-5	25 (13-30)	26 (30-24)	3,8	2900	2,5	4
КМ 65-50-160б/2-5	25 (12-30)	20 (24-18)	3,8	2900	1,85	3
КМ 80-65-160/2-5	50 (30-60)	32 (35-28)	4	2900	6,05	7,5
КМ 80-65-160а/2-5	50(27-57)	26 (31-25)	4	2900	4,9	7,5
КМ 80-65-160б/2-5	50(25-55)	20 (25-17)	4	2900	4,1	5,5
КМ 80-50-200/2-5	50 (40-70)	50 (51-42)	3	2900	10,5	15
КМ 80-50-200а/2-5	50 (38-70)	40 (45-31)	3,5	2900	7,7	11
КМ 80-50-200б/2-5	50 (35-70)	30 (35-25)	3,5	2900	5,2	11
КМ 125-80-200/4-5	80 (60-105)	12,5 (13-11)	3	1450	3,96	5,5
КМ 125-80-200а/4-5	80 (55-100)	7 (10-6)	3,5	1450	2,2	4
КМ 100-65-200/2-5	100 (60-112)	50 (56-46)	5,2	2900	19,5	30
КМ 100-65-200а/2-5	100 (57-110)	38 (45-35)	5,2	2900	15,7	18,5
КМ 100-65-200б/2-5	100 (55-110)	32 (40-30)	5,2	2900	12,8	15
КМ 100-65-200в/2-5	100 (60-115)	47 (50-40)	5,2	2900	16,7	22
КМ 100-80-160/2-5	100 (60-115)	32 (36-30)	5,2	2900	11,6	15
КМ 100-80-160а/2-5	100 (55-110)	21 (25-20)	5,2	2900	9,03	11
КМ 100-80-160б/2-5	100 (50-110)	18 (23-17)	5,2	2900	7,4	7,5
КМ 100-65-200/4-5	50 (35-65)	12,5 (13-12)	5	1450	2,84	4
КМ 100-65-200а/4-5	42 (30-55)	7,7 (9-7,5)	6,5	1450	1,5	2,2
КМ 100-65-200д/4-5	50 (40-65)	14 (15-13)	5	1450	3,2	4
КМ 160/20-5	160 (130-190)	20 (23-17)	3,5	1450	11,2	15
КМ 125-100-160/2-5	160 (120-180)	30 (33-28)	4,2	2900	18,5	22
К 100-65-200/2-5	100 (60-112)	50 (56-46)	4,5	2900	20,9	30
К 100-65-200а/2-5	100 (55-112)	38 (44-34)	4,5	2900	14,8	18,5
К 100-65-200б/2-5	100 (53-112)	32 (40-29)	4,5	2900	12,5	15
К 100-65-250/2-5	100 (70-140)	80 (87-72)	4,5	2900	32,5	37
К 100-65-250а/2-5	100 (60-130)	64 (70-58)	4,5	2900	26	30
К 150-125-315/4-5	200 (100-250)	32 (38-28)	4	1450	24,5	30
К 150-125-315б/4-5	200 (110-230)	20 (25-18)	4	1450	15,1	18,5
К 200-150-250/4-5	315 (150-350)	20 (28-18)	4,5	1450	19	30
К 200-150-315/4-5	315 (150-350)	32 (41-36)	4,2	1450	31	45
К 200-150-315б/4-5	315 (150-350)	20 (25-18)	4,2	1450	22	30
К 65-40-250-П	25 (10-40)	80 (82-60)	4,5	2900	10,9	15



1	2	3	4	5	6	
К 65-40-250а-П	25 (10-40)	65 (66-35)	4,5	2900	8,8	11
К 80-50-250-П	50 (15-70)	80 (82-74)	4,5	2900	19,8	22
К 80-50-250а-П	50 (15-70)	65 (68-60)	4,5	2900	13,1	18,5

Технічні характеристики електродвигунів ВАО.

Тип електродвигуна	Синхронна частота обертання об/хв	Потужність кВт	Напруга В	к.к.д. двигуна %	cos(φ)
1	2	3	4	5	6
ВАО-52-4	1500	10	220/380	88.5	0.86
ВАО-61-4	1500	13	220/380	88.5	0.86
ВАО-62-4	1500	17	220/380	89.5	0.88
ВАО-71-4	1500	22	220/380	90.0	0.88
ВАО-72-4	1500	30	220/380	90.5	0.88
ВАО-81-4	1500	40	220/380	91.0	0.88
ВАО-82-4	1500	55	220/380	91.0	0.88
ВАО-91-4	1500	75	220/380	91.0	0.87
ВАО-92-4	1500	100	220/380	91.5	0.88
ВАО-315-4	1500	132	380/660	93.5	0.88
ВАО-315М-4	1500	160	380/660	94.0	0.88
ВАО-450М-4	1500	200	6000	93.0	0.87
ВАО-450-4	1500	250	6000	93.2	0.87
ВАО-S00М-4	1500	315	6000	94.0	0.87
ВАО-500А	1500	400	6000	94.5	0.88
ВАО-560М-4	1500	500	6000	94.0	0.9
ВАО-56СМ	1500	630	6000	94.5	0.9
ВАО-630М-4	1500	800	6000	95.0	0.9
ВАО-63(М	1500	1000	6000	95.4	0.9
ВАО-710М-4	1500	1250	6000	95.5	0.9
ВАО-710А	1500	1600	6000	95.7	0.91
ВАО-800А	1500	2000	6000	96.0	0.92
ДСП-40/74-4	1500	3000	6000	-	-
ВАО-51-2	3000	10	220/380	87.0	0.88
ВАО-52-2	3000	13	220/380	87.5	0.88
ВАО-62-2	3000	17	220/380	87.0	0.9



Продовження додатку 8

1	2	3	4	5	6
ВАО-71-2	3000	22	220/380	880	0.9
ВАО-72-2	3000	30	220/380	890	0.9
ВАО-81-2	3000	40	220/380	89.0	0.9
ВАО-82-2	3000	55	220/380	900	0.9
ВАО-91-2	3000	75	220/380	900	0.88
ВАО-92-2	3000	100	220/380	905	0.88
ВАО-450М-2	3000	200	6000	937	0.86
ВАО-450-2	3000	250	6000	942	0.88
ВАО-500М-2	3000	315	6000	940	0.89
ВАО-500-2	3000	400	6000	942	0.89
АЗП-500	3000	500	6000	-	-
Україна 12-3/2	3000	630	6000	-	-
АЗП-800	3000	800	6000	-	-
АЗП-1000	3000	1000	6000	940	0.89
АЗП-1250	3000	1250	6000	-	-

Додаток 9

Технічні характеристики електродвигунів АИР.

Електродвигун	Потужність, кВт	Швидкість обертання ротора, об/хв.	Струм при напрузі живлення 380 В, А	К.к.д. двигуна, %
1	2	3	4	5
АИР 80 А2	1,5	3000	3,6	82
АИР 80 В2	2,2	3000	5,0	83
АИР 80 А4	1,1	1500	3,1	76,5
АИР 80 В4	1,5	1500	3,9	78,5
АИР 80 А6	0,75	1000	2,3	71
АИР 80 В6	1,1	1000	3,2	75
АИР 80 А8	0,27	750	1,5	58
АИР 80 В8	0,55	750	2,2	58
АИР 90 L2	3	3000	6,5	84,5
АИР 90 L4	2,2	1500	5,3	80
АИР 90 L6	1,5	1000	4,2	76
АИР 90 LA8	0,75	750	2,4	70
АИР 90 LB8	1,1	750	3,3	74
АИР 100 S2	4	3000	8,4	87



1	2	3	4	5
АИР 100 L2	5,5	3000	11,0	88
АИР 100 S4	3	1500	7,2	82
АИР 100 L4	4	1500	9,3	85
АИР 100 L6	2,2	1000	5,9	81,5
АИР 100 L8	1,5	750	4,5	76,5
АИР 112 M2	7,5	3000	14,7	87,5
АИР 112 M4	5,5	1500	11,3	85,5
АИР 112 МА6	3	1000	7,4	81
АИР 112 МВ6	4	1000	9,1	82
АИР 112 МА8	2,2	750	6,16	76,5
АИР 112 МВ8	3	750	7,8	79
АИР 132 M2	11	3000	21,1	88
АИР 132 S4	7,5	1500	15,1	87,5
АИР 132 M4	11	1500	22,2	88,5
АИР 132 S6	5,5	1000	12,3	85,5
АИР 132 M6	7,5	1000	16,5	85,5
АИР 132 S8	4	750	10,5	83
АИР 132 M8	5,5	750	13,6	83
АИР 160 S2	15	3000	30	88
АИР 160 M2	18,5	3000	35	90
АИР 160 S4	15	1500	29	89
АИР 160 M4	18,5	1500	35	90
АИР 160 S6	11	1000	23	87
АИР 160 M6	15	1000	31	89
АИР 160 S8	7,5	750	18	85
АИР 160 M8	11	750	26	87
АИР 180 S2	22	3000	41,5	90,5
АИР 180 M2	30	3000	55,4	91,5
АИР 180 S4	22	1500	42,5	90,5
АИР 180 M4	30	1500	57	92
АИР 180 M6	18	1000	36,9	89,5
АИР 180 M8	15	750	31,3	89
АИР 200 M2	37	3000	71	91
АИР200L2	45	3000	84	92
АИР 200 M4	37	1500	68,3	92,5
АИР200L4	45	1500	83,1	92,5

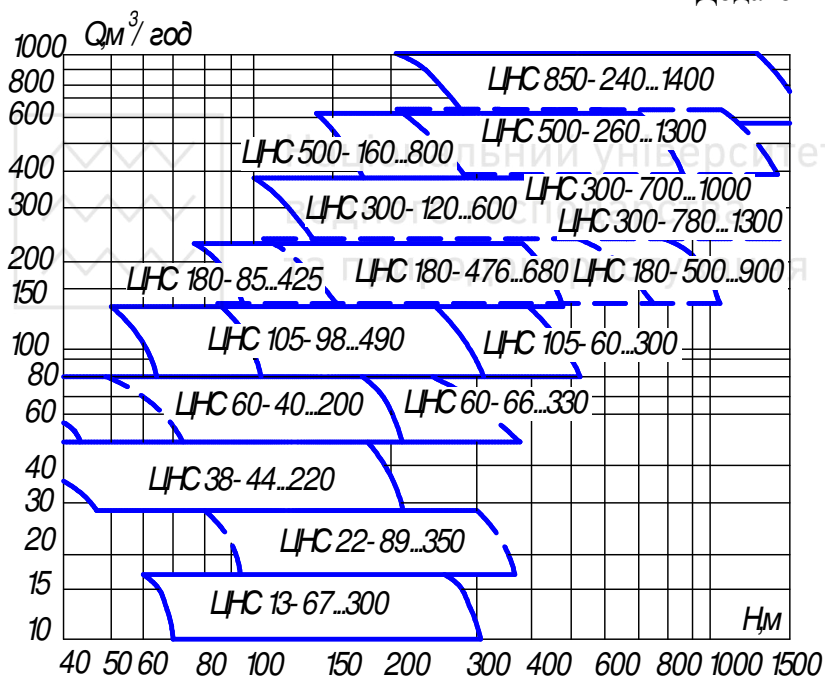


1	2	3	4	5
АИР 200 М6	22	1000	44	90
АИР200L6	30	1000	59,6	90
АИР 200 М8	18,5	750	39	89
АИР200L8	22	750	45,9	90
АИР225М2	55	3000	99,3	92,5
АИР225М4	55	1500	101	93
АИР225М6	37	1000	72,7	91
АИР225М8	30	750	62,2	90,5
АИР250S2	75	3000	134,6	93
АИР250М2	90	3000	160	93
АИР250S4	75	1500	137,8	94
АИР250М4	90	1500	163	94
АИР250S6	45	1000	87	92,5
АИР250М6	55	1000	105	92,5
АИР250S8	37	750	77,9	92,5
АИР250М8	45	750	93,6	92,5
АИР280S2	110	3000	198	93,7
АИР280М2	132	3000	235	94
АИР280S4	110	1500	196	95,3
АИР280М4	132	1500	230	95,5
АИР280S6	75	1000	137	94,5
АИР280М6	90	1000	164	94,5
АИР280S8	55	750	106	93,9
АИР280М8	75	750	141	93,8
АИР315S2	160	3000	279	94,5
АИР315М2	200	3000	339	95
АИР315S4	160	1500	286	94,5
АИР315М4	200	1500	352	95,5
АИР315S6	110	1000	200	93,5
АИР315М6	132	1000	239	94
АИР315S8	90	750	173	93,5
АИР315М8	110	750	209	93,5
АИР355S2	250	3000	433	95,3
АИР355М2	315	3000	544	95,6
АИР355S4	250	1500	442	95,3
АИР355М4	315	1500	556	95,6

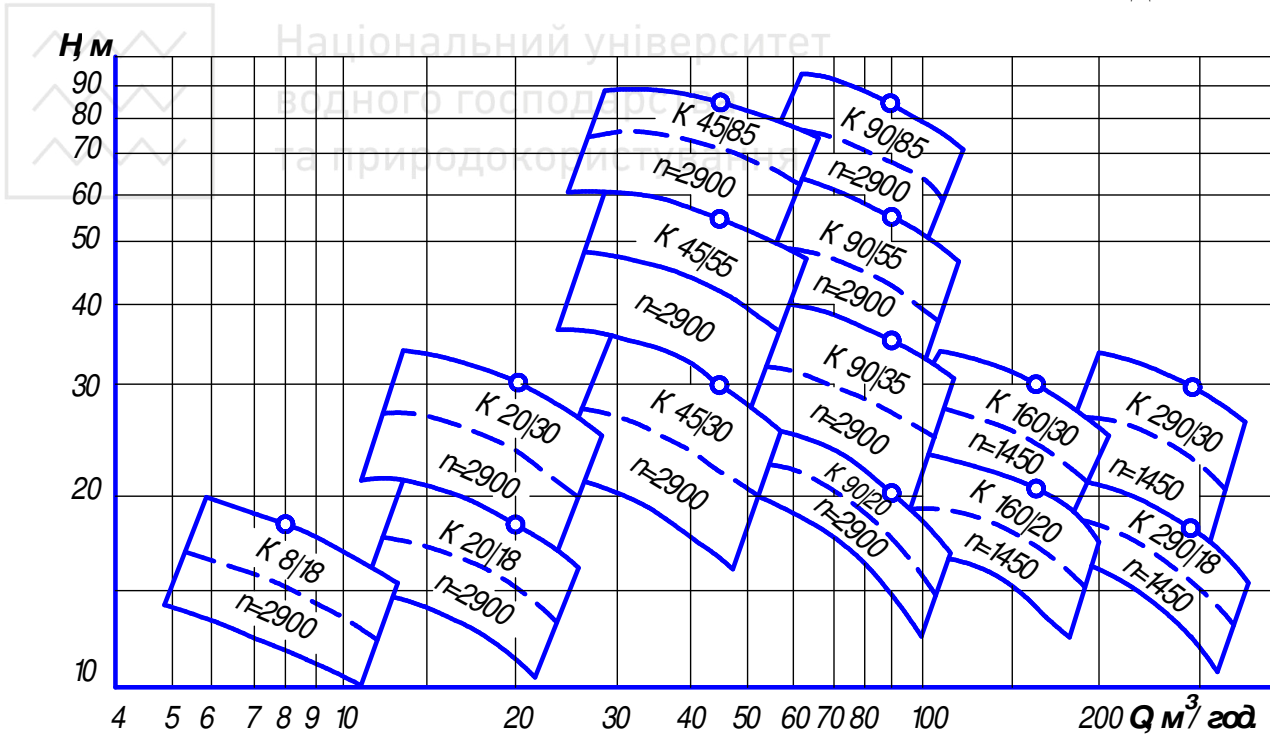


1	2	3	4	5
АИР355S6	160	1000	292,3	94,5
АИР355M6	200	1000	364,9	94,7
АИР355МВ6	250	1000	454,8	94,9
АИР355S8	132	750	261	93,7
АИР355M8	160	750	314,7	94,2
АИР355МВ8	200	750	387,4	94,5
АИР355M10	110	600	230	93,2
АИР355МВ10	132	600	275	93,5

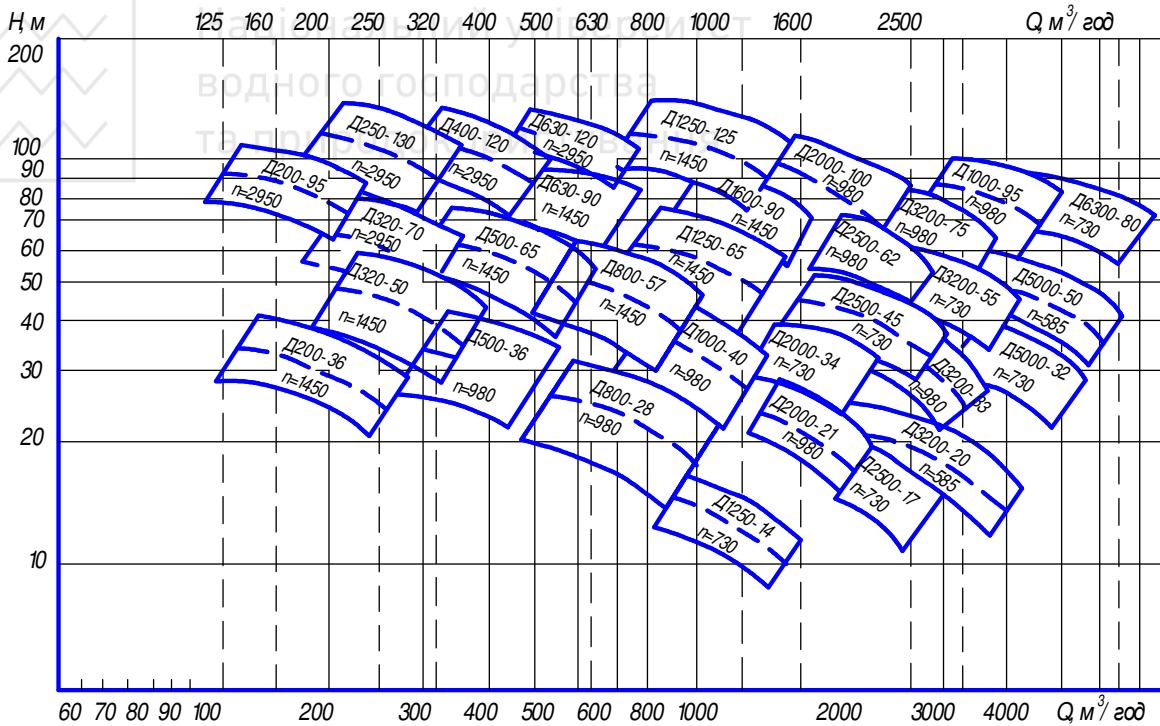
Додаток 10



Зведені графіки робочих зон шахтних відцентрових насосів типу ЦНС.



Зведений графік робочих зон відцентрових насосів типу К.



Зведений графік робочих зон відцентрових насосів типу Д.



Література

1. Дроздова Л.Г. Стационарные машины: учебное пособие – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 157 с.
2. Гришко А.П., Шелоганов В.И. Стационарные машины и установки. - М.: Изд-во ЛГГУ, 2004. – 325 с.
3. Алексеев В.В. Рудничные насосные, вентиляторные и пневматические установки. – М.: Недра, 1983. – 380 с.
4. Хаджиков Р.Н. Горная механика. – М.: Недра, 1982. – 406 с.
5. Попов В.М. Водоотливные установки.–М: Недра, 1990. –253 с.
6. Алексеев В.В. Стационарные машины. – М.: Недра, 1999. – 415 с.

