Міхєєв Д.А.

студент;

Ільченко О.В.

кандидат технічних наук, доцент;

Данилейко О.К.

старший викладач, Криворізький національний університет

ПРОГРАМА ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ ШАХТНОЇ ВОДОВІДЛИВНОЇ УСТАНОВКИ

Розробка родовищ залізних руд характеризується значним припливом підземних вод. Своєчасна їх відкачка на поверхню необхідна для безпечної роботи людей та безперебійної роботи обладнання. Для цього використовуються насосні установки. Об'єм припливу води, висота до поверхні, тип рідини та інші умови різняться для кожної виробки. Тому проектувати обладнання необхідно відповідно до технічних вимог конкретного кар'єру або шахти [1].

Основним завданням інженера водовідливу є вірне визначення складових насосної установки: насоса, який забезпечить необхідну висоту підйому рідини та її подачу; електродвигуна, який зможе надати необхідно потужність та частоту обертання насосу; трубопроводів та гідравлічної арматури (засувок, клапанів і т.д.).

Використання програмного засобу для визначення параметрів насосної установки пришвидшує розрахунки до десяти разів. Також відсутня ймовірність помилки від людського фактору: розрахунок має чітку послідовність та варіативні формули, спрощується робота з графічними характеристиками. Проте користувач все одно має бути ознайомлений з методами проектування насосних установок та особливостями їх роботи.

Розроблена програма впроваджена у навчальний процес при викладанні дисциплін, пов'язаних з енергоефективними електромеханічними системами та технологіями. Однак вона стане в нагоді і гірничим інженерам для виконання свої розрахунків або їх перевірки.

Інтерфейс програми складається з 7-ми вкладок, які розташовані у логічній послідовності виконання розрахунку. В якості вхідних даних для вкладки «Вибір насосу» (рисунок 1) необхідно знати [2]:

– Нормальний приплив води (м³/год) – це швидкість з якою наповнюється водозбірник.

– Геометричний напір (м) – відстань по вертикалі від водозбірника до вихідного отвору трубопроводу на поверхні.

вибір_насосу розрахунок_	трубопров	оду Гі,	дравлічні втрати Ро	бочий режим Потужність двигун	а Витрати	електроенергії Висновки
Введіть нормальни приплив води Введіть геометричн натиск	й 18 ий 50	30 00	Роз	рахувати		
Розрахункова пода Розрахунковий напі Таблиця 1. Насоси.	на дорівн р насоса	нює З адорів	270 м.куб нює 550 м			
Номер Назва нас	Подач	Нати	Число робочих	Частота обертання вала	ккд	Допустима висот ^
8 LIHC 300-540	300	540	9	1500	0,71	
9 UHC 300-600	300	600	10	1500	0,71	
10 LHC 300-650	300	650	5	3000	0,76	
<						>
Вибрано насос Подача Натиск ККД Частота обертання Доп. висота всмоктування Число робочих коліс		0-600 300 600 0,71 1500 5 10				

Рис. 1. Введення вхідних даних

вибір_насосу розрахунок_трубопроводу	Гідравлічні втра	ати Робочий режим	Потужність двигуна	Витрати елект	гроенергії Висновки
Введіть довжину	12	Розрах	увати діаметр напір	ного трубопро	воду
пдвідного трубопроводу		Оптимальний	діаметр трубопр	ооводу 19	97 мм
Введіть довжину напірного трубопроводу	700	Таблиця 2. "Номінал	ьні діаметри трубопров	водів"	
		-	Код Номінальний	ідіаметр	^
Введпъ водневий	7	-	13	180	
Показник		-	14	194	
Введіть термін служби	15	-	15	203	
трубопроводу	115	Ϋ́,	17	245	-
		Ĥ	18	273	
Тиск у напірного патрубка	10	Llouius au un fi			¥
Матеріал трубопроводу	2	помнальний д	amerp 203		
(марка сталі)	3	Розрахува	ти товщину стінки н	апірного труб	опроводу
Ведення вибухових робіт		Товщина стінк	и напірного трубо	опроводу 1	2,19 мм
C Hi		Внутрішній діам	иетр напірного тр	убопроводу	/179 мм
• Так		Виберіть з табли мм більше, ніж н	ці 2 діаметр підвідно апірного	ого трубопров	оду на 25-50
		Номінальний ді	аметр 245		
		Розрахува	ти товщину стінки пі	двідного трубо	проводу
		Товщина стінк	и підвідного труб	опроводу	13,44 мм
		внутрішній діам 218 мм	иетр підвідного тр	рубопроводу	(

Рис. 2. Вкладка «Розрахунок трубопроводу»

Після вибору відповідного насосу ми побачимо його характеристики, які програма буде використовувати для подальших розрахунків.

На другій вкладці «Розрахунок трубопроводу» (рисунок 2) визначається його діаметр та товщина стінки. В якості вхідних даних треба ввести: довжину напірного та підвідного трубопроводів (м); водневий показник рідини (або pH); термін служби трубопроводу; тиск у напірного патрубка (МПа); матеріал трубопроводу (вибрати з випадаючого списку); ведення вибухових робіт (логічний елемент «так/ні»).

Після цього натискаємо на кнопку «Розрахувати діаметр напірного трубопроводу». Знаючи оптимальний діаметр, вибираємо ближчий більший зі списку та вводимо у поле «Номінальний діаметр». Далі натискаємо кнопку «Розрахувати товщину стінки напірного трубопроводу» і отримуємо параметри напірного трубопроводу. Такі ж дії треба провести у випадку з підвідною трубою.

На третій вкладці «Гідравлічні втрати» розрахуємо швидкість води в трубопроводах. Для цього треба лише натиснути відповідну кнопку. В якості вхідних даних необхідно ввести кількість елементів трубопровідної арматури.

Четверта вкладка «Робочий режим» дозволить визначити фактичні подачу та натиск насосу при заданих умовах трубопровідної мережі. Спочатку завантажимо характеристику вибраного насосу, натиснувши на відповідну кнопку [3].

	прному тр	убопроводі, м/с	3,31	Розрахувати швидкість води в трубопроводах
видкість води в під	відному тр Введіть	убопроводі, м/с кількість арматури труб	2,23	
асувка напірного рубопроводу	1	Засувка підвідного трубопроводу	1	
воротній клапан	1	Коліно підвідного трубопроводу	2	
Ірийомна сітка	1	Коліно напірного	14	
онфузор	1	трубопроводу		
цифузор	1	Трйник	1	
		Сумарні втрати натис	ку	
Сума	арні витрат	и натиску 90 м		
Нати	ск насосу з	втратами складає 590 м		
Onip	мережі 0,0	01		

Рис. 3. Вкладка «Гідравлічні витрати»



вибір_насосу розрахунок_трубопроводу Підравлічні втрати Робочий режим Потужність двигуна Витрати електроенергії Висновки

Рис. 4. Вкладка «Робочий режим»

Перед тим, як побудувати характеристику трубопроводу, треба визначити масштаб та розміри осей. Для цього вводимо координати нижнього лівого та верхнього правого кутів і максимальні значення величин на осях. Координати можна побачити у верхньому правому куті вікна в полях «Поточні координати курсора», клікнувши лівою клавішої миші по будь-якій точці характеристики. Далі натискаємо на клавішу «Побудова». На графіку з'являється лінія характеристики трубопроводу (синій колір).

Робочий режим – це точка пересічення характеристик мережі та насосу. Клікаємо на неї та записуємо у відповідні поля координати. Далі натискаємо на кнопку «Визначення координат точки робочого режиму». Поруч у полях висвічуються значення подачі та натиску, при яких працюватиме насос.

ККД насосу визначаємо аналогічним чином. Наприкінці розраховуємо ККД трубопроводу, натиснувши на відповідну кнопку.

На п'ятій вкладці «Потужність двигуна» в якості вхідних даних нам треба ввести густину рідини. Після цього натискаємо кнопку «Розрахувати потужність двигуна». Вибираємо з каталогу найближчий більший по потужності двигун. Тут же можна розрахувати запас потужності.

На шостій вкладці «Витрати електроенергії» в якості вхідних даних використовуємо [4]:

- Кількість днів з нормальним та максимальним притоками води;

Величина максимального притоку (м³/год).

146 | Науково-практична конференція

Потужністі	ь насосу 63	б кВт				Розрахувати по двигун	отужність а
зблиця. З Двигун Назва	и Hanpyra, B	Потужність, кВт	Частота обертання, об/хв	ккд	cos	Вихонания	-
2A3MB1-630	6000	630	3000	0,955	0,9	Вибухобезпечне	
				4,540			>
Назва дві Потужніс Напруга	игуна ть	2A3MB1 800	800			Розрахувати потужно	i sanac cti
		0,958	3an	ac nor	ужно	сті 25 %	
ККД		0.9					

Рис. 5. Вкладка «Потужність двигуна»

Введіть кількість днів з нормальним притоком рідини	335	
Введть кількість днів з максимальним притоком ріднини	30	
Введіть максимальний приплив води	250	
Насос працює 14 годин при нормальному припливі р	ідини	
Насос працює 19 годин при максимальному приплив	ві рідини	
Рнні витрати електроенергії складають 4213321 кВт	год	
Річний приплив рідини 1627200 м.куб.		
Питома витрата електроенергі на 1 м.куб. рідини	складає 2,58 кі	Вт
Розрахувати витрати електро	енергі	
ККД водовідливної установки складає 62 %		
in the President Control of the cont		
ККД водовідливної установки складає 62 %		

Рис. 6. Вкладка «Витрати електроенергії»

Натиснувши на кнопку «Розрахунок витрат електроенергії», на екран виведеться інформація про години роботи, річні і питомі витрати енергії та загальний об'єм рідини, що перекачав насос.

A				
	-			
	••••	28		

вибр_насосу | розрахунок_трубопроводу | Пдравлічні втрати | Робочий режим | Потужність двигуна | Витрати електроенергії Висновки |

оказники розрахунку	Значення	Одиниці вимірювання	^	
ормальний приплив води	180	м.куб/год		
аксинальний приплив води	250	м.куб/год		
еометричний натиск	500	м		
исло робочих колес	10			
Марка насосу	ЦНС 300-600			
Тодача робочого режиму	304	м.куб.		
Натиск робочого режиму	592	м		
ККД насоса	77	%		
Настота обертання вала насосу	1500	об/хв		
Зовнішній діаметр напірної труби	203	MM		ſ
Знутрішній діаметр напірної труби	179	MM		Заповнити звіт
Швидкість води в напірному трубопроводі	3,31	M/C		L
Зовнішній діаметр підвідної труби	245	MM		
Знутрішній діаметр підвідної труби	218	MM		
Швидкість води в підвідному трубопроводі	2,23	M/C		
Иарка двигуна	2A3MB1-800			
Тотужність	800	кВт		
Настота обертання вала двигуна	3000	об/хв		
Години нормальної роботи	14	год		
Годин роботи при макс припливі	19	год		
Річні витрати електроенергії	4213321	кВт*год		
ККД трубопроводу	84	%		
(КЛ установки	62	%		

Рис. 7. Вкладка «Висновки»



Рис. 8. Кнопка друку

На сьомій, останній, вкладці «Висновки» (рисунок 7) усі розрахункові величини вводяться у звіт після натискання кнопки. Графік робочого режиму можна роздрукувати (рисунок 8).

До шляхів покращення програми слід віднести:

– Автоматична побудова графіків робочого режиму. У поточній версії необхідно вручну визначати масштаб графіків. Це зумовлено тим, що характеристики представлені у вигляді оригінальних png-картинок. Так як вони мають різні розміри, то треба знаходити ціну поділки осей.

– Автоматичний вибір обладнання з каталогу: насосу, розмірів трубопроводу та електродвигуна.

Список використаних джерел:

1. Хаджиков Р.Н., Бутаков С.А. Горная механика. Москва : «Недра», 1982 г.

2. Махиня В.В., Манец И.Г. Справочник по эксплуатации шахтных стационарных установок. Киев : «Техника», 1989.

3. Довідник з середовища програмування Delphi. URL: http://www.delphi-manual.ru/

4. Сінчук І.О. та ін. Новий погляд на вирішення проблеми підвищення енергоефективності водовідливних установок залізорудних підприємств. *Вісник КНУ*. 2019. Випуск 48. С. 164–170.