

СРАВНИТЕЛНА ОЦЕНКА НА ВЪЗМОЖНИ РЕШЕНИЯ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА РАЗХОДИТЕ ЗА ВОДООТЛИВ НА ПОДЗЕМЕН РУДНИК

Румен Исталиянов

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, E-mail: rgi@mgu.bg

РЕЗЮМЕ. В доклада е направена сравнителна оценка на възможни решения за намаляване на разходите за водоотлив на подземен рудник.
Ключови думи: подземни рудници, главни водоотливни уредби, разходи за водоотлив, себестойност на продукцията.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF OPTIONS FOR REDUCING POWER CONSUMPTION FOR DRAINAGE OF AN UNDERGROUND MINE

Rumen Istalianov

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, E-mail: rgi@mgu.bg

ABSTRACT. A comparative assessment of possible options for reducing the power consumption for drainage of an underground mine is presented in the paper.
Key words: underground mines, main draining installations, power consumption for drainage, production cost.

Въведение

Основното предназначение на главните водоотливни уредби в подземните рудници е ритмично и непрекъснато да изпомпват рудничната вода от главния водосборник на подземния рудник до повърхността. Всяко нарушение в режима на работата на главните водоотливни уредби е свързано със заливане на основния хоризонт на подземния рудник, спиране на производствения процес, поражение на редица електроапарати и машини, и не на последно място застрашава се живота на подземните работници.

За осигуряване висока надеждност в работата на главните водоотливни уредби, действащите нормативни документи в страната определят високи изисквания при тяхното проектиране и експлоатация (определят се като електропотребители нулева категория по условието за непрекъснатост на електроснабдяването; всяка главна водоотливна уредба трябва да бъде изградена с минимум три помпени агрегата и два водоотливни тръбопровода и др.)

Заедно с високите изисквания за надеждност, главните водоотливни уредби се явяват и един от най – мощните електропотребители на един съвременен подземен рудник. В зависимост от дълбочината на рудника и среднощния водоприток, разходът на електроенергия за водоотлив може да достигне от 15 до 30 % от общия разход на електроенергия за подземния рудник, което оказва съществено влияние върху себестойността на произвежданата продукция.

Изискванията за висока надеждност и ниски общи разходи за водоотлив определят актуалността на всички задачи, свързани с изследване и анализ на главните водоотливни уредби с цел повишаване на технико – икономическите им показатели чрез контрол разходите на електроенергия за водоотлив.

1. Техническа характеристика на главна водоотливна уредба на подземен рудник в експлоатация, обект на изследване

В таблица 1 са приведени основните изисквания за проектиране и експлоатация на главни водоотливни уредби на подземни рудници, които са изложени в нормативните документи [1,2,3].

В таблица 2 е представена водоотливна уредба на подземен рудник в експлоатация, обект на изследване, изходни данни, който характеризират водопритока в подземния рудник и режима на работа. Тези изходни данни са необходими за изчислителната проверка за основните елементи на главната водоотливна уредба.

В таблица 3 е представена техническата характеристика за основните елементи на главна водоотливна уредба на подземен рудник в експлоатация.

Таблица 1 Основните изисквания за проектиране и експлоатация на главни водоотливни уредби на подземни рудници

№	Показатели	Нормативни документи	
		ПБТ (В-01-01-01)	ПБТ (В-01-02-04)
1.	Категоризиране на рудниците по денонощен водоприток:		
1.1.	Нормален водоприток Q_n - до 50 m ³ /h над 50 m ³ /h Q_n – нормален водоприток, m ³ /h	$Q_n \leq 50$ $Q_n > 50$	$Q_n \leq 50$ $Q_n > 50$
1.2.	Сезонен водоприток $Q_{сез.}$		
2.	Определяне обема на водосборника		
2.1.	Обем на водосборник за главен водоотлив – $V_{об.}$	$V_{об.} = 4 Q_n$	$V_{об.} = 8 Q_n$
2.2.	Обем на водосборник за участъков водоотлив	$V_{об.у} = 2 Q_n$	
3.	Отчитане намаляването обема на водосборника от затлачване	до 30 %	до 50 %
4.	Определяне броя на помпените агрегати:		
4.1.	При нормален водоприток $Q_n \leq 50$ m ³ /h	2	2
4.2.	При нормален водоприток $Q_n > 50$ m ³ /h	3 броя	3 броя
4.3.	При сезонен водоприток над 100 %		
5.	Определяне броя на напорните тръбопроводи	2 бр	2 бр
6.	Скорост на водата		
6.1.	В напорен тръбопровод	-	$V_d < 3$ m/s
6.2.	В смукателен тръбопровод	-	$V_d < 2,5$ m/s
7.	Категория на главните водоотливни по условието за непрекъснатост на електроснабдяването	0	0
8.	Определяне производ. на помпените агрегати, t=20h	$20Q_{нв} \geq 24Q_n$	$20Q_{нв} \geq 24Q_n$

Таблица 2 - изходни данни за водопритока в подземния рудник и режима на работа

№	Наименование на изходните данни	Означение	Числена стойност
1	Напор	H_f	427 m
2	Нормален денонощен приток на вода	$Q_{нор.}$	220 m ³ /h
3	Максимален приток на вода	$Q_{макс.}$	330 m ³ /h
4	Обемно тегло на рудничната вода	ρ	1020 kg/m ³
5	Работни дни в годината	T	365
6	Работни дни в годината с нормален денонощен приток на вода	T_v	330
7	Работни дни в годината с максимален денонощен приток на вода	T_m	35
8	Режим на работа в подземния рудник	3 смени	8 часа

Таблица 3 техническа характеристика за основните елементи на главна водоотливна уредба на подземен рудник в експлоатация

№	Показатели	Числена стойност
1.	Главни напорни помпи	
1.1	тип	ЦНС – 300 – 480
1.2	производителност	300 m ³ /h
1.3	напор	480 m
1.4	Обороти	1450
1.5	К.п.д.	0,73
2.	електродвигател	
2.1	Тип на двигателя	A4 – 400 Y – 4
2.2	Мощност	P = 630 kW
2.3	Напрежение	U = 6 kV
2.4	Ток	I _n = 72,5 A
2.5	Обороти	1500 об/мин
3.	Напорен тръбопровод	
3.1	вътрешен диаметър	305 mm
3.2	външен диаметър	325 mm
3.3	линейно тегло на тръбата	77,68 kg/m
3.4	допустимо раб. налягане	65 atm

3. Определяне на разходите за водоотлив на подземен рудник при трисменен режим на работа на главна водоотливна уредба (вар. 1)

3.1. Разпределение на тарифните зони по смени в границите на едно денонощие

Държавната комисия за енергийно регулиране с решение № Ц – 002 от 29.03.2002 г. определя единни за страната начални и крайни часове на тарифните зони, в денонощието и цената на електрическата енергия за съответните тарифни зони [4].

На фиг. 1 е представено разпределението на тарифните зони цената на електроенергията по смени в границите на едно денонощие при летен режим.

Едно такова разпределение позволява по – правилно да се организира и планира работата на отделни електропотребители с цел осигуряване изпълнение на производствените и технологични функции и консумиране на електроенергия с възможно най – ниска цена.

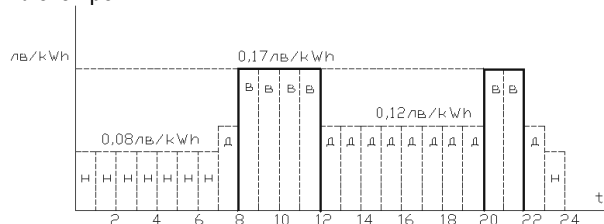
Разпределение на тарифните зони за 24 часа

Дневна тарифа – 10 часа

Нощна тарифа – 8 часа

Върхова тарифа – 6 часа

Летен режим



Фиг. 1. Разпределение на тарифните зони за 24 часа

3.2. Определяне на времето за работа по тарифни зони на помпена уредба при трисменен режим на водоотлив на подземен рудник (летен режим)

За определяне на времето за работа по тарифни зони в границите на едно денонощие трябва да се отчетът следните изходни данни:

- подземния рудник работи на три смени с продължителност на смяна 8 часа;

- общото време за изпомпване на водата от главния водосборник е 20 часа при нормален водоприток и 22 часа при максимален водоприток;

- главна помпена уредба работи и през трите смени, като част от времето в една смяна се използва за ревизия и проверка на обзавеждане на помпената уредба;

- в работа се намира само един помпен агрегат

Отчитайки цената на електрическата енергия през отделните тарифни зони, необходимото време за работа на помпената уредба за изпомпване на нормалния водоприток и необходимостта от време за ревизия и обслужване на обзавеждането на помпената уредба в таблица 4 е дадено разпределение на времето за работа на помпената уредба по тарифни зони за едно денонощие.

Таблица 4. Разпределение на времето за работа по тарифни зони на помпена уредба за едно денонощие при летен режим

Смяна	Начало-край на смяната	Тарифни зони			Режим на работа на помпената уредба			Общо час
		Дневна (час)	Нощна (час)	Върхова (час)	Дневна (час)	Нощна (час)	Върхова (час)	
I	От 8 до 16 ч.	4	-	4	4	-	2 (3)	6 (7)
II	От 16 до 24 ч.	5	1	2	5	1	1 (1,5)	7 (7,5)
III	От 0 до 8 ч.	1	7	-	-(0,5)	7		7 (7,5)
Общо	24 часа	10	8	6	9 (9,5)	8	3 (4,5)	20 (22)

Числата в скоби определят времето за работа на главна помпена уредба през отделните тарифни зони при максимален водоприток в подземния рудник.

По задание е зададено:

нормален водоприток в рудника през 330 дни в годината
максимален водоприток в рудника през 35 дни в годината

3.3. Определяне на общото време за работа по тарифни зони на помпената уредба за една година (Вариант 1)

А) Нормален водоприток

Дневна тарифа: 330 дни x 9 часа = 2970 часа

Нощна тарифа: 330 дни x 8 часа = 2640 часа

Върхова тарифа: 330 дни x 3 часа = 990 часа

Проверка: 330 дни x 20 часа = 6600 часа

Б) Максимален водоприток

Дневна тарифа: 35 дни x 9,5 часа = 332,50 часа

Нощна тарифа: 35 дни x 8 часа = 280,0 часа

Върхова тарифа: 35 дни x 4,5 часа = 157,5 часа

Проверка: 35 дни x 22 часа = 770 часа

Разпределение на времето за работа на помпена уредба по тарифни зони за една година е дадено в таблица 5.

Таблица 5. Рекапитулация на общото време за работа на помпена уредба по тарифни зони за една година

Тарифни зони	При нормален водоприток (часа)	При максимален водоприток (часа)	Общо време (часа)
Дневна т.з.	2970	332,50	3302,50
Нощна т.з.	2640	280	2920,00
Върхова т.з.	990	157,50	1147,50
Общо	6600	770	7370,00

4. Определяне на разходите за електроенергия за една година, консумирана от помпената уредба на подземен рудник

Минното предприятие заплаща консумираната електроенергия по тарифни зони както следва:

Дневна – 0,12 лв/kWh

Нощна – 0,08 лв/kWh

Върхова – 0,17 лв/kWh

В цената за 1 kWh, която заплаща минното предприятие са включени: ДДС, такси за присъединяване на мощност, такса за пренасяне на мощност и доставна цена на електроенергията при ниво на напрежение – 20 kV (СН)

4.1. Определяне стойността на консумираната електроенергия за водоотлив на подземен рудник по тарифни зони за една година (Вариант 1)

Ще се използва формулата

$$C_j = P_{na} \cdot K_n \cdot c_j \cdot t_j \text{ [лв]}$$

където C_j – стойност на консумираната енергия по тарифни зони ($j = д, н, в$);

$P_{na} = 630 \text{ kW}$ – мощност на двигателя, задвижващ помпата;

$K_n = 0,9$ – коефициент на натоварване на двигателя;

c_j – цена на електроенергията през съответната тарифна зона ($C_d = 0,12 \text{ лв/kWh}$; $C_n = 0,08 \text{ лв/kWh}$; $C_v = 0,17 \text{ лв/kWh}$)

t_j – време за работа на помпения агрегат през съответните тарифни зони

$$t_d = 3302,5 \text{ h}; t_n = 2920,0 \text{ h}; t_v = 1147,0 \text{ h}$$

$$C_d = 630,0,9,0,12,3302,50 = 224702,10 \text{ лв}; C_d\% = 48,043 \%$$

$$C_n = 630,0,9,0,08,2920,00 = 132451,20 \text{ лв}; C_n\% = 28,319 \%$$

$$C_v = 630,0,9,0,17,1147,00 = 110559,30 \text{ лв}; C_v\% = 23,638 \%$$

Всичко: 467712,60 лв.

5. Определяне на условията за изключване на работата на главна водоотливна уредба през зоните за върхово натоварване на енергийната система (вариант 2)

В таблица 6 е дадено разпределението на времето за работа през тарифните зони за едно денонощие, като общото време за работа при нормален водоприток е 20 часа, а при максимален – 22 часа.

За изключване консумирането на електроенергия през върховата тарифна зона е възможно и допустимо да се реализира режим на едновременна работа на два помпени агрегата, всеки на самостоятелен напорен тръбопровод. Икономически е оправдано, режима на едновременна работа на два помпени агрегата да се реализира през III смяна, когато цената на електроенергията е най – ниска (0,08 лв/kWh).

Таблица 6 Определяне на условията за изключване на работата на главна водоотливна уредба през зоните за върхово натоварване на енергийната система

Смяна	Режим на работа на помпената уредба			Общо (час)
	Д.т.з. (час)	Н.т.з. (час)	В.т.з. (час)	
I	4	-	2(3)	6 (7)
II	5	1	1(1,5)	7 (7,5)
III	-(0,5)	7	-	7 (7,5)
Общо	9(9,5)	8	3(4,5)	20 (22)

За изключване работата на помпена уредба през върховата тарифна зона е необходимо обаче да се извърши следната задължителна проверка: има ли достатъчен обем за акумулиране на вода във водосборника, за реализирането на този режим на работа.

Какъв е максималния обем вода, който може да се акумулира в началото на III смяна.

В таблица 7 отново е дадено разполагаемото време за работа на помпена уредба по тарифни зони за едно денонощие.

Таблица 7 Разполагаемото време за работа на помпена уредба по тарифни зони за едно денонощие.

Смяна	Режим на работа на помпената уредба			Общо (час)
	Д.т.з. (час)	Н.т.з. (час)	В.т.з. (час)	
I от 8 до 16 ч.	4	-	4	8
II от 16 до 24 ч.	5	1	2	8
III от 0 до 8 ч.	1	7	-	8
Общо	10	8	6	24

Един от основните въпроси, на които трябва да се отговори е следния: Възможно ли е два помпени агрегата да работят едновременно по 7 часа през III смяна без да увеличаваме обема на водосборника?

Производителността на един помпен агрегат е $Q_{па} = 264 \text{ м}^3/\text{ч}$

Два едновременно работещи помпени агрегата през III смяна по 7 часа ще изпомпат следния обем вода:

$$V_{вз} = 2 \cdot Q_{па} \cdot t_{III}^1 = 2 \cdot 264 \cdot 7 = 3696 \text{ м}^3$$

Където $Q_{па} = 264 \text{ м}^3/\text{ч}$ – производителност на един помпен агрегат;

$t_{III}^1 = 7$ часа – време за работа през III смяна (по най – ниска тарифа на електроенергията)

Обемът на водосборника е:

$$V_{всб} = 8 \cdot Q_{па} = 8 \cdot 220 = 1760 \text{ м}^3$$

Ако се отчете допускането до 50 % затлачване на водосборника, акумулираната вода във водосборника в началото на III смяна ще бъде:

$$V_{IIIвсб} = 0,5 \cdot V_{всб} = 0,5 \cdot 1760 = 880 \text{ м}^3$$

Времето, за което ще бъде изпомпана водата от водосборника се определя по следния израз:

$$t_1 = \frac{V_{IIIвсб}}{2 \cdot Q_{па}} = \frac{880}{2 \cdot 264} = \frac{880}{528} = 1,66 \text{ h}$$

През III смяна ще постъпи вода и от нормалния водоприток, обема на който се определя с израза:

$$V_{IIIн} = 7 \cdot Q_{па} = 7 \cdot 220 = 1540 \text{ м}^3$$

$$t_2 = \frac{1540}{2 \cdot 264} = \frac{1540}{528} = 2,91 \text{ h}$$

Максимално възможното време за едновременна работа на два помпени агрегата през III смяна се определя както следва:

$$t_{III}^2 = t_1 + t_2 = 1,66 + 2,91 = 4,57 \text{ h}$$

От направените изчисления следва извода, че не е възможно да се използва разполагаемото време от 7 часа през III смяна с най – ниската тарифа на електроенергията без допълнителни решения (например увеличаване обема на водосборника).

Разпределението на времето за работа на помпена уредба по тарифни зони при използване на максимално възможното време за едновременна работа на два помпени агрегата през III смяна е дадено в таблица 8.

Таблица 8. Разпределението на времето за работа на помпена уредба по тарифни зони при използване на максимално възможното време за едновременна работа на два помпени агрегата през III смяна

Смяна	Тарифна зона			Общо (час)
	Д.т.з. (час)	Н.т.з. (час)	В.т.з. (час)	
I	2 x 3,5 = 7	-	-	7
II	2 x 1 = 2 (2 x 2 = 4)	2 x 1 = 2	-	4 (6)
III	-	2 x 4,5 = 9	-	9
Общо	9(11)	11	-	20 (22)

5.1. Определяне на разходите за електроенергия при изключване на помпена уредба през върховата тарифна зона (Вариант 2)

А) Нормален водоприток

Дневна тарифа: 330 дни x 9 часа = 2970 часа

Нощна тарифа: 330 дни x 11 часа = 3630 часа

Б) Максимален водоприток:

Дневна тарифа: 35 дни x 11 часа = 385 часа

Нощна тарифа: 35 дни x 11 часа = 385 часа

Рекапитулация

За разпределение на времето за работа на помпена уредба по тарифни зони

Дневна тарифа	= 2970ч + 385 = 3355 часа
Нощна тарифа	= 3630ч + 385 = 4015 часа
Всичко:	7370 часа

Определяне на разходите за електроенергия при изключване работа на помпена уредба през върховите тарифни зони

Сд	= 630.0,9.0,12.3355 = 228274,20 лв
Сн	= 630.0,9.0,08.4015 = 182120,24 лв
Всичко:	410394,60 лв

Извод: Ако се реализира режим на едновременна работа на два помпени агрегата (работен и резервен), като всеки работи на самостоятелен напорен тръбопровод е възможно да се изключи работата на помпена уредба през върховата тарифна зона, когато цената на електроенергията е най – висока.

Икономическият ефект при този режим на работа ще бъде:
 $\Delta C = 467712,60 - 410394,60 = 57318,0 \text{ лв.}$

6. Определяне на условията за работа и на разходите за водоотлив при режим на еднократно изпомпване на водата в една смяна

За реализирането на режим за еднократно изпомпване на водата от главния водосборник на един подземен рудник в границите на една смяна е необходимо да бъдат решени следните задачи:

- Определяне обема на главния водосборник в подземния рудник при режим на еднократно изпомпване на водата в една смяна.

- Определяне производителността на главна помпена уредба при режим на еднократно изпомпване на водата в една смяна

- Определяне типа и броя на паралелно работещи помпи, осигуряващи режим на еднократно изпомпване на водата в една смяна.

6.1. Определяне обема на водосборника при режим на еднократно изпомпване в една смяна (Базов вариант)

Съгласно чл. 499 на „Правилник по безопасност на труда при разработване на рудни и нерудни находища по подземен начин“ вместимостта на водосборниците на главния водоотлив трябва да бъде изчислен на едностранен нормален приток на вода, т.е. ако продължителността на една смяна е $t_{см} = 8$ часа, а нормалния водоприток по задание е $Q_{нор} = 220 \text{ м}^3/\text{час}$, то

$$V_{всб}^{ед} = t_{см} \cdot Q_{нор} = 8.220 = 1760 \text{ м}^3$$

Вариант за еднократно изпомпване

При режим на еднократно изпомпване се приема, че водата във водосборника трябва да се изпомпа за време $t = 6,5$ часа. При това условие обемът на водосборника трябва да акумулира нормалния водоприток минимум за 17,5 часа ($24 - 6,5 = 17,5$), т.е.

$$V_{всб}^{ед} = 17,5 \cdot Q_{нор} = 17,5.220 = 3850 \text{ м}^3$$

За осигуряване на известен резерв ще се приеме обема на водосборника да бъде изчислен за 20 часов нормален водоприток, при което ще се получи

$$V_{всб}^6 = 20 \cdot Q_{нор} = 20.220 = 4400 \text{ м}^3$$

Обема на водосборника ще се увеличава както следва:

$$\Delta V = V_{всб}^{ед} - V_{всб}^{баз} = 4400 - 1760 = 2640 \text{ м}^3$$

6.2. Определяне производителността на помпена уредба при режим на еднократно изпомпване

Нормалният часов водоприток е $Q = 220 \text{ м}^3/\text{ч}$. Денонощния водоприток ще бъде $Q_{ден} = 24$. $Q_{нор} = 24.220 = 5280 \text{ м}^3$

Необходимата производителност на помпената уредба ще се определя от условието

$$6,5 \cdot Q_{пу} = 24 \cdot Q_{нор} = 5280 \text{ м}^3$$

$$\text{или } Q_{пу} = \frac{Q_{ден}}{t} = \frac{5280}{6,5} = 812 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

6.3. Определяне типа и броя на паралелно работещите помпи при режим на еднократно изпомпване

Разгледат се следните възможни варианти за обзавеждане на помпена уредба с помпени агрегати (помпа + двигател), осигуряващи възможност за еднократно изпомпване на водата във водосборника.

Вариант 3: Използване само на еднотипни помпи, както при базовия вариант.

Вариант 4: Допълване на базовото обзавеждане с един, по – високопроизводителен помпен агрегат.

Вариант 5: Обзавеждане на помпена уредба с нови помпени агрегати.

За всеки един от възможните варианти се изпълняват необходимите проверовъчни изчисления.

6.3.1. Определяне броя на помпените агрегати за Вариант 3:

Необходимия брой паралелно работещи помпи от типа при базовия модел ще бъде:

$$N = \frac{Q_{пу}}{Q_{п.а}^6} = \frac{812,30}{264} = 3,076 \text{ броя}$$

Където $Q_{пу} = 812,30 \text{ м}^3/\text{ч}$ – необходимата производителност на помпената уредба, с която се осигурява еднократен водоотлив за $t = 6,5$ часа;

$Q_{п.а}^6 = 264 \text{ м}^3/\text{ч}$ – производителност на помпен агрегат от типа на базовото обзавеждане.

Извод: За използване само на еднотипни помпи, както при базовото обзавеждане и за осигуряване необходимата производителност на помпената уредба е необходимо да се осигури паралелна работа на 3 броя помпени агрегата от типа на базовия вариант.

Необходимо обзавеждане на помпена камера на главна водоотливна уредба за еднократно изпомпване:

3 броя помпи в паралелна работа

1 брой резерв

1 брой в ремонт

6.3.1.1. Проверка сечението на напорните тръбопроводи

Ще се приеме следния режим на работа на помпените агрегати:

2 броя помпени агрегата ще работят в паралел на един напорен тръбопровод;

1 брой помпен агрегат ще работи на резервния напорен тръбопровод.

6.3.1.2. Изчислителна проверка за възможността на съществуващия напорен тръбопровод да работят в паралел два помпени агрегата

Вътрешния диаметър на напорния тръбопровод се определя по формулата

$$d_{\text{вн}}^{\text{нан}} = 0,0188 \sqrt{\frac{n \cdot Q_{\text{ПА}}}{V_H}}$$

, където $n = 2$ – брой на паралелно работещите помпи;
 $Q_{\text{ПА}} = 300 \text{ m}^3/\text{h}$ – производителност на един помпен агрегат;
 $V_H = 3 \text{ m/s}$ – допустима скорост на водата в напорния тръбопровод.

Като се заместят числените стойности в горната формула се получава

$$d_{\text{вн}}^{\text{нан}} = 0,0188 \sqrt{\frac{2 \cdot 300}{3,0}} = 0,0188 \cdot 14,14 = 0,265 \text{ m}$$

В процеса на експлоатация вътрешния диаметър на тръбопровода ще се намалява в резултат на полепвания по стените.

С отчитане на този процес избираме стоманени безшевни горещовалцовани тръби от стомана Ст. 4 със следните технически данни:

$d_{\text{вн}}^{\text{нан}} = 305 \text{ mm}$ – вътрешен диаметър на тръбопровода;
 $d_{\text{вн}}^{\text{нан}} = 325 \text{ mm}$ – външен диаметър на тръбопровода;
 $\delta = 10 \text{ mm}$ – дебелина на стената на тръбата;
 $q = 77,68 \text{ kg/m}$ – линейно тегло на тръбата;
 $p = 65 \text{ atm}$ – допустимо работно налягане на тръбата.

Полученият резултат показва, че напорния тръбопровод при базовата помпена уредба осигурява условия за нормална работа на два помпени агрегата.

6.3.2. Определяне на броя на помпените агрегати при Вариант 4:

Допълване на базовото обзавеждане с един по – мощен помпен агрегат

От справочника на Попов В. М. (стр. 62, табл. 2.6) избираме помпен агрегат със следната техническа характеристика:

$Q_n = 500 \text{ m}^3/\text{h}$ – производителност на помпата;
 $H = 480 \text{ m}$ – напор;
 $P = 1000 \text{ kW}$ – мощност на задвижващия двигател;
 $\eta_n = 73 \%$ - к.п.д. на помпата;
 $n = 1450 \text{ s}^{-1}$.

За осигуряване необходимата производителност на помпената уредба трябва да работят едновременно (не в паралел) два помпени агрегата:

1 брой помпен агрегат с производителност $Q_n = 318 \text{ m}^3/\text{h}$,
 1 брой помпен агрегат с производителност $Q_n = 500 \text{ m}^3/\text{h}$,

Организация на работата на помпените агрегати: Всяка помпа ще работи на самостоятелен напорен тръбопровод.

Изчислителната проверка на тръбопроводите не е необходима, тъй като са избрани при условието: $2 \cdot Q_n = 2 \cdot 300 > Q_n = 500 \text{ m}^3/\text{h}$

Тъй като всяка помпа в работа изисква осигуряването на резервна помпа и помпа в ремонт, то за вариант 2 е необходимо да се доставят 3 броя нови помпени агрегата и използване на 3 – те броя базови помпени агрегата.

За новите помпени агрегата трябва да се избере ново обзавеждане:

силов захранващ кабел – 2 броя
 високоволтов прекъсвач – 2 броя

6.3.3. Определяне броя и типа на помпените агрегати при Вариант 5: обзавеждане на помпената уредба с нови помпени агрегати

Приема се обзавеждане на помпената уредба с четири броя помпени агрегата със следните технически характеристики:

$Q_n = 500 \text{ m}^3/\text{h}$ – производителност на помпата;
 $H = 480 \text{ m}$ – напор;
 $P = 1000 \text{ kW}$ – мощност на задвижващия двигател;
 $\eta_n = 73 \%$ - к.п.д. на помпата;

Организация на работа на помпената уредба:

Едновременна работа на два помпени агрегата, като всеки помпен агрегат работи на самостоятелен напорен тръбопровод.

Изчислителна проверка за сечението на тръбопроводите не е необходимо.

За новите помпени агрегати е необходима смяна на силовите захранващи кабели и на високоволтовите прекъсвачи за управление на новите двигатели на помпите.

Ще се доставят четири броя помпени агрегати:
 2 броя за едновременна работа;

1 брой в резерв;

1 брой в ремонт.

Поради по – големите размери на новите помпени агрегати е необходимо да се разшири помпената камера и да се построят нови фундаменти за помпените агрегати.

Определяне на времето за еднократно изпомпване на водата във водосборника при вариант 5:

$$t = \frac{V_{\text{всб}}}{Q_{\text{п.у}}} = \frac{V_{\text{всб}}}{2 \cdot Q_{\text{п.а}}} = \frac{5280}{2 \cdot 500} = 5,28 \text{ h}$$

7. Сравнителна оценка на разходите за водоотлив по вариант 1 и вариант 5 (таблица 9)

Таблица 9. Сравнителна таблица на разходите за водоотлив по вариант 1 и вариант 5

№	Елементи на разходите	Вариант 1 лв	Вариант 5 лв	+ / - лв
1.	Разходи за водоотлив за една година	1093679,89	516651,93	
2.	Разходи за ново капитално строителство	-	567750,0	
Всичко :		1093679,89	1084401	+ 9277,96

Изводи: Вариант 5, използващ режим на еднократно изпомпване в една смяна се оказва изключително ефективен режим на работа на главна водоотливна уредба на подземен рудник.

Основни източници за формиране икономическия ефект на този режим се явяват:

1. За денонощния водоотлив на подземния рудник се използва само електроенергия с най – ниска тарифа (през III смяна).
2. Съкращават се разходите за ФРЗ, транспортни разходи, допълнителни разходи за ФРЗ, амортизации и електроенергия за спомагателни електроконсуматори за I и II смяна за една година.
3. Разходите за ново капитално строителство се възвръщат само за една година с печалба от 9277 лв, което е още едно доказателство за предимст-

Препоръчана за публикуване от
Катедра "Електрификация на минното производство", МЕМФ

вата на вариант 5 за водоотлив на подземен рудник.

Литература

1. Наредба № 3 за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии, обнародвана в ДВ, бр. 90 и 91 от 2004 г.
2. Правилник по безопасността на труда при разработване на рудни и нерудни находища по подземен начин (В – 01 – 02 – 04), ДИ "Техника", София, 1972.
3. Правилник по безопасност на труда в подземните въглищни рудници (В-01-01-01).1992.
4. Решение № Ц – 002 от 29.03.2002 г. на Държавната комисия за енергийно регулиране