

**Practical value.** The results of the research allow establishing the necessary parameters of the mining and haulage complex during the development flooded placer deposits using draglines and trucks. The completed studies take into account the construction of dewatering wells on the above-ore bench, as well as the length of the hydrotransport system during the period of pit development.

**Keywords:** *pit, dragline, placer deposits, dump truck, hydraulic excavator, flooding deposit, hydraulic transport*

УДК 628.2

© С.М. Стовпник, А.Л. Ган, Л.В. Шайдецька

## ВЗАЄМОДІЯ ДИНАМІЧНОГО І СТАТИЧНОГО РІВНІВ ВОДОПОНИЖУЮЧИХ СВЕРДЛОВИН В УМОВАХ ЄРИСТІВСЬКОГО ГЗК

© S. Stovpnic, A. Han, L. Shaidetska

### INTERACTION OF DYNAMIC AND STATIC WATER LEVELS LEVELS IN THE CONDITIONS OF THE ERISTOVSKY GOK

**Мета роботи.** Забезпечення водовідведення у колекторі за рахунок удосконалених технологічних параметрів глибинних свердловин.

**Методика досліджень.** Методологічну основу досліджень складає комплексний підхід, який включає аналіз літературних джерел, науково-технічних досягнень і виробничого досвіду з тематики досліджень, аналіз та узагальнення відомих результатів практичного досвіду при проектуванні та розрахунках водопониження та метод техніко-економічного аналізу вартості конструкцій для обґрунтування нової розробки.

**Результати досліджень.** В процесі дослідження технологічних параметрів глибинних свердловин під час спорудження водовідвідного колектору визначена взаємодія динамічного і статичного рівнів водо понижуючих свердловин. Питомий дебіт носить наступний характер: найнижчій питомий дебіт знаходиться в межах 177-Q свердловини і становить 0,62 м., а найвищий питомий дебіт знаходиться в межах 179-Q свердловини і становить 13,64 м.

**Наукова новизна.** Авторами роботи встановлено залежність дебіту та питомого дебіту водопонижуючих свердловин водовідвідного колектору, обґрунтовано характер поведінки дебіту та питомого дебіту свердловин від глибини занурення насоса та встановлено, що необхідне зниження води у свердловинах знаходиться в межах 10,4 – 24,4 м, причому найменше зниження води необхідно для свердловини 161-Q і становить 10,4м., що практично у 2,5 менше необхідного зниження води свердловини 161-Q з найбільшим водопритоком, яке становить 24,4 м.

**Практична значимість.** Обґрунтовано удосконалення конструкції водопонижуючої свердловини при роторному бурінні зі зворотнім промиванням для отримання оптимальних гідрогеологічних параметрів. Встановлено оптимальні параметри водопонижуючих свердловин та необхідне зниження підземного рівня води в залежності від статистичного рівня у свердловинах, які свідчать, що загальний дебіт водопонижуючих свердловин має динамічний характер і знаходиться в межах від 4 м. до 7 м., а питомий дебіт – в межах від 0,62 м. до 13,64 м. Надано рекомендації до реалізації відповідно до техніко-економічного обґрунтування.

**Ключові слова:** *дебіт, водопонижуючі свердловини, технологічні параметри, водовідлив, кар'єр*

**Вступ.** Україна є великою мінерально-сировинною базою залізних руд, яка представлена 80 родовищами, 30 з яких експлуатується (58% розвіданих запасів). Загальні запаси залізних руд становлять понад 30 млрд. т, що складає близько 6% світових запасів і 30% запасів країн СНД. Багаті залізні руди і залістисті кварцити видобуваються на родовищах Криворізького, Кременчуцького і Белозерського залізрудних басейнів. Одним з найперспективніших Кременчуцького басейну є Єристівське родовище, запаси якого згідно класифікації JORC складають 632 млн. тонн. Крім того, з урахуванням освоєння північної (ще не розвіданої) території — оціночні понад 1 мільярд тонн. Передбачуваний об'єм видобування ГЗК — близько 27-28 млн. т руди на рік. На відміну від Полтавського ГЗК руда на ділянці залягає близько до поверхні, що суттєво здешевлює видобуток. Вихід концентрату з тонни Єристівської руди 470 кг (з тонни руди Полтавського ГЗК — близько 400 кг)

Будівництво кар'єра Єристівського ГЗК велось з 2008 по 2012 роки. Інвестиції в розробку кар'єру становлять близько \$ 400 млн.

На ЕГЗК використовується техніка виробництва компанії Caterpillar, в тому числі й кілька автосамоскидів САТ793D вантажопідйомністю 220 т.

У першому півріччі 2013 об'єм видобутку на Єристівському ГЗК склав 2970000. тон руди, з якої було отримано 1,245 млн. тон залізрудного концентрату і 858,8 тис. т окатишів.

На даний час Єристівський ГЗК надалі нарощує об'єми видобутку. Для цього компанія Ferrexpo будує на Єристівському ГЗК комплекс по збагаченню та обкатування залізної руди. Проектна потужність активу — 10 млн. т концентрату і 6 млн. т високоякісних окатишів (Fe 65 %) на рік [1].

**Метою проведення досліджень** є удосконалення технологічних параметрів глибинних свердловин для забезпечення водовідведення кар'єру, як одне із основних питань під час нарощування об'ємів видобутку для забезпечення безаварійної роботи.

**Викладення основного матеріалу досліджень.** Дослідження гідростатичного впливу визначає прогнозований напружено-деформований стан оточуючого гірського масиву порід [2]. Водовідведення на кар'єрах виконується у багатьох випадках за допомогою дренажу водо понижуючими свердловинами які передбачені при проектуванні Єристівського збагачувального комбінату [3, 4].

Результати гідрогеологічних досліджень свердловин проекрованої траси водовідвідного колектору наведено у таблиці 1. На основі аналізу результатів визначено характер статичного і динамічного рівнів водопонижуючих свердловин та необхідної величини пониження рівня для нормальної роботи кар'єру (рис. 1).

Статичний рівень водопонижуючих свердловин знаходиться в межах від 13,2 м. до 21,82 м., а динамічний – в межах від 14,39 до 28,2 м., що на 1,19 – 6,38 м. більший за статичний. Причому найнижчий статичний і динамічний рівень знаходиться в межах 164-Q свердловини. Найвищий статичний рівень знаходиться в межах 178-Q свердловини і становить 21,82 м. Найвищий динамічний рівень знаходиться в межах 177-Q свердловини і становить 28,2 м.

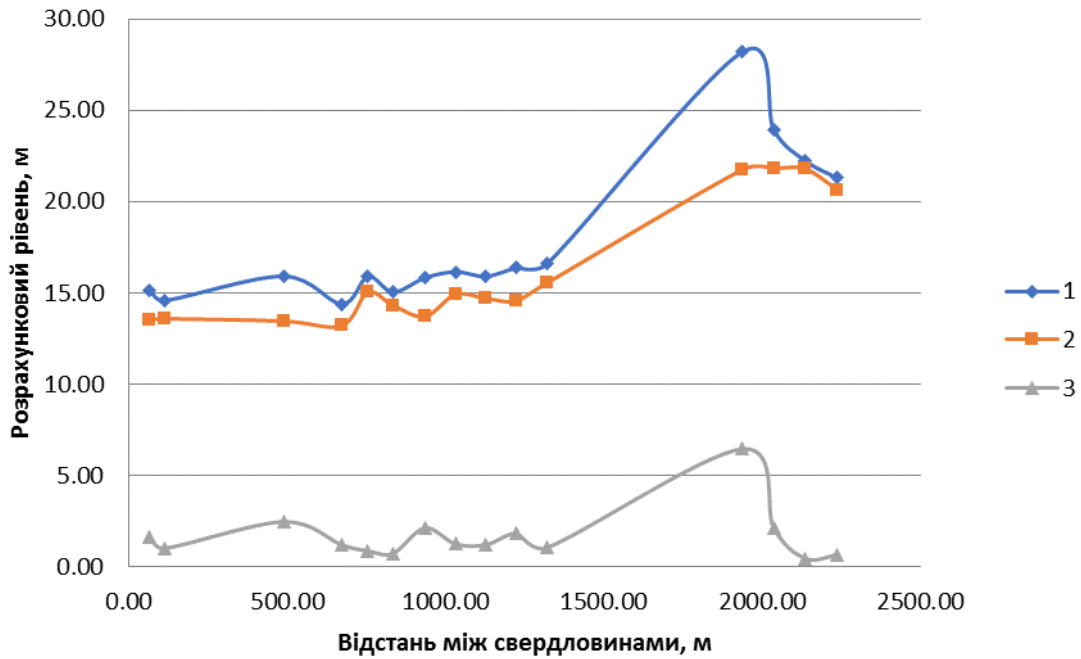


Рис. 1. Статистичний та динамічний рівні водопонижуючих свердловин:  
1 – динамічний рівень, 2 – статичний рівень, 3 – пониження рівня

Таблиця 1

Результати гідрогеологічних досліджень

№ свердловини	Відстань між свердловинами, м	Загальна відстань	Динамічний рівень, м	Статичний рівень, м	Пониження рівня, м	Дебіт, м <sup>3</sup> /год	Питомий дебіт, м <sup>3</sup> /год	Характеристика насосу	
								Тип насосу	Глибина завантаження, м
157,00	65,00	65,00	15,16	13,53	1,63	6,90	4,23	Aquatica	29,50
158,00	47,00	112,00	14,58	13,58	1,00	7,00	7,00	Aquatica	28,50
162,00	377,00	489,00	15,91	13,45	2,46	6,05	2,46	Aquatica	28,50
164,00	184,00	673,00	14,39	13,20	1,19	6,40	5,38	Aquatica	28,50
165,00	82,00	755,00	15,89	15,03	0,86	7,00	8,14	Aquatica	29,50
166,00	80,00	835,00	15,04	14,31	0,73	6,70	9,18	Aquatica	29,00
167,00	100,00	935,00	15,82	13,70	2,12	6,14	2,90	Aquatica	28,50
168,00	97,00	1032,00	16,15	14,91	1,24	6,09	4,91	Aquatica	29,50
169,00	96,00	1128,00	15,90	14,70	1,20	5,86	4,88	Aquatica	29,50
170,00	97,00	1225,00	16,37	14,55	1,82	6,00	3,30	Aquatica	31,00
171,00	97,00	1322,00	16,60	15,55	1,05	6,60	6,29	Aquatica	29,50
177,00	617,00	1939,00	28,20	21,75	6,45	4,00	0,62	Aquatica	29,20
178,00	99,00	2038,00	23,91	21,82	2,09	6,00	2,87	Aquatica	29,50
179,00	100,00	2138,00	22,22	21,78	0,44	6,00	13,64	Aquatica	29,00
180,00	100,00	2238,00	21,29	20,65	0,64	6,00	9,38	Aquatica	28,00

За результатами розрахунків встановлено залежність дебіту та питомого дебіту водопонижуючих свердловин водовідвідного колектору (рис. 2) та об-

грунтовано характер поведінки дебіту та питомого дебіту свердловин від глибини занурення насосу (рис. 3, 4).

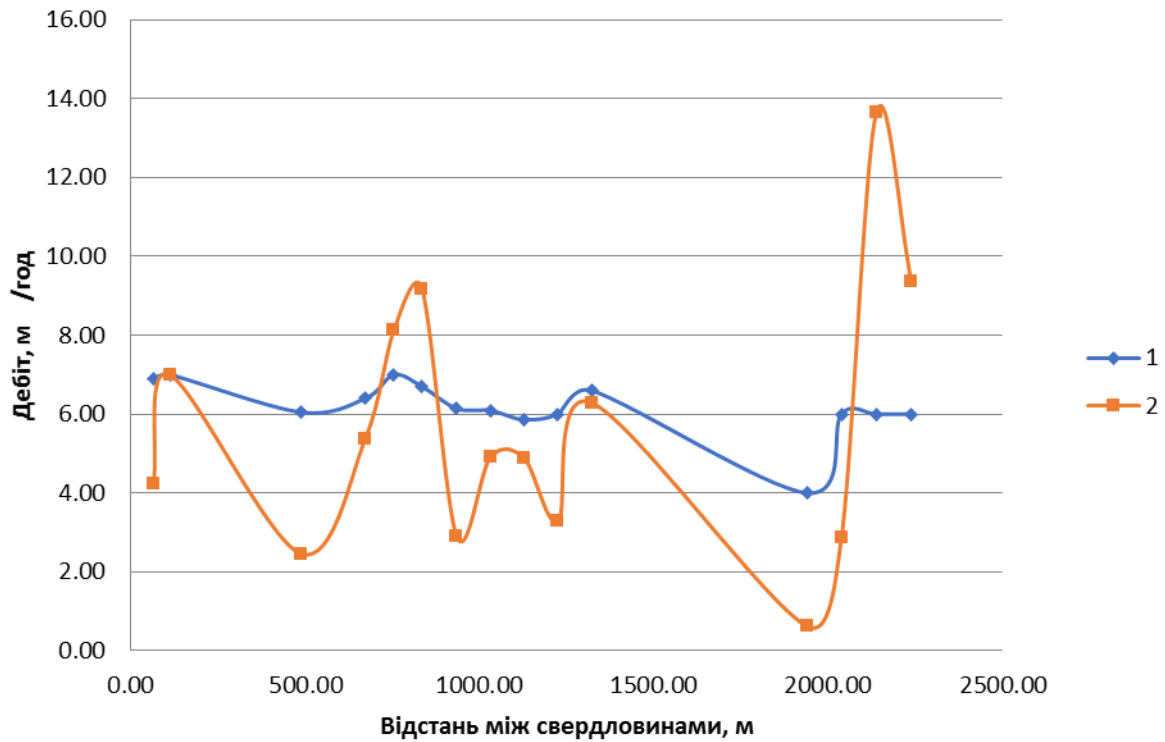


Рис. 2. Дебіт та питомий дебіт водопонижуючих свердловин: 1 – дебіт свердловини, 2 – питомий дебіт свердловини.

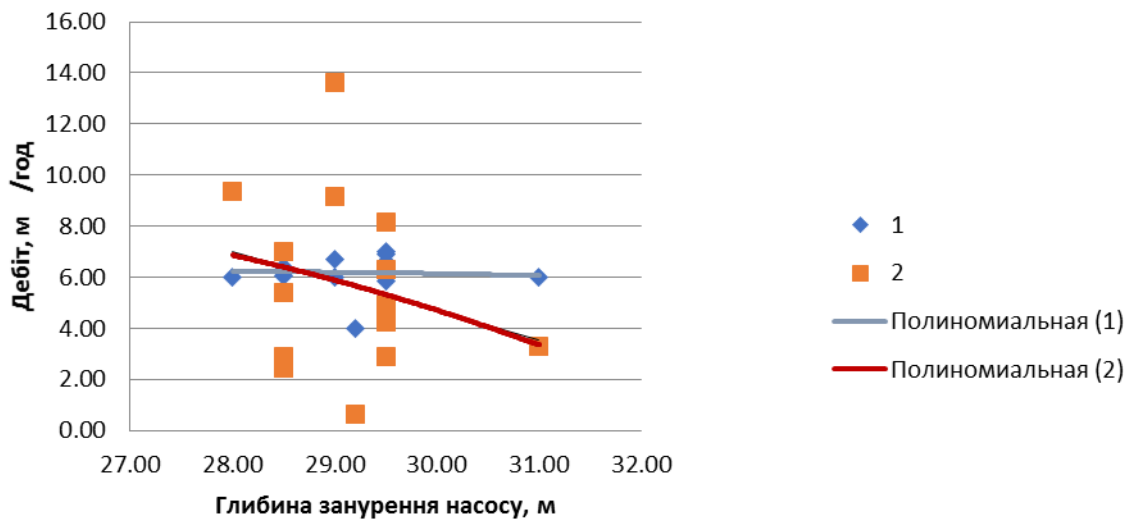


Рис. 3. Поліноміальна залежність дебіту та питомого дебіту водопонижуючих свердловин від глибини занурення насосу: 1 – дебіт свердловини, 2 – питомий дебіт свердловини

Таблиця 2

Результати визначення оптимального рівня водозниження у свердловинах

№ свердловини	Відстань між свердловинами, м	Відмітка мінімального динамічного рівня, м	Відмітка статичного рівня (мак), м	Пониження рівня, м	Загальна відстань
156-0	0	43,9	62	18,1	0
157-0	65	43,9	61	17,1	65
158-0	47	43,9	61	17,1	112
159-0	102	50,2	60,8	10,6	214
160-0	92	50,2	60,7	10,5	306
161-0	91	50,2	60,6	10,4	397
162-0	92	43,4	59,9	16,5	489
163-0	92	43,4	59,3	15,9	581
164-0	92	34,7	59,1	24,4	673
165-0	82	40,4	58,9	18,5	755
166-0	80	45	58,7	13,7	835
167-0	100	43,6	59,5	15,9	935
168-0	97	44,5	60,2	15,7	1032
169-0	96	44,5	59,7	15,2	1128
170-0	97	52,4	59,9	7,5	1225
171-0	97	49,1	60,1	11	1322
172-0	97	48,3	60,2	11,9	1419
173-0	93	43,5	60,2	16,7	1512
174-0	129	43,8	60,3	16,5	1641
175-0	99	43,3	60,4	17,1	1740
176-0	99	43,3	60,5	17,2	1839
177-0	100	49,7	60,5	10,8	1939
178-0	99	43,1	60,6	17,5	2038
179-0	100	47,3	60,5	13,2	2138
180-0	100	48,8	60,2	11,4	2238

Загальний дебіт водопонижуючих свердловин має динамічний характер і знаходиться в межах від 4 м. до 7 м., а питомий дебіт – в межах від 0,62 м. до 13,64 м. Причому найнижчий дебіт знаходиться в межах 177-Q свердловини і становить 4 м. Найвищий дебіт знаходиться в межах 158-Q і 165-Q свердловин і становить 7 м. Питомий дебіт носить наступний характер: найнижчий питомий дебіт знаходиться в межах 177-Q свердловини і становить 0,62 м., а найвищий питомий дебіт знаходиться в межах 179-Q свердловини і становить 13,64 м.

Відповідно до прив'язки свердловин водозниження та їхніх технічних параметрів для визначення мінімальної глибини опускання насосного обладнання та забезпечення проектного рівня води у свердловинах було визначено оптимальний рівень водозниження у свердловинах (табл. 2).

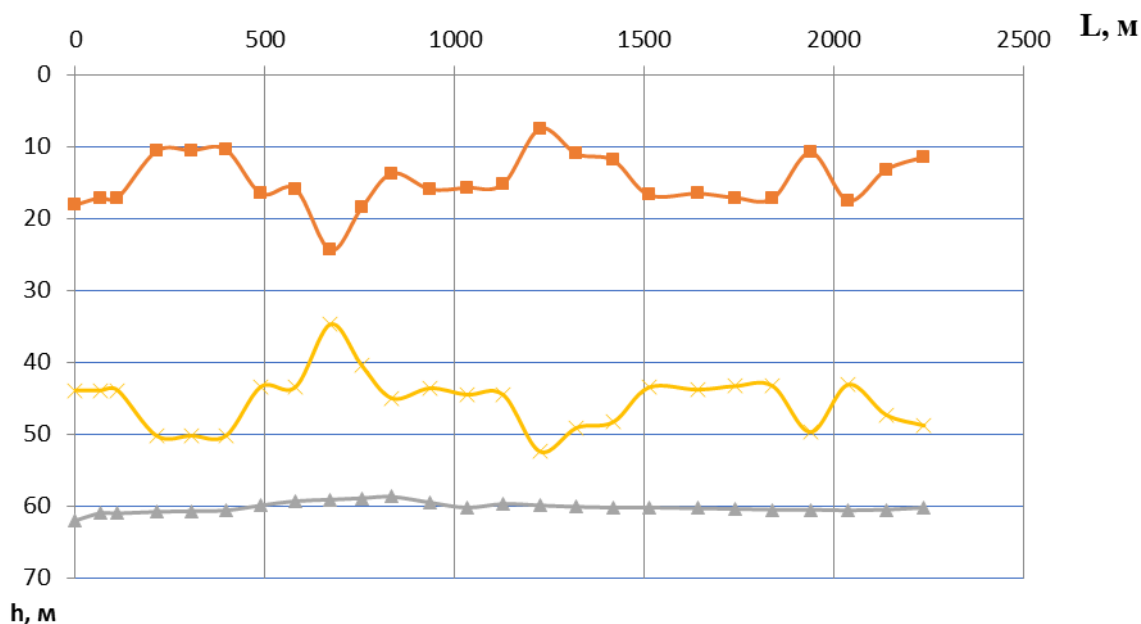


Рис. 4. Графік залежності необхідного зниження води від статистичного рівня у свердловинах

За результатами розрахунків побудовано залежність необхідного водо пониження статичного рівня підземних вод у свердловинах по довжині всієї траси водовідвідного колектору (рис. 4), яка свідчить, що необхідне зниження води у свердловинах знаходиться в межах 10,4 – 24,4 м, причому найменше зниження води необхідно для свердловини 161-Q і становить 10,4 м., що практично у 2,5 менше необхідного зниження води свердловини 161-Q з найбільшим водопри током, яке становить 24,4 м.

**Висновки.** 1. На основі результатів гідрогеологічних досліджень встановлено характер статичного і динамічного рівнів водопонижуючих свердловин та необхідної величини пониження рівня для нормальної роботи кар'єру, які свід чать про те, що статичний рівень водопонижуючих свердловин знаходиться в межах від 13,2 м. до 21,82 м., а динамічний – в межах від 14,39 до 28,2 м., що на 1,19 – 6,38 м. більший за статичний. Причому найнижчий статичний і динаміч ний рівень знаходиться в межах 164-Q свердловини. Найвищий статичний рі вень знаходиться в межах 178-Q свердловини і становить 21,82 м. Найвищий динамічний рівень знаходиться в межах 177-Q свердловини і становить 28,2 м.

2. На основі результатів розрахунків встановлено залежність дебіту та пи томого дебіту водопонижуючих свердловин водовідвідного колектору та об ґрунтовано характер поведінки дебіту та питомого дебіту свердловин від гли бини занурення насоса. Дослідженням встановлено, що загальний дебіт водо понижуючих свердловин має динамічний характер і знаходиться в межах від 4 м. до 7 м., а питомий дебіт – в межах від 0,62 м. до 13,64 м. Причому найнижчий дебіт знаходиться в межах 177-Q свердловини і становить 4 м. Найвищий дебіт знаходиться в межах 158-Q і 165-Q свердловин і становить 7 м. Питомий дебіт носить наступний характер: найнижчий питомий дебіт знаходиться в межах 177-Q свердловини і становить 0,62 м., а найвищий питомий дебіт знаходиться в межах 179-Q свердловини і становить 13,64 м.

3. Визначено оптимальний рівень водозниження у свердловинах відповідно до прив'язки свердловин водозниження та їхніх технічних параметрів з визначення мінімальної глибини опускання насосного обладнання та забезпечення проектного рівня води у свердловинах. За результатами розрахунків побудовано залежність необхідного водопониження статичного рівня підземних вод у свердловинах по довжині всієї траси водовідвідного колектору, яка свідчить, що необхідне зниження води у свердловинах знаходиться в межах 10,4 – 24,4 м, причому найменше зниження води необхідно для свердловини 161-Q і становить 10,4м., що практично у 2,5 менше необхідного зниження води свердловини 161-Q з найбільшим водопритоком, яке становить 24,4 м.

4. На основі розрахунків конструктивних показників за категорією складності встановлено:

– Водопонижувальні свердловини №№63 ÷ 139, 7а, 51-bc ÷ 108-bc» відносяться до класу наслідків СС2 і до III категорії складності;

– Водопонижувальні свердловини №№140 ÷ 147» відносяться до класу наслідків СС1 і до II категорії складності;

– За критерієм "Обсяг можливого економічного збитку" водопонижувальні свердловини відносяться до IV категорії складності;

– Відсутня можливість втрати об'єктів культурної спадщини та можливість припинення функціонування об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури

В цілому комплекс об'єктів з будівництва водопонижувальних свердловин та водовідвідного колектору відноситься до IV категорії складності.

5. Встановлено основні аспекти технології проведення робіт, основних механізмів та наведено основні положення, яких необхідно дотримуватись до проведення робіт при бурінні бучанських свердловин східного борта кар'єру.

#### Перелік посилань

1. Плотніков, О.В. (2005). Еколого-геохімічні проблеми кар'єрного водовідливу в Кременчуцькому залізничному басейні. Пошукова та екологічна геохімія (16), 9-16.
2. Стовпник, С.М., Ган, А.Л., Загоруйко, Є.А., Шайдецька, Л.В. (2017). Дослідження гідравлічного впливу на технологічну стійкість метро тунелю мілкового закладання в намівних масивах. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, (71), 141-148.
3. Вирвїнський, П.П., Кузін, Ю.Л., Хоменко, В.Л. (2014). Технологія буріння. Д.: Національний гірничий університет.
4. Проект будівництва гірничо-збагачувального комбінату на базі Єриствівського родовища. (2014). м. Харків, ТОВ «Южгипроруд». Том 18.

#### АННОТАЦІЯ

**Цель работы.** Обеспечение водоотвода в коллекторе за счет усовершенствованных технологических параметров глубинных скважин.

**Методика исследований.** Методологическую основу исследований составляет комплексный подход, который включает анализ литературных источников, научно-технических достижений и производственного опыта по тематике исследований, анализ и обобщение известных результатов практического опыта при проектировании и расчетах водопонижения и метод технико-экономического анализа стоимости конструкций для обоснования новой разработки.

**Результаты исследований.** В процессе исследования технологических параметров глубоких скважин при сооружении водоотводного коллектора определена взаимосвязь динамического и статического уровней водопонижающих скважин. Удельный дебит носит следующий характер: низкий удельный дебит находится в пределах 177-Q скважины и составляет 0,62 м., А самый высокий удельный дебит находится в пределах 179-Q скважины и составляет 13,64 м.

**Научная новизна.** Авторами работы установлена зависимость дебита и удельного дебита водопонижающих скважин водоотводного коллектора, обоснованно характер поведения дебита и удельного дебита скважин от глубины погружения насоса и установлено, что необходимое снижение воды в скважинах находится в пределах 10,4 - 24,4 м, причем наименьшее снижение воды необходимо для скважины 161-Q и составляет 10,4м., что практически в 2,5 меньше необходимого снижения воды для скважины 161 -Q с наибольшим водопритоком, которое составляет 24,4 м.

**Практическая значимость.** Обоснованно усовершенствования конструкции водопонижающих скважин при роторном бурении с обратной промывкой для получения оптимальных гидрогеологических параметров. Установлены оптимальные параметры водопонижающих скважин и необходимое снижение подземного уровня воды в зависимости от статистического уровня в скважинах, которые свидетельствуют, что общий дебит водопонижающих скважин имеет динамический характер и находится в пределах от 4 м. До 7 м., а удельный дебит - в пределах от 0,62 м. до 13,64 м. Даны рекомендации к реализации в соответствии с технико-экономического обоснования.

**Ключевые слова:** дебит, водопонижающие скважины, технологические параметры, водотлив, карьер

#### ABSTRACT

**Purpose.** Providing drainage in the reservoir due to improved technological parameters of deep wells.

**The methods of** the research is an integrated approach, which includes the analysis of literary sources, scientific and technical achievements and industrial experience in the field of research, analysis and synthesis of known results of practical experience in designing and calculating water decrease and a method for feasibility analysis of the cost of structures to substantiate new development.

**Findings.** In the process of studying the technological parameters of deep wells in the construction of a drainage collector, the interaction of dynamic and static levels of water-reducing wells was determined. The specific flow rate is as follows: the low specific flow rate is within 177-Q wells and is 0.62 m. And the highest specific flow rate is within 179-Q wells and is 13.64 m.

**The originality is** the authors of the work have established the dependence of the flow rate and specific gravity of the water-abatement wells on the drainage collector, the nature of the behavior of the flow rate and the specific flow rate of the wells from the depth of the dipping of the pump is substantiated and it was found that the required reduction in water in the wells is within 10,4 - 24,4 m, with the least reduction of water necessary for the well 161-Q and is 10.4 m., which is almost 2.5 less than the required reduction in water wells 161 -Q with the largest water supply, which is 24.4 m.



**Practical implications.** Reasonable improvements in the design of water-lowering wells during rotary drilling with backwashing for obtaining optimal hydrogeological parameters. The optimal parameters of the water lowering wells and the required decrease in the groundwater level depending on the statistical level in the wells are established, which indicate that the total flow rate of the water lowering wells has a dynamic nature and ranges from 4 m to 7 m., And the specific flow rate - from 0.62 m. To 13.64 m. Recommendations for implementation are given in accordance with the feasibility study.

**Keywords:** *flow rate, dewatering wells, process parameters, pumping out, open pit*

УДК 622.271.3

© О.П. Стрілець, Г.Д. Пчолкін, М.Р. Мекшун

## **ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ТЕХНОГЕННИХ РОДОВИЩ ВАПНЯКУ**

© O. Strilets, G. Pchelkin, M. Mekshun

## **FEATURES OF FORMATION OF TECHNOGENIC LIMESTONE DEPOSITS**

**The purpose of the work** is to create and use patterns of segregation in the formation of man-made deposits (tier of dumps, storage of finished products in the form of a cone) with the help of the basic laws of theoretical mechanics.

**Research methods.** For decision-making methods of analysis of the patterns of segregation of rocks during the formation of tiers of dumps were used. Statistical analysis was applied in generating random numbers. Natural studies on models with the transfer of results to existing mining in the conditions of the Dokuchaevsk flux-dolomite company.

**The results.** Segregation laws become important in the formation of man-made deposits. The theoretical basis of the physical mechanism of the phenomenon of segregation of the rock mass in the formation of dumps and the storage of minerals or finished products in the embankments allow to take into account the initial distribution of the fractional composition of the rock mass, which has important practical application in the development of man-made deposits or shipments of finished products to the customer.

**Scientific novelty.** Modeling the segregation of the rock mass allows predicting the quality of the segregation effect on a sloping surface, which depends on the fractional composition of the rock, the slope angle and the height of the cone of the dump. The dependence of the segregation effect on the height of unloading on the sloping surface of fractions of rubble 0 - 5 mm (20%) and 5 - 15 mm is established. The character of the distribution of middle size pieces in height of the cone of the embankment and around its axis is shown.

**The practical significance.** The adequacy of the mathematical model considered in this paper has been experimentally proved, which will allow us to apply the results of studies in the formation of man-made deposits with subsequent development. It has been established that for storage conditions of fraction 5-15 mm with a natural moisture and content of nonconstituent components of 20 %, the optimum height of the cone of the stockpile is 20 m, which ensures the required quality of