

них на поліпшення екологічних умов відновлення, рекультивациі порушених геоконкомплексів, розширення мережі охоронних об'єктів.

Згідно з ДБН А.2.2.-1.-95 „Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Основні положення проектування” в разі прогнозування неусувних втрат від проєктованої діяльності, передбачаються компенсаційні заходи щодо рівноцінного поліпшення стану природно-

го середовища або грошове відшкодування таких втрат. Проте під час розв'язання проблем, пов'язаних із збереженням і раціональним використанням рослинного і тваринного світу, не можна керуватися лише з позицій економічної вигоди. В даному випадку вирішальним чинником мають виступати позаекономічні міркування, зокрема, необхідність збереження унікальних природно-ландшафтних комплексів Дністра з розвинутою флорою і фауною.

### Література

1. Status of national wetland policy development in Ramsar nations Proc. 6th meeting of the conference of the contracting parties. Convention on wetlands. – Brisbane, Australia, 1996. – Vol.10/12A. – 70 p.
2. Гидробиологический режим Днестра и его водоемов / Л.А. Сиренко, Н.Ю. Евтушенко, Ф.Я. Комаровский и др.; Отв. ред. Л.П. Брагинский; АН Украины. Ин-т гидробиологии. - К.: Наук. думка, 1992. - 356 с.
3. Шевцова Л.В., Алісв К.А. Рекомендації щодо екологічного режиму роботи Дністровського водосховища. - Київ, 1997. - 34 с
4. Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья: географические основы хозяйственного освоения / Под ред. Т.И. Швецба - Л.: Наука. - 1988. – 304 с.
5. Руководство по Рамсарской конвенции: Справочник по осуществлению Конвенции о водно-болотных угодьях (Рамсар, Иран, 1971 г.), 4-ое издание. Гланд, Швейцария: Секретариат Рамсарской конвенции, 2006 г. – 150 с.
6. Гулейкова Л., Шевцова Л. Гідроекологічна характеристика екосистем дельти Дністра в зоні впливу лінії електропередачі Новоодеська-Арциз. – Матеріали Міжнародної конференції "Міжнародна співпраця і управління транскордонним басейном для оздоровлення річки Дністер" – Одеса, 2009. - С. 56-60.
7. Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystem and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.maweb.org/documents/document.791.aspx.pdf>
8. Horwitz, P., Finlayson, M. and Weinstein, P. Healthy wetlands, healthy people. A review of wetlands and human health interactions. Ramsar Technical Report no. Secretariat of the Ramsar Convention on Wetlands and the World Health Organization. Gland Switzerland. – 2012. - . [електронний ресурс]. – Режим доступу: - <http://www.ramsar.org/pdf/lib/rtr6-health.pdf>.
9. OECD Environmental Outlook Baseline. [електронний ресурс]. – Режим доступу: - [http://www.teebtest.org/wp-content/uploads/2012/07/TEEB\\_Conf\\_Keynote\\_Upton\\_OECD\\_environmental\\_outlook\\_2050.pdf](http://www.teebtest.org/wp-content/uploads/2012/07/TEEB_Conf_Keynote_Upton_OECD_environmental_outlook_2050.pdf).
10. Wetlands / General editors M.M. Finlayson, M. Moser. – Oxford, New York. – 1991. – 215 p.

УДК 678 : 622.847.

## ШАХТНЫЕ ВОДЫ И МОДЕЛЬНЫЙ РАСТВОР ШАХТНЫХ ВОД

Мнухина Н.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Запорожская государственная инженерная академия,  
пр. Ленина 226, 69006, Запорожье,  
anatology.mnukhin@gmail.com

На основе обработанных данных шахтных вод за химическим составом разработаны модельный раствор, который имитирует шахтную воду за химическим составом та електричними властивостями, який може бути рекомендований для проведення випробувань і оцінки агресивного впливу шахтних вод на безпеку та працездатність електротехнічного гірничошахтного обладнання. Ключові слова: шахтні води, модельний розчин шахтних вод, джерела затоплення шахт.

**Шахтные воды и модельный раствор шахтных вод.** Мнухина Н.А. На основании обработанных данных по химическому составу шахтных вод разработан модельный раствор, имитирующий шахтную воду по химическому составу и электрическим свойствам, который может быть рекомендован для проведения испытаний и оценки агрессивного влияния шахтных вод на безопасность и работоспособность электротехнического горношахтного оборудования. *Ключевые слова:* шахтные воды, модельный раствор шахтных вод, источники затопления шахт.

**Mine water and mane water model solution.** Mnukhina N. Work on the basis of statistical processing of data on the chemical composition of mine water solution developed model simulates the shaft water chemical composition and electrical properties, which can be recommended for the test to assess the effect of aggressive mine water on security and operation of electrical mining equipment. *Keywords:* mine water, mine water model solution, sources of flooding of mines.

### Введение

Притоки воды в шахты изменяются в широких пределах — от 10 до 4 000 м<sup>3</sup>/ч. Однако большая часть шахт имеет притоки от 200 до 500 м<sup>3</sup>/ч. Водопритоки в шахты (разрезы) формируются во время ведения работ:

- строительства (вскрытия и подготовки шахтного поля);
- эксплуатации (разработки) месторождения;
- закрытия или консервации (отработки) месторождения.

Источниками поступления воды в выработки являются обводненные

зоны и затопленные выработки, удаленные не более чем на 200 м., а также:

- расположенные в пластах, которые залегают над и под действующими выработками;
- пройденные по естественным и искусственным нарушениям, пересекающие затопленные выработки.

**Изложение основного материала.** Источниками затопления выработок могут быть наземные водоемы и водостоки, незатрапированные геологоразведочные и технические скважины. Существенные предпосылки к затоплению выработок воз-

никают при разработке водоносных и обводненных месторождений, характеризующихся наличием пльвунов, водоносных карстов, галечников и других обводненных зон. При определенном рельефе земной поверхности и строении массива горных пород источником затопления выработок могут быть атмосферные осадки. Кроме того, одним из источников затопления выработок являются прорывы глины и пульпы, используемые в шахтах в качестве заилоочных материалов [1].

При прорывах воды в шахты и затоплении горных выработок возникает угроза для людей, работающих в

шахте. Затопление выработок, особенно подстанций, распределительных пунктов, оборудования, в том числе выносных пультов систем управления горными машинами, приводит не только к порче оборудования, но и к возникновению коротких замыканий, в электрооборудовании замыканий на землю через жидкую среду и увлажненную изоляцию, несанкционированного включения машин и механизмов. Затопление подземных складов взрывчатых материалов также сопряжено с безвозвратной их порчей и непригодностью к дальнейшему использованию.

Таблица 1.

Химический состав шахтных вод (основные составляющие)

№ пробы	Общая Минерализация, мг/л	рН	Содержание мг/л							
			Катионы					Анионы		
			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Fe <sup>++</sup> Fe <sup>+++</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	100000	7	31400	44	5311	1083	0,7	62734	30	72
2	86000	8	24400	42	5013	1160	4	50082	36	102
3	66000	7	19750	66	3569	1057	10	41004	30	60
4	52000	8	13560	92	4641	1070	5	32800	8	36
5	42228	8	12580	16	1783	1126	2	25935	25	148
6	40284	8	12696	62	406	840	4	14773	10276	732
7	29000	8	9300	28	1827	412	6	18666	250	186
8	25528	8	8700	84	232	329	3	5655	9190	738
9	18648	8	4327	52	256	781	3	2446	8760	630
10	12292	8	4380	10	114	85	13	6461	243	1088
11	500	8	50	5	62	28	0,1	37	153	204
12	9000	3	1070	2	437	477	458	235	6666	-
13	8384	3	427	1	699	824	123	655	5247	-
14	4312	4	100	4	601	365	48	200	2813	42
15	4368	4	748	3	294	216	0,3	101	2999	6
16	4060	4	442	6	392	293	36	231	2513	48
17	3500	6	484	7	262	249	6	507	1967	24
18	4500	10	1500	20	18	11	1	1857	637	18
19	3996	9	1280	9	15	61	0,3	600	1449	701
20	1500	11	510	9	26	-	0,7	414	318	-

Физико-химический состав шахтной воды весьма разнообразен. Он

формируется под влиянием естественных процессов, происходящих в

массивах горных пород, горнах выработках, водоносных горизонтах.

Данные результатов химического анализа выборки 1500 проб шахтных вод из 215 шахт (табл.1) засвидетельствуют, что основными составляющими шахтных вод являются девять ионов :Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>,Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Fe<sup>++</sup>,Fe<sup>+++</sup>, Cl<sup>-</sup>,SO<sub>4</sub><sup>-</sup>,HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Сумма этих ионов составляет до 90% от величины общей минерализации. Химический состав по основным компонентам выборки 20 проб шахтных вод, взятых в различных выработках и стволах, представлены в табл. 1. Определяющими характеристиками вод принято считать следующие величины: общая минерализация и показатель рН (концентрация ионов Н<sup>+</sup> иОН<sup>-</sup>).

В результате систематизации шахтных вод по величине общей минерализации выборки 1500 проб из 215 шахт определено их процентное соотношение (табл.2). При этом установлено, что значительный процент составляют шахтные воды с минерализацией 1000-5000 мг/л (83%). Шахтные воды с минерализацией большей или меньшей величины встречаются значительно реже.

Таблица 2.

Характеристика шахтных вод по величине общей минерализации

Величина общей минерализации, С, мг/л	Содержание от общего количества проб, %
до 1000	8
1000-2000	27
2000-5000	56
5000-8000	5
5000-100000	4

Наиболее представительна группа шахтных вод с минерализацией от 2000 до 5000 мг/л, что составляет

56%. Интервал изменения величины общей минерализации шахтных вод находится в промежутке от 500 мг/л до 100000 мг/л. Максимальное значение общей минерализации шахтных вод в 200 раз превышает минимальное. Такой широкий диапазон изменения минерализации шахтных вод обусловлен различными причинами: отличающиеся друг от друга физические свойства горных пород, в частности, их водопроницаемость, гидрогеологические условия месторождения, сезонность осадков и т. д. Шахтные воды с высоким содержанием обнаружены на шахтах: «Капустина» и «Кременная» ПО «Лисичанскуголь», «Пролетарская» ПО «Стахановуголь», им. Артема ПО «Дзержинскуголь» и др.

Распределение шахтных вод по концентрации ионов Н<sup>+</sup> иОН<sup>-</sup> (показателю рН) приведены в табл. 3. При систематизации шахтных вод по концентрации водородных ионов, согласно принятой в угольной промышленности классификации, к кислым отнесены шахтные воды с рН < 6,5, к нейтральным – рН=6,5÷9, а к щелочным - рН>9. Шахтные воды преимущественно нейтральные. Процент кислых и щелочных вод незначителен. Известны случаи обнаружения шахтных вод с кислой средой на шахтах производственных объединений «Селидовуголь», «Торезантрацит», «Стахановуголь» и др., а с щелочной – на шахтах производственных объединений «Первомайскуголь», «Дзержинскуголь» и др.

Для оценки воздействия агрессивной шахтной воды на различные электротехнические устройства, эксплуатируемые в угольных шахтах, согласно ГОСТ 16962-71 или ГОСТ

20.57.406-81 проводятся климатические испытания с применением питьевой воды. Электрохимические свойства питьевой воды на 2-3 порядка ниже шахтной воды и поэтому они не дают достоверной оценки [2]. Использование для испытаний пробы воды непосредственно из шахты связано с трудностями доставки, хранения. Кроме того, разнообразие шахтных вод по величине общей минерализации, непостоянство их характеристик усложняют применение шахтных вод для проведения испытаний.

Таблица 3.

#### Характеристика шахтных вод по показателю водородных ионов

Величина показателя рН	Содержание от общего количества проб, %
< 6,5	2,3
6,5 - 9	97,4
>9	0,3

Проведенные исследования позволяют составить искусственный раствор, имитирующий шахтную воду – модельный раствор [3]. Приготовление модельного раствора производится следующим образом: в дистиллированную воду последовательно вводят хлористые натрий и калий, а также сернокислый магний, отдельно растворяют в дистиллированной воде хлористый кальций, после чего оба раствора смешивают. Соотношение компонентов представлено в табл. 4.

Последовательность растворения указанных солей объясняется тем, что растворимость малорастворимых солей (например,  $MgSO_4$ ) увеличивается в присутствии других растворимых солей, например,  $NaCl$  и  $KCl$ . Происходит увеличение ионной силы

раствора. Вследствие этого коэффициент активности понижается, а растворимость сернокислого кальция в смеси солей возрастает по сравнению с его растворимостью в чистой воде. Указанный модельный раствор используют свежеприготовленным. Таким образом получают раствор с нейтральной реакцией и максимальной минерализацией. Модель шахтной воды с любой минерализацией можно получить путем разбавления приведенного выше раствора дистиллированной водой. Для получения модельного раствора с кислой или щелочной средой необходимо добавить в раствор соляную кислоту или гидроксид натрия, контролируя величину показателя рН.

Таблица 4.

#### Весовое содержание солей для приготовления модельного раствора

Наименование солей	Соотношение, %
Хлористый натрий- $NaCl$	51,90
Хлористый калий - $KCl$	13,16
Сернокислый магний – $MgSO_4$	29,72
Хлористый кальций – $CaCl_2$	5,22

Химический состав модельного раствора с нейтральной реакцией и максимальной минерализацией приведен в таблице 5.

Соответствие модельного раствора шахтным водам оценено исследованием электрических свойств. Уравнения регрессии удельной электропроводности для нейтральной среды шахтных вод и модельных растворов имеют вид:

$$\alpha_1 = 0,0001284C_1 + 0,367822 \quad (1)$$

$$\alpha_2 = 0,0001333C_2 + 0,285823 \quad (2)$$

где :  
 $\alpha_1$  - удельная электропроводность шахтных вод, См/м,  
 $\alpha_2$  - удельная электропроводность модельных растворов, См/м,

$C_1$  – значения общей минерализации шахтных вод, мг/л,  
 $C_2$  – значения общей минерализации модельных растворов, мг/л.

Таблица 5.

#### Состав модельного раствора

Общее содержание, %	Соотношение ионов, %					
	$Na^+$	$K^+$	$Mg^{++}$	$Ca^{++}$	$Cl^-$	$SO_4^{--}$
100	20,4	6,9	6	1,9	41,08	23,7

Адекватность модельного раствора и шахтной воды оценена методами регрессионного анализа путем проверки гипотез об остаточных дисперсиях и значениях коэффициентов и констант уравнения посредством  $t$ -критерия при уровне значимости 0,01 [4]:

а) проверка гипотезы об остаточных дисперсиях:

$$H_0^{(1)}: \sigma_1^2 = \sigma_2^2, \quad (3)$$

где  $\sigma_1^2, \sigma_2^2$  - дисперсии генеральных совокупностей.

Гипотезу (3) проверяем по  $F$ -критерию. Значение  $F$ -критерия на основании остаточных выборочных дисперсий:

$$\hat{F} = \frac{S_1^2}{S_2^2} = 1,65, \quad (4)$$

Величина  $\hat{F}$  представляет собой реализацию выборочной функции, удовлетворяющей  $F$ -распределению Фишера со степенями свободы, равным

$m_1 = n_1 - 2 = 27$  и  $m_2 = n_2 - 2 = 30$ . Уровень значимости принят  $\alpha = 0,01$ . Для  $m(27,30)$  и  $\alpha = 0,01$  границы критической области для гипотезы  $H_0^{(1)}$  (табл. VII [4]):

$$F'_{0,01,27,30} = 2,38, \quad (5)$$

Значения  $F$  – критерия на основании остаточных выборочных дисперсий (4) не выходят за границу критической области для гипотезы  $H_0^{(1)}$  (5):

$$\hat{F} < F'_{0,01,27,30}, \quad (6)$$

поэтому гипотеза  $H_0^{(1)}$  может быть принята, а различие остаточных выборочных дисперсий  $S_1^2$  и  $S_2^2$  - случайно;

б) проверка гипотезы о значениях коэффициентов регрессии:

$$H_0^{(2)}: A^{(1)} = A^{(2)}, \quad (7)$$

где  $A^{(1)}, A^{(2)}$  – коэффициенты уравнений регрессии.

Значение  $t$  – критерия, вычисленного по формуле, приведенной в [4]:

$$\hat{t} = -1,66, \quad (8)$$

Данное значение  $\hat{t}$  является реализацией распределенной по закону Стьюдента выборочной функции со степенями свободы:  $n_1 - 4 = 57$ . Уровень значимости принят  $\alpha = 0,01$ . Границы критической области для гипотезы  $H_0^{(2)}$  составляют (табл. VI [4]):

$$t_{0,01,57} = 2,66, \quad (9)$$

Выполнения условия  $|\hat{t}| < t_{0,01,57}$  свидетельствует о верности гипотезы  $H_0^{(2)}$ . Следовательно, коэффициенты уравнений регрессии случайно отличаются друг от друга, а линии регрессии близки к параллельным;

в) проверка гипотезы о значениях констант:

$$H_0^{(3)}: B^{(1)} = B^{(2)}, \quad (10)$$

где  $B^{(1)}, B^{(2)}$  – константы уравнений регрессии.

Гипотеза проверяется по значению  $\hat{t}_a$ , рассчитанного по значениям выборок по формуле, приведенной в [4]:

$$\hat{t}_a = -0,092 \cdot 10^{-4}, \quad (11)$$

Выборочная функция  $\hat{t}_a$  имеет  $t$  – распределение со степенями свободы  $m = n_1 + n_2 = 57$ . Для уровня значимости  $\alpha = 0,01$  значение границы критической области для гипотезы  $H_0^{(3)}$  (табл. VI [4]), определено ранее и составляет:  $t_{0,01,57} = 2,66$ .

Условие  $|\hat{t}| < t_{0,01,57}$  выполняется, что подтверждает верность принятой

### Литература

1. Костенко В.К., Мнухин А.Г., Омельченко Н.П., Матлак Е.С., Завьялова Е.Л., Колесникова В.В. Обращение с шахтными водами. Учебное пособие. (укр. яз.)-ГВУЗ «ДОННТУ», 2013.-212с.
2. Колосюк В.А., Муфель Л.А., Баркалова Н.А. Эксплуатационные характеристики шахтных вод Донбасса.-М.: ЦНИЭИуголь, 1990.-20с.
3. А.С.№1538102 Испытательная среда/ В.С. Тербило, Н. А. Баркалова, Н. Ф. Клубкова, Л.А. Муфель, Л. А. Егорова. – Оpubл. в Б.И., 1990, №3.
4. Шгорм Р. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества.-М.:Мир.,1970.-268с.

гипотезы о значениях констант уравнений регрессии (1) и (2), различие которых является случайной величиной.

Результаты анализа показали, что уравнения регрессии удельной электропроводности для шахтной воды и модельного раствора отличаются существенно, вид зависимости  $\alpha = f(C)$  в обеих генеральных совокупностях можно считать одинаковыми, принадлежащими к единой совокупности, а созданный модельный раствор адекватен шахтной воде по химическому составу и электрическим свойствам.

Модельный раствор шахтной воды может быть рекомендован для проведения испытаний с целью повышения достоверности оценки воздействия шахтной воды на работоспособность электротехнических устройств и оборудования, эксплуатируемых в шахте, и обеспечения безопасности работ, а также в других случаях, когда возникает необходимость оценки агрессивного влияния шахтных вод.

## СТОРИНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

УДК 551.351:528

### КЛАСИФІКАЦІЯ, МЕХАНІЗМ ТА ДИНАМІКА ЕКЗОГЕОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Бондар М. О.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

Розглянуті процеси, що впливають на формування рельєфу твердої оболонки Землі під впливом таких явищ як вивітрювання, денудація (знос) і акумуляція (нагромадження). Зазначено, що від співвідношення ендогенних і екзогенних факторів залежить ступінь вирівнювання. На поверхні суші, у епіконтинентальних морях, озерах, ріках виділяються дві основні обстановки розвитку екзогенних процесів: субаеральна (наземна) і субаквальна (підводна). У межах суші розрізняються платформна й орогенна обстановки, що характеризуються різним розвитком екзогенних процесів і корелятивних їм відкладень. *Ключові слова:* екзогеодинамічні процеси, рельєф, механізми екзогеодинамічних процесів.

Рассмотрены процессы, влияющие на формирование рельефа твердой оболочки Земли под влиянием таких явлений как выветривания, денудации (износ) и аккумуляция (накопление). Указано, что от соотношения эндогенных и экзогенных факторов зависит степень выравнивания. На поверхности суши, в эпиконтинентальных морях, озерах, реках выделяются два основных сценария развития экзогенных процессов: субаэральная (наземная) и субаквальные (подводная). В пределах суши различаются платформенная и орогенная обстановки, характеризующихся различным развитием экзогенных процессов и коррелятивных им отложений. *Ключевые слова:* экзогеодинамични процеси, рельєф, механізми екзогеодинамічних процесів.

The processes that influence the formation of solid relief of the Earth under the influence of such phenomena as weathering, denudation (depreciation) and accumulation (accumulation). Indicated that the ratio of endogenous and exogenous factors on the degree of alignment. On the surface land, epicontinental seas, lakes, rivers are the two main conditions of exogenous processes: subaerial (onshore) and subaqueous (underwater). Within the different land platform and orogenic environment, characterized by different development of exogenous processes and their correlative deposits. *Keywords:* ekzoheodynamichni processes relief mechanisms ekzoheodynamichnyh processes.

### Вступ

Сьогодні геоморфологічна діяльність людини втілена в таких масштабах, що майже всі і (майже повсю-

ди на Землі) сучасні рельєфотворні процеси, особливо екзогенні, так чи інакше пов'язані з діяльністю людини. Якщо, приміром, в 60-ті роки зазначалося, що людина – найефектив-