

8. Вольф Д. OPENGL 4. Язык шейдеров. Книга рецептов. М.: ДМК Пресс, 2015. – 368с.
9. Горнаков Станислав. Инструментальные средства программирования и отладки шейдеров в DirectX и OpenGL. — БХВ-Петербург, 2005. – 256с.
10. Дэн Гинсбург. OpenGL ES 3.0. Руководство разработчика. М.: ДМК Пресс, 2014.- 449с.

Рукопис подано до редакції 04.04.2019

УДК 581.524.3

К.В. ГЕРАСИМОВА, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет
В.В. ТИХОСТУП, ст. викладач, Криворізький коледж Національного авіаційного університету

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВОДИ ШЛАМОСХОВИЩ КРИВОРІЗЬКОГО РЕГІОНУ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ФЛОРИСТИЧНОЮ СТРУКТУРОЮ ПРИБЕРЕЖНОЇ РОСЛИННОСТІ

Мета. Вивчення флористичної структури рослинного покриву шламосховищ Криворізького регіону; визначення екологічної якості води, як формують компоненту прибережних рослинних угруповань.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети використовувались фізико-хімічні методи визначення складу води на вміст металів та йонів. Екологічна оцінка якості води в шламосховищах визначалася на основі загальновідомої класифікації А. А. Алекіна. При вивченні складу рослинних угруповань використовувались загальноприйнятні методики геоботанічних описів. При визначенні видового складу рослинного покриву використовувався «Визначник вищих рослин України».

Наукова новизна. Встановлено, що за тривалий час склалися певні біогеоценологічні відносини між елементами техногенно-змінених ландшафтних систем. Серед них важливу роль відіграють прибережні рослинні угруповання, які ще дотепер недостатньо вивчені дослідниками. Визначено, що склад води є формують компонентом прибережного рослинного покриву досліджуваних об'єктів. Проведено фізико-хімічний аналіз води шламосховищ та виявлено прямий зв'язок показників води з флористичною структурою прибережної рослинності.

Практична значимість. Отримані результати досліджень дозволяють зробити розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод шламосховищ і мають важливе практичне значення для інженерів-екологів. Ці показники дозволяють правильно обирати методи очищення стічних вод з урахуванням рослинних угруповань, ступеня очищення і рН-стану водного джерела. В техногенних умовах особливо посилюється необхідність аналізу гідробіологічних процесів, що дає можливість прогнозувати зміни якості води і подальший стан існування гідробіоти для попередження небезпечних екологічних наслідків. Ефективне проведення такого аналізу можливе за умови комплексного підходу, а саме – застосування гідрохімічних і біоіндикаційних методів. Вони дозволяють діагностувати зміни екологічного стану природного середовища.

Результати. Запропоновано таксономічну, екологічну, біоморфичну та географічну структуру рослинних угруповань шламосховищ Криворізького регіону; сформовані типи рослинних угруповань за гідрохімічними показниками складу води.

Ключові слова: шламосховище, аналіз води, прибережна рослинність, екологічна оцінка.

doi: 10.31721/2306-5451-2019-1-48-159-164

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Упродовж багатьох років багатства надр Криворізького регіону інтенсивно споживались, що призвело до появи ландшафтно-змінених техногенних систем. Процес деградації природних екосистем є наслідком порушення екологічної рівноваги і призводить до руйнації навколишнього середовища. Гірничо-збагачувальні комбінати та шахти є джерелами забруднення довкілля. До їх складу входять шламосховища, які тільки на Криворіжжі займають площу понад 7600 га і є потужними джерелами пилоутворення, спричиняють засолення значних територій, змінюють їх гідрологічний режим [3, 4, 9]. Основними елементами шламосховищ є огорожувальні споруди (дамби), відкоси наміву, ставки освітлення води, на яких під впливом техногенних систем формується гідрофітна, гігрофітна та мезофітна рослинність [2, 3, 5]. За тривалий час склалися певні біогеоценологічні відносини між елементами техногенно-змінених ландшафтних систем, серед яких важливу роль відіграють прибережні рослинні угруповання, які досі ще недостатньо вивчені. Метою даної роботи є вивчення флористичної структури прибережної рослинності, а також екологічна оцінка води шламосховищ, як формують компоненту рослинних угруповань.

Аналіз досліджень і публікацій. Роботи геоботанічного напрямку лише побіжно торкаються особливостей прибережної рослинності [6-9]. Детально опрацьовано синтаксономію лише деяких об'єктів, які знаходяться у полі зору наших досліджень – рекультивованих плесів шламосховища Північного ГЗК. Класифікаційна схема їх включає три класи, три порядки та чотири союзи, два з яких – *Achillion nobilis* і *Phragmition australis* описані як нові [1, 10-12].

Постановка задачі. Дослідити склад води Криворізьких шламосховищ; дати екологічну оцінку її якості; зробити аналіз рослинного покриву; встановити залежність між гідрохімічними показниками води і формуванням прибережної рослинності.

Викладення матеріалу та результати. Досліджувані об'єкти:

1. Шламосховище Північного ГЗК, експлуатується з 1963 року. Загальна площа – 1750 га³. До шламосховища скидаються кар'єрні води (2,5 млн. м³/рік), мінералізовані шахтні води (5,5 млн. м³/рік), господарчо-побутові умовно очищені стоки (13,0 млн. м³/рік), стоки очисних споруд ПівнГЗК (36,15 тис. м³/добу). Крім цього, до шламосховища потрапляють поверхневі фільтраційні води із побудованих навколо дренажних споруд.

2. Шламосховище Центрального ГЗК, експлуатується з 1961 року. Загальна площа – 1706 га. До шламосховища скидають кар'єрні води (1,66 млн. м³/рік), поверхневі фільтраційні води (3,5 млн. м³/рік), що надходять з дренажних систем, побутові стоки смт Петрове. Для поповнення втрат у системі оборотного водопостачання закачується вода з р. Саксагань (1,5 млн м³/рік).

3. Шламосховище шахти «Гігант» Держинського рудоуправління м. Кривого Рогу. Експлуатується з 1953 року. Площа водозабору водосховища 199,8 км², середньорічний стік – 61,8 млн м³.

4. Об'єднане шламосховище Південного ГЗК та ГЗК «Арселор-Міталл Кривий Ріг», розміщене на водорозділі (район балок Грушеватой і Вовчище). Загальна площа – 713 га.

5. Шламосховище Інгулецького ГЗК, розташоване поблизу с. Миколаївка. Експлуатується з 1965 року, площа – 553,2 га. Об'єм накопичених шламів 296 млн. м³.

Нами проведені дослідження складу води цих шламосховищ і зроблено оцінку її якості на основі загальноприйнятої класифікації О.А. Алекіна, що поєднує принцип поділу хімічного складу води за основними іонами з розподілом по кількісному співвідношенню між ними. Результати досліджень наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Якісний склад води шламосховищ Криворізького регіону

Показники	Об'єкт				
	1	2	3	4	5
pH	6,24	6,37	6,45	6,29	6,82
HCO ₃ ⁻ , мг-екв	0,006	0,050	0,052	0,022	0,054
Cl ⁻ , мг-екв	3,0158	0,0384	3,6634	1,4876	0,6072
Ca ²⁺ , *10 ⁻³ мг-екв	5,0898	5,3952	8,0419	4,5808	5,2934
Mg ²⁺ , *10 ⁻³ мг-екв	11,0	8,0	8,2	9,9	3,9
SO ₄ ²⁻ , *10 ⁻² мг-екв	1,5	4,4	1,1	1,2	1,1
Na ⁺ , мг-екв	3,0206	0,0914	3,7248	1,5201	0,6521
Клас води	III клас хлоридних вод натрієвої групи	III клас хлоридних вод натрієвої групи	III клас хлоридних вод натрієвої групи	III клас хлоридних вод натрієвої групи	III клас хлоридних вод натрієвої групи
Тип води	IV тип	IV тип	IV тип	IV тип	IV тип

Об'єкти: 1 – шламосховище Північного ГЗК, 2 – шламосховище Центрального ГЗК, 3 – шламосховище шахти «Гігант» Держинського рудоуправління м. Кривого Рогу, 4 – об'єднане шламосховище Південного ГЗК та ГЗК «Арселор-Міталл Кривий Ріг», 5 – шламосховище Інгулецького ГЗК

Основний показник якості води – водневий показник (pH), коливається в межах від 6,24 до 6,82, що відповідає діапазону від слабокислого до кислого середовища. Лужність води (сума вмісту в воді гідратів і аніонів слабких кислот) коливається в межах від 0,006 до 0,05 мг-екв. Йони хлору у водоймах містяться в межах концентрацій 0,0384 - 3,6634 мг-екв, що дало можливість досліджуваним водойми класифікувати як клас хлоридних вод. Сульфат-йони досліджу-

ваних об'єктів коливаються від 0,000108 до 0,015 мг-екв., що відповідає граничній межі його концентрацій. Проте кількість їх значно нижча, ніж йонів хлору, тому жоден досліджуваний об'єкт не визначений по класифікації за сульфатним класом. Йони натрію у водойми потрапляють за рахунок розчинення гірських порід, а саме солей натрієвої групи, показники їх коливаються у межах від 0,0914 до 3,7248 мг-екв. Калій зустрічається у водах дуже рідко, оскільки він краще за натрій поглинається ґрунтом та рослинами. Вміст кальцію (0,0045808 – 0,0080419 мг-екв) та магнію (0,0039 – 0,011 мг-екв) характеризує всі досліджені об'єкти як водойми з підвищеною жорсткістю води.

Комплексний аналіз результатів дає підстави класифікувати води всіх досліджених шламосховищ як води IV типу (болотні, шахтні, вулканічні або води, що дуже забруднені промисловими стічними водами). Високомінералізована вода, з підвищеною жорсткістю, сформувала рослинні угруповання, що мають цілком визначену таксономічну, екологічну, біоморфологічну, еколого-ценотичну та географічну структури [1].

Нами проведено аналіз таксономічної структури рослинних угруповань (табл. 2).

Таблиця 2
Таксономічна структура рослинних угруповань
шламосховищ Криворізького регіону

Таксони	Об'єкт				
	1	2	3	4	5
Вид	56	10	18	9	8
Рід	50	10	16	9	8
Родина	19	4	7	5	4
Відношення					
Вид/родина	2,94	2,50	2,57	1,80	2,00
Рід/родина	2,63	2,50	2,28	1,80	2,00
Вид/рід	1,12	1,00	1,12	1,00	1,00

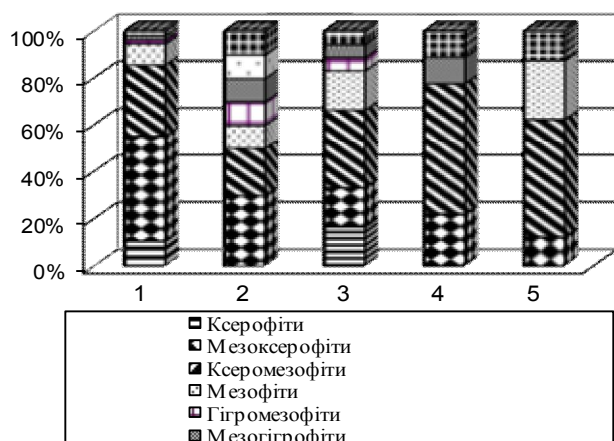
Об'єкти: 1 – шламосховище Північного ГЗК, 2 – шламосховище Центрального ГЗК, 3 – шламосховище шахти «Гігант» Дзержинського рудоуправління, 4 – об'єднане шламосховище Південного ГЗК та ГЗК «Арселор-Міталл Кривий Ріг», 5 – шламосховище Інгулецького ГЗК

утворюють екологічні ряди. Угруповання 3-го об'єкту мають середнє відношення вид/родина, що відображає специфіку зменшення антропогенного впливу.

Таким чином, на цих розширеннях формуються угруповання, які мають досить широке відношення вид/родина. Особливістю таксономічної структури угруповань 2-го, 4-го і 5-го об'єктів є звужені відношення вид/родина і рід/родина, що зумовлено потужним впливом техногенних систем. Відношення вид/рід в угрупованнях всіх об'єктів мають майже однакові показники, оскільки особливостями їх формування є однакові екологічні умови та антропогенний вплив.

Екологічна структура рослинності характеризується відношенням до рівня зволоження. Нами проведено аналіз екологічного спектру угруповань рослин за водним режимом (рис. 1).

На всіх об'єктах переважають ксеромезофіти та мезоксерофіти, що характерно для прибережних угруповань. Мезогідрофіти є ознакою заболоченості всіх ділянок, але найбільше їх спостерігається на 4-й ділянці, де формуються рослинні угруповання в зоні об'єкту 4. Гідрофіти є лише на 2-му об'єкті, мезогідрофіти зустрічаються на всіх об'єктах і найбільші їх відсотки спостерігаються на 5-му, 4-му та 2-му об'єкті, що пов'язано з більш сприятливими і близькими умовами. Водночас 3-й і 1-й об'єкт мають значно нижчі показники, що пояснюється меншим заболоченням цих ділянок.



Таблиця 3
Біоморфічна структура рослинних угруповань (участь, %)

Ознаки життєвої форми	Об'єкт				
	1	2	3	4	5
За загальним габітусом та тривалістю життєвого циклу					
Деревні рослини	10,7	-	-	11,1	-
Напівдеревні рослини	-	-	5,6	-	-
Багаторічники	51,8	60	61	88,9	50
Дворічники	16,1	-	5,6	-	-
Однорічники	21,4	40	27,8	-	50
За темпами вегетативного розмноження					
Вегетативно рухливі	33,9	50	44,5	44,5	50
Вегетативно малорухливі	5,4	-	11,1	22,2	12,5
Вегетативно нерухливі	60,7	50	44,4	33,3	37,5
За формою кореневих систем					
Стрижнева	78,6	70	61,1	55,6	50
Мичковата	14,3	-	27,8	11,1	37,5
Пучкокоренева	7,1	30	11,1	33,3	12,5
За структурою підземних пагонів					
Каудексові	28,6	10	22,2	11,1	12,5
Короткокореневищні	7,1	10	5,6	22,2	-
Довгокореневищні	21,4	40	38,8	44,5	37,5
Без утворень	39,3	40	27,8	22,2	37,5
Щільнодерновинні	1,8	-	5,6	-	-
Пухкодерновинні	1,8	-	-	-	12,5
За типом запилення					
Анемофілія	28,6	70	61,1	33,3	87,5
Ентомофілія	71,4	30	38,9	66,7	12,5
За адаптацією рослин до світла					
Геліофіти	61,8	80	72,2	66,7	25
Сціогеліофіти	38,2	20	27,8	33,3	75

Об'єкти: 1 – шламoxовище Північного ГЗК, 2 – шламoxовище Центрального ГЗК, 3 – шламoxовище шахти «Гігант» Дзержинського рудоуправління, 4 – об'єднане шламoxовище Південного ГЗК та ГЗК «Арселор-Міталл Кривий Ріг», 5 – шламoxовище Інгулецького ГЗК

показники на всіх досліджуваних об'єктах, крім 5-го. Лише на 5-му об'єкті за адаптацією рослин до світла відмічено високі показники видів сціогеліофітів.

В розподілу за біологічними типами Раункієра (рис. 2) в угрупованнях переважають гемікриптофіти і геофіти, значна участь терофітів. На 2-му та 4-му об'єктах зростає частка геліофітів, що зумовлено зосередженням рослинних угруповань під техногенним впливом та ущільненню ґрунту. Незначна участь фанерофітів спостерігається на 1-му та 4-му об'єктах, хамефітів - на 1-му та 3-му об'єктах.

Рис.1. Екологічний спектр рослинних угруповань за водним режимом (участь,%): 1 – шламoxовище Північного ГЗК, 2 – шламoxовище Центрального ГЗК, 3 – шламoxовище шахти «Гігант» Дзержинського рудоуправління, 4 – об'єднане шламoxовище Південного ГЗК та ГЗК «Арселор-Міталл Кривий Ріг», 5 – шламoxовище Інгулецького ГЗК

Нами проведено аналіз біоморфічної структури рослинних угруповань (табл. 3).

Основу біоморфічної структури за загальним габітусом та тривалістю життєвого циклу складають напівдеревні рослини - багаторічники, вони є домінантами, субдомінанти – однорічники. Дворічники спостерігаються лише на 1-му та 3-му об'єктах. Зростання участі деревних рослин відмічено на 1-му та 4-му об'єктах. За темпами вегетативного розмноження переважають рослини вегетативно рухливі та вегетативно нерухливі, а вегетативно малорухливі мають знижені відсотки. Види зі стрижневою кореневою системою домінують в рослинних угрупованнях всіх досліджуваних об'єктів, що зумовлено однотипним середовищем існування, а види з мичковатою кореневою системою – в угрупованнях на 3-му та 5-му об'єктах. Участь пучкокорневих систем простежується на всіх п'яти об'єктах, але найбільший відсоток таких видів на 2-му і 4-му об'єктах. За структурою підземних пагонів довгокореневищні види і види без утворень мають однакове значення (об'єкти 2, 5), суттєво переважають довгокореневищні види (об'єкти 3, 4), і навпаки, щільнодерновинні та пухкодерновинні види мають незначні відсотки на об'єктах 1, 3 і 5. Каудексові види мають середні показники, на 1-му та 3-му об'єктах вони суттєво збільшені. За типом запилення домінантом є ентомофілія на 1-му та 4-му об'єктах, а субдомінантом анемофілія, і навпаки, на 2-му, 3-му та 5-му об'єктах домінантним типом запилення є анемофілія, а ентомофілія – субдомінантом. Переважна більшість геліофітів спостерігається в напрямку з півдня на північ, де відзначені великі

Основу еколого-ценотичної структури (рис. 3) складають рудеранти, при значній участі степантів. Участь пратантів досить висока, але зменшується на другій ділянці. Участь галофітів і гелофітів однакова на 1-му, 2-му та 5-му об'єктах. Сильванти та культуранти відмічені лише на 1-му об'єкті.

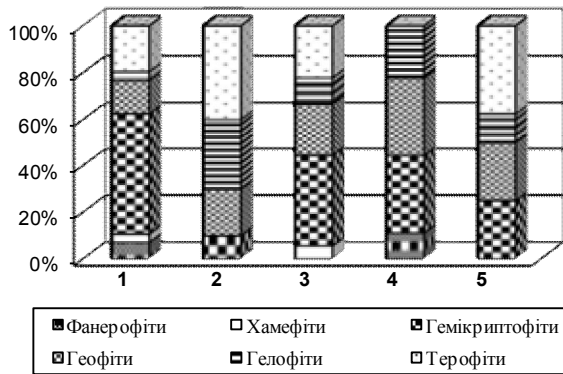


Рис. 2. Спектр розподілу видів за біологічними типами Раункієра (участь,%): 1 – шламосховище Північного ГЗК, 2 – шламосховище Центрального ГЗК, 3 – шламосховище шахти «Гігант» Дзержинського рудоуправління; 4 – об'єднане шламосховище Південного ГЗК та ГЗК «Арселор-Міталл Кривий Ріг», 5 – шламосховище Інгулецького ГЗК

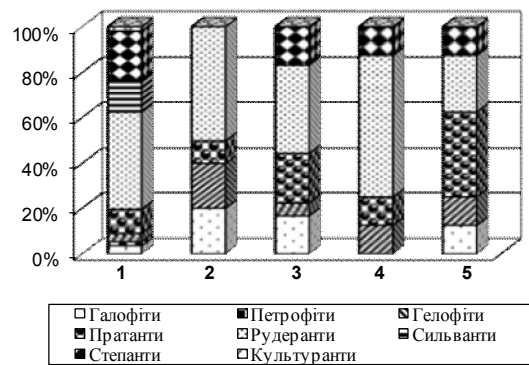


Рис. 3. Спектр розподілу видів за адаптацією до біогеоценозу в цілому (участь,%): 1 – шламосховище Північного ГЗК, 2 – шламосховище Центрального ГЗК, 3 – шламосховище шахти «Гігант» Дзержинського рудоуправління, 4 – об'єднане шламосховище Південного ГЗК та ГЗК «Арселор-Міталл Кривий Ріг», 5 – шламосховище Інгулецького ГЗК

Основу географічного спектру рослинних угруповань складають види, що належать до центральноєвразійських та групи рослин перехідних ареалів (табл. 4). Сформувались угруповання зі значною участю видів палеарктичного, пліорирегіонального, голарктичного та адвентивного географічного елементу. Космополіти та причорноморські види рослинних угруповань зустрічаються рідко і мають незначні відсотки, відповідно на 5-му та 1-му об'єктах.

Таблиця 4

Географічна структура рослинних угруповань (участь, %)

Географічний елемент	Об'єкт				
	1	2	3	4	5
Пліорирегіональний	5,4	10	5,6	11,1	12,5
Голарктичний	7,1	-	5,6	22,2	-
Палеарктичний	5,4	10	16,7	-	12,5
Середньоевропейський	3,6	-	-	11,1	-
Центральноевразійський	32,1	40	22,2	33,4	12,5
Причорноморський	5,4	-	-	-	-
Група рослин перехідних ареалів	33,8	40	44,3	11,1	37,5
Адвентивний	3,6	-	-	11,1	12,5
Космополіт	-	-	-	-	12,5

Об'єкти: 1 – шламосховище Північного ГЗК, 2 – шламосховище Центрального ГЗК, 3 – шламосховище шахти «Гігант» Дзержинського рудоуправління, 4 – об'єднане шламосховище Південного ГЗК та ГЗК «Арселор-Міталл Кривий Ріг», 5 – шламосховище Інгулецького ГЗК

Висновки та напрямок подальших досліджень. Наші дослідження дали змогу провести аналіз води шламосховищ Криворізького регіону і аналіз таксономічної, екологічної, біоморфологічної, еколого-ценотичної та географічної структур прибережної рослинності. Воду всіх досліджених шламосховищ класифіковано як воду IV типу, що дуже забруднена промисловими стічними водами. Наявність високомінералізованої води, з підвищеною жорсткістю, сформувала рослинні угруповання, що мають цілком визначену флористичну структуру. Особливості флористичної структури прибережної та водної рослинності шламосховищ відображають специфіку формування рослинних угруповань в умовах антропогенного впливу.

Отримані результати мають важливе значення щодо вибору методу очистки стічних вод з урахуванням рослинних угруповань, як біоіндикаторів стану водного джерела. В техногенних умовах особливо посилюється необхідність аналізу гідробіологічних процесів, що дають можливість прогнозувати зміни якості води та подальший стан існування гідробіоти для попередження небезпечних екологічних наслідків. Подальший розвиток досліджень та діагностика змін екологічного стану необхідні для продуктивного екологічного менеджменту в Криворізькому регіоні.

Список літератури

1. Определитель высших растений Украины. Фитосоциоцентр. Д.Н. Доброчаева, М.И. Котов, Ю.Н. Прокудин и др. – К.: 2 изд. стереот., 1999. – 548 с.
2. Промислова екологія: Навч. посіб. / С.О. Апостолок, В.С. Джигирей, А.С. Апостолок та ін. – К.: Знання, - 2005. – 474 с.
3. Сметана О. М. Біогеоценотичний покрив ландшафтно-техногенних систем Кривбасу / О. М. Сметана, В.В. Перерва. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2007. – 247 с.
4. Казаков В.Л., Сметана М.Г., Шипунова В.О., Паранько І.С. та ін. Природнича географія Кривбасу: Монографія. - Кривий Ріг: Октан-Принт, 2005. – 151 с.
5. Бересневич П.В., Кузьменко П.К., Неженцева Н.Г. Охрана окружающей среды при эксплуатации хвостохранилищ. – М.: Недра, 1993. – 128 с.
6. Кучеревський В.В. Конспект флори Правобережного степового Придніпров'я. – Дніпропетровськ: Проспект, 2004. – 292 с.
7. Сметана М. Г. До збереження біорізноманіття на Криворіжжі / М. Г. Сметана // Проблеми екології та екологічної освіти: матеріали IV міжнародної наук.-практ. конференції. – Кривий Ріг, 2005. – С. 27–28.
8. Сметана О.М. Закономірності просторового розподілу ґрунтів та рослинного покриву балкових систем басейну річки Інгулець. Балка Зелена / О.М. Сметана, М.Г. Сметана, О.О. Красова // Інтродукція рослин. – 2009. – №1. – С. 80 - 90.
9. Мазур А.Ю. Територіально-структурний аспект моніторингу рослинного покриву елементів екомережі Кривбасу / А.Ю. Мазур, О.М. Сметана, О.О. Красова, Я.В. Таран // Екологія і природокористування. – Вип. 15. – Дніпропетровськ, 2012. – С. 198 – 209.
10. Шапагар А. Г. Техногенні та посттехногенні ландшафти Криворізького залізорудного басейну – раціональне використання, збереження, сталій розвиток / А. Г. Шапагар, О. О. Скрипник, С. М. Сметана // Індустріальна спадщина в культурі і ландшафті. – Кривий Ріг, 2008. – Ч. I. – С. 240–247.
11. Казаков В. Л. Геоморфологічний та екологічний аналіз балки Великої Дубової / В. Л. Казаков, О. О. Калініченко // Географічні дослідження Кривбасу. Фізична географія, економічна і соціальна географія, геоекологія, історична географія, викладання географії: матеріали кафедральних науково-дослідних тем. – Кривий Ріг, 2007. – Вип. 2. – С. 4–15.
12. Казаков В. Л. Антропогенні ландшафти Криворіжжя: історія розвитку, структура / В. Л. Казаков, С. В. Ярков / Географічні дослідження Кривбасу. Фізична географія, економічна і соціальна географія, геоекологія, історична географія, викладання географії: матеріали кафедральних науково-дослідних тем. – Кривий Ріг, 2009. – Вип. 2. – С. 27–35.

Рукопис подано до редакції 10.04.2019

УДК 621.311.214

І.О. СІНЧУК, І.В. КАСАТКІНА, кандидати техн. наук, доценти,
О.В. ДОЗОРЕНКО, Р.І. КРАСНОПОЛЬСЬКИЙ, аспіранти
Криворізький національний університет

НОВИЙ ПОГЛЯД НА ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВОДОВІДЛИВНИХ УСТАНОВОК ЗАЛІЗОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Мета. Метою даної роботи є оцінка можливостей та розробка аспектів теорії підвищення ефективності споживання електричної енергії в умовах вітчизняних залізорудних шахт шляхом використання гідроакумуляторів на основі головних насосних установок.

Для досягнення поставленої мети проаналізовані напрямки розширення кордонів функціонування головних насосних установок водовідливних систем залізорудних шахт з можливістю використання їх в режимі генераторів електричної енергії (міні гідроакумуляуючих електростанцій), що дасть можливість підвищити електроенергоєфективність даних видів підприємств.

Це дозволить підприємствам споживати в години максимуму, коли енергія має максимальну ціну, значно менше електроенергії, що дозволить відповідно, знизити, приблизно на 20%, плату за електроенергію. Може бути також поліпшений режим роботи системи електропостачання: знижені втрати напруги і енергії, поліпшений коефіцієнт потужності.

Методи дослідження. Для розв'язання поставлених задач і аналізу прийнятих схемотехнічних та алгоритмічних рішень використані наступні методи дослідження: методи математичної статистики – для дослідження енергоспоживання водовідливних систем залізорудних шахт; методи розрахунку електричних кіл – для розрахунку потужності гідрогенераторної установки при перетворенні енергії перекачуваної води в електричну енергію.

Наукова новизна. Вперше оцінена техніко-економічна ефективність та запропоновано напрямком підвищення енергоєфективного функціонування насосних установок водовідливних систем в умовах вітчизняних залізорудних шахт шляхом використання їх у зворотному гідро-акумуляторному режимі і тим самим перетворення частини енергії технічної води в електричну енергію для живлення підземних споживачів.

© Сінчук І.О., Касаткіна І.В., Дозоренко О.В., Краснопольський Р.І., 2019