

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg20180108-135>

Available at: <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/135>

УДК 626.862:628.1

## АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО СТАНУ ЗАХИСТУ ТЕРИТОРІЙ ВІД ПІДТОПЛЕННЯ З КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

**В.Д. Левицька**

Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;

<https://orcid.org/0000-0003-2213-1696>; e-mail: [veral@ukr.net](mailto:veral@ukr.net)

**Анотація.** Проаналізовано ефективність роботи протифільтраційного захисту територій на узбережжях Каховського водосховища в межах чотирьох захищених масивів: «Захист західного району марганцевих родовищ», «Захист м. Нікополя», «Захист східного району марганцевих родовищ» – на правобережжі, «Захист Кам'янського Поду» на лівому березі. Встановлено, що ерліфтні дренажні системи працюють з витратами води значно нижчими за проектні, що призводить до підтоплення зазначених територій. Визначено, що постійне зниження дебіту вертикальних свердловин з ерліфтною системою водовідведення відбувається унаслідок кольматації їх фільтрів пластівцями тривалентного гідроксиду заліза, які утворюються в результаті взаємодії повітря та інфільтраційних вод.

Розглянуто можливість заміни частини вертикальних дренажів з ерліфтною системою водовідведення на більш продуктивні глибинні насоси марки ЕЦВ, оскільки існуюча протифільтраційна завіса (ПФЗ) не в змозі забезпечити необхідне зниження рівнів інфільтраційних вод.

Запропоновано підвищити ефективність роботи протифільтраційних споруд шляхом переобладнання ерліфтної системи водовідбору з дренажних свердловин на сифонну систему водовідведення та використання інфільтраційних вод після додаткового очищення для задоволення господарсько-побутових і санітарно-гігієнічних потреб місцевих мешканців протягом року, а також для сільськогосподарських потреб у весняно-літній період.

**Ключові слова:** вертикальний дренаж, свердловина, сифонний водовід, водоприймальний збірний колодезь, радіус впливу зниження рівнів води, витрата води, гідравлічні опори, інфільтраційні води

**Актуальність проблеми.** Наповнення Каховського водосховища призвело до підйому рівня вод Дніпра на 9-15 м. Ріка Дніпро, яка була раніше джерелом розвантаження ґрунтового потоку, перетворилась у потужне джерело його живлення. Отже, масиви, розміщені нижче від рівня води у водосховищі, опинились у зоні критичного підвищення рівня ґрунтових вод, які отримують додаткове живлення завдяки процесам фільтрації через тіло дамби.

Для зниження рівня ґрунтових вод у 50-х роках минулого століття було запроєктовано та побудовано комплекс захисних споруд, які захищають прилеглу територію. Так, понад 16 тис. га зазначених масивів захищається спорудами Нікопольського басейнового управління водних ресурсів (БУВР). Комплекс включає вісім дамб загальною довжиною близько 32 км, з яких 3 дамби загальною довжиною 15,64 км побудовано на лівому березі

Каховського водосховища, а 5 дамб загальною довжиною понад 16 км на правому. Дамби тут є переважно обжатого або обтиснутого профілю [1]. Більшість дамб із боку водосховищ укріплено бетонним або кам'яним

кріпленням, їх часто доводиться відновлювати через високі хвилі (понад 3 м), притаманні цьому водосховищу. У тілі дамб або поруч споруджено дренажну мережу.

На правобережних захищених масивах (на притоках Дніпра р. Томаківка та р. Базавлук) створено Миколаївське та Шолохівське водосховища, які дозволяють вирівнювати стік і зменшувати великі витрати води, що іноді відбуваються у зазначених річках.

На чотирьох захищених масивах Каховського водосховища працюють 4 насосні (11 насосів загальною продуктивністю понад 60 м<sup>3</sup>/с) та 3 компресорні станції (10 компресорів загальною потужністю 15,4 м<sup>3</sup>/с), які забезпечують діяльність протифільтраційних завіс (ПФЗ).

Незважаючи на експлуатацію існуючої ПФЗ ефективність роботи ерліфтної системи водовідбору з дренажних свердловин на сьогодні низька та не відповідає проектним вимогам, а тому розроблення заходів та шляхів підвищення ефективності роботи ПФЗ є актуальними та практично необхідними.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Є.О. Бакшеев дає опис усіх водосховищ Дніпра. За його даними затоплено і підто-



плено 677 000 гектарів (га) земель, захищено від затоплення 224 000 га та 203 населених пункти. Велику увагу приділено історії створення водосховищ і захисних систем [2,3].

Досить повну загальну характеристику захищених масивів р. Дніпро надано В.І. Вишневським у третьому розділі книги «Ріка Дніпро» [1]. Автор виділяє 24 захисних масиви загальною площею 254 тисячі га. При цьому за його даними площа масивів, які експлуатує Дніпровське басейнове управління водних ресурсів (БУВР), становить 245,25 тисяч га.

Дослідженню протифільтраційних споруд Кам'янського Поду було присвячено наукові пошуки Крученюка В.Д., Хоружого П.Д. [4-6], які досліджували причини незадовільної роботи ПФЗ, розглядали можливість запобігання кольматації свердловин шляхом оптимізації їх фільтрувального завантаження. Запропоноване вченими фільтрувальне завантаження мало надзвичайно позитивний ефект. Свердловини, які вводились в експлуатацію із запропонованим фільтрувальним завантаженням, протягом тривалого часу не кольматувались і, як наслідок, мали високий дебіт, що дозволило значно знизити експлуатаційні витрати та капітальні витрати на буріння нових свердловин. Проте, більшість свердловин так і продовжують експлуатувати без запропонованого автором фільтрувального завантаження.

Системам захисту від підтоплення з дніпровських водосховищ присвячена робота Д.П. Савчука та ін. Автори виділяють 24 масиви інженерного захисту площею 198 тисяч гектарів, зазначають що близько 56 тисяч гектарів ще є незахищеними та потерпають від підтоплень. У статті наведено загальну характеристику наявного інженерного комплексу захисних споруд. Зазначено, що на 13 захищених масивах дренаж не забезпечує потрібного режиму водовідведення [7].

В. Вишневським і С. Шевчуком виконано візуалізацію рельєфу місцевості поблизу Каховського водосховища. За допомогою шкали висот у програмі Global Mapper ними виділено масиви, розташовані нижче нормального підпірного рівня (НПР) Каховського водосховища. Зокрема, до таких масивів відноситься значна частина м. Нікополь та м. Покров (у минулому – м. Орджонікідзе) [8]. Використовуючи наявні інструменти програми можна наносити певні лінії, зображуючи рельєф, який їм відповідає, встановлювати висоту місцевості у кожній точці обраного створу, будувати об'ємні зображення, здійснювати розрахунки площ водо-

зборів річок та модуля стоку, від яких залежать розрахункові витрати води.

Захисту від підтоплення територій з дніпровських водосховищ як у цілому, так і окремих територій, зокрема масиву Кам'янський Под, присвячені роботи автора як одноосібні, так і в співавторстві [9-13].

**Методи досліджень.** Дослідження аналітичні. Розглянуто літературні джерела, проектно-експлуатаційні матеріали.

**Викладення основного матеріалу.** Результати досліджень показали, що спорудження греблі Каховської ГЕС підняло рівень води у Дніпрі на 9 м із природної відмітки 7 м до позначки 16,0 м. Підпір води розповсюдився вгору по течії до існуючої греблі Дніпрогесу, що призвело до підвищення рівня ґрунтових вод.

У природних умовах, до наповнення Каховського водосховища, ґрунтові води на території м. Кам'янка-Дніпровська знаходились на глибині 7-10 м. Область живлення ґрунтових вод співпадала з областю розповсюдження, а для розвантаження ґрунтових вод слугували р. Дніпро та р. Білозерка.

У створі Кам'янка-Дніпровська – Нікополь рівень води піднявся на 10-11 м. Таке підвищення рівня призвело б до підтоплення заплави р. Дніпро та низинних територій надзаплавних терас з усією інфраструктурою: населеними пунктами, марганцевими родовищами, промисловими та сільськогосподарськими підприємствами й іншими спорудами. Тому, при проектуванні Каховської ГЕС Українським відділенням інституту «Гідроенергопроект» (м. Харків) було розроблено проект схеми заходів для захисту територій від затоплення та підтоплення з Каховського водосховища.

Земляні дамби захищають навколишні території від поверхневого затоплення водами Каховського водосховища, НПР якого становить 16,0 м. Для боротьби з підвищенням рівня ґрунтових вод передбачалось будівництво дренажу, який мав би зберігати побутовий рівень ґрунтових вод.

Було здійснено захист прилеглих найбільш цінних територій, зокрема марганцевих родовищ на правобережжі. Площа захищених територій у заплаві р. Дніпро в зоні Каховського водосховища становить понад 16 тис. га. Три правобережні масиви загальною площею 9 321 га містяться у Дніпропетровській області, лівобережний – Кам'янський Под, входить до складу Запорізької області (рис. 1). Для захисту масивів, які потерпають від підтоплення, створено захисний комплекс, який експлуатується протягом тривалого терміну (Нікопольське БУВР у 2018 р. відзначило своє 60-річчя).





Рис. 1. Схема розміщення захищених масивів Каховського водосховища

Незважаючи на постійну роботу насосно-компресорного обладнання, ці території продовжують потерпати від підтоплень, оскільки позначки масивів значно нижчі рівня води у Каховському водосховищі. Річні амплітуди коливання рівнів ґрунтових вод змінюються від 0,5 до 2 м. Найголовнішими причинами підтоплень є

постійна фільтрація з Каховського водосховища, яка призводить до підтоплень підвальних приміщень, зростання засоленості ґрунтів, а також незадовільна робота ПФЗ.

Коротка характеристика захищених масивів Каховського водосховища наведена у таблиці 1.

#### 1. Коротка характеристика захисних споруд масивів Каховського водосховища

Назва захищених масивів Складові захисного комплексу	Правобережжя			Лівобережжя
	Західний район марганцевих родовищ	Захист м. Нікополя	Східний район марганцевих родовищ	Кам'янський Под
Місце розташування, площа масиву $S =$ , га	Гирло р.Базавлук, $S = 6\ 820$	Поблизу м.Нікополь, $S = 141$	Гирло р.Томаківка, рукави Дніпра Ревун і Бугай. М. Марганець та ін., $S = 2\ 340$	Понижзя лівобережжя Каховського вдсх. Гирло р. Білозерка, $S = 6\ 700$
Дамби, довжина $l =$ , км, позначка гребеню $H =$ , м.) коротка характеристика	Прибережна № 8, $l = 3,87$ , укріплена камінням або бетоном	Прибережна $l = 3,81$ , $H = 19,0$ , укріплена камінням	№ 2, $l = 0,74$ , $H = 19,0$ ; № 4, $l = 4,8$ , $H = 19,2$ , більша частина укріплена бетоном; № 5 $l = 2,8$ , $H = 19,2$	Кам'янська, $l = 6,8$ , $H = 20,0$ , укріплена кам'яним мощенням. Знам'янська $l = 7,2$ , $H = 20,0$ . Білозерська $l = 1,64$ , $H = 20,0$
Водосховища, повний об'єм $V =$ , млн.м <sup>3</sup>	Шолохівське, $V = 97,2$	Улоговина між містом і дамбою $V = 0,07$	Миколаївське, $V = 14,5$	Білозерський лиман, $V = 28,08$
Дренажна мережа	Відкрита загальною довжиною 14,4 км 40 дренажних свердловин	2 колектори в тілі дамби ПФЗ завдовжки 1,8 км із 36 ерліфтних свердловин	Придамбова водойма біля насосної станції	Кам'янська ПФЗ, Знам'янська ПФЗ
Насосні станції, їх кількість / продуктивність, м <sup>3</sup> /с	Базавлуцька, 5/30	Нікопольська, 5/0,96	Томаківська, 4/20	Білозерська, 2/10
Компресорні станції, кількість компресорів / їх потужність м <sup>3</sup> /с	-	Нікопольська 3 / 6,5	-	Кам'янська, 4/6,5; Знам'янська, 3/2,4



ПФЗ з ерліфтною системою водовідведення проектувались як новаторська ідея. Нескладна конструкція, простота в експлуатації, можливість регулювання роботи всієї системи та кожної свердловини окремо, можливість подальшого розвитку системи без порушення роботи діючих споруд, одна компресорна станція на всю завісу, невисока вартість енергоносіїв, тому на низький ККД (0,2-0,25) ерліфтів не зважали. Цей тип дренажу був схвалений Всесоюзним науково-дослідним інститутом гідротехніки ім. Б.Є. Веденєєва, а також провідними вченими М.М. Веригіним, М.М. Бідерманом і С.Ф. Авер'яновим. При виборі найбільш економічної та ефективної дренажної системи розглядалися три варіанти, а саме: систематичний горизонтальний дренаж, комбінований і вертикальний. Техніко-економічний аналіз між трьома варіантами показав, що найдешевшим на той час було будівництво вертикального дренажу у вигляді прибережного лінійного ряду. Проте, при проектуванні ПФЗ не достатньо правильно розраховували кількість води, яка мала відводитись, і в перший же рік експлуатації захищені масиви було підтоплено. Також при проектуванні не було враховано, що інфільтраційні води у цьому регіоні мають високий вміст сполук колоїдного заліза ( $1,41-3,34 \text{ мг/дм}^3$ ) [9], які при подачі кисню компресорними станціями окиснюються, створюючи пластівці нерозчинного тривалентного гідроксиду заліза.

Отже, ерліфти працюють, як незалізнювальні установки, а осад з гідроксиду заліза випадає вниз, кольматуючи фільтрові зони свердловин. Пластівці осаду кольматують фільтрові щілини, підвищуючи гідравлічний опір і перешкоджаючи доступу води до ерліфтів та, як наслідок, знижується дебіт свердловин. Для підвищення ефективності низькодебітних свердловин використовується фізична (йоршування, томпонування) та хімічна обробка, проте це не завжди допомагає досягти бажаного результату. Іноді після обробки дебіт свердловин не покращується, а навпаки погіршується.

Слід зазначити, що в 70-х роках минулого століття вертикальні дренажні свердловини було оснащено 86 насосами АТН 10А, які при подальшій експлуатації не виправдали покладену на них функцію та з часом були ліквідовані [15].

У червні 2018 р. із 36 свердловин Нікопольської ПФЗ 32 були низько дебітними, у Знам'янській ПФЗ з 81 свердловини більшість

практично не працювала, їх було виведено з експлуатації. У Кам'янка-Дніпровській ПФЗ ряд свердловин також не працювали. На рис. 2 (праворуч) наведена непрацююча свердловина з ерліфтною системою водовідбору № 155. Низька продуктивність ПФЗ, або відключення свердловин призвело до зростання рівня ґрунтових вод, коли НІПР у Каховському водосховищі був звичайним – 16,0 м. Підтоплення спостерігалось і в Знам'янці, і Кам'янці-Дніпровській (в районі школи) і в пониззях м. Нікополь. Вертикальний дренаж усіх трьох завіс з ерліфтною системою водовідведення працював із витратами значно меншими проектних.

Для покращення стану захисту м. Кам'янка-Дніпровська державним регіональним проектно-вишукувальним інститутом «Дніпродіпровдгосп» було розроблено робочий проект [15]. Зазначений проект передбачає капітальний ремонт повітропроводу існуючої ПФЗ: заміну сталевих повітропроводів на ПЕ-100 SDR 26 (до 6 атм.) труби трьох різних діаметрів. Для створення нормальних гідрогеологічних умов на масиві Кам'янський Под рекомендовано провести заміну малодебітних свердловин з заміною ерліфтних установок на ділянці від свердловини 90 до свердловини 162 на високопродуктивні свердловинні насоси ЕЦВ з електродвигунами потужністю 11 кВт і 22 кВт з продуктивністю 40-120 м<sup>3</sup>/с та водопідйомними сталевими трубами діаметром 114x4 і 168x4. Проектом передбачено встановлення глибинних насосів типу ЕЦВ 10-120-40Г у кількості 14 одиниць, та ЕЦВ 10-63-40Г (свердловини 110,117,119-121,162).

Проте переобладнання цими насосами свердловин потребує значних капіталовкладень та витрат енергоносіїв. Крім того, глибинні насоси мають низьку експлуатаційну надійність. На рис. 2 (ліворуч) наведено знятий для ремонту глибинний насос, вкритий осадом (можливо, тривалентного гідроксиду заліза). Працівники Кам'янка-Дніпровської виробничої ділянки ремонтують насос ЕЦВ досить часто. Тому на даному об'єкті забір води з дренажних свердловин ми пропонуємо здійснювати за допомогою сифонного збірного водоводу [12].

Звичайні глибинні насоси ЕЦВ призначені для підйому води із загальною мінералізацією (сухий залишок) не більше 1500 мг/дм<sup>3</sup> (у м. Кам'янка-Дніпровська загальна мінералізація ґрунтових вод у межах 800–1200 мг/дм<sup>3</sup>), з водневим показником (рН) від 6,5 до 9,5, температурою до 25 °С, масовою часткою твердих механічних домішок – не більше 0,01% з



розміром 0,1 мм, зі вмістом хлоридів – не більше 350 мг/дм<sup>3</sup>, сульфатів – не більше 500 мг/дм<sup>3</sup>, сірководню – не більше 1,5 мг/дм<sup>3</sup>, мають КПД понад 85 % на відміну від 20-25%, вертикальних свердловин з ерліфтною системою водовідбору. Проте, наявність твердих механічних домішок у підземних водах може зробити роботу насосів нерентабельною, а фільтри знизити продуктивність роботи глибинних насосів. Глибинні насоси очевидно будуть знижувати рівень підземних вод краще за свердловини з ерліфтним способом водовідбору.

Ще одним важливим аспектом захисту територій від підтоплення є утримання водоскидного каналу у належному стані. На жаль, через низький рівень культури та безкарність, місцеві жителі блокують доступ техніки для очищення каналів, засмічують їх, несанкціоновано безоплатно відбирають воду з водоскидного каналу для задоволення власних потреб. Працівникам Кам'янка-Дніпровської дільниці доводиться чистити канал уручну, вислуховуючи нарікання власників наділів, що мешкають поблизу нього.



Рис. 2. Ремонт глибинного насоса на Кам'янка-Дніпровській експлуатаційній ділянці (ліворуч), ерліфтна свердловина № 155 (праворуч)

Нами пропонується використання інфільтраційних вод після додаткового очищення для задоволення господарсько-побутових та санітарно-гігієнічних потреб місцевого населення увесь рік, а також для сезонних потреб сільського господарства [9, 12].

Слід також зазначити, що в м. Кам'янка-Дніпровська (населення 12,832 тис. осіб, станом на 01.01.2018 р.) більшість мешканців має присадибні ділянки, де вирощуються городні та садові культури. Протягом весняно-літнього періоду, за низького рівня опадів, виконується неконтрольований полив присадибних ділянок зі свердловин, які має населення. Оскільки загальна мінералізація

підземних вод, якими поливають городи, підвищена, у цьому регіоні висока ймовірність зростання засоленості ґрунтів.

**Висновки.** Аналіз роботи діючих ПФЗ Каховського водосховища показав неефективність використання вертикальних дренажів із ерліфтною системою водовідведення. Їх питомий дебіт постійно знижується і не відповідає проектним вимогам.

Дослідження показали, що високий рівень заліза у воді, яка відкачується з дренажних свердловин, виноситься інфільтраційними водами Каховського водосховища з водоносних пластів даного регіону. У різних свердловинах вміст заліза становить 0,41-14,2 мг/дм<sup>3</sup>.



В умовах використання ерліфтної системи водовідведення свердловини працюють як незалізніювальні установки: 80-85% колоїдних сполук заліза після хімічної взаємодії із киснем, який нагнітають компресорні станції, випадає в осад як тривалентний гідроксид заліза. Це призводить до швидкої кольматації фільтрів і прифільтрових зон.

Для покращення роботи дренажних свердловин слід усунути явище кольматації фільтрів, яку можна досягти при відсутності

аерації води всередині фільтрів або при створенні умов безперешкодного виносу осаду зі свердловин на поверхню землі.

Це завдання можна вирішити шляхом переобладнання дренажних систем з ерліфтним способом водовідведення зі свердловин на сифонну систему забору та відведення води з таких свердловин при застосуванні насосів з горизонтальним валом, які мають високий ККД, а отже і менші питомі витрати електроенергії на перекачування води.

### Бібліографія

1. Вишневецький В.І. Ріка Дніпро. Київ: Інтерпрес ЛТД, 2011. 384 с.
2. Бакшеев Є.А. История создания сооружений по защите территорий от затопления и подтопления. Киев: Довіра, 2002. 113 с.
3. Бакшеев Є.А. Днепровские водохранилища и их народнохозяйственный эффект. Воспоминания и размышления проектировщика. Київ: Довіра, 2008. 159 с.
4. Хоружий П.Д., Крученюк В.Д. Підтоплення територій: що робити? // Екологічний вісник, 2003. № 3-4 (13-14). С. 6-7.
5. Хоружий П.Д., Крученюк В.Д. Способи підвищення ефективності роботи протифільтраційних завіс від підтоплення територій з водосховищ // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, 2003. № 6. С. 48-51
6. Крученюк В.Д. Інтенсифікація роботи дренажних свердловин з ерліфтною системою водовідбору для захисту населених пунктів від підтоплення (на прикладі Кам'янка-Дніпровської протифільтраційної завіси): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. Спец: 06.01.02. Київ: УААН, Ін-т гідротехніки і меліорації. 2006. 16 с.
7. Савчук Д.П., Беліков О., Котикович І. Підтоплення та системи захисту від нього в зоні дніпровських водосховищ. // Водне господарство України № 5 (113). 2014. С. 27-32.
8. Вишневецький В.І., Шевчук С.А. Використання даних дистанційного зондування Землі у дослідженнях водних об'єктів України. Київ: Інтерпрес ЛТД. 116 с.
9. Хоружий П.Д., Левицька В.Д. Шляхи покращення роботи комплексу захисних споруд Кам'яньського Поду // Меліорація і водне господарство, 2016. Вип. 104. Київ, С. 119-125.
10. Левицька В.Д. Аналіз сучасного стану та шляхи покращення роботи Кам'янка-Дніпровської протифільтраційної завіси // Збірник статей наук.-практ. конференції: Вода: проблеми і шляхи вирішення. м. Рівне 5-8 липня 2017 р. Житомир: вид-во ЕЦ «Укрекобіокон». 2017. С. 196-200.
11. Хоружий П.Д., Левицька В.Д. Комплексне використання інфільтраційних вод у зонах підтоплення від дніпровського каскаду водосховищ. // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки: науково-технічний збірник за матеріалами Третьої Міжнародної науково-практичної конференції: Водокористування: технології; споруди; менеджмент. Київ: КНУБА, 07-09.12.2016. С. 400-407.
12. Левицька В.Д. Проблеми підтоплення територій з дніпровських водосховищ і можливості використання інфільтраційних вод//Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції : Управління водними ресурсами в умовах змін клімату, присвяченої Всесвітньому дню води 21.03.2017. Київ. С. 100-101.
13. Хоружий П.Д., Левицька В.Д. Методика розрахунку вертикальних із сифонним водовідбором інфільтраційних вод // Меліорація і водне господарство, 2016. Вип. 104. Київ, С. 102-108.
14. Сторінка Київського регіонального управління водних ресурсів / Сайт Дніпровського басейнового управління водних ресурсів: <http://dbuwr.com.ua>
15. Пояснювальна записка. Реконструкція Кам'яньської та Знам'яньської компресорних станцій для захисту від підтоплення Кам'яно-Дніпровського району Запорізької області. Коригування. Том 1. Держводагентство Дніпропетровськ: ДРПВІ Дніпродіпроводгосп, 2016. 45 с.



### References

1. Vyshnevs'kyy, V.I. (2011). Rika Dnipro. [River Dnieper] Kyiv: Interpress LTD, 384. [in Ukrainian].
2. Baksheyev, É.A. (2002.) Istoriya sozdaniya sooruzheniy po zashchite territoriy ot zatopleniya i podtopleniya. [The history of the creation of structures to protect areas from flooding and submergence.] Kiev: Dovira, 113. [in Russian].
3. Baksheyev, É.A. (2008). Dneprovskiye vodokhranilishcha i ikh narodnokhozyaystvennyy effekt. Vospominaniya i razmyshleniya proyektirovshchika. [Dnieper reservoirs and their economic effect. Memories and reflections of the designer.] Kiev: Dovira, 159. [in Russian].
4. Khoruzhyi, P.D., & Kruchenyyuk, V.D. (2003). Pidtoplennya terytoriy: shcho robyty? [Flooding the Territories: What to Do?]. Ecological Bulletin, 3-4, 6-7. [in Ukrainian].
5. Khoruzhyi, P.D., & Kruchenyyuk, V.D. (2003). Sposoby pidvyshchennya efektyvnosti roboty protyfil'tratsiynykh zavis vid pidtoplennya terytoriy z vodoskhovyshch. [Ways of increasing the effectiveness of anti-filtering veils against flooding of water reservoirs] Environmental ecology and life safety, 6, 48-51. [in Ukrainian].
6. Kruchenyyuk, V.D. (2006). Intensyfikatsiya roboty drenaznykh sverdlovn z erliftnoyu systemoyu vodovidboru dlya zakhystu naselenykh punktiv vid pidtoplennya (na prykladi Kamyanka-Dniprovs'koyi protyfil'tratsiynoyi zavisy) [Intensification of the work of drainage wells with an airlift water selection system for protecting the population of points from flooding (for example, Kamyanka-Dneprovsky antifiltration system)]. Author's abstract. Kyiv, UAAS, Institute of Hydrotechnics and Melioration, 16. [in Ukrainian].
7. Savchuk, D.P., Belikov, O., & Kotykovych, I. (2014). Pidtoplennya ta systemy zakhystu vid n'oho v zoni dniprovs'kykh vodoskhovyshch [Flood protection and protection systems in the zone of Dnieper reservoirs]. The water management of Ukraine, 5, 27-32. [in Ukrainian].
8. Vyshnevs'kyy, V.I., & Shevchuk, S.A. (2018). Vykorystannya danykh dystantsiynoho zonduvannya Zemli u doslidzhennyakh vodnykh ob'ektiv Ukrayiny. [Using data from remote sensing of the Earth in researches of water objects of Ukraine]. Kyiv: Interpress LTD, 116. [in Ukrainian].
9. Khoruzhyi, P.D., & Levytska, V.D. (2016). Shliakhy pokrashchennia roboty kompleksu zakhysnykh sporud Kam'ianskoho Podu [Ways to improve the operation of the protection facilities complex of Kamensky Pod]. Land Reclamation and Water Management, 104, 119-125. [in Ukrainian].
10. Levytska, V.D. (2017). Analiz suchasnoho stanu ta shlyakhy pokrashchennia roboty Kam'yanka-Dniprovs'koyi protyfil'tratsiynoyi zavisy. [An analysis of the anti-filtration operation and ways of improving the work of the Kam'yanka-Dniprovs'ky antifiltration system]. International Scientific and Practical Conference: Water: Problems and Solutions. Rivne: EC "Ukrekobiokon", 196-200. [in Ukrainian].
11. Khoruzhyi, P.D., & Levytska, V.D. (2016). Kompleksne vykorystannya infil'tratsiynykh vod u zonakh pidtoplennya vid dniprovs'koho kaskadu vodoskhovyshch. [Complex use infiltration waters in flood areas of the Dnieper reservoir cascade]. International Scientific and Practical Conference: Water use: technologies; buildings; management. Kyiv: KNUBA, 400-407. [in Ukrainian].
12. Levytska, V.D. (2017). Problemy pidtoplennya terytoriy z dniprovs'kykh vodoskhovyshch i mozhyvosti vykorystannya infiltratsiynykh vod. [Problems of flooding of the territories from the Dnieper reservoirs and the possibility of using infiltration water]. International Scientific and Practical Conference: Water Resources Management in Climate Change, Water Day. Kiev: IWPiM NAAS, 100-101. [in Ukrainian].
13. Khoruzhyi, P.D., & Levytska, V.D. (2017). Metodyka rozrakhunku vertykalnykh drenazhiv iz syfonnym vodovidborom infiltratsiynykh vod [The method of calculation of vertical drain performance when using siphon grains for infiltration water intake]. Land Reclamation and water management, 106, 102-108. [in Ukrainian].
14. Storinka Kyivskoho rehionalnoho upravlinnya vodnykh resursiv. Sayt Dniprovskoho baseynovoho upravlinnya vodnykh resursiv. [Page of the Kyiv Regional Water Management Department. The site of the Dnieper Basin Water Resources Directorate]. Retrieved from <http://dbuwr.com.ua>
15. State Water Agency. (2016). Rekonstruktsiya Kamyanskoyi ta Znamyanskoyi kompresornykh stantsiy dlya zakhystu vid pidtoplennya Kamyanko-Dniprovskoho rayonu Zaporizkoyi oblasti. Koryhuvannya. Tom 1. Derzhvodahentstvo, m.Dnipropetrovsk. [Explanatory note. Reconstruction of the Kamensky and Znamensky compressor stations for protection against flooding of the Kamianko-Dnepr district of the Zaporizhzhya region]. Dnipropetrovsk: DRPVI "Dniproidivodzhosp", 1, 45. [in Russian].



В.Д. Левицкая

**Анализ существующего состояния защиты территорий от подтопления с Каховского водохранилища**

**Аннотация.** Проанализирована эффективность работы противofильтрационного защиты территорий на побережьях Каховского водохранилища в пределах четырех защищенных массивов: «Защита западного района марганцевых месторождений», «Защита г. Никополя», «Защита восточного района марганцевых месторождений» – на правом берегу, «Защита Каменского Пода» на левом берегу. Установлено, что эрлифтные дренажные системы работают с расходами воды значительно ниже проектных, что приводит к подтоплению указанных территорий. Определено, что постоянное снижение дебита вертикальных скважин с эрлифтной системой водоотведения происходит вследствие кольматации их фильтров хлопьями трехвалентного гидроксида железа, которые образуются в результате взаимодействия воздуха и инфильтрационных вод.

Рассмотрена возможность замены части вертикальных дренажей с эрлифтной системой водоотведения на более производительные глубинные насосы марки ЭЦВ, поскольку существующая противofильтрационная занавеса (ПФЗ) не в состоянии обеспечить необходимое снижение уровней инфильтрационных вод.

Предложено повысить эффективность работы противofильтрационных сооружений путем переоборудования эрлифтной системы водоотбора из дренажных скважин на сифонную систему водоотведения и использования инфильтрационных вод после дополнительной очистки для удовлетворения хозяйственно-бытовых и санитарно-гигиенических нужд местных жителей в течение года, а также для сельскохозяйственных нужд в весенне-летний период.

**Ключевые слова:** вертикальный дренаж, скважина, сифонный водовод, водоприемный сборный колодец, радиус влияния снижения уровней воды, расход воды, гидравлическое сопротивление, инфильтрационные воды.

V.D. Levytska

**Analysis of the existing state of current protection of the surrounding to the territories to the Kakhovske reservoir territories against flooding**

**Abstract.** The effectiveness of the anti-filtration protection of the territories on the coasts of the Kakhovky reservoir within the four protected areas: «Protection of the western region of manganese deposits», «Protection of the city of Nikopol», «Protection of the eastern region of manganese deposits» – on the right side, «Protection of Kamyansky Podh» on the left bank. It has been established that airlift drainage systems operate with water consumption significantly lower than the design, which leads to flooding of these areas. It has been determined that the constant decrease in the flow of vertical wells with the air-lift drainage system occurs due to the coloration of their filters by flakes of iron hydroxide, which are formed as a result of the interaction of air and infiltration water.

The possibility of replacing part of vertical drainage with an air tight drainage system on the more productive depth pumps of the mark of ECW is considered as the existing anti-filter system (AFS) is not able to provide the necessary reduction of infiltration water levels. It is proposed to improve the efficiency of the anti-filtration facilities by retrofitting an air-lift system for draining water from drainage wells to a siphon drainage system and using infiltration water after additional treatment to meet the household and sanitary needs of local residents during the year, as well as for agricultural needs in spring-summer period.

**Key words:** vertical drainage, well, siphon water line, water intake well, radius of influence of lower water levels, water flow, hydraulic resistance, infiltration water.