

М.О. Лаврик, А.В. Павличенко, К.В. Трепачова

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА И СТЕПЕНИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРУДОВ-НАКОПИТЕЛЕЙ ШАХТНЫХ ВОД НА ОБЪЕКТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

*Установлено закономерности изменения экологического состояния окружающей среды в районах расположения прудов-накопителей шахтных вод. Приведены результаты оценки степени и характера воздействия прудов-накопителей шахтных вод на компоненты окружающей среды.*

---

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРУ ТА СТУПЕНЯ ВПЛИВУ ПРУДІВ-НАКОПИЧУВАЧІВ ШАХТНИХ ВОД НА ОБ'ЄКТИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

*Встановлено закономірності зміни екологічного стану навколишнього середовища в районах розташування ставків-накопичувачів шахтних вод. Наведено результати оцінки ступеня і характеру впливу ставків-накопичувачів шахтних вод на компоненти навколишнього середовища.*

---

### **STUDY OF CHARACTER AND DEGREE OF IMPACT OF MINE DRAINAGE PONDS ON THE ENVIRONMENT**

*The regularities of changes in state of the environment in the areas of mine water ponds are defined. The results of the assessment of impact degree and nature of mine water ponds on the components of the environment are given.*

---

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Угледобывающая промышленность является основным источником получения энергоресурсов и от ее эффективной работы зависит стабильность функционирования предприятий теплоэнергетики, металлургии и других отраслей экономики Украины. В то же время, многолетняя разработка запасов угля сопровождается комплексным деструктивным воздействием на компоненты окружающей природной среды. При этом из-за ухудшения условий добычи полезных ископаемых, увеличивается сложность и затратность идентификации фактического уровня воздействия шахт на отдельные природные компоненты.

Высокая концентрация угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий на небольших по площади территориях вызывает необходимость изучения уровней и характера их воздействия на окружающую среду. При изучении степени воздействия процессов угледобычи на окружающую среду особого внимания заслуживают пруды-накопители шахтных вод, которые в горнодобывающих регионах давно стали привычным объектом техногенного ландшафта. Их влияние распространяется на недра, подземные воды, почвы, что обусловлено низкой естественной защищенностью и экологической устойчивостью природных объектов в условиях техногенеза, а также значительными объе-

мами шахтных вод, которые сбрасываются в естественные понижения рельефа без применения необходимых защитных мероприятий.

В работе [1] установлено, что одной из главных причин, которые привели к значительным изменениям в окружающей среде Западного Донбасса, является низкая достоверность прогнозов шахтных водопритоков и оценка их влияния на поверхностные и подземные воды. Объемы поступающих в горные выработки и откачиваемых на дневную поверхность вод значительно превышают прогнозные показатели. Соответственно, разрабатываемые для этих показателей природоохранные мероприятия оказались просто несостоятельными. Для прудов-накопителей предусматривался паводковый сброс накопленных шахтных вод в гидрологические объекты. Результатом таких природоохранных подходов стало увеличение минерализации и изменение естественного химического состава воды в реках Самара и Волчья, а также в подземных водоносных горизонтах региона [2 – 4].

Под влиянием угледобычи естественная гидрогеологическая и геологическая обстановка существенно деформируется, и водные ресурсы, переходя в искусственный режим своего формирования, претерпевают количественные и качественные изменения.

Основными техногенными процессами, вызывающими негативное воздействие на гидрогеохимический режим подземных вод Западного Донбасса, являются:

- инфильтрация шахтных вод из прудов-накопителей;
- вынос загрязняющих веществ из пород, складированных в отвалах и используемых для целей рекультивации;
- перевод подземного стока в поверхностный на участках проседания земной поверхности с формированием замкнутых зон загрязнения;
- поступление загрязненных вод из поверхностных водоемов в подземные водоносные горизонты.

В настоящее время в Западном Донбассе функционируют три основные системы сброса шахтных вод, промежуточными узлами которых являются пруды-накопители в балках Косьминная, Таранова и Свидовок. При строительстве прудов-накопителей устья естественных оврагов были перекрыты дамбами из отвальных шахтных пород. В связи с этим возникает необходимость в исследовании характера и степени воздействия этих прудов на объекты окружающей природной среды.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Особую роль в геологическом строении и гидрогеологических условиях исследуемого района играют тектонические нарушения, являющиеся водонепроницаемыми экранами на пути движения подземных вод и резко осложняющие условия залегания и обводненности углевмещающих пород. В зонах между тектоническими нарушениями создаются закрытые гидравлические структуры. Проведение горных работ приводит к нарушению этих природных барьеров, и это неизбежно сопровождается снижением защищенности природных подземных вод, а также смешиванием подземных вод с разной минерализацией.

Район Западного Донбасса является регионом с густой сетью промышленных предприятий. На относительно небольшой территории функционирует 10 угольных шахт и обогатительная фабрика, что неизбежно приводит к ухудшению экологической ситуации в регионе. Особенности природных условий Западного Донбасса (заболоченность, первичный гидроморфизм, естественное осолонцевание и засоление почв) способствуют развитию и усугублению последствий негативного воздействия шахт на солевой баланс почв региона.

Основной причиной негативного влияния прудов-накопителей на подземные и поверхностные воды, недра и почвы является их несовершенство с точки зрения защиты объектов окружающей природной

среды. В основном пруды-накопители шахтных вод расположены в естественных балках и имеют в основании от 8 до 25 м суглинков с коэффициентом фильтрации от 1 до 3 м/сут.

Технические водоемы из-за утечек шахтных вод являются постоянным источником поступления их в объекты природной среды, усугубляя процесс подтопления территории. На начальных этапах их эксплуатации утечки составляли до 80 и даже 90% сбрасываемых в них вод. Под влиянием этого фактора наблюдается повышение уровня подземных вод от 2 до 4 м в четвертичных и неоген-палеогеновых отложениях [5].

Пруд-накопитель в балке Косьминная построен в 1967 г. и предназначен для аккумуляции и осветления шахтных вод шахт «Степная» и «Юбилейная», которые относятся к восточной группе и обрабатывают пласты «открытого» типа, характеризующиеся тесной взаимосвязью с горизонтами покровных отложений. Характерной особенностью является то, что горизонты зоны дренирования имеют гидравлическую взаимосвязь с водами посткарбонных отложений. В условиях этих пластов водопритоки достигают значительных величин

и формируются, в основном, за счет естественных запасов и ресурсов вод покровных отложений.

Пруд-накопитель состоит из двух участков: первый имеет глубину 3,5 м, длину – более 3 км, второй – 7,2 и 740 м соответственно. Ширина пруда в среднем составляет 337 м (рис. 1). Объем пруда составляет 5,3 млн м<sup>3</sup>. Величина сброса шахтных вод в среднем составляет 2,7 г/л. Подстилающими породами дна водоема являются суглинки лёссовидные с коэффициентом фильтрации от 12,21 (глубина залегания до 2 м) до 1,72 м/сут (глубина залегания до 3 м) в вертикальном, и 0,35 м/сут в горизонтальном направлении.

Осуществляемая очистка шахтных вод в горизонтальных отстойниках и прудах-накопителях позволяет достичь эффективной очистки только от взвешенных веществ. После очистки отстоянные воды сбрасываются в реку Самара в соответствии с утвержденным регламентом водоотведения.

Пруд-накопитель шахтных вод в балке Свиждовок введен в эксплуатацию в 1983 г. и имеет глубину 7 м, длину 860 м и ширину 665 м (рис. 2). Объем пруда-накопителя составляет 4 млн м<sup>3</sup> шахтных вод.

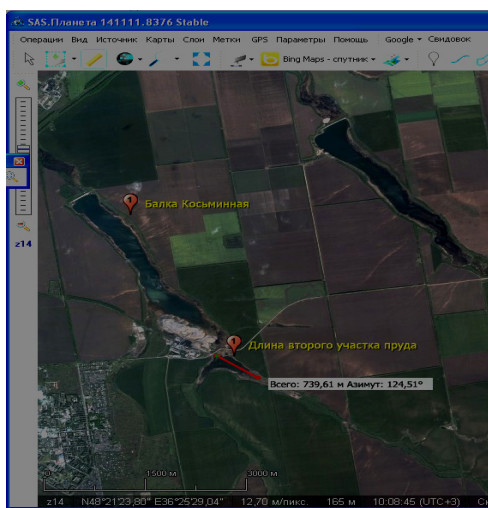
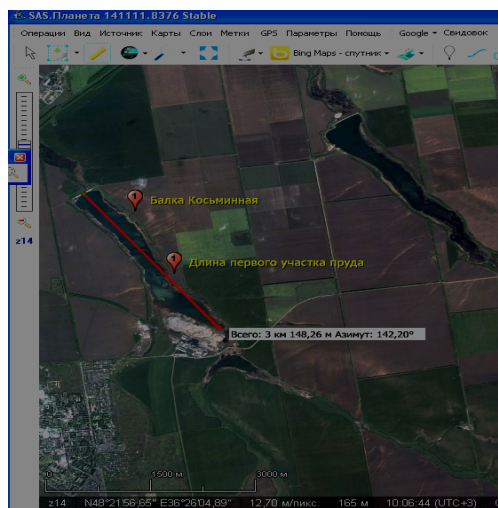


Рис. 1. Схемы пруда-накопителя в балке Косьминная, полученные в программе SasPlanet

В пруд в балке Сви́довок сбрасывают шахтные воды шахты центральной группы: «Благодатная», «Павлоградская», «им. Героев Космоса», «Терновская» и «Западно-Донбасская». Также в него перекачиваются воды из пруда-накопителя в балке Таранова. Шахтные поля указанной группы шахт относят к «полуоткрытому» типу, где горизонты зоны дренирования имеют гидравлическую взаимосвязь с водами посткарбонных отложений в пределах части шахтного поля. Величины и режим водо-

притоков определяются степенью «открытости» пласта. В закрытой части шахтного поля – поступление вод покровных отложений, а при разработке угольного пласта «закрытого» типа – естественными запасами водоносных горизонтов каменноугольных отложений. Минерализация шахтных вод в условиях разработки «полуоткрытых» угольных пластов изменяется от 2,6 (шахта «Терновская») до 15,3 г/л (шахта «Благодатная»).

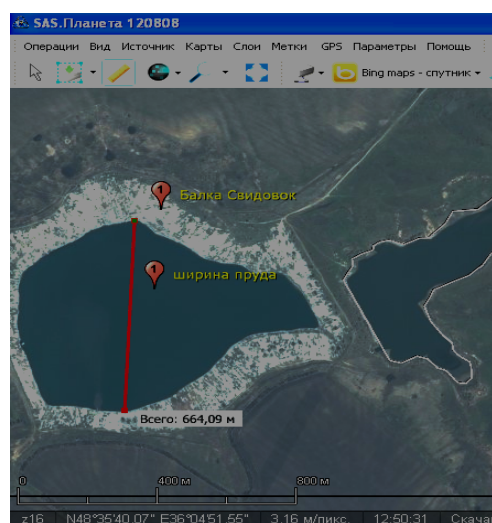
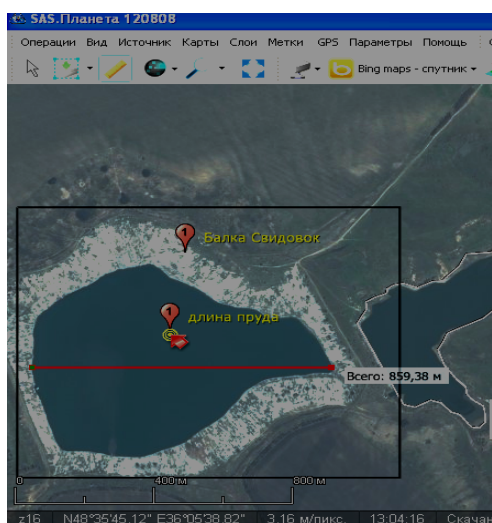


Рис. 2. Схемы пруда-накопителя в балке Сви́довок, полученные в программе SasPlanet

Шахтные воды на шахтах «им. Героев Космоса» и «Западно-Донбасская» формируются в условиях «закрытых» угольных пластов и характеризуются высокой минерализацией: на шахте «им. Героев Космоса» она составляет 32,2 – 39,5 г/л, на шахте «Западно-Донбасской» – 24,4 – 29,4 г/л. Средняя минерализация шахтных вод в пруде-накопителе составляет 11,5 г/л. Величина сброса шахтных вод 473,2 м<sup>3</sup>/ч. В основании ложа пруда находятся глины с коэффициентом фильтрации 0,005 м/сут.

В качестве защитной меры против инфильтрации был применен коллоидно-солевой экран, который, к сожалению, не

обеспечил эффективной защиты подземных и поверхностных вод от негативного воздействия сбросных шахтных вод [6, 7]. Это связано с тем, что высокоминерализованные воды, являются агрессивной средой, а также в районе размещения пруда-накопителя из-за значительной подработки территории наблюдаются процессы проседания земной поверхности, растяжения и разрывы грунта. Поэтому экран, который был заложен при проектировании, не обеспечил эффективной защиты объектов окружающей среды на прилегающих территориях.

Основные виды негативного влияния прудов-накопителей в балке Косьминная и Свиждовок на объекты окружающей среды представлены на рис. 3.

При оценке степени и характера негативного влияния прудов-накопителей на природные объекты необходимо учитывать, что большинство изменений очень сложно выявить на ранних стадиях. Поэтому, возникает необходимость в разработке универ-

сальных показателей-индикаторов, которые позволят выявить экологические риски негативного влияния прудов на различные природные компоненты. Данный подход позволит оценить не только интенсивность влияния прудов-накопителей на окружающую среду, но и обосновать приоритетность разработки и внедрения природоохранных мероприятий.

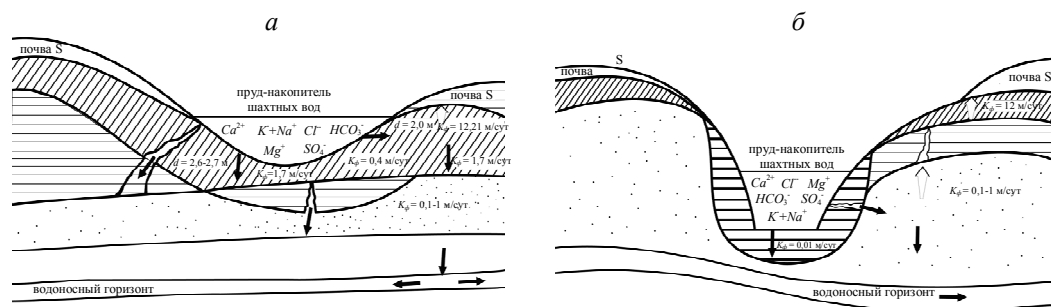


Рис. 3. Влияние прудов-накопителей на объекты окружающей среды: а – в балке Косьминная; б – в балке Свиждовок:  $\square$  – глины;  $\text{////}$  – суглинки лёссовидные;  $\rightarrow$  – инфильтрационные потоки; d – глубина залегания;  $\square$  – пески тонкозернистые; S – соленакопление в почвах;  $\rightleftarrows$  – капиллярное поднятие в почвах;  $\text{||}$  – разломы, трещины, растяжения грунта

Для идентификации факторов, по которым можно оценить интенсивность воздействия прудов-накопителей на объекты окружающей среды, выделены показатели, характеризующие: состояние экрана дна пруда, тип и коэффициент фильтрации подстилающих пород, минерализацию вод в пруде-накопителе, объем накопленных шахтных вод, уровень воды, наличие деформаций и проседаний поверхности пруда и др. (табл. 1).

По удельному весу каждого показателя можно судить о значимости этого показателя при разработке природоохранных мероприятий. При этом балл «1» характеризует минимальный вклад параметра в общий процесс негативного воздействия прудов на окружающую среду, «5» – максимальный.

Для более детальной оценки негативного влияния технических водоемов на объекты окружающей среды необходимо учитывать большее количество показателей, которые будут охватывать все виды воздействий и их последствий для компонентов природной среды (табл. 2).

Анализ данных табл. 1 и 2 выявил, что применяемые в исследуемых прудах накопителях природоохранные мероприятия не обеспечивают достаточную степень защиты недр и подземных вод, и без надлежащих противофильтрационных мер, они являются мощным источником химизации и загрязнения контактирующих с ними сред. В связи с этим, возникает необходимость разработки и внедрения безотлагательных мероприятий по предотвращению инфильтрации шахтных вод из прудов-накопителей в смежные объекты окружающей среды.

ОЦЕНКА НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ПРУДОВ-НАКОПИТЕЛЕЙ  
ШАХТНЫХ ВОД НА ОБЪЕКТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Таблица 1

Показатель	Оценочный балл				
	1	2	3	4	5
Минерализация шахтных вод, г/л	Пресные < 1 (ПДК)	Слабосоленые 1 – 3	Солоноватые 3 – 5	Сильносоленоватые 5 – 10	Соленые, сильносоленые, рассолы > 10
Проседание земной поверхности над подработанным пространством	Отсутствие проседания	Подработка территории с предполагаемым оседанием	Проседание	Проседание с подтоплением	Проседание с затоплением
Поднятие почвенно-грунтовых вод до глубины, м	> 4,1	3,1 – 4,0	2,1 – 3,0	1,1 – 2,0	< 1,0
Подстилающие породы/коэффициент фильтрации, м/сут (горизонтальный)	Естественный или искусственный экран	Глины < 0,001	Суглинки лёссовидные 0,01 – 0,4	Супеси 0,5 – 3,0	Песок 0,5 – 5,0
Объем пруда-накопителя, млн м <sup>3</sup>	0 – 2	2 – 3	3 – 4	4 – 5	> 5,0
Применяемые природоохранные меры	Обратная закачка шахтных вод	Химические коллоидные экраны совместно с очисткой шахтных вод	Химические коллоидные экраны	Сбросы в поверхностные водоемы в период весеннего половодья	Отсутствие экрана

Примечание: влияние «1» – отсутствует; «2» – низкое; «3» – среднее; «4» – высокое; «5» – очень высокое.

ВИДЫ И ОБЪЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ПРУДОВ-НАКОПИТЕЛЕЙ  
ШАХТНЫХ ВОД НА ОБЪЕКТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Таблица 2

Вид влияния	Объекты окружающей среды				
	атмосфера	гидросфера	литосфера	почвы	биота
Подтопление в результате инфильтрации	–	+	0	+	0
Загрязнение тяжелыми металлами	+	+	+	+	+
Загрязнение СПАВ	–	+	+	+	0
Нарушение гидрологического режима	–	+	+	+	0
Изменение условий обитания и угнетение жизнедеятельности почвенной биоты	–	–	0	+	+
Нарушение аэрации, влаго- и солепереноса почв	–	0	+	+	0
Засоление почв	–	+	+	+	0
Изменение pH почв	–	+	–	+	0
Снижение экологической устойчивости и опустынивание территорий	+	0	0	+	+
Нарушение процесса гумусообразования и снижения плодородия почв	–	–	–	+	+

Примечание: «–» – влияние отсутствует; «0» – минимальное или опосредованное воздействие; «+» – непрерывное непосредственное влияние.

## ВЫВОДЫ

1. Пруды-накопители являются значительным источником негативного влияния практически на все компоненты окружающей природной среды. Наибольшее непрерывное влияние они оказывают на подземные и поверхностные воды, а также грунты. Минимальное или опосредованное влияние испытывают на себе растительный покров и почвенная биота.

2. В результате оценки негативного влияния прудов-накопителей в балках Косьминная и Свидовок установлен «высокий» уровень их негативного влияния на компоненты окружающей среды. При этом

следует отметить, что значительно меньший по объему пруд в балке Свидовок, более агрессивен по отношению к компонентам окружающей среды за счет высокой минерализации шахтных вод, гидрогеологических особенностей района, большего давления на стенки и дно водоема за счет соотношения большой глубины и относительно небольшой площади зеркала воды пруда.

3. Для уменьшения негативного влияния прудов-накопителей на объекты окружающей среды необходимо усовершенствовать систему очистки шахтных вод. Кроме того, разрабатывать мероприятия по увеличению герметичности прудов, в том числе за счет применения глинистых материалов.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подрезенко И.Н. О факторах, влияющих на гидрохимический и гидрологический режимы гидросферы при эксплуатации угольных шахт Западного Донбасса / И.Н. Подрезенко, И.А. Краснопольский // *Экологія і природокористування*. – 2010. – Вип. № 13. – С. 155 – 163.

2. Кроик А.А. Влияние физико-химических процессов на изменение гидрохимических показателей подземных вод в зоне размещения горнодобывающих предприятий / А.А. Кроик, В.А. Готвянская // *Вода: проблемы и решения: материалы X междунар. научно-практ. конф.* – Д.: ДГАУ, 2012. – С. 68 – 81.

3. Бобылев Ю.П. Изменение биоразнообразия р. Самара под воздействием сброса шахтных вод Западного Донбасса / Ю.П. Бобылев, Л.В. Доценко, А.Ф. Кулик // *Биоразнообразие и роль зооценоза в естественных и антропогенных экосистемах: материалы III междунар. конф.* – Д.: Изд-во ДНУ, 2005. – С. 3 – 4.

4. Евграшкина Г.П. Пруд-накопитель сбросных шахтных вод «Свидовок» в Западном Донбассе и его экологические проблемы / Г.П. Евграшкина // *Экологія*

*довкілля та безпека життєдіяльності*. – 2003. – № 5. – С. 48 – 53.

5. Долгова Т.И. *Екологічна безпека ґрунтів у гірничодобувних районах: монографія* / Т.И. Долгова. – Д.: НГУ, 2009. – 270 с.

6. Евграшкина Г.П. Влияние горнодобывающей промышленности на гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия территорий: монографія / Г.П. Евграшкина. – Д.: Монолит, 2003. – 198 с.

7. Харитонов Н.Н. Оценка риска засоления грунтовых вод в некоторых горнодобывающих регионах Приднепровья / Н.Н. Харитонов, Р.В. Криваковская, Г.П. Евграшкина // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2006. – № 4. – С. 136 – 138.

## ОБ АВТОРАХ

Лаврик Мария Олеговна – аспирантка кафедры экологии Национального горного университета.

Павличенко Артем Владимирович – к.б.н., доцент кафедры экологии Национального горного университета.

Трепачова Карина Владимировна – аспирантка кафедры экологии Национального горного университета.

