

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ПРУДОВ-НАКОПИТЕЛЕЙ ШАХТНЫХ ВОД НА УРОВЕНЬ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ

Проанализировано влияние прудов-накопителей шахтных вод на экологическое состояние и степень засоления почв. Установлен уровень и характер засоления почв на территориях прилегающих к пруду-накопителю шахтных вод в б. Свидовок.

Проаналізовано вплив ставків-накопичувачів шахтних вод на екологічний стан та ступінь засолення ґрунтів. Встановлено рівень і характер засолення ґрунтів на територіях прилеглих до ставка-накопичувача шахтних вод в б. Свидовок.

The impact of mine water ponds on the ecological state and soil salinity degree is analyzed. The level and character of soil salinity in the territories adjacent to mine water pond in Svidovok gully is found.

Подземная добыча угля сопровождается комплексным негативным воздействием на все компоненты окружающей среды. В результате функционирования угледобывающих предприятий происходит деформация земной поверхности, подтопление и заболачивание территорий, загрязнение подземных и поверхностных вод, а также снижение способности водоемов самоочищаться. Такие нарушения приводят к засолению почв, снижению их плодородия, что в свою очередь вызывает уменьшение урожайности сельскохозяйственных культур и нарушение устойчивости экологических систем [1–3].

Серьезными источниками загрязнения поверхностных водоемов являются пруды-накопители шахтных вод [1, 4, 5]. На территории Днепропетровской области эксплуатируется 8 прудов-накопителей, из которых 5 расположены в районе Западного Донбасса. Большое число прудов-накопителей в сочетании с многочисленными хвосто- и водохранилищами различного масштаба приводит к формированию зон техногенной инфильтрации, что способствует устойчивому подъему уровней грунтовых вод повышенной минерализации, развитию процессов подтопления и вторичного засоления почв. Постоянное увеличение площадей деградированных почв и интенсивная дегумификация почв обуславливает необходимость изучения механизмов и особенностей развития процессов засоления почв в районах размещения прудов-накопителей шахтных вод.

Изучением экологических последствий влияния прудов-накопителей шахтных вод на экологическое состояние водных объектов занимались Кроик А.А., Пасечный В.Г., Божко В.Г., Чирва А.И., Захарченко М.А., Рыжикова И.А., Фиалко А.И., Шайдюк Н.И., Зубицкая Л.В. и др. Решению проблемы засоления почв посвящены исследования Срибного И.К., Свидерской С.М., Колесникова В.В., Буркинського Б.В., Галушкиной Т.П., Васильева А.Н., Долговой Т.И. и др. Однако в настоящее время недостаточно изучены вопросы засоления почв на территориях размещения прудов-накопителей шахтных вод угольных шахт.

Цель работы заключается в оценке степени воздействия прудов-накопителей шахтных вод на характер и степень засоления почв в угледобывающих регионах.

Основными факторами, приводящими к развитию вторичного засоления территорий, прилегающих к прудам-накопителям, являются:

- горизонтальная и вертикальная инфильтрация шахтных вод с повышенной минерализацией из технических водоемов в почвенные и водоносные горизонты;

- повышение уровня залегания грунтовых вод, вынесение легкорастворимых солей из низлежащих горизонтов в верхние почвенные горизонты;

- изменение экологических показателей почвы, приводящее к снижению плодородия, экологического потенциала почв, их деградация вследствие подщелачивания и уменьшения содержания гумуса.

Ускорение миграции загрязняющих веществ из прудов-накопителей в почвенно-растительный слой приводит к загрязнению почв, увеличению содержания в них солей, как следствие, формируются почвы с разной степенью и химизмом засоления [3–5]. Кроме того, усиление негативного влияния процессов угледобычи на состояние окружающей среды может происходить во время ликвидации нерентабельных шахт [6, 7]. При закрытии шахт способом «мокрой» консервации затопленное минерализованными шахтными водами отработанное шахтное пространство становится источником поступления солей и различных загрязняющих веществ в подземные воды и почвы. При этом происходит загрязнение подземных вод, подтопление, проседание и заболачивание земной поверхности, а также локальные множественные поступления минерализованных шахтных и загрязненных сточных вод в поверхностные и подземные водные объекты.

Главными источниками загрязнения поверхностных водоемов на территории Западного Донбасса являются пруды-накопители шахтных вод, расположенные в балках Косьминная, Таранова и Свидовок. Причиной негативного влияния прудов-накопителей на состав подземных вод является их конструктивное несовершенство. Пруды-накопители расположены в эрозионных врезках балок и имеют в основании от 8 до 25 м суглинков с коэффициентом фильтрации от 1 до 3 м/сут., что обеспечивает активную инфильтрацию и превращает пруды-накопители в крупные источники загрязнения подземных и поверхностных вод, повышения их минерализации, а также засоления почв [4, 5].

Следует отметить, что с целью предотвращения фильтрации высокоминерализованных вод из пруда-накопителя в балке Свидовок в днище и откосах пруда был создан химический экран, который оказался мало эффективным и не смог предотвратить инфильтрацию. Одной из причин неэффективности применения экранирующих покрытий в условиях Западного Донбасса является активное действие в покрывающих породах напряжений растяжения, имеющих неравномерный характер.

Для изучения процессов вторичного засоления почв, выявления региональных особенностей этих процессов, их влияния на изменение плодородия почв была выбрана территория, прилегающая к пруду-накопителю шахтных вод расположенного в балке Свидовок. В пруд-накопитель поступает вода шахт «Терновская», «Благодатная» и из пруда-накопителя б. Таранова. Объем пруда-накопителя – 5,3 млн. м³ (рис. 1). Воды, сбрасываемые шахтами, высокоминер-

рализованые – 3,2 г/дм³. Минерализация воды в пруде-накопителе максимальная по сравнению с другими техническими водоемами Западного Донбасса и составляет 22-25 мг/дм³ [4, 5].

Пробы почв отбирали на расстояниях 100, 500, 1000, 1500 и 2000 м от пруда-накопителя в четырех направлениях света. В отобранных пробах было определено содержание водорастворимых солей, тяжелых металлов и гумуса.



Рис.1. Сброс шахтных вод в пруд-накопитель б. Свидовок

Результаты химического анализа содержания водорастворимых солей, гумуса и показатель рН в исследуемых почвах приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты химического анализа почв на территории, прилегающей к пруду-накопителю в б. Свидовок
(в числителе – мг-экв на 100 г, в знаменателе – %)

№	∑ солей, %	HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Гумус, %	рН
1	0,18	<u>0,3</u> 0,0183	<u>0,2</u> 0,0072	<u>2,1</u> 0,1000	<u>0,5</u> 0,0100	<u>0,3</u> 0,0036	<u>1,8</u> 0,0419	0,0419	8,5
2	0,22	<u>0,3</u> 0,0183	<u>0,2</u> 0,0072	<u>2,6</u> 0,1248	<u>1,0</u> 0,0200	<u>0,2</u> 0,0024	<u>1,9</u> 0,0443	0,0383	8,3
3	0,21	<u>0,3</u> 0,0183	<u>0,2</u> 0,0072	<u>2,5</u> 0,1200	<u>0,7</u> 0,0140	<u>0,3</u> 0,0036	<u>2,0</u> 0,0466	0,0403	8,2
4	0,20	<u>0,3</u> 0,0183	<u>0,2</u> 0,0072	<u>2,3</u> 0,1104	<u>0,6</u> 0,0120	<u>0,3</u> 0,0036	<u>1,9</u> 0,0443	0,0419	8,6
5	0,11	<u>0,3</u> 0,0183	<u>0,2</u> 0,0072	<u>1,0</u> 0,0480	<u>0,7</u> 0,0140	<u>0,1</u> 0,0012	<u>0,7</u> 0,0163	0,0429	8,8

Анализ данных табл. 1 выявил, что почвы на исследуемой территории характеризуются химизмом засоления двух типов: сульфатным по анионному со-

ставу и натриевым по катионному со слабой степенью засоления в незасоленных почвах, а также кальциево-натриевым по катионному составу, и сульфатным по анионному в незасоленных почвах. Поступление ионов натрия в почвенный поглощающий комплекс (ППК) почв, ведет к его разрушению. Кроме того, накопление ионов натрия в почвенном растворе ухудшает условия и качество роста растений. Внедрение Na^+ в ППК из нейтральных солей возможно только при большом преобладании в растворе натрия над щелочноземельными катионами (до 80 % Na^+ против 20 % $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). В исследуемых образцах этот процент составляет от 70 % на минимальном удалении от пруда-накопителя и до 46 % на расстоянии 2000 м. Внедрение в ППК почв обменных катионов натрия характеризует начало новой стадии в развитии почвы – стадию солонца.

Влияние процесса соленакопления в почвенных системах на содержание в них органического вещества (гумуса) представлено на рис. 1.

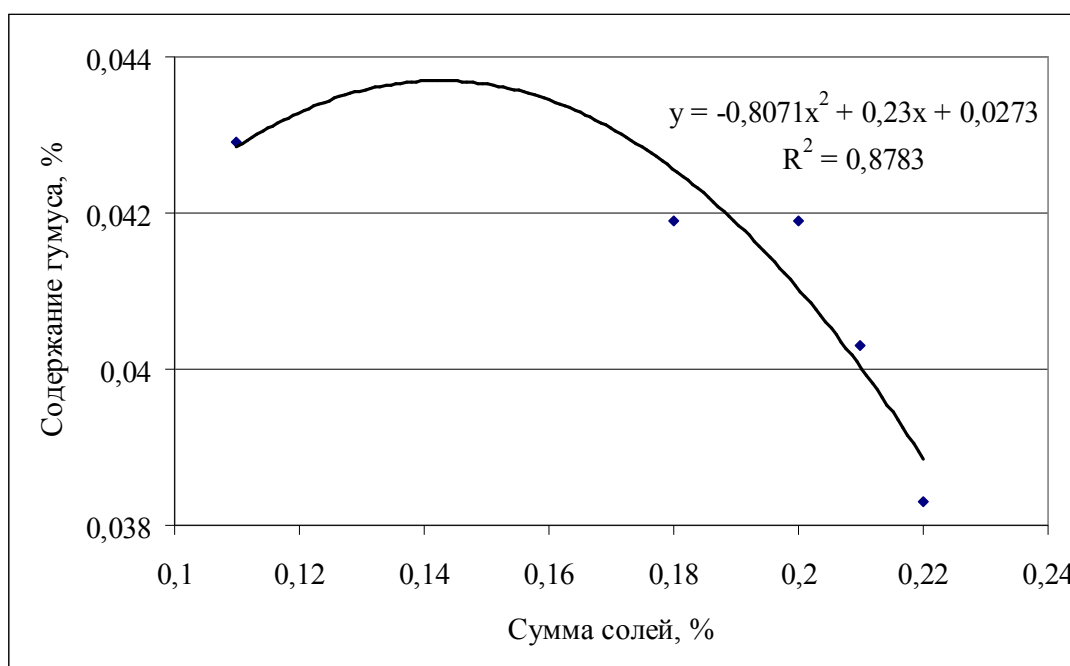


Рис. 1. Зависимость изменения количества гумуса в почвах от степени их засоления

Реакция почвенной среды может изменяться под воздействием различных факторов. В том числе под воздействием изменения концентрации солей в почвенном растворе. Графически зависимость этих показателей друг от друга в почвах, прилегающих к пруду в б. Свидовок представлена на рис. 2.

Анализ данных рис. 2 выявил, что для сульфатного, натриевого типа засоления почв характерно снижение показателя рН почвы при увеличении степени ее минерализации, что объясняется следующим: при данном типе засоления ($\text{Na}^+ / \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} \geq 4$) в почвенный поглощающий комплекс внедряется катион Na^+ , вытесняя кальций и магний; соли из верхних горизонтов выщелачиваются, коллоиды, насыщенные натрием, пептизируются, вымываются на определенную глубину, где образуют солонцовый горизонт. Процесс носит циклический характер, поскольку при поднятии уровня минерализованных грунтовых

вод, характерного для района исследования, соли из низлежащих горизонтов снова выносятся на поверхность.

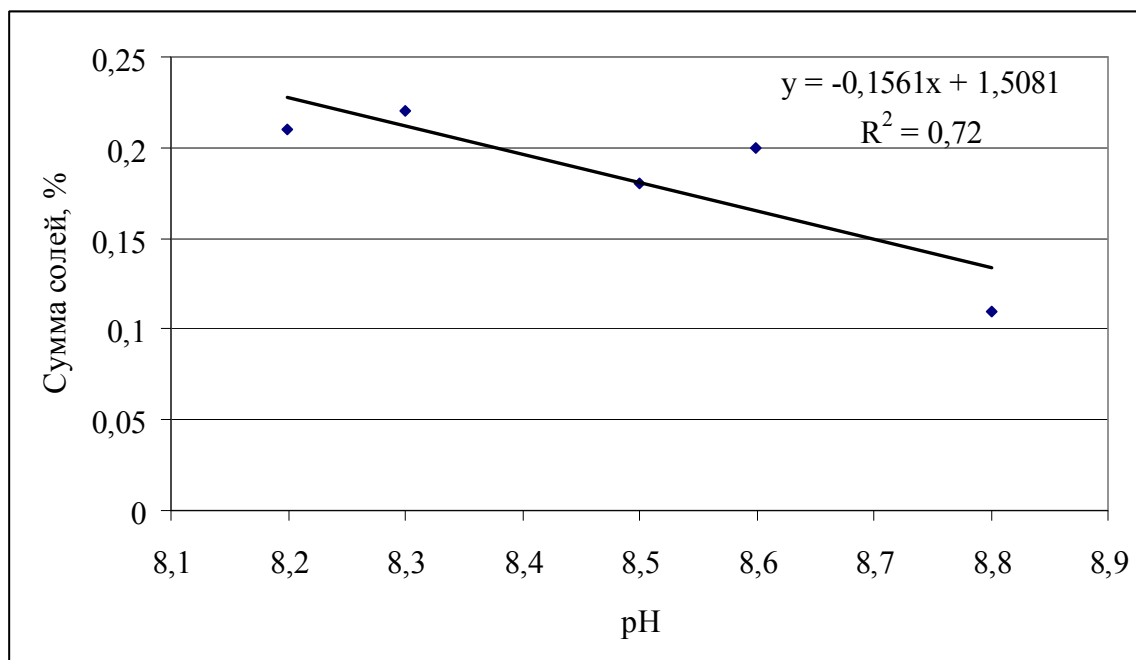


Рис. 2. График зависимости уровня засоления почв от показателя pH почвенной среды в условиях сульфатного, натриевого засоления

В табл. 2 приведены результаты определения концентрации тяжелых металлов в исследуемых почвах.

Таблица 2

Концентрация тяжелых металлов в почвах прилегающих к пруду-накопителю шахтных вод, мг/кг сухого веса

Тяжелые металлы	№ пробы					ПДК
	1	2	3	4	5	
Mn	31,15	32,89	32,41	32,48	41,49	140
Zn	0,87	0,62	0,53	0,51	0,80	23
Cu	0,35	0,26	0,19	0,03	1,13	3
Ni	1,82	1,50	1,30	1,12	1,08	4
Pb	4,72	4,39	4,85	3,02	3,66	30
Co	1,07	0,80	0,91	0,57	0,3	5
Cd	0,13	0,10	0,09	0,08	0,06	5

Анализ данных табл. 2 выявил отсутствие превышений предельно-допустимых концентраций по всем исследуемым тяжелым металлам.

В результате проведенных исследований установлены зависимости между показателем pH и концентрациями тяжелых металлов в почвах:

$$\text{Ni: } y=3,1123x^2-9,3082x+15,155; \quad R^2=0,868$$

$$\text{Pb: } y=-0,241x^2+1,6846x+5,7471; \quad R^2=0,626$$

$$\text{Co: } y=290,58x^2-60,134x+11,397; \quad R^2=0,805$$

$$\text{Cu: } y=1,0312x^2-0,9206x+8,5307; \quad R^2=0,660$$

$$\text{Mn: } y=0,014x^2-0,9857x+25,657; \quad R^2=0,626$$

Между концентрациями тяжелых металлов и степенью засоления почв:

$$\text{Mn: } y=0,0216x-0,4922; \quad R^2=0,901$$

$$\text{Cu: } y=-0,0955x+0,2214; \quad R^2=0,868$$

$$\text{Co: } y=-0,4788x^2+0,7454x-0,0702; \quad R^2=0,999$$

$$\text{Zn: } y=-0,9206x^2+1,2087x-0,1748; \quad R^2=0,985$$

Полученные закономерности позволяют прогнозировать степень засоления почв, а также уровень их загрязнения тяжелыми металлами.

Установленные закономерности и характер засоления почв находящихся в зоне влияния прудов-накопителей шахтных вод позволяют проводить оперативную оценку степени засоления почв, а также обосновывать и внедрять высокоэффективные мероприятия, позволяющие улучшить экологическое состояние почв в районах угледобычи. Для обеспечения экологически безопасной эксплуатации шламонакопителей, хвостохранилищ, прудов-накопителей необходимо проводить комплекс мероприятий направленных на повышение степени их гидроизоляции, а также усовершенствование технологий деминерализации шахтных вод, что снизит техногенную нагрузку на почвы и водные объекты в угледобывающих регионах Украины.

Список литературы

1. Кроик А.А. Оценка антропогенной нагрузки на подземные воды Западного Донбасса в зоне влияния прудов-накопителей шахтных вод / А.А. Кроик, Н.В. Белоус, Н.Е. Шрамко // Сб. научн. тр. ДДУ «Гидрохимические исследования поверхностных и подземных вод». – 1995. – С. 3-17
2. Яцечко Н.Е. Геохимическая оценка влияния прудов-накопителей шахтных вод на подземные воды Западного Донбасса / Н.Е. Яцечко // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Гірничо-геологічна. Випуск 32 – Донецьк, ДонНТУ, 2001. – С. 167-168.
3. Перкова Т.І. Розробка й ідентифікація моделі підземної міграції мінералізованих шахтних вод у зоні розташування водовідстійників Центрального Кривбасу / Т.І. Перкова, Д.В. Рудаков // Геолого-мінералогічний вісник. – № 1 (27). – 2012. – С. 71-79.
4. Лаврик М.О. Сбросные шахтные воды пруда-накопителя «Свидовок» как фактор техногенного риска изменения галохимического состояния почв / М.О. Лаврик // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2012. – Т. № 1. – С. 98-103.
5. Лаврик М.О. Геоэкологические последствия ведения угледобычи для почв Западного Донбасса / М.О. Лаврик // Горный информационно-аналитический бюллетень. –2009. – Т.5. – № 12. – С. 278-285.
6. Ермаков В.Н. Развитие процессов подтопления земной поверхности под влиянием закрывающихся шахт / В.Н. Ермаков, А.П. Семенов, О.А. Улицкий, Е.П. Котелевец, А.В. Тарахало // Уголь Украины. – 2001. - №6. – С. 12-13.
7. Бузило В.І. Шляхи забезпечення екологічної безпеки при ліквідації вугледобувних підприємств / В.І. Бузило, А.В. Павличенко, С.Л. Кулина, В.В. Кіященко // Розробка родовищ: щорічний науково-технічний збірник. Д.: ТОВ ЛізуновПрес, 2013. – С. 437-440.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Колесником В.Е.
Надійшла до редакції 11.11.13*