

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНОСТНЫХ И ГРУНТОВЫХ ВОД ЛИСИЧАНСКОГО И АЛМАЗНО-МАРЬЕВСКОГО ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНОВ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА

Описан комплекс проблем, сопровождающих эксплуатацию угольных месторождений Донбасса. Приведена гидрохимическая характеристика поверхностных и грунтовых вод Лисичанского и Алмазно-Марьевского геолого-промышленных районов Северо-Восточного Донбасса. Выявлены основные гидрохимические особенности сбросных шахтных вод предприятий угольной отрасли на территории исследований. Установлено, что поверхностные воды изучаемой площади подвержены интенсивному техногенному воздействию. Установлено содержание основных элементов-загрязнителей поверхностных вод. Выявлено, что это загрязнение носит комплексный характер. Определены основные элементы, содержащиеся в стоках промышленных предприятий. Проанализировано, что изменение химического состава подземных вод привело к увеличению жесткости и минерализации воды на основных водозаборах района исследований. Определены основные элементы-загрязнители грунтовых вод.

Ключевые слова: гидрохимическая характеристика, загрязнение, техногенное воздействие, элементы-загрязнители, сточные воды, грунтовые воды.

Описаний комплекс проблем, що супроводжують експлуатацію вугільних родовищ Донбасу. Наведена гідрохімічна характеристика поверхневих і ґрунтових вод Лисичанського і Алмазно-Мар'ївського геолого-промислових районів Північно-Східного Донбасу. Виявлено основні гідрохімічні особливості скидних шахтних вод підприємств вугільної галузі на території досліджень. Встановлено, що поверхневі води досліджуваної площі знаходяться під інтенсивним техногенним впливом. Встановлено вміст основних елементів-забруднювачів поверхневих вод. Виявлено, що це забруднення носить комплексний характер. Визначено основні елементи, що містяться в стоках промислових підприємств. Проаналізовано, що зміна хімічного складу підземних вод призвела до збільшення жорсткості та мінералізації води на основних водозаборах району досліджень. Визначено основні елементи-забруднювачі ґрунтових вод.

Ключові слова: гідрохімічна характеристика, забруднення, техногенний вплив, елементи-забруднювачі, стічні води, ґрунтові води.

Incorporates a complex of problems accompanying the operation of coal deposits of Donbass. See hydrochemical characteristics of surface and groundwater Lisichansk and Almazno-Maryevskogo geological and industrial areas of the North-Eastern Donbass. Identified the main hydrochemical features of the waste mine waters of the enterprises of the coal industry on the territory of the studies. It is established that the surface waters of the study area exposed to intensive anthropogenic influence. Set content of basic elements-pollutants in surface waters. It is revealed that this pollution is of a complex nature. Identifies key elements contained in the effluent of industrial enterprises. Analyzed that a change of the chemical composition of groundwater has led to increased hardness and mineralization of water in the main water intakes of the research area. Identifies key elements-contaminants in groundwater.

Key words: hydrochemical characteristics, pollution, anthropogenic influence, elements-pollutants, waste water, ground water.

Начавшаяся в середине 90-х годов реструктуризация угольной отрасли Украины, характеризующаяся массовым переводом нерентабельных шахт в режим «мокрой» консервации, вызвала коренное изменение сложившейся гидрогеологической обстановки геолого-промышленных районов Северо-

Восточного Донбасса. Влияние горных работ на водные ресурсы проявляется в изменении режимов как подземных, так и поверхностных вод, загрязнением вод и изменением их качества.

При проходке подземных горных выработок происходит водопонижение подземных вод, нарушается их естественный режим, запасы их сокращаются, качество ухудшается, кроме того, ухудшается состояние и качество поверхностных вод. В результате шахтного водоотлива уровень подземных вод снизился на площади более 200 км², значительно превышая площадь разработки угольных месторождений. При этом эксплуатационные запасы пресных подземных вод при модуле подземного стока 1,2 дм³/сек. км² уменьшились на 200 – 300 тыс. м³/сут.

В пределах воронки депрессии создается гидравлическая связь не только нескольких напорных водоносных горизонтов, но и расположенных вблизи шахтных полей. Например, в Стахановском районе Луганской области в общую депрессионную воронку шириной около 25 км и глубиной 600–800 м попали 8 шахт («Центральная Ирмино», «Максимовская», имени Ильича, имени И.В. Чеснокова, «Криворожская», 11-РАУ, «Брянковская» и «Дзержинская»).[1]

Лисичанский и Алмазно-Марьевский геолого-промышленные районы (ГПР) – крупнейшие промышленные районы Донбасса, в административном отношении расположены в пределах Луганской области на территории Лисичанского, Перевальского, Попаснянского и Славяно-Сербского районов, а также на территории городов областного подчинения: Лисичанск, Брянка, Кировск, Первомайск, Стаханов, Алчевск. Регион густо населен, основная часть населения проживает в городах: Алчевск, Стаханов, Брянка, Кировск, Первомайск, Теплогорск и шахтных поселках. Исследуемая территория относится к Лозовско-Каменскому физико-географическому району Донецкой физико-географической области, приуроченной к северному склону Главного Донецкого водораздела обнаженной части Донецкого кряжа, простирающегося с северо-запада на восток и юго-восток. Площадь представляет собой волнистую равнину, повышающуюся к югу в сторону Донецкого кряжа, интенсивно расчлененную густой овражно-балочной сетью. Максимальные отметки поверхности фиксируются на водораздельных пространствах в верховьях рек Лозовая и Камышеваха.

Исследуемая территория приурочена к долинам рек: Лугань, Лозовая, Санжаровка, Камышеваха, Красная, а также впадающим в них по многочисленным балкам и оврагам временных водотоков. Режим рек региона искусственно изменен созданными в них водоемами – прудами и водохранилищами, а также сбросами шахтных вод.

Самая крупная река, протекающая по исследуемой территории – р. Лугань, принадлежит к бассейну р. Северский Донец, является его правым притоком. В свою очередь, в границах исследуемой площади она принимает притоки: р. Лозовая и Нижняя Камышеваха, склоны речных долин которых изрезаны многочисленными балками (Адамов Яр, Долгенькая, Граковская, Калинова) и оврагами.

Определено, что сбросы шахтных вод в р. Лугань составляют преобладающую часть речного стока. Из-за этого качество воды в реке определяется составом шахтных сточных вод. Основную долю загрязняющих веществ по солевому составу вносят шахтные воды, по органическим соединениям – коммунальное хозяйство, по солям тяжелых металлов – промышленность [2].

По химическому составу воды р. Лугань в этом районе преимущественно сульфатно-хлоридно-натриево-кальциевые с минерализацией 1,8–2,1 г/дм³. Жесткость воды – 14,9 мг-экв/дм³, содержание взвешенных веществ до 26,0 мг/дм³.

Исследуемая территория приурочена к двум гидрогеологическим районам первого порядка: Северному и Центральному. Северный гидрогеологический район занимает северную часть Донецкого бассейна. В пределах исследуемого района он граничит с Центральным по линии контакта меловых и каменноугольных отложений, а на закрытых участках – по Северо-Донецкому надвигу. Центральный гидрогеологический район приурочен к открытому Донбассу и соответствует центральной части Донецкого складчатого сооружения. Северная граница проводится по контуру распространения меловых отложений, восточная – по реке Северский Донец, южная находится за пределами рассматриваемого региона. Практически 70% от общего количества шахт Луганской области располагается в пределах Центрального гидрогеологического района. Это шахты государственных холдинговых компаний (ГХК) «Луганскуголь», «Первомайскуголь», «Краснодонуголь», «Свердловантрацит», «Ровенькантрацит», «Донбассантрацит».

Грунтовые воды исследуемой территории имеют повсеместное распространение в днищах крупных балок и долинах рек Лугань, Лозовая, Камышеваха и их притоков. Водовмещающие породы – суглинки, супеси, песок. Преимущественно глинистый состав и незначительная мощность (до 15 м) аллювиальных отложений не позволяют содержать большие запасы воды. Водоносный горизонт безнапорный, гидравлически связан с поверхностными водами и подстилающими водоносными горизонтами. Его питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, притока со стороны бортов долин и в паводок за счет поверхностных вод. Разгрузка грунтовых вод происходит в гидрографическую сеть и нижележащие водоносные горизонты. Химический состав вод четвертичных отложений разнообразный, преимущественно гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатный, магниевый-кальциевый-натриевый. Воды горизонта слабощелочные (рН 7,0 – 7,8), минерализация воды изменяется от 1,5 до 4,0 мг/дм³, общая жесткость – от 12,0 до 33,0 ммоль/дм³, содержание нитратов достигает сотен мг/дм³.

Воды четвертичного водоносного горизонта являются незащищенными от химического и микробного загрязнения. Они подвержены интенсивному загрязнению в результате инфильтрации сточных вод на территориях промплощадок многочисленных угледобывающих предприятий региона и из поверхностных водоемов и водотоков, куда осуществляется сброс сточных вод промышленных предприятий.

Целью исследований является общая гидрохимическая характеристика и выявление основных элементов-загрязнителей поверхностных и грунтовых вод Лисичанского и Алмазно-Марьевского геолого-промышленных районов Северо-Восточного Донбасса. Для достижения цели исследований, необходимо решить следующие задачи: описать гидрохимические особенности вод шахтного водоотлива как основного загрязнителя, описать гидравлические особенности района исследований и выявить основные элементы-загрязнители поверхностных и подземных вод.

В соответствии с существующей классификацией, по степени минерализации шахтные воды угледобывающих предприятий Луганской области распределяются следующим образом:

- 65% от общего числа – шахты с минерализацией воды 1,0–3,0 г/дм³;
- 32% – шахты с минерализацией воды 3,0–10,0 г/дм³,
- 3% – шахты с минерализацией воды более 10,0 г/дм³.

Определено, что основной вклад (около 90%) составляют шахтные воды с величиной сухого остатка 1,9–4,0 г/дм³. Шахтные воды с минерализацией свыше 10,0 г/дм³ имеют хлоридный натриевый состав. Высокоминерализованные подземные воды скрываются горными выработками шахт «Кременная», имени Г. Г. Капустина (ГХК «Лисичанскуголь») и «Пролетарская», «Луганская» (ГХК «Луганскуголь») в северо-западной части исследуемого района [3].

Анализ данных показал, что преимущественный состав шахтных вод угледобывающих предприятий Северного гидрогеологического района (ГХК «Лисичанскуголь») и примыкающей к нему северной части Центрального гидрогеологического района (ГХК «Краснодонуголь» и «Луганскуголь») хлоридно-сульфатный кальциево-натриевый. Содержание сухого остатка варьирует в пределах 1,8–5,4 г/дм³, составляя в среднем 2,5–3,5 г/дм³. В западной части региона выделяется площадь распространения хлоридно-натриевых вод с относительно небольшой минерализацией (шахты «Бежановская» и «Максимовская»). В южном направлении увеличивается доля сульфатных вод, в составе шахтных вод ГХК «Донбассантрацит» и «Свердловантрацит» повышается вклад сульфатных солей. В целом, воды характеризуются как сульфатные и хлоридно-сульфатные натриевые и кальциево-натриевые с минерализацией от 1,4 до 4,2 г/дм³.

Известно, что в 1995 г. образующийся в процессе угледобычи по всем шахтам региона (действующим и закрывающимся) водоприток в количестве 57372 тыс.м³/год частично (2105 тыс. м³) использовался в шахтах на пылеподавлении, и передавался на углеобогатительные фабрики и др., остальные шахтные воды в количестве 55267 тыс. м³ отводились на очистные сооружения, и после осветления сбрасывались в поверхностные водные объекты (р. Лугань, Лозовая, Камышеваха, Северский Донец). Сброс очищенных шахтных вод с закрытых шахт в реки Лугань, Лозовая, Камышеваха составлял 41816 тыс. м³/год.

Химический состав сбрасываемых после очистных сооружений шахтных вод шахт рассматриваемого региона в целом характеризовался: относительно невысоким содержанием взвешенных веществ (5,0 мг/см³); слабощелочной средой (рН воды, в основном, составляла от 8,3 до 8,7); малым содержанием органических веществ (БПК₅ от 1,7 до 4,6 мг/дм³) и азотных соединений (азот аммонийный – от 2,0 до 3,0 мг/дм³); повышенной минерализацией сульфатно-хлоридного типа (сухой остаток от 2,0 до 3,0 г/дм³, сульфаты – от 0,5 до 1,1 мг/дм³); на шахте «Луганская» шахтные воды отличались высоким содержанием хлоридов (9,0–10,0 г/дм³) и солей в целом (20,0 г/дм³).

Количество основных загрязняющих веществ, поступающих с шахтными водами в реки региона (за исключением р. Северский Донец – 1105 тыс.м³) в 1995 г. (на момент закрытия шахт), приводится в таблице.

Таблица

Количество загрязняющих веществ (т/год) поступающих с шахтными водами с действующих и закрывающихся шахт в реки (1995 г.)

Река с водоприемниками	Объем сброса шахтных вод, тыс.м ³	БПК	Взвешенные в-ва в воде	Хлор	Сульфаты	Железо общ.
Лугань	21570.0	46.3	123.8	48957.7	14562.3	3514.3
Камышеваха	22824.0	65.8	138.5	8465.5	13055.7	7301.2
Лозовая	9768.0	16.5	46.2	2568.8	8636.4	3273.5
ВСЕГО	54162.0	128.6	308.9	59997.0	36054.4	16089.0

Показано, что поверхностные воды изучаемой площади подвержены интенсивному техногенному воздействию. Поверхностный сток основных рек района формируется за счет сброса загрязненных вод промышленными предприятиями, хозяйственно-фекальных вод, вод шахтного водоотлива и др. Определено, что реки района исследований принимают подавляющее количество всех сточных вод промышленных предприятий [4, 5].

Для геохимической оценки качества поверхностных вод привлечены результаты комплексного анализа – 620 проб, отобранных в период с 1995 по 2005 годы. По результатам обработки полученной информации поверхностные воды характеризуются повышенной минерализацией (рисунок), в среднем до 1,2–2,0 г/дм³. Пресные воды с минерализацией около 0,7 г/дм³ имеет правый приток р. Красная. Выявлено, что наибольшую минерализацию имеют воды реки Лугань и ее притоки, до 2,0–4,0 г/дм³.

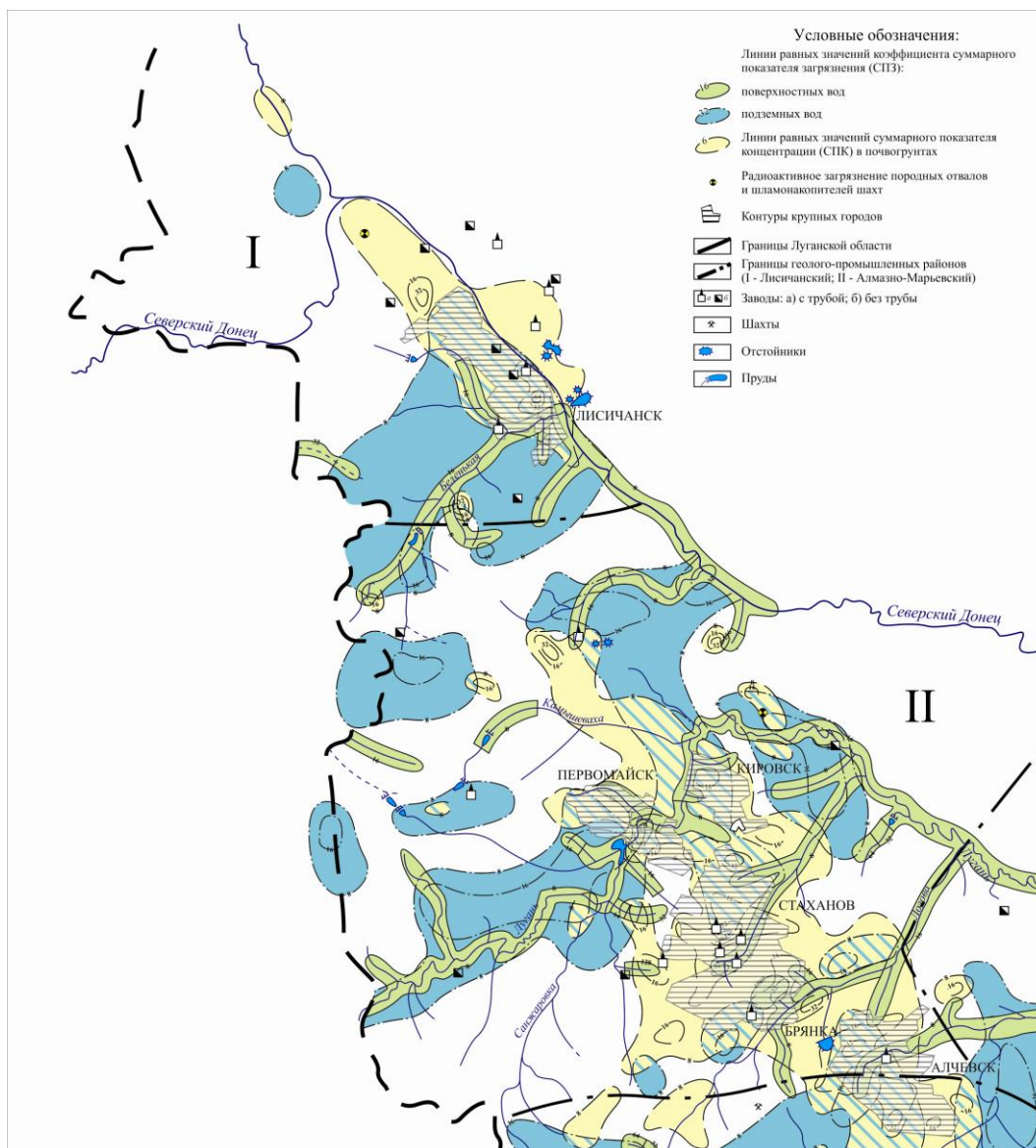


Рисунок. Техногенное загрязнение поверхностных и грунтовых вод Лисичанского и Алмазно-Марьевского ГПП

Характер распределения основных компонентов химического состава поверхностных вод приводятся ниже.

Показано, что марганец имеет распространение во всех поверхностных водотоках исследуемого района. Минимальные концентрации марганца находятся в пределах $0,002-0,01 \text{ мг/дм}^3 (<1 \text{ ПДК})$ и зафиксированы в водах р. Красная. Высокие значения содержания марганца (максимальное до $3,9 \text{ мг/дм}^3$) фиксируются во всех водотоках изучаемой территории. Они приурочены к местам сброса в поверхностные водотоки вод шахтного водоотлива, стоков предприятий металлургической и коксохимической промышленности, а также стоков из породных отвалов, концентрация марганца в которых достигает $278,0 \text{ мг/дм}^3$

(отвал Стахановського заводу ферросплавов). Найбільше содержание марганца установлено в воде р. Лугань – до $0,35 \text{ мг/дм}^3$, кроме того, содержание марганца в воде р. Беленькая составляет до $0,3 \text{ мг/дм}^3$, р. Камышеваха – до $0,12 \text{ мг/дм}^3$, р. Лозовая – до $0,1 \text{ мг/дм}^3$.

Определено, что содержание лития превышает ПДК практически во всех водотоках исследуемой территории. Исключение составляет р. Красная и те участки поверхностных водотоков, где отсутствует влияние сбросов шахтных вод. Наиболее загрязнены литием воды р. Лугань, где его содержание достигает $0,14 \text{ мг/дм}^3$. В воде р. Лозовая содержание лития составляет $0,09 \text{ мг/дм}^3$, в р. Камышеваха – до $0,08 \text{ мг/дм}^3$. Определено, что основным источником поступления лития в поверхностные воды являются сбросы вод шахтного водоотлива, сброс вод обогатительных фабрик, стоки из-под породных отвалов, где содержание лития достигает $5,59 \text{ мг/дм}^3$.

В результате проведенных исследований установлено, что распределение титана аналогично распределению лития. Низкое содержание титана $0,003\text{--}0,05 \text{ мг/дм}^3$ обнаружено в воде р. Красная, кроме того, оно встречается в истоках рек и балок, не подверженных влиянию сбросов шахтных вод. Аномально высокие значения титана зафиксированы практически во всех водотоках исследуемой территории ($0,2\text{--}0,5 \text{ мг/дм}^3$), максимальное содержание титана (до $4,8 \text{ мг/дм}^3$) выявлено в стоках вод из-под породных отвалов.

Определено, что распределение свинца на исследуемой территории в целом характеризуется низким содержанием на уровне $0,0002\text{--}0,009 \text{ мг/дм}^3$. Локальные аномалии, как правило, приурочены к местам сброса сточных вод промышленных предприятий. Наиболее высокое содержание свинца выявлено в отстойниках и сточных водах промышленных предприятий: Стахановский завод ферросплавов – $0,44\text{--}0,73 \text{ мг/дм}^3$, коксохимический завод – $0,13 \text{ мг/дм}^3$. Повышенное содержание свинца обнаружено также в некоторых водах шахтного водоотлива: $0,14 \text{ мг/дм}^3$ (шахта Кременная), $0,17 \text{ мг/дм}^3$ (шахта имени Капустина).

Наличие стронция характерно практически для всех водотоков, его содержание, в основном, колеблется в пределах $0,2\text{--}1,5 \text{ мг/дм}^3$. Единичные аномалии имеют локальный характер и приурочены к отстойникам шахтных вод и сбросам вод шахтного водоотлива (шахта «имени Г. Г. Капустина» – $56,0 \text{ мг/дм}^3$, шахта «Пролетарская» – $120,0 \text{ мг/дм}^3$, шахта «Луганская» – $34,0 \text{ мг/дм}^3$).

В результате исследований установлено, что для брома характерны повышенные концентрации и повсеместное распространение. В концентрациях, превышающих ПДК бром зафиксирован в водах р. Лозовая, Лугань, Камышеваха, где его содержание составляет $0,6\text{--}4,0 \text{ мг/дм}^3$. Максимальные концентрации брома определены в сточных водах шахты «Пролетарская» – до $193,5 \text{ мг/дм}^3$, цеха № 2 Алчевского металлургического комбината – до $12,0 \text{ мг/дм}^3$, а также в стоках из-под породных отвалов Стахановской обогатительной фабрики – $2,8 \text{ мг/дм}^3$.

Кроме того, исследованиями установлено наличие повышенных концентраций в стоках промышленных предприятий таких элементов, как никель, кобальт, кадмий, цинк, молибден, но существенного влияния на загрязнение поверхностных вод не имеют. Определено, что загрязнение поверхностных вод является комплексным, имея в виду количество и разнообразие источников, поставляющих элементы-загрязнители.

Определено, что наиболее загрязненной по комплексу элементов – загрязнителей является р. Лугань. Для оценки степени загрязнения несколькими

элементами использовался суммарный показатель загрязнения (СПЗ). Показателем уровня аномальности концентрации элементов является коэффициент концентрации (Ксi), который рассчитывается как отношение концентрации элемента в пробе (С) к средней фоновой концентрации

$$(Сф): K_{ci} = \frac{C}{C_{ф}}$$

По каждому элементу в пробе определялся коэффициент концентрации. СПЗ рассчитывался по формуле Ю. Ю. Саета в соответствии с методическими рекомендациями [6] по формуле:

$$Z_{C} = \sum_{i=1}^n k_{ci} - (n-1)$$

где n – число аномальных элементов;

Ксi – коэффициент превышения над фоном (коэффициент концентрации).

Степень загрязнения в основном опасная, есть участки с чрезвычайно опасным уровнем загрязнения. У остальных рек – Лозовая, Камышеваха, Беленькая – степень загрязнения умеренно-опасная (рисунок).

Характеризуя процессы, влияющие на качество грунтовых вод территории исследований, необходимо отметить масштабные процессы перемещения соленых шахтных вод нижних гидрохимических зон в верхние водоносные горизонты в результате проведения «мокрой» консервации угольных шахт.

На данной территории грунтовые воды и вода мело-мергельного водоносного горизонта используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения. К числу наиболее негативных последствий сброса шахтных вод в поверхностные водоемы и верхние водоносные горизонты относятся загрязнение (засоление) подземных вод, сокращение кондиционных запасов вод, пригодных для хозяйственно-питьевого использования, нарушение общего экологического равновесия подземной гидросферы. Анализ информации позволяет сделать вывод, что изменение химического состава подземных вод привел к увеличению жесткости и минерализации воды на основных водозаборах питьевых вод: Светличанском, Хорошанском, Сентяновском и Родаковском. Кратко характеризуя общий химический состав грунтовых вод исследуемой территории, необходимо отметить, что в аллювиальных отложениях встречаются воды от пресных, с минерализацией 0,9 г/дм³, до сильнокислых – с минерализацией 4,1 г/дм³. Общая жесткость достигает 28,0 мг-экв/дм³. Содержание хлоридов в воде составляет 152,0–955,0 мг/дм³, сульфатов – до 2036,0 мг/дм³.

В результате исследований определено, что основными химическими элементами-загрязнителями грунтовых вод являются: марганец, литий, титан, бром. Эти же элементы являются основными загрязнителями поверхностных вод и отражают идентичность влияния промышленных предприятий и стоков шахтных вод на воды региона. Ниже приводятся характеристики основных элементов = загрязнителей грунтовых вод Лисичанского и Алмазно-Марьевского ГПР.

Выявлено, что марганец распространен по всей площади исследований. Аномалии приурочены, в основном, к промплощадкам шахт, и основным источником поступления марганца в грунтовые воды являются шахтные воды.

Определено, что загрязнение литием распространено повсеместно по всей территории. Аномально высокие концентрации так же, как и у марганца, территориально приурочены к размещению угольных предприятий. Например,

установлено содержание лития в грунтовых водах, превышающее ПДК, в зоне влияния шахт: «Имени Ильича», «Брянковская», «Привольнянская», «Черноморка», где оно составляет 0,04–0,08 мг/дм³. Титан и бром, как и предыдущие марганец и литий, распространены в грунтовых водах повсеместно. Их высокие и аномально высокие содержания приурочены к зонам влияния промышленных предприятий и предприятий угольной промышленности.

Наряду с перечисленными компонентами в грунтовых водах обнаружены такие элементы, как фтор, стронций, кадмий, хром, медь, барий, никель, цинк, кобальт, фосфор. Территориально они имеют распространение по всей площади исследований, но их содержание может превышать ПДК только в отдельных пробах. Большинство проб имеют фоновое содержание или содержание ниже чувствительности метода определения.

Для более полного представления об источниках загрязнения грунтовых и поверхностных вод Лисичанского и Алмазно-Марьевского ГПР ниже приводится общая характеристика сточных вод. Как уже неоднократно упоминалось, сточные воды промышленных предприятий, воды шахтного водоотлива, бытовые и фекальные воды играют большую роль в формировании и загрязнении поверхностных и подземных вод ГПР. Основными приемниками сточных вод являются реки Лугань, Камышеваха, Лозовая, Белая. Ниже приводятся данные химического состава сточных вод шахт ГХК «Луганскуголь», «Первомайскуголь», «Лисичанскуголь».

Определено, что степень минерализации сточных шахтных вод в данном районе находится в широком диапазоне, от 1,2 до 41,9 г/дм³. Наиболее высокоминерализованные воды сбрасывает шахта «имени Г. Г. Капустина» – 41,9 г/дм³. В подавляющем большинстве шахты Лисичанского и Алмазно-Марьевского ГПР сбрасывают воды с минерализацией до 5,0 г/дм³. По общей жесткости шахтные воды относятся к жестким и очень жестким, с содержанием 5,8–160,0 мг-экв/дм³.

Содержание сульфатов находится в пределах 650,0–1737,0 мг/дм³, содержание хлоридов – в пределах 95,0–1100,0 мг/дм³. Основными компонентами-загрязнителями сточных шахтных вод являются титан, марганец, литий, бром. Степень загрязнения сточных шахтных вод находится на чрезвычайно опасном уровне.

Выводы. Показано, что в речные бассейны Лисичанского и Алмазно-Марьевского ГПР, кроме шахтных вод, сбрасываются и загрязненные сточные воды промпредприятий и коммунальных хозяйств, а эксплуатируемые в бассейне источники подземных вод имеют тесную гидравлическую связь с загрязненными поверхностными водами.

Установлено, что основными химическими элементами-загрязнителями грунтовых вод исследуемой территории являются, марганец, литий, титан, бром. Кроме того, в грунтовых водах обнаружены такие элементы, как фтор, стронций, кадмий, хром, медь, барий, никель, цинк, кобальт, фосфор. Эти же элементы являются основными загрязнителями поверхностных вод и отражают идентичность влияния промышленных предприятий и стоков шахтных вод на воды региона.

Выявлено, что сброс большого количества солей в реки Лисичанского и Алмазно-Марьевского ГПР не только обусловил рост минерализации поверхностных вод, но и вызвал изменение химического состава подземных вод,

что привело к увеличению жесткости и минерализации воды на Светличанском, Хорошанском, Сентяновском и Родаковском водозаборах питьевых вод.

Библиографические ссылки

1. **Ермаков В. Н.** Изменение гидродинамического режима шахт при затоплении / В. Н. Ермаков, О. А. Улицкий, А. И. Спожакин // Уголь Украины. – 1998. – № 6. – С. 11–13.

2. **Гольдберг В. М.** Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды / В. М. Гольдберг – Л: Гидрометеоздат, 1987. – 228 с.

3. **Удалов И. В.** Особенности техногенного загрязнения подземных вод (на примере Светличанского водозабора Луганской области) / И. В. Удалов. – Харьков: НТУ ХПИ, 2005. – С. 115–121.

4. **Яковлев Е. А.** Методология оценки экологического состояния подземных вод / Е. А. Яковлев, Н. А. Юркова, В. А. Сляднев // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2001. – № 3. – С. 56–59.

5. **Крайнов С. Р.** Геохимические и экологические последствия изменения химического состава подземных вод под влиянием загрязняющих веществ / С. Р. Крайнов, Г. Ю. Фойгт, В. П. Закутин // Геохимия. – 1991. – № 2. – С. 169–182.

6. **Методичні рекомендації.** Еколого-геохімічна оцінка забруднення ґрунтів, донних відкладів, ґрунтових вод. – К.: ДГП “Геоінформ”, 1998. – 33 с.

Надійшла до редколегії 19.03.2014 р.