СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ И ШАХТНЫХ ВОД НЕКОТОРЫХ УГОЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ УКРАИНЫ И РОССИИ

С. П. Войтович

Львовский национальный университет имени Ивана Франко, Львов, Украина
starostasvetik@mail.ru

Проведено сравнение количественных и качественных характеристик химического состава шахтных вод Львовско-Волынского, Донецкого и Кузнецкого угольных бассейнов, которые отличаются большим разнообразием. Формирование шахтных вод происходит в основном за счет подземных вод водоносных горизонтов, вскрываемых горными выработками. В Донбассе формируются кислые, щелочные и нейтральные, а в Львовско-Волынском бассейне и Кузбассе — только нейтральные шахтные воды. Минерализация шахтных вод Львовско-Волынского бассейна варьирует от 3 до 10 г/дм³, а Донбасса и Кузбасса — от 0,3 до 3,5 г/дм³. Установлено, что доминирующими анионами в шахтных водах Львовско-Волынского бассейна являются ионы хлора, в Донбассе — сульфат-ионы, а в Кузбассе — гидрокарбонат-ионы. Среди катионов в исследуемых бассейнах преобладают ионы натрия. Полученные данные о составе шахтных вод позволят в дальнейшем выбрать оптимальную технологическую схему их очистки на объектах Львовско-Волынского бассейна для снижения вредного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: угольные бассейны, подземные воды, шахтные воды, минерализация, макрокомпоненты.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE SUBSURFACE AND MINE WATERS OF SOME COAL FIELDS OF UKRAINE AND RUSSIA

S. P. Voitovich

Ivan Franko National University of Lviv (Lviv, Ukraine)

We present the comparison of widely diverse quantitative and qualitative characteristics of the chemical composition of mine waters of Lvov — Volyn, Donetsk and Kuznetsk coal basins. Formation of the mine water is mainly due to groundwater aquifers, unsealed by mining activity. The subsurface waters from the coalfields are very similar. Consequently, in the Donetsk Basin acidic, alkaline and neutral, while in the Lviv-Volyn basin and Kuzbass mines only neutral waters are formed. Neutral mine water of Lvov-Volyn basin characterized by mineralization from 3 to 10 g / dm³, Donbass and Kuzbass — from 0.3 to 3.5 g / dm³. Sulphate ions dominante in mine waters of Donetsk coalfield, chlorine ions in Lviv-Volyn, and in Kuznetsk hydrogen coalfields ions, but among cations in all basins sodium ions are predominant. The similarity of the composition of mine water will allow to choose the optimal flow sheet cleaning facilities in Lviv — Volyn basin to reduce the harmful effects on the environment, taking into account existing and proposed schemes of water purification in the Donetsk and Kuznetsk coal basin.

Keywords: coalfields, subsurface waters, mine waters, mineralization, macrocomponents.

Введение

Угольная промышленность в современном мире сохранила роль важнейшей базисной отрасли экономики. На территории Украины залежи каменного угля сосредоточены в отложениях карбона (Львовско-Волынский (ЛВБ) и Донецкий (ДБ) бассейны), на территории России — в пермских отложениях (одно из самых крупных месторождений угля — Кузнецкий бассейн (КБ) и др.). Угольная промышленность является одним из основных загрязнителей окружающей среды.

В течение многих лет в Львовско-Волынском бассейне складывалась весьма напряженная экологическая обстановка, которую порождало все более растущее техногенное воздействие на окружающую среду. Для улучшения экологической обстановки необходим выбор рациональной технологии очистки шахтных вод Львовско-Волынского бассейна. Это возможно при оценке химического состава шахтных вод. Масштабы и длительная эксплуатация месторождений Донецкого и Кузнецкого угольных бассейнов способствовали появлению многих работ, которые направлены на решение вопросов по очистке шахтных вод этих бассейнов различными методами, тогда как подобных исследований по объектам Львовско-Волынского бассейна известно мало. Таким образом,

сравнения компонентного состава шахтных вод трех угольных бассейнов позволит в дальнейшем выбрать оптимальную технологическую схему их очистки на объектах Львовско-Волынского бассейна для снижения вредного воздействия на окружающую среду. Целью исследований, результаты которых изложены в данной статье, было обобщение сведений о компонентном составе и свойствах шахтных вод трех названных угольных бассейнов, проведение сравнительного анализа характеристик состава и свойств этих вод, на основе которых возможен выбор оптимального способа очистки шахтных вод Львовско-Волынского каменноугольного бассейна.

Материалы и методы исследований

Особенности геологического и тектонического строения, гидрогеологических условий и гидрогеохимических характеристик подземных вод Львовско-Волынского, Донецкого и Кузнецкого бассейнов были установлены с использованием сравнительно-описательного метода. Автор собрал и обобщил имеющуюся информацию в опубликованных работах отечественных и зарубежных ученых в области изучения подземных и шахтных вод. Информационной основой гидрохимических исследований шахтных

вод Львовско-Волынского каменноугольного бассейна были результаты, полученные автором за период 2001—2012 гг. В них использовано более 400 химических анализов проб шахтных вод, которые отбирались в центральных водосборниках на каждой шахте один раз в сезон. При лабораторном анализе проб определялись общие гидрохимические показатели воды (хлориды, сульфаты, карбонаты, натрий и калий, кальций, магний и минерализация). Химический состав шахтных вод определен стандартными методами химического анализа качества вод. Обработка данных осуществлялась с использованием стандартных методов статистического анализа и методов графического анализа. Данные обрабатывались с помощью программных комплексов Microsoft Excel, Statistica 10.0, Surfer и Corel Draw, Microsoft PowerPoint.

Результаты и обсуждение

Проблема шахтных вод актуальна с момента начала действия горного предприятия. Шахтная вода, имея различные показатели химического состава и агрессивных свойств, негативно влияет на технику, которую используют при добыче, и на окружающую среду [3]. По данным Е. Посохова, шахтные воды угольных месторождений — это подземные воды, которые проникли в горные выработки и затем прошли через водоотливное хозяйство. Основным источником шахтных вод — подземные воды, дренируемые горными выработками, а дополнительным источником может быть фильтрация в горные выработки атмосферных осадков и поверхностных вод из прилегающих водных объектов. Химический состав шахтных вод определяется исходным составом формирующих их подземных вод и может существенно изменяться во времени. Шахтные воды формируются путём смешения подземных вод разных горизонтов, взаимодействия их с рудничной атмосферой и породами, вскрытыми горными выработками. Химический состав и общая минерализация их отличаются от подземных вод, окружающих горные выработки, что связано с окислением шахтных вод, активизацией выщелачивания горных пород, изменением газового и бактериального состава, а также с их загрязнением нефтепродуктами, маслами. В соответствии с вышесказанным сначала рассмотрим основные водоносные комплексы угольных бассейнов, поскольку эти воды являются исходными при формировании шахтных вод (табл. 1).

Характеристика подземных вод Львовско-Волынского (ЛВБ), Донецкого (ДБ) и Кузнецкого (КБ) угольных бассейнов. В Львовско-Волынском бассейне выделяется в вертикальном разрезе бассейна два гидрогеологических комплекса: 1) толща верхнемеловых и четвертичных пород перекрывает каменноугольные отложения, образуя верхний гидрогеологический комплекс; 2) нижний гидрогеологический комплекс образуют отложения юрской и каменноугольной систем [1, 3, 10]. В Донбассе (по данным В. Г. Суярка [11, 12]) образовалось более 500 водоносных горизонтов, в которых выделяются комплексы: четвертичный, неоген-палеогеновый, верхнемеловой, терригенный меловой и юрский, триасовый, нижнепермский галогенной формации, терригенных отложений нижней перми и терригенного карбона, карбонатной толщи ниж-

него карбона и девонский. Г. М. Рогов и Л. А. Соломко [8] в пределах Кузбасса выделяют шесть водоносных комплексов: 1) морских отложений; 2) лагунно-континентальных отложений балахонской серии; 3) континентальных отложений кольчугинской серии; 4) мезозойских отложений; 5) магматических пород; 6) пород кайнозоя. В бассейне выделяются три гидродинамические зоны: активного (распространена в мезокайнозойских отложениях), замедленного (охватывает весь разрез угленосных обложений) и затрудненного водообмена. В целом по бассейну подземные воды указанных комплексов гидравлически тесно связаны и образуют единую водонапорную систему [8].

Анализ химического состава подземных вод исследуемых бассейнов показывает их подобие. Вместе с тем необходимо учесть, что водоносные комплексы имеют разные глубины залегания. Для ДБ характерны большие глубины залегания водоносных горизонтов (до 800 м) [11, 12], в то время как для ЛВБ и КБ — меньшие (до 500 м) [8, 10, 15].

Кайнозойские водоносные комплексы имеют одинаковый тип вод — гидрокарбонатно-кальциевый, что связано с одинаковым источником их формирования — инфильтрационными водами [8, 10, 11]. В подземных водах мезозойских отложений среди анионов преобладает гидрокарбонат-ион. Подземные воды ДБ и КБ характеризуются присутствием в них сульфат-ионов. Формирование сульфатных вод происходит при окислении пирита и других сульфидных минералов. Что касается катионного состава, то в водах ЛВБ и КБ доминируют ионы кальция; в водах ДБ — ионы натрия и кальция [2, 12, 15]. Воды палеозойских водоносных комплексов в ЛВБ и ДБ в основном хлоридно-натриевые. В водах ЛВБ в катионном составе преобладают ионы натрия, в водах ДБ присутствуют ионы натрия и ионы кальция, а в КБ в палеозойских водоносных комплексах формируются содовые воды (гидрокарбонатно-натриевые) [10, 11, 15].

Гидрогеохимическая характеристика шахтных вод исследуемых районов. По составу и свойствам шахтные воды отличаются от подземных вод. Формирование шахтных вод начинается еще во время проведения подготовительных выработок. Особенно заметна в этом процессе роль очистных работ, при которых образуются трещины обрушения, которые распространяются на соседние водоносные горизонты и даже гидрогеологические комплексы. Воды, циркулирующие по ним, смешиваются с водами, которые содержатся в разрабатываемых угольных пластах и в боковых породах, подвергаются воздействию воздушной окислительной среды и в таком метаморфизованном виде поступают в горные выработки [10]. Более существенному воздействию подвергаются шахтные воды в горных выработках в условиях активного влияния шахтной среды. Накопление вод в подошве штреков и в отработанном пространстве лав, движение их в центральные водосборники с обогащением на пути продуктами разрушения горных пород и угля, которые содержат сульфиды, придают им новые свойства и изменяют их состав. В результате этого накапливаются сульфаты, увеличивается содержание щелочно-земельных элементов. Также шахтные воды, стекая по отработанному пространству, обогащаются растворами минерального происхождения и взвешенными веществами [11].

Геохимическая характеристика основных водоносных комплексов исследуемых угольных бассейнов

Table 1

Geochemical characteristics of main aquifer systems of studied coal basins

Водоносные комплексы (индексы) Aquifer systems (indexes)	Львовско-Волынский угольный бассейн Lvov-Volyn coal basin		Донецкий угольный бассейн Donetsk coal basin		Кузнецкий угольный бассейн Kuznetsk coal basin	
	Геохимический тип подземных вод Geochemical type of ground waters	М, г/дм ³ g/dm ³	Геохимический тип подземных вод Geochemical type of ground waters	М, г/дм ³ g/dm ³	Геохимический тип подземных вод Geochemical type of ground waters	М, г/дм ³ g/dm ³
Q	HCO ₃ -Ca	0,2—1,0	HCO ₃ -Ca HCO ₃ -SO ₄ -Ca	0,5—1,5 1,0—2,0	HCO ₃ -Ca	0,4—0,8
N — P			HCO ₃ -SO ₄ -(Ca, Mg, Na) SO ₄ -HCO ₃ -(Ca, Mg, Na)	0,5—2,5 1,0—5,0		
K ₂	HCO ₃ -Ca HCO ₃ -Ca-Mg HCO ₃ -Na	0,25—0,5 0,45—0,9	HCO ₃ -Ca HCO ₃ -SO ₄ -Ca	0,5—2,5		
K _{2cm}			HCO ₃ -SO ₄ -Ca SO ₄ -HCO ₃ -(Cl)-Na	1,0—3,0 1,5—6,0		
K ₁						
J	Cl-HCO ₃ -Na Cl-Na	0,92—4,0			HCO ₃ -Ca HCO ₃ -Ca- Mg Cl-SO ₄ -Mg-Ca Cl-Mg	0,6—1 5—8
T			HCO ₃ -SO ₄ -Ca SO ₄ -HCO ₃ -(Cl)-Na Cl-HCO ₃ -Na Cl-Na	1,0—2,0 1,5—5,0 До 10,0—16,0		
P ₇						
qP ₁			SO ₄ -Ca SO ₄ -Cl-Na-Ca Cl-Na	0,4—7,8 10,0—40,0	HCO ₃ -Ca-Na	0,5—5,0
P ₁			HCO ₃ -Ca HCO ₃ -SO ₄ -Ca SO ₄ -(Ca, Na, Mg) SO ₄ -Cl-Na HCO ₃ -(Cl)-Na Cl-Na	0,5—1 1,0—2,5 2,5—6,0 3,0—8,0 0,5—1,5 10,0—340,0	HCO ₃ -Na	До 19,6
C ₂						
C ₁ ²	Cl-HCO ₃ -Na Cl-Na	3,0—4,0 очень высокие М			Cl-Na Cl-HCO ₃ -Na Cl-Ca-Na	10—35,7
C ₁ ¹			От HCO ₃ -Ca до Cl-Na	0,5—10,0		
D ₂₋₃			SO ₄ -Cl-Na	4,0—340,0		

Ниже представлен анализ химического состава шахтных вод исследуемых районов.

Шахтные воды имеют разный химический состав. Содержание минеральных примесей составляет от 0,5 до 50 г/дм³. Авторы [11] предлагают так классифицировать шахтные воды по степени минерализации: 1 — пресная (до 1 г/дм³), 2 — слабосоленоватая (1—3 г/дм³), 3 — солоноватая (3—5 г/дм³), 4 — сильно солоноватая (5—10 г/дм³), 5 — соленая (10—25 г/дм³), 6 — сильносоленая (25—50 г/дм³), 7 — рассолы более (50 г/дм³). В ЛВБ- и ДБ-бассейнах встречаются воды от слабосоленоватых до соленых, а в КБ — от пресных до солоноватых. Шахтные воды характеризуются различными значениями кислотно-щелочного потенциала (рН). По величине рН шахтные воды разделяют на 3 класса: кислые (меньше 6,5); нейтральные (6,5—8,5); щелочные (более 8,5) [11]. В ДБ встречаются шахт-

ные воды от кислых до щелочных [4], а в ЛВБ и КБ все шахтные воды являются нейтральными. Рассмотрим нейтральные шахтные воды подробнее (табл. 2).

Шахтные воды ЛВБ с нейтральной реакцией рН характеризуются изменением минерализации от 3 до 10 г/дм³. Минерализация шахтных вод ДБ и КБ невысока и варьирует от 0,3 до 3,5 г/дм³ [4]. Глубины залегания этих вод — до 500 м, в ДБ иногда до 800—1000 м.

Шахтные воды ДБ относятся к сульфатно-гидрокарбонатным и гидрокарбонатно-сульфатным с различным катионным составом [4, 14]. Шахтные воды ЛВБ определены как сульфатно-хлоридные натриевые, КБ — сульфатно-гидрокарбонатные натриевые.

Таким образом, главными анионами в шахтных водах Донбасса является сульфат-ион, в ЛВБ — ионы хлора, а в КБ — гидрокарбонат-ионы, однако среди катионов во всех бассейнах доминируют ионы натрия.

Таблица 2

Характеристика и классы шахтных вод исследуемых угольных бассейнов

Table 2

Characteristics and classes of mining waters of studied coal basins

		Львовско-Волынский угольный бассейн Lvov-Volyn coal basin	Донецкий угольный бассейн Donetsk coal basin			Кузнецкий угольный бассейн Kuznetsk coal basin
pH		нейтральные pH 6,5–8,5	нейтральные pH 6,5–8,5	кислые pH < 6,5	щелочные pH > 8,5	нейтральные pH 6,5–8,5
Минерализация Mineralization		3–10 г/дм ³	0,5–3,5 г/дм ³	1–10 г/дм ³	2–7 г/дм ³	0,3–3 г/дм ³
Глубина отбора проб, м Sampling depth, m		–410/–550	до –500	–67/–1200	–500/–1300	–200/–500
Класс шахтных вод [7] Class of mine waters	анионы anions	Cl [–] > SO ₄ ^{2–} > HCO ₃ [–]	SO ₄ ^{2–} > HCO ₃ [–] > Cl [–] SO ₄ ^{2–} > Cl [–] > HCO ₃ [–]	SO ₄ ^{2–} > Cl [–]	SO ₄ ^{2–} > HCO ₃ [–] > Cl [–]	HCO ₃ [–] > SO ₄ ^{2–} > Cl [–]
	катионы cations	Na ⁺ > Ca ²⁺ > Mg ²⁺	Na ⁺ > Ca ²⁺ > Mg ²⁺	Na ⁺ > Mg ²⁺ > Ca ²⁺ Na ⁺ > Ca ²⁺ > Mg ²⁺	Na ⁺ > Ca ²⁺	Na ⁺ > Ca ²⁺

Шахтные воды кроме повышенной минерализации характеризуются содержанием в них различных микроэлементов. В целом содержание микроэлементов на 1–2 порядка выше, чем в подземных водах, за счет которых они формируются. В шахтных водах Донбасса наиболее характерными микроэлементами являются алюминий, рубидий, барий, никель, а также бром, бор, стронций, литий, цезий, германий [13]. Подземные воды Львовско-Волынского бассейна значительно беднее микроэлементами: в этих водах нет цинка, циркония, олова, германия, бериллия, и в незначительных количествах обнаружены молибден, свинец, ванадий, бром, никель [5]. Шахтные воды Кузнецкого бассейна содержат кадмий, сурьму, стронций, железо, цинк, ртуть, медь, хром, барий, марганец, кобальт и свинец [16].

В Львовско-Волынском и Донецком бассейнах преимущественно из горных выработок шахтные воды через систему шахтного водоотлива собираются в прудах-накопителях, которые играют роль отстойников, и во время паводков шахтные воды частично попадают в водоемы, ухудшая экологическую ситуацию [10]. Для Донбасса разработаны различные технологии очистки и деминерализации шахтных вод, но они в настоящее время не внедряются из-за отсутствия финансирования. На некоторых шахтах Донбасса перед сбросом шахтная вода проходит обеззараживание (хлорирование), снижающее микробиологическое загрязнение [9]. В Кузбассе для очистки шахтных вод используют модульные установки. Для каждой шахты в зависимости от состава шахтных вод разработана своя схема модульной очистки: отстаивание для удаления взвешенных веществ и нефтепродуктов, фильтрация, деминерализация, аэрация, обеззараживание. Для выбора наиболее оптимальных схем очистки шахтных вод Львовско-Волынского бассейна необходим анализ эффективности разработанных и действующих технологий на шахтах Донбасса и Кузбасса.

Выводы

Таким образом, учитывая приведенные выше данные, можно утверждать, что химический состав

подземных вод является основой формирования состава шахтных вод. Состав и свойства подземных вод, в свою очередь, определяются минеральным составом водовмещающих пород, источниками поступления которых являются природные геологические образования (минералы, горные породы), а также стадией их взаимодействия с водой.

В Донбассе формируются кислые, щелочные и нейтральные, а во Львовско-Волынском бассейне и Кузбассе — только нейтральные шахтные воды. Нейтральные шахтные воды Львовско-Волынского бассейна характеризуются небольшими и средними глубинами залегания и величинами минерализации от 3 до 10 г/дм³, Донбасса и Кузбасса — от 0,3 до 3,5 г/дм³. Установлено, что доминирующими анионами в шахтных водах Львовско-Волынского бассейна являются ионы хлора, в Донбассе — сульфат-ионы, а в Кузбассе — гидрокарбонат-ионы. Среди катионов в исследуемых бассейнах преобладают ионы натрия.

Полученные результаты изучения компонентного состава шахтных вод исследуемых угольных бассейнов позволят в дальнейшем выбрать оптимальную технологическую схему очистки шахтных вод Львовско-Волынского бассейна на основе анализа действующих и предлагаемых схем очистки этих вод в Донецком и Кузнецком угольных бассейнах. Необходимая очистка позволит использовать шахтные воды на объектах добывающих предприятий, обеспечить нормативы сброса этих вод в водные объекты, что в целом приведет к улучшению экологической ситуации в угольных районах.

Литература

1. Бучацка Г. М. Геохимические и гидрогеохимические особенности Червоноградского горно-промышленного района // Вестник Львовского университета. Серия геологическая, 2002. Вып. 16. С. 144–154.
2. Бучацка Г. М. Гидрогеологические условия и гидрогеохимическая зональность Львовско-Волынского угольного бассейна // Вестник Львовского университета. Серия геологическая, 2009. Вып. 23. С. 175–183.
3. Домрочева Е. В., Лепокурова О. Е., Сизиков Д. А.

Геохимическая характеристика подземных вод Нарыкско-Осташкинской площади (Кузбасс) // Известия Томского политехнического университета, 2014. Т. 325. С. 94—101.

4. Дузь А. И., Пичугин Б. В., Дуденко И. И. Охрана среды и использование отходов угольного производства. Донецк: Донбас, 1990. 110 с.

5. Кушнирук В. А. Геологическое строение и тектонические особенности Львовско-Волынского каменноугольного бассейна. Киев: Наукова думка, 1968. 132 с.

6. Навитний А. М. О ликвидации вредного влияния подземных шахтных вод на гидросферу земной поверхности // Уголь, 2006. № 3. С. 60—63.

7. Питьева К. Е. Гидрогеохимические аспекты охраны геологической среды. Москва: Наука, 1984. 222 с.

8. Рогов Г. М., Плевако Г. А., Соломко Л. А. К вопросу гидрогеологии Кузнецкого бассейна // Известия Томского ордена Трудового Красного Знамени политехнического института имени С. М. Кирова, 1964. Т. 127. С. 120—123.

9. Рыжков И. Ю. Эколого-экономическая оценка возможностей использования подземных шахтных вод для питьевых водопотреблений // Экономика природопользования и охраны окружающей среды: сб. науч. пр. / Институт экономики природопользования и устойчивого развития Национальной академии наук Украины. Киев: ГУ ИЭПУР НАН Украины, 2012. С. 267—273.

10. Струев М. И., Исаков В. И., Шпакова В. Б. и др. Львовско-Волынский бассейн: геолого-промышленный очерк. Киев, 1984. 273 с.

11. Суярко В. Г. Геохимия подземных вод восточной части Днепровско-Донецкого авлакогена. Харьков: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2006. 225 с.

12. Суярко В. Г. Гидрогеохимия (геохимия подземных вод). Харьков: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2010. 112 с.

13. Суярко В. Г., Решетов И. К., Безрук К. О. Возможности использования подземных и шахтных вод Донбасса как гидроминерального сырья // Экология окружающей среды и безопасность жизнедеятельности. 2007. № 3. С. 7—12.

14. Улицкий А. А. Геохимические особенности шахтных вод Донбасса // Вестник Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина, 2009. Харьков: Издательство ХНУ им. В. Н. Каразина. Серия: Геология. География. Экология. Вып. 31. С. 79—82.

15. Шварцев С. Л., Домрочева Е. В., Рассказов Н. М. Геохимия и формирование содовых вод Кузбасса // Известия Томского политехнического университета. 2011. Т. 318. № 1. С. 128—134.

16. Юрташкина Л. В. Исследование состава и свойств карьерных вод разрезов Кузбасса для оценки их утилизируемости: Автореф. дис. ... канд. тех. наук: 3.11.2005. Кемерово, 2005. 21 с.

References

1. Buchatska G. M. *Geohimicheskie i gidrogeohimicheskie osobennosti Chervonogradskogo gornopromyshlennogo raiona* (Geochemical and hydrogeochemical features of Chervonogradsky mining industrial are). Vestnik Lvovskogo universiteta. 2002, No. 16, pp. 144—154.

2. Buchatska G. M. *Gidrogeologicheskie usloviya i gidrogeohimicheskaya zonalnost Lvovsko-Volynskogo ugolnogo basseina* (Hydrogeological conditions and hydrogeochemical

zoning of Lvov-Volynsky coal basin). Vestnik Lvovskogo universiteta. 2009, No. 23, pp. 175—183.

3. Domrocheva E. V., Lepokurova O. E., Sizikov D. A. *Geohimicheskaya karakteristika podzemnykh vod Narykско-Ostashkinskoi ploschadi (Kuzbass)* (Geochemical characteristics of ground waters of Narykskaya-Ostashkinskaya area (Kuzbass). Izvestiya Tomskogo politehnicheskogo universiteta, 2014, V. 325, pp. 94—101.

4. Duz A. I., Pichugin B. V., Dudenko I. I. *Ohrana sredy i ispolzovanie othodov ugolnogo proizvodstva* (Environment protection and coal waste disposal). Donetsk, Donbas, 1990, 110 pp.

5. Kushniruk V. A. *Geologicheskoe stroenie i tektonicheskie osobennosti Lvovsko-Volynskogo kamennougolnogo basseina* (Geological structure and tectonic features of Lvov-Volynsky coal basin). Kiev, Naukova dumka, 1968, 132 pp.

6. Navitnii A. M. *O likvidatsii vrednogo vliyaniya podzemnykh shahtnykh vod n gidrosferu zemnoi poverhnosti* (Elimination of harmful effect of mining ground waters on surface hydrosphere). Ugol, 2006, No. 3, pp. 60—63.

7. Piteva K. E. *Gidrogeohimicheskie aspekty ohrany geologicheskoi sredy* (Hydrogeological aspects of geological environment protection). Moscow, Nauka, 1984, 222 pp.

8. Rogov G. M., Plevako G. A., Solomko L. A. *K voprosu gidrogeologii Kuznetskogo basseina* (Hydrogeology of Kuznetsk basin). Izvestiya Tomskogo ordena trudovogo krasnogo zname-ni politehnicheskogo instituta imeni S. M. Kirova, 1964. V. 127, pp. 120—123.

9. Ryzhkov I. Yu. *Ekologo-ekonomicheskaya otsenka vozmozhnostei ispolzovaniya podzemnykh shahtnykh vod dlya pitevykh vodopotrebn* (Ecological and economic evaluation of possibilities of mining ground water usage for drinking needs). *Ekonomika prirodoopolzovaniya i ohrany okruzhayuschei sredy*. Kiev, GU IEPUR NAN Ukraine, 2012, pp. 267—273.

10. Struev M. I., Isakov V. I., Shpakova V. B. et al. *Lvovsko-Volynskii bassein: Geologo-promyshlennyi ocherk* (Lvov-Volynsky basin: Geological sketch). Kiev, 1984, 273 pp.

11. Suyarko V. G. *Geohimiya podzemnykh vod vostochnoi chasti Dneprovsko-Donetskogo avlakogena* (Geochemistry of ground waters of Eastern Dnepr-Donetsk aulacogen). Kharkov, 2006, 225 pp.

12. Suyarko V. G. *Gidrogeohimiya (geohimiya podzemnykh vod)* (Geochemistry of ground waters). Kharkov, 2010, 112 pp.

13. Suyarko V. G., Reshetov K. Y., Bezruk K. O. *Vozmozhnosti ispolzovaniya podzemnykh i shahtnykh vod Donbassa kak gidromineralnogo syrya* (Possibilities of using Donbas ground and mining waters as hydromineral raw). *Ekologiya okruzhayuschei sredy i bezopasnost zhiznedeyatelnosti*, 2007, No.3, pp. 7—12.

14. Ulitskii A. A. *Geohimicheskie osobennosti shahtnykh vod Donbassa* (Geochemical features of Donbas mining waters). Vestnik Harkovskogo natsionalnogo universiteta im. V. N. Karazina, 2009. Kharkov, V. 31, pp. 79—82.

15. Shvartsev S. L., Domrocheva E. V., Rasskazov N. M. *Geohimiya i formirovanie sodovykh vod Kuzbassa* (Geochemistry and formation of soda waters of Kuzbas). Izvestiya Tomskogo politehnicheskogo universiteta, 2011, V. 318, No.1, pp. 128—134.

16. Yurtashkina L. V. *Issledovanie sostava i svoistv karernykh vod razrezov Kuzbassa dlya otsenki ih utiliziruемости* (Study of composition and characteristics of quarry waters of Kuzbas sections to evaluate their efficiency). Extended abstract of Ph dissertation: 3.11.2005/ Lyudmila Vladimirovna Yurtashkina, Kemerovo, 2005, 21 pp.