

УДК 662.85:550.4

Канд. геол. наук. ПРОСКУРНЯ Ю. А., магистрант ТАРАСОВА Е. А. (ДонНТУ)

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ШАХТНЫХ ВОД ДОНЕЦКО-МАКЕЕВСКОГО РАЙОНА ДОНБАССА И НОВЫЕ МЕТОДЫ ЕГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Шахтные воды оказывают на природную среду крайне отрицательное воздействие. В результате взаимодействия в горных выработках с разрушенными пустыми породами, полезным ископаемым и др. на пути движения к водосборникам шахтные воды достигают высокой минерализации. В них накапливаются соли тяжелых металлов, зачастую токсичные элементы, бактерии, взвешенные вещества и много другое, что изменяет качественные показатели окружающей среды [1].

Донецко-Макеевский угленосный район находится в пределах Донецкой области. В районе интенсивно развиты угольная, металлургическая, машиностроительная, коксохимическая и другие отрасли тяжелой промышленности. Для Донецко-Макеевского района – как и для большей части Донбасса – одним из основных загрязнителей природной среды является угольная промышленность. На территории района находится более 20 действующих шахт, деятельность которых негативно влияют на окружающую среду. В этой связи наиболее важным представляется геохимическое изучение не только угля, но и шахтных вод района. Эта проблема имеет два аспекта. Во-первых, анализ содержания в компонентах геологической среды элементов в концентрациях, представляющих угрозу для здоровья человека. И, во-вторых, рациональное использование природных ресурсов, одним из направлений которого является попутное извлечение ценных компонентов [4].

Так как сброс шахтных вод, содержащих химические элементы в концентрациях, превышающих предельно допустимые, представляет потенциальную опасность для окружающей среды, то в первую очередь, необходимым является изучение распределения в водах химических элементов всех классов опасности [1,3]. Исходными данными для исследования послужили результаты химического и спектрального полуколичественного анализов шахтных вод шахт Донецко-Макеевского района, выполненные ПО «Укруглегеология» (табл. 1). Если проанализировать данную таблицу, то можно отметить, что значения минерализации имеют тенденцию к увеличению с глубиной, максимальное значение приходится на интервал 1100-1200 м шах. им. Скочинского и равно 7586 г/л. А минимальное – для глубин 300-500 м на шах. им. Бажанова и равно 2221 г/л. Остальные показатели изменяются по-разному: максимальное значение ионов $K+Na$ находится в интервале глубин 900-1100 м на шах. им. Бажанова и равно 1904 мг/л, тогда как минимальное – на интервале 400-700 м на шах. Трудовская и равно 654 мг/л. Максимальное значение ионов Ca прослеживается на интервале 400-700 м на шах. Трудовская и равно 346 мг/л, минимальное – на интервале 1100-1200 м на шах. им. Скочинского и равно 37 мг/л. Максимальное значение ионов Mg находится на интервале 400-700 м на шах. Трудовская и равно 254 мг/л, минимальное значение находится на интервале глубин 700-900 м на шах. им. Бажанова и равно 38 мг/л. Максимальное значение ионов хлора наблюдается на интервале 1100-1200 м на шах. им. Скочинского и равно 3495 мг/л, тогда как минимальное – для глубин 300-500 м на шах. им. Бажанова и равно 327 мг/л. Максимальное значение ионов SO_4 прослеживается на интервале 400-700 м на шах. Трудовская и равно 1981 мг/л, минимальное значение находится на интервале 700-900 м на шах. им. Бажанова и равно 618 мг/л. Максимальное значение показателя рН прослеживается на интервале 450-650 м на шах. им. Калинина и равно 8,7, а минимальное – на интервале 700-1000 м на шах. Трудовская и равно 6,9.

Табл. 1. Значения показателей химического состава шахтных вод на разных интервалах глубин шахт Донецко-Макеевского района

Шахта	Интервалы глубин, м	Минерализация, г/л	K+Na, мг/л	Ca, мг/л	Mg, мг/л	Cl, мг/л	SO ₄ , мг/л	pH
им. Бажанова	300-500	2221	738	105	79	327	808	7,8
	500-700	3461	1145	65	52	880	769	7,9
	700-900	4896	1760	71	38	1976	618	7,8
	900-1100	6138	1904	181	152	2716	1009	7,7
им.Калинина	250-450	3056	861	78	85	378	1180	8,3
	450-650	3309	1053	58	68	531	1071	8,7
	650-850	4719	1313	94	92	741	1879	8,2
	850-1050	4862	1719	42	53	1688	877	8,2
Октябрьская	700-850	4300	1038	133	129	840	1827	7,8
	850-1000	4419	1201	113	104	1342	1345	8,2
	1000-1150	5542	1827	81	86	1858	1253	7,9
им. Сковчинского	1000-1100	4138	1076	117	145	935	1456	8
	1100-1200	7586	2750	37	56	3495	673	8
	1200-1300	5648	1720	117	144	1931	1199	8
Трудовская	400-700	3314	654	346	254	887	1981	8,1
	700-1000	4980	1112	133	69	740	1785	6,9

Объектом данных исследований является шахта «Трудовская». Поле шахты «Трудовская» и ее резервных блоков расположено в западной части Донецко-Макеевского угленосного района. В геологическом строении шахтного поля принимают участие отложения свит C_3^1 верхнего и C_2^7 , C_2^6 , верхи C_2^5 среднего карбона, повсеместно перекрытые осадками четвертичного, неоген-палеогенового возраста, мелового возраста. Юрские отложения распределены в западной и северо-западной частях площади. В структурном отношении описываемая площадь приурочена к крайней юго-западной части Кальмиус-Торецкой котловины Донецкого бассейна. Поверхностные воды представлены водотоками балок, которые формируются частично за счет подземных, а также – шахтных вод. Это гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные, магниевые-кальциевые-натриевые слабощелочные очень жесткие воды. Шахтные воды в основном сульфатно-хлоридного кальциево-натриевого состава, слабо агрессивные по содержанию сульфатов к бетонам и средне агрессивные по отношению к стальным конструкциям.

По мере отработки угольных месторождений состав шахтных вод также изменяется. Это зависит от многих факторов, в число которых входят:

- глубина ведения горных работ, определяющая химический состав исходных подземных вод и степень обводненности выработок, состав газов, как растворенных в подземных водах, так и поступающих в шахту при дегазации вскрываемой толщи;
- наличие обводненных разрывных нарушений, способных гидравлически связывать подземные воды различных гидрохимических зон;
- методы борьбы с подземными водами (предварительное водопонижение или шахтный водоотлив), обуславливающий величину притока исходных подземных вод;
- марочный состав добываемого угля, химический и минералогический составы вскрываемых горных пород, вступающих во взаимодействие с шахтной атмосферой, и в ее присутствии - с подземными и шахтными водами;
- способ разрушения и степень дробления вмещающих пород и угля;
- мощность извлекаемого угольного пласта и способ управления кровлей, обуславливающие мощность зон обрушения и дренажа, а следовательно – количество и химический состав попадающих в шахту смешанных подземных вод.

Изменение химического состава шахтных вод ведет к изменению различных их качественных характеристик, к которым относятся агрессивность по отношению к бетонам, агрессивность по отношению к металлам и др.

При ведении горных работ в шахтах используют оборудование и материалы, которые имеют максимальную стойкость к различным видам воздействия, например коррозии. Однако при изменении химического состава шахтных вод меняется также и реакция взаимодействия оборудования и материалов с водами. Поэтому для увеличения производительности бетонных, стальных сооружений и конструкций, а также полимерных покрытий и деталей и уменьшения затрат на ремонт, замену или покупку более дорогого оборудования необходимо прогнозировать параметры химического состава шахтных вод.

Прогнозирование химического состава шахтных вод производится несколькими методами, к числу которых относятся метод гидрогеохимических аналогий, вероятностный, графоаналитический методы и метод экспертных оценок [2].

В настоящее время прогнозированию подлежат: величина общей минерализации, содержание катионов натрия и калия, кальция, магния, анионов гидрокарбонатов, сульфатов, хлора, концентрации тяжелых металлов и токсичных элементов, содержание фенолов, сероводорода, взвешенных веществ, а также другие компоненты и свойства шахтных вод, способные оказывать отрицательное воздействие на условия работы горняков, сохранность окружающей среды, крепи, оборудования и др.

Задачей наших исследований является составление прогнозной модели химического состава шахтных вод шахты «Трудовская» для определенного горизонта работ, исходя из данных химических анализов шахтных вод шахт Донецко-Макеевского района и нахождения шахты-аналога.

При подборе шахты-аналога учитываются следующие факторы:

- естественные: геолого-гидрологические условия, физико-географические условия, состав и свойства дренируемых подземных вод, марочный состав углей и др.;

- искусственные: глубина разработки, площадь выработанного пространства, метод борьбы с подземными водами и др. [2]

Проанализировав качественный состав углей, глубины отработок угольных пластов, горно-геологические условия и многие другие факторы, можно сказать, что вероятнее всего для шх. Трудовская шахтой-аналогом будет являться шх. Октябрьская.

Авторами в ходе исследования был выбран вероятностный метод оценки в виду неоднородности данных по химическому составу шахт Донецко-Макеевского района.

Прогнозирование химического состава шахтных вод данным методом выполняется в несколько этапов:

- проводится изучение условия формирования химического состава и агрессивных свойств шахтных вод ближайших шахт угленосного района;

- производится количественная и качественная сравнительная оценка перечисленных выше факторов на полях шахт района и на разведываемом участке с целью выбора шахты-аналога и определяется аналог;

- анализируются фактические данные по шахте-аналогу и исключаются аномальные значения, вызванные влиянием тектонических нарушений и т.д.;

- вычисляются значения обобщенных параметров и другие исходные данные;

- производится подсчет содержаний прогнозируемых компонентов в шахтных водах;

- оцениваются агрессивные свойства шахтной воды по прогнозному содержанию компонентов.

Вероятностный метод прогнозирования химического состава и свойств шахтных вод основан на нахождении корреляции между содержаниями химических компонентов шахтных вод, с одной стороны, и глубиной разработки, площадью выработок, длительностью работы предприятия и т. д. – с другой.

Данные исследования находятся на начальном этапе, который включает в себя расчет корреляционных отношений и выведение регрессионных уравнений химического состава шахтных вод относительно глубины разработки на территории Донецко-Макеевского района.

Расчет корреляционных отношений проводился с помощью статистического пакета SPSS 10.0. Проанализировав получившуюся матрицу корреляции для дальнейшего исследования отбираются те характеристики, значения коэффициентов корреляции которых не менее 0,2. В данном случае, в результате проведения корреляционного анализа было выявлено, что значимые связи имеют такие показатели как минерализация, ионы K+Na и Cl. Для этих характеристик были составлены уравнения регрессии и построены графики, отражающие эти зависимости.

Общий вид регрессионного уравнения выглядит следующим образом (1):

$$Y = ax + b \quad (1)$$

где Y – значение содержания прогнозируемого компонента;
 x – значение фактора, с которым установлена существенная корреляционная связь;
 a и b – коэффициенты, определяемые по методу наименьших квадратов или по графику.

Ниже будут приведены результаты регрессионного анализа для выбранных уже показателей.

Уравнение регрессии, отражающее зависимость минерализации от глубины отработки, выглядит следующим образом (2):

$$[M] = 2,823H + 2421,862 \quad (2)$$

где $[M]$ – прогнозируемое значение минерализации,
 H – глубина отработки.

График зависимости минерализации от глубины отработки выглядит следующим образом (см. рис. 1).

На данном графике прослеживается тенденция к увеличению значения минерализации с глубиной отработки.

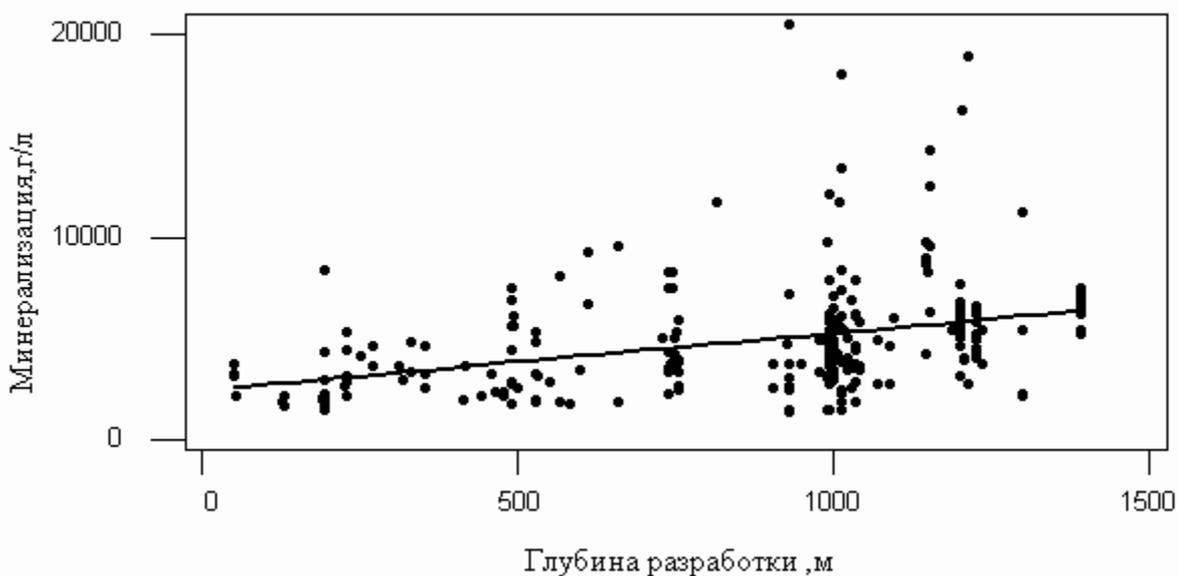


Рис. 1. График зависимости минерализации шахтных вод от глубины отработки месторождения

Уравнение регрессии, отражающее зависимость значений ионов K+Na от глубины отработки, выглядит следующим образом (3):

$$[K+Na]=1,452H+455,91 \quad (3)$$

где [K+Na] - прогнозируемое значение значений ионов калия и натрия,
H - глубина отработки.

График зависимости значений ионов K+Na от глубины отработки имеет следующий вид (см. рис. 2).

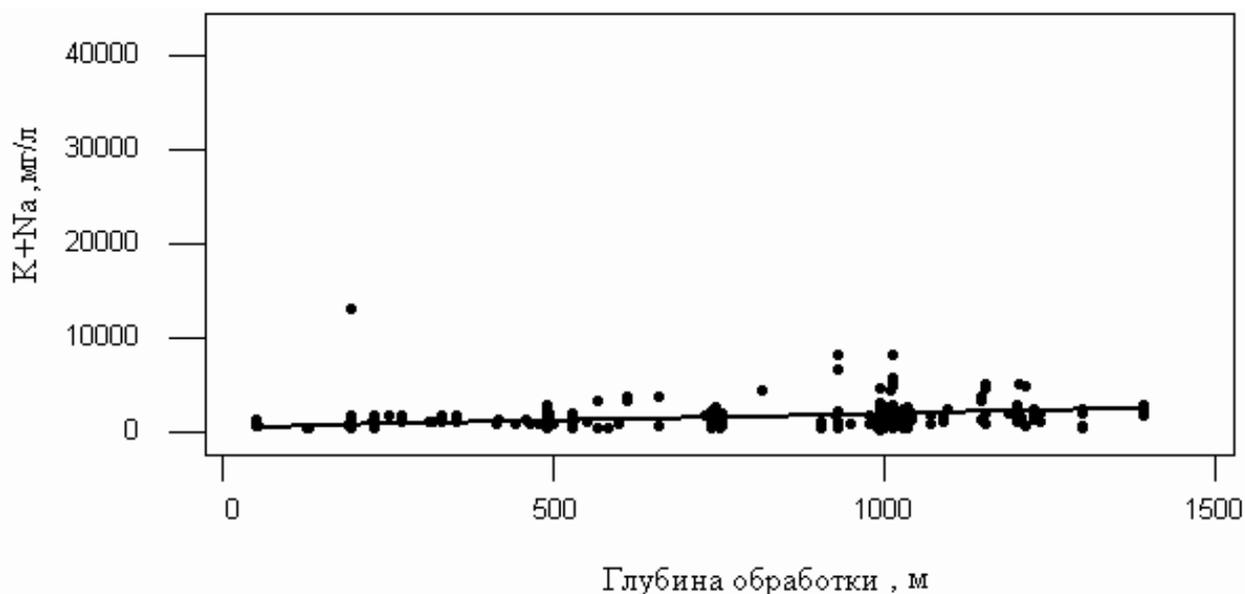


Рис. 2. График зависимости значений ионов калия и натрия в шахтных водах от глубины отработки месторождения

На данном графике слабо, но все же также прослеживается тенденция к увеличению значения ионов K+Na с глубиной отработки.

Уравнение регрессии, показывающее зависимость значений ионов Cl от глубины отработки, выглядит следующим образом (4):

$$[Cl]= 1,8H+ 38,29 \quad (4)$$

где [Cl] - прогнозируемое значение значений ионов хлора,
H - глубина отработки.

График зависимости значений ионов Cl от глубины отработки имеет следующий вид (см. рис. 3).

Данный график отражает явную тенденцию к увеличению значений ионов хлора с глубиной отработки месторождения.

Таким образом, в ходе начального этапа проведения данных исследований были рассчитаны и проиллюстрированы зависимости показателей химического состава шахтных вод с глубиной, установлена тенденция увеличения значений этих показателей относительно глубины отработки угольных пластов, рассчитаны уравнения регрессии и построены графики, отражающие эти зависимости. Результаты проведенных исследований будут использованы в дальнейшем для расчета оценки точности выведенных регрессионных уравнений и прогноза изменения значений вышеперечисленных показателей на определенных горизонтах шахты «Трудовская».

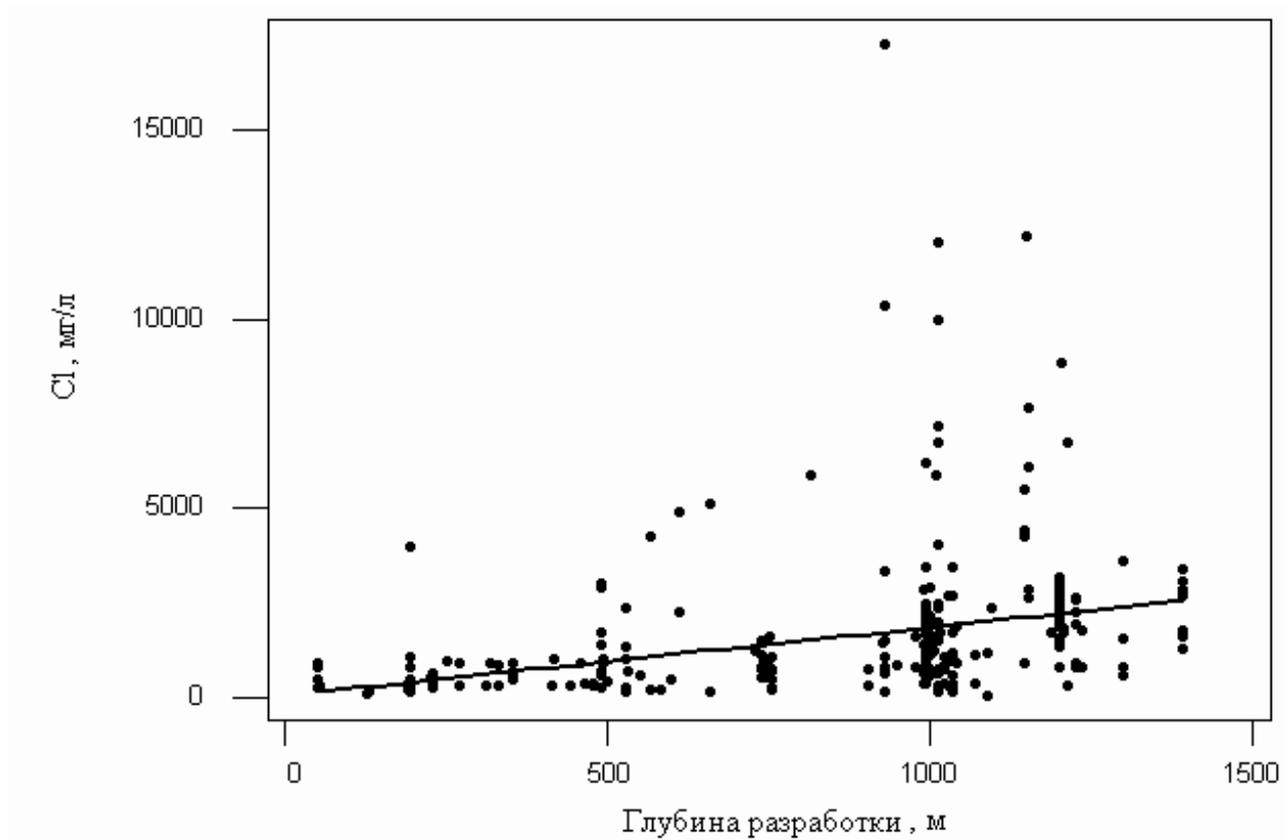


Рис. 3. График зависимости значений ионов хлора в шахтных водах от глубины отработки месторождения

Литература

1. **Виноградов А. П.** Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия. – 1962. - № 7. – С. 555-571.
2. Справочник по охране геологической среды. Т.2./В.ф. Макляк и др./Под ред. Г.В. Войткевича. Ростов н/Д: Феникс, 1996. - 512 с.
3. **Клер В. Р., Перциков И. З.** Неорганические компоненты твердых топлив. – М.: Химия, 1991. – 221с.
4. **Шевченко О. А., Проскурня Ю. А.** Эколого-геохимические особенности углей и шахтных вод Донбасса (на примере Донецко-Макеевского углепромышленного района) // Геолого-мінералогічний вісник: Кривий ріг. – 2001. - №2(6). - с.38-41

© Проскурня Ю. В., Тарасова Е. А., 2007