

МАТЕРИАЛЫ УРАЛЬСКОЙ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОЙ ДЕКАДЫ

5-15 апреля 2004 г.

ГЕОЛОГИЯ, ГЕОФИЗИКА И ГЕОЭКОЛОГИЯ

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОСИСТЕМ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

*РУБАН Н. В., науч. руководитель проф. ГРЯЗНОВ О. Н.,
Уральская государственная горно-геологическая академия*

Геоэкологическому районированию в последнее время посвящено значительное число работ и публикаций, тем не менее, эта тема не теряет своей актуальности. Объектом исследований геоэкологического подхода являются геосистемы и их состояния, а предметом исследования – аспект их влияния на человека и биоту. Геосистема – это особого рода материальная система, состоящая из взаимообусловленных природных компонентов, взаимосвязанных в своём размещении и развивающихся во времени как части целого, практически любые структурные физико-географические образования от фации до ландшафта. Поэтому геоэкологическое районирование предполагает учёт разнообразных свойств территории по различным её срезам – природному, техногенному, вертикально-пространственному, горизонтально-пространственному и др. Структуру любой системы образует совокупность связей между её элементами, т. е. минимальными и неделимыми объектами в рамках системы. Устойчивые связи, в свою очередь, определяют упорядоченность системы. Поэтому выделяют два вида связей: «горизонтальные» и «вертикальные». Связи по «горизонтали» – это связи координации между однопорядковыми элементами, они носят коррелирующий характер, а именно ни одна часть системы не может измениться так, чтобы не изменились другие части. Связи по «горизонтали», в свою очередь, – это связи субординации или соподчинения элементов, т. е. значимости частей, доминантности, уровня организации системы и их иерархии. Таким образом, в результате синтеза этих свойств выделяются территориальные единицы или таксоны, обладающие специфическими квалификационными признаками, а также определяются их системные качества и оценивается влияние на антропо-биоценологическую подсистему и геологическую среду в целом.

Первоочередной задачей учёта свойств территории является оценка генетической устойчивости геосистемы, поскольку, во-первых, существует необходимость сохранения некоторых состояний геосистем в условиях нарастающего влияния антропогенного воздействия и необходимости сохранения их ресурсо-производящих и средовоспроизводящих функций. Во-вторых, долгое время существовало представление о геосистеме, как неподвижном образовании, которому свойственно только лишь функционирование без изменения состояния, но это не так [1]. Существуют различные толкования устойчивости систем. Самое общее представление об устойчивости – это свойство систем сохранять качественную определенность. Существуют и другие мнения, например: многие исследователи связывают устойчивость геосистемы со способностью сохраняться при изменении условий среды. Стабильность, в свою очередь, предполагает постоянство параметров системы, определяемое постоянством внешних условий. Стабильность – это качество пассивной системы, а устойчивость предполагает активную реакцию на внешнее возмущение [2].

На геосистему действуют возмущения как естественные, стихийные, так и антропогенные, порожденные хозяйственной деятельностью человека. В обоих случаях устойчивость обеспечивается механизмами, выработанными в процессе естественной эволюции. Система нормально формируется и развивается в изменяющихся условиях среды. Особенность функционирования геосистемы связана с тем, что эти внешние источники воздействия являются одновременно факторами, в естественных условиях обеспечивающими существование системы (потоки тепла, влаги и минеральных веществ). В свою очередь, под возмущениями следует понимать такие воздействия, которые переводят систему из одного состояния в другое (Эшби, 1959) [2].

Естественные факторы формирования и существования геосистемы обычно колеблются в достаточно широких пределах. В отдельные экстремальные периоды изменения факторов могут выходить за эти преде-

лы. Такого рода отклонения – засушливые или, наоборот, переувлажненные периоды, а также стихийные катастрофические явления создают источники естественных возмущений, действующих на систему.

Следует отметить также, что природные геосистемы обладают механизмами, компенсирующими влияние не только нормальных колебаний среды, но и стихийных возмущений, будь то экстремальные отклонения основных ландшафтообразующих факторов или катастрофические явления типа вулканических извержений, землетрясений, лавин, наводнений и другие.

Механизмы этого приспособления обусловлены особенностями строения геосферы. Во-первых, это иерархическая пространственная структура. Во-вторых, это гетерогенность системы, включающая в себя биогенную и абиогенную составляющие. Каждая геосистема, с одной стороны, входит в качестве элемента в геосистему более высокого иерархического уровня, а с другой – состоит из более мелких геосистем. И все они объединены в суперсистему наивысшего уровня – геосферу в целом. Это важная специфическая особенность геосистем. Она показывает, что функционирование геосистем более низкого уровня приспособлено к функционированию системы более высокого уровня (табл. 1).

Таблица 1

Схема иерархии геосистем

Уровни геосистемы	Элементы геосистемы	
Глобальный уровень	Эпигеосфера	
Региональный уровень	Ландшафтные страны	
	Ландшафтные провинции	
	Ландшафтные области	
	Ландшафтный район	
Локальный уровень	Ландшафт	Виды, классы, типы
	Местность	
	Урочище	
	Фация	

Впрочем, внешние возмущения естественной природы есть ничто иное, как результат функционирования геосистем более высокого уровня.

Конкретный ландшафт испытывает воздействия, идущие от эрозионной системы крупного бассейна, системы атмосферной циркуляции, системы тектонических движений горной страны и т. д.

Исходя из вышесказанного, в основе оценки устойчивости должны лежать, прежде всего, физико-географические предпосылки, в частности, инерционность системы, т. е. способность её накапливать результаты воздействий. Причем имеет смысл различать как физические характеристики этих воздействий, так и их форму. По особенностям воздействия можно различать механические, химические, биологические. Это внесение или изъятие вещества, перестройка какого-либо процесса и т. д., но, кроме того, действие возмущений может быть неодинаково и различаться по форме, а именно по длительности и интенсивности, повторяемости во времени, концентрации в пространстве, наличию колебательного или постоянного режима, усилению или ослаблению во времени [2]. Отсюда следует, что устойчивость в целом можно разделить на пространственную и временную, а по типу источника воздействия – на физическую, химическую и биологическую.

В свою очередь, устойчивость геосистемы будет зависеть от двух групп факторов: общих свойств компонентов геосистемы или ландшафта и особенностей внешнего воздействия антропогенного фактора (характера и интенсивности).

Таким образом, природный потенциал ландшафта учитывает лишь свойства компонентов, тем самым определяя его потенциальную устойчивость, которая является, в свою очередь, фоновым состоянием устойчивости.

Следовательно, можно произвести расчет природной потенциальной устойчивости ландшафта на основе выбора оценочных показателей, проведения операции раздельной бонитировки каждого из них и вычисления интегрального показателя потенциальной устойчивости.

Согласно всему вышеперечисленному, все оценочные показатели природной потенциальной устойчивости геосистемы и их параметры можно представить следующим образом (табл. 2).

Оценочные показатели природной потенциальной устойчивости и их параметры

Оценочные показатели	Оцениваемые параметры
Рельеф и геологическое строение	Крутизна склонов Интенсивность эрозионного расчленения Состав и свойства горных пород
Гидрологический режим	Речной сток Мутность и минерализация поверхностных вод Русловые процессы
Почвы	Сформированность почвенного профиля Мощность гумусового горизонта Механический состав
Растительный покров	Видовое разнообразие Проективное покрытие и сомкнутость
Способность к самоочищению	Интенсивность вертикального расчленения Сумма биологически активных температур Повторяемость и направление ветров, и их соотношение с господствующим направлением поверхностного стока
Геохимическая устойчивость ландшафта	Условия миграции загрязняющих веществ Сорбционная способность горных пород Тип водообмена грунтовых вод Годовой слой атмосферных осадков
Геодинамическая устойчивость ландшафта (на основе естественных геологических опасностей)	Вероятность природных катастроф (оползни, сели, вулканизм) Пораженность ЭГП Сейсмичность Инженерно-геологическая группа пород Растворимость

Все оценочные показатели отдельных компонентов ландшафта характеризуют свойства устойчивости этих компонентов в конкретных ландшафтных зонах, так как для разных зон характерен собственный набор ведущих оценочных показателей, поэтому каждому из них придается собственный весовой коэффициент.

После выбора оценочных показателей необходимо провести операцию раздельной бонитировки или качественной оценки каждого, т. е. конкретный ряд наблюдаемых или рассчитанных величин нужно разбить на бонитировочные классы с учетом критических или пороговых значений. Например, по показателю крутизны склонов можно выделить: крайне неустойчивый, неустойчивый, средне устойчивый, устойчивый и весьма устойчивый уровни. Все показатели оцениваются по пятибалльной шкале.

Следующий шаг – вычисление интегрального или комплексного показателя потенциальной устойчивости. Он выражается как некая функция оценок устойчивости отдельных компонентов с учетом относительной значимости этих частных оценок:

$$K = f(\delta_1 x_1, \delta_2 x_2, \dots, \delta_n x_n),$$

где K – комплексная оценка; x_i – частная оценка i -го компонента; δ_i – весовой коэффициент i -го компонента, определяющий его относительную значимость. Величины x выражены системой балльных оценок, где 1 балл – крайне неустойчивые ландшафты, а 5 баллов – весьма устойчивые ландшафты. Весовые коэффициенты задаются методом экспертных оценок [3].

Таким образом, при реализации подобного геоэкологического подхода появляется возможность провести районирование территории, подвергающейся антропогенному воздействию, выделяя при этом районы с различной степенью генетической устойчивости геосистем. Данный подход будет применен для геоэкологического районирования юго-западной части Свердловской области, поскольку именно эта часть подвержена массивному влиянию техногенеза, вследствие чего геосистемы и их состояния претерпевают значительные нагрузки и изменения, как в пространстве, так и во времени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Преображенский В. С. Проблемы устойчивости геосистем // Устойчивость геосистем. М.: Наука, 1983. С. 4-6.
2. Куприянова Т. П. Обзор представлений об устойчивости физико-географических систем // Устойчивость геосистем. М.: Наука, 1983. С. 8-9.
3. Бекшенёв О. Г. Оптимизация природопользования в условиях деятельности нефтегазодобывающего комплекса (на примере Северного Сахалина): Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Екатеринбург, 1995. 15 с.

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОГНОЗА СТЕПЕНИ ЗАКАРСТОВАННОСТИ КАРБОНАТНЫХ МАССИВОВ ПО КЕРНУ БУРОВЫХ СКВАЖИН

ГОРБОВА С. В.,
ЗАО НПЦ «КАРСТ», г. Дзержинск

Основной задачей изучения закарстованных территорий при проектировании, возведении и эксплуатации инженерных сооружений является количественная оценка устойчивости массивов пород и их развитие во времени и пространстве.

Для количественной оценки прогноза карстового процесса используют различные методы: гидрогеохимических расчетов, инженерно-геологических аналогий, физическое и математическое моделирование, вероятностно-статистические, методики, учитывающие напряженное состояние массивов и чувствительность территорий к техногенным нагрузкам, и др.

Важнейшую роль при изучении закономерностей развития карста и состояния массивов карстующихся пород играют буровые работы. При бурении скважин в районах распространения карстующихся пород особое внимание уделяется документации процесса бурения. При этом фиксируется скорость проходки как в карстующихся породах, так и в покровных отложениях для выявления полостей и разуплотненных зон; режим промывки или продувки в зависимости от технологии бурения с обязательной отметкой о характере циркуляции промывочной жидкости или воздуха (нормальная циркуляция, частичное или полное поглощение). При детальном бурении необходимо наблюдение за уровнем воды или наличием движения воздуха в соседних скважинах. Бурение должно осуществляться с полным отбором керна, что, к сожалению, на практике не всегда удается.

При правильно выбранной технологической схеме бурения и высоком качестве документации работ керн скважин является очень информативным материалом для изучения не только литологии и строения толщ, но и состояния пород, степени трещиноватости, выявления зон разуплотнения в покровных толщах, полостей в массиве, состава и состояния заполнителя карстовых полостей.

Степень трещиноватости пород – одна из важнейших характеристик для оценки и прогноза закарстованности, так как обуславливает проницаемость массива, что является вторым условием для развития карста (по Д. С. Соколову). Для оценки степени трещиноватости пород по керну буровых скважин применяются следующие характеристики: выход керна, модуль кусковатости, показатель состояния горной породы (RQD), коэффициент закарстованности. Изображение данных характеристик в графическом виде в инженерно-геологической колонке скважины наглядно показывает состояние массива в данной точке (рис. 1). При наличии большого количества скважин данная информация позволяет оценить состояние массива в целом.

Детальные буровые работы на опорных участках позволяют оценить степень эрозионного расчленения кровли карстующихся пород и провести микрорайонирование участков; изучить характер распределения заполненных и незаполненных карстовых полостей в массиве, их связь с поверхностными проявлениями карста и степенью эрозионного расчленения кровли карстующихся пород и др.

Предварительные результаты обработки материалов буровых работ, проведенных в 1998-2001 гг. на 94 км перегона Кунавино – Каменск-Уральский Свердловской железной дороги при непосредственном участии автора, выявили некоторые особенности в строении карбонатной толщи.

Участок работ расположен на северо-западной окраине г. Каменска-Уральского на левом берегу р. Каменки. Река имеет неразработанную каньонообразную долину с крутыми обрывистыми склонами. Глубина вреза составляет 30-35 м. Оба склона долины сложены кремнистыми известняками, которые на значительном протяжении выходят на дневную поверхность. В береговых обнажениях встречаются небольшие пещеры и гроты.

В ходе буровых работ на участке вскрыты нижнекаменноугольные известняки, перекрытые рыхлыми осадками кайнозоя (рис. 2). Известняки представлены в основном брекчиевидными разностями от светло-серых до черных битуминозных, местами порода имеет красновато-бурый цвет, обусловленный поступлением гидроокислов железа из покровных суглинков. Покровные отложения представлены разнозернистыми песками с галькой кварца и суглинками и «кавардачными» глинами светлинской свиты неогена. В эрозионных впадинах в надкровлевой части суглинки содержат, как правило, переотложенные железные руды.

Качественный анализ разреза, построенного по вертикальным скважинам, показал, что участок работ по степени эрозионного расчленения кровли карстующихся пород можно разделить на 2 зоны: ПК929-ПК934 и ПК936-ПК942 (ПК935 является переходной зоной и будет рассматриваться отдельно).

Геологический индекс	Глубина подошвы слоя, м	Мощность слоя, м	Колонка	Описание пород	Выход	Модуль	RQD, д.е.	УГВ
					керна, Вк %	кусковатости, Мк шт/инт		
					50 100	10 20	0,5 1,0	
Q	2,90	2,90		Песок светло-серый среднезернистый с линзами темно-серого суглинка. Песок бурый разнозернистый с дресвой кварца до 15%				
	3,60	0,70		Суглинок темно-бурый				
N _{1sv}	6,30	2,70		Супесь бурая, с желтыми пятнами, с дресвой опоки до 10%				
	11,20	4,90		Суглинок бурый, светло-бурый с включением темно-серого, красновато-бурого с щебнем лимонита до 25%				
	11,40	0,20		Супесь бурая				
	12,60	1,20		Полость				
	13,30	0,70		Суглинок красновато-бурый с щебнем лимонита до 25%				
	14,30	1,00		Полость				
C _{1v-s}	20,50	6,20		Известняк буровато-серый, местами красновато-бурый ожелезненный, брекчиевидный, сильно трещиноватый				

Рис. 1. Инженерно-геологическая колонка скважины 3903в (ПК 940)

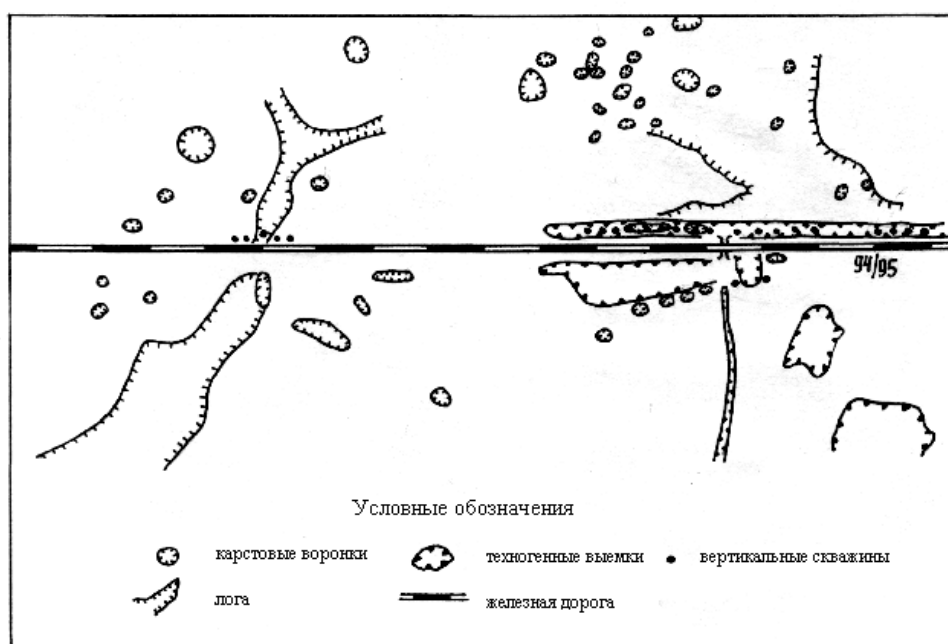


Рис. 2. Схема расположения буровых скважин на ПК933-ПК941 перегона Кунавино – Каменск-Уральский СвЖД

Для ПК929-934 характерно неглубокое залегание (0,8-8,5 м) и слабое эрозионное расчленение кровли известняков. Высоты карстовых полостей, за редким исключением (3 полости из 60 вскрытых вертикальными скважинами), не превышают 0,5 м.

На ПК936-ПК942 кровля карстующихся пород залегает на глубинах от 3,30 до 31,0 м. Количество вскрытых вертикальными скважинами карстовых полостей составило 102. Средняя высота полостей – 0,84 м (при минимальном значении 0,05, максимальном – 8,80 м).

Таким образом, одна из выявленных закономерностей на Каменск-Уральском участке заключается в том, что с увеличением степени эрозионного расчленения кровли известняков увеличивается как количество полостей, так и их размеры.

Изучение закономерностей развития и строения карбонатного массива на 94 км перегона Кунавино-Каменск-Уральский Свердловской железной дороги продолжается.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КОМПЛЕКСАХ (НА ПРИМЕРЕ ВЫСОКОГОРСКОЙ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ)

*КОЛОСНИЦЫНА О. А., науч. руководитель доц. ГУМАН О. М.,
Уральская государственная горно-геологическая академия*

Горнодобывающая промышленность является одним из наиболее мощных факторов техногенного воздействия на окружающую среду. Это воздействие внешне выражается в изъятии и механическом повреждении значительных массивов земель. При этом существенно изменяется направленность и интенсивность геохимических процессов в геологической среде, нарушается природный водный баланс, трансформируется гидрохимическая обстановка.

На протяжении трех столетий и до настоящего времени осуществляется разработка Высокогорской группы месторождений, расположенных на западной окраине г. Н. Тагила, на междуречье р. Тагил и ее левого притока р. Выи. Практически все железные руды этой группы месторождений являются комплексными и кроме основного компонента содержат медь и кобальт. В процессе добычи создано более десятка карьеров глубиной от первых десятков метров до 275 м, а также пройдено 14 шахтных стволов различного назначения глубиной от 61 до 874 м. Кроме этого, в процессе разработки южного фланга железорудного месторождения на Меднорудянском карьере выявлено еще 47 старых дореволюционных шахт глубиной от 12 до 207 м, частично сохранившихся до сих пор. В настоящее время добыча железных руд осуществляется в выработках шахты «Магнетитовая». Вблизи Высокогорского рудного поля, на междуречье рек Гальянки и Лебы, создано два карьера для добычи флюсового известняка глубиной до 46-64 м, один из которых эксплуатируется до сих пор. На северо-западной окраине города в бассейне р. Лебяжки разрабатывается еще одна группа железорудных месторождений – Лебяжинская. В 7 км северо-западнее г. Н. Тагила на междуречье р. Тагил и ее левого притока р. Баранчи разрабатывается третья группа железорудных месторождений – Естюнинская.

Общая площадь, занимаемая вышеперечисленными карьерами, достигает 3,5 км², что составляет почти 50 % от совокупности территорий, утвержденных в качестве горных отводов месторождений.

В результате интенсивной подземной добычи железных руд на всех трех рудниках над подрабатываемыми территориями возникли деформации поверхности с образованием зон сдвижения и обрушения. В настоящее время наиболее обширные деформации земной поверхности отмечаются на Высокогорском руднике. Глубина зон обрушения достигает 150 м. Радиус областей развития деформаций сдвижения по этому месторождению составляет от 800 до 1200 м. На Высокогорском участке в зону сдвижения попадает часть селитебных территорий, что привело к необходимости частичного выселения. Современные наблюдения над подрабатываемым пространством шахты «Магнетитовая» показывают, что лежащий бок находится в неустойчивом положении. При этом на отдельных участках отмечается оседание до 22-28 мм в год. Наблюдения по всяческому боку свидетельствуют о том, что процесс сдвижения массива горных пород и земной поверхности значительно замедлился и не превышает 16 мм за год.

В целом техногенные изменения свойств и состояния массивов скальных пород прослеживаются на расстояниях до 1,5-1,8 км от горных выработок. По данным Бучкина М. Н. (1983), площади с интенсивными техногенными изменениями свойств горных пород в 2,5-3 раза больше площадей существующих горных выработок [2].

Свою лепту в изменение водного баланса и загрязнение геологической среды вносят отвалы вскрышных и вмещающих горных пород. Вблизи наиболее крупных отвалов из-за нарушения поверхностного стока образуются участки подтопления и наблюдается заболачивание. Отвальные образования способствуют формированию подотвальных вод. Наиболее значимые выходы их на дневную поверхность выявлены в подножии Тонского отвала.

Подобное интенсивное освоение полезных ископаемых возможно только с созданием систем защитного водопонижения. По многолетним наблюдениям за состоянием подземных вод установлено, что водопонижение в зоне взаимосвязанных трещинно-карстовых систем, мощностью которой составляет 220-250 м, сопровождалось активным развитием депрессионной воронки по площади и интенсивным нарастанием водопритоков. Среднегодовая величина последних имеет тесную корреляционную связь с глубиной дренирования и объемом горных выработок. При последующем углублении горных работ эти искусственные режимобразующие факторы утратили ведущую роль, размеры депрессии в плане достигли естественных границ и в начале 70-х годов практически стабилизировались. С созданием в середине 70-х годов на южном фланге де-

прессионной воронки дополнительного возмущения для защиты от подземных вод горных работ на Гальяновском известковом карьере область захвата подземного потока возросла в направлении р. Лебы. Принципиальных изменений в гидродинамической обстановке Высокогорского шахтного поля при этом не произошло, поскольку Гальяновский водоотлив по глубине воздействия на подземный поток в карбонатной полосе в сравнении с шахтным водоотливом выполняет роль частной дрены. В результате длительного и мощного водоотлива сформировалась районная депрессионная воронка с центром в границах шахтного поля. В центре депрессии уровень подземных вод контролируется максимальной глубиной отработки рудной залежи горизонта – 450 м, что составляет около 650 м от поверхности земли. Депрессионная воронка по гидроизогипсе 190 м выходит под урез воды в Нижне-Выйском пруду и вытянута по простиранию структуры в южном направлении в сторону р. Лебы. Контур распространения депрессии на юге точно не установлен, но предположительно он не достиг уреза воды р. Лебы, судя по наличию в ее долине изливающейся скважины. Современной депрессией захвачен подземный поток с водосборной площади порядка 21 км². В водном балансе депрессионной воронки значительная роль принадлежит привлечению транзитного речного стока перетеканием через разделяющую толщу аллювия и кор выветривания. В частности, инфильтрационные потери из Н.-Выйского пруда оцениваются в среднегодовом исчислении в 2,9 тыс. м³/сут. На восточном фланге депрессионной воронки реализуется активное питание подземных вод за счет поверхностных вод р. Рудянки, особенно на участках пересечения ее с карбонатными линзами и полосами. Непосредственно на участке Меднорудянского месторождения русло р. Рудянки отведено по желобу за пределы южного борта отработанного карьера.

Осушенные карьеры и провалы зон обрушения, находящиеся в депрессионной воронке, являются гидрогеологическими окнами, через которые происходит активное инфильтрационное питание подземных вод выпадающими на их площади дождевыми осадками и тальми водами. Значительными локальными источниками воздействия на подземные воды рассматриваемой территории являются отработанные карьеры, полностью или частично занятые шламами горно-обогатительного производства (МОФ ВГОК). Через борта и дно этих выработок происходит инфильтрация и инфилюация сточных вод, формируются купола растекания и очаги загрязнения подземных вод фильтратом. Возможны потери сбрасываемых сточных вод из различных систем водоотведения, пересекающих депрессионные воронки [2].

Сосредоточение в больших количествах твердых производственных и бытовых отходов в виде разного рода отвалов, свалок и т. д. является одним из мощнейших факторов техногенеза, приводящим к появлению на земной поверхности новых техногенных ландшафтных образований. Твердые производственные и бытовые отходы, сосредоточенные в разного рода накопителях, по способу образования, транспортирования, складирования и соответственно характеру воздействия на среду можно разделить на две группы: насыпные и намывные отходы. Каждая из этих групп в зависимости от состава отходов, определяемого прежде всего типом производственной или какой-либо иной деятельности, подразделяется на ряд подгрупп, в которых при необходимости можно выделить различные виды.

Твердые насыпные отходы – техногенно-переотложенные горные породы. Данные образования являются отходами горнодобывающей промышленности и представлены вскрышными и вмещающими породами, часто с включениями некондиционных руд и рассеянной минерализации. Состав этих отходов обусловлен типом разрабатываемого месторождения. Отвалы Высокогорского месторождения, генетически связанные с известняками, содержат, как правило, большое количество этих пород. Присутствие известняков может определять щелочные условия миграции химических элементов. В пустых породах этих отвалов распространены многие тяжелые металлы, сопутствующие скарново-магнетитовому оруденению: медь, цинк, кобальт, марганец, молибден, свинец и некоторые другие. В частности, в водах реки Рудянки, фильтрующихся через толщу Тонского отвала, установлены высокие концентрации меди, марганца, цинка. В донных отложениях этого водотока на выходе из-под отвала также зафиксированы высокие содержания этих элементов, а кроме того – кобальта и молибдена.

Твердые намывные отходы – отходы горно-обогатительного производства. Объекты сосредоточения этих отходов хранилища только от обогащения руд. В них складированы шламы от обогащения руд Высокогорской группы месторождения (Черемшанское шламохранилище).

Шламы представлены песчано-пылеватым материалом, имеющим следующий усредненный химический состав (по данным ВРУ), %: кремнезем – 34,1-36,2; глинозем – 10,6; железо – 11,2-11,7; сера – 1,91-2,99; медь – 0,24-0,25; кобальт – 0,02-0,022; цинк – 0,06-0,065; свинец – 0,005-0,006; мышьяк – 0,003-0,004; кадмий – 0,0002. Кроме того, встречаются повышенные содержания марганца и молибдена.

Дренажные воды, фильтрующиеся из-под толщи шламов, загрязнены медью, цинком, марганцем, а также железом.

Отстойник промывочной фабрики ВГОК, ныне не действующий, содержит шламы промывки мармитовых и валунчатых руд Высокогорского месторождения. Эти отходы отличаются от других шламов преобладанием в механическом составе пелитовой фракции. Геохимическая характеристика этого объекта в целом аналогична характеристике Черемшанского шламохранилища.

Действующие на территории промузла системы промышленного, коммунального и дренажного водоотведения могут вносить существенные коррективы в естественные стоковые характеристики речной сети, а также изменять химический состав поверхностных и подземных вод, геохимический спектр формирующихся донных отложений. Последствия воздействия ныне закрытых систем водоотведения сохраняются до настоящего времени в накопленных за период их эксплуатации донных отложениях водотоков и водоемов.

Объем сточных вод, организованно сбрасываемых в бассейны рек Малая Кушва, Вязовка, Катаба, Ватиха, в течение 1991-1994 гг. варьирует от 44 до 49 % от общего среднегодового водоотведения. Однако для рек Малая Кушва и Вязовка, полностью протекающих в урбанизированной зоне, рассчитанная доля сточных вод будет явно занижена, поскольку невозможно учесть многочисленные утечки из износившихся подземных коммуникаций и неорганизованные выпуски с промпредприятий и объектов коммунального хозяйства.

Сточные воды могут изменять не только естественный гидрологический режим рек, но и влиять на формирование химического состава поверхностных вод и геохимического спектра аккумулялирующихся донных отложений.

В донных отложениях большинства систем водоотведения данного геохимического типа, наряду с уже названными цинком и медью, фиксируются высокие содержания ртути, хрома, свинца, серебра, реже никеля и кобальта.

В районе Высокогорского железного рудника на территории, примыкающей с севера к группе накопителей шламов-отходов обогащения руд в основном Высокогорского месторождения, выявлено техногенное геохимическое поле с высокими содержаниями меди (до 1500 мг/кг), кобальта (до 180 мг/кг), ртути (до 0,48 мг/кг), цинка (до 180 мг/кг), серебра (до 2 мг/кг). Ассоциация медь-кобальт является типоморфной для этих шламов, что позволяет уверенно объяснить происхождение данной аномалии как результат их рассеяния по прилегающей местности [2].

Подземные воды на территории с ненарушенными гидродинамическими условиями имеют гидрокарбонатный натриево-кальциевый состав. Сравнение гидрохимического облика флангов депрессии и водоотлива позволяет констатировать, что наиболее мощным источником загрязнения подземных вод является непосредственно шахтное поле, где с наибольшей интенсивностью протекают процессы окисления гидролиза сульфидной минерализации, появляются специфические загрязняющие вещества, связанные с технологией горного производства (азотные соединения).

Интенсивная хозяйственная деятельность на территории Высокогорской группы месторождений вызвала устойчивые отрицательные изменения в окружающей природной среде. В отдельных случаях в результате техногенного воздействия произошли глубокие необратимые нарушения природных ландшафтов с возникновением не свойственных природе ландшафтных образований. Техногенная нагрузка нередко достигает размеров, создающих угрозу здоровью населения и состоянию естественных экосистем.

На основании выше изложенного видна необходимость проведения комплексного экологического мониторинга на данной группе месторождений. Экологический мониторинг является системой определенного взаимодействия с элементами окружающей среды, в функции которой входят: прогноз, регулярный автоматический контроль за изменением состояния параметров среды; моделирование при необходимости экологических процессов и их взаимосвязей с технологической деятельностью для получения дополнительной информации о возможностях и способах воздействия на окружающую среду для ее нормализации и стабилизации; поддержание на заданном уровне (стабилизация, управление) экологических параметров посредством воздействия на элементы технологических процессов, производящих выбросы, с учетом фонового загрязнения и метеорологической ситуации [1].

Так как площади с интенсивными техногенными изменениями компонентов окружающей среды в 2,5-3,0 раза больше площадей существующих горных выработок, то это обуславливает граничные условия системы экологического мониторинга, выходящие за пределы горного отвода. Однако трудность заключается в невозможности определения воздействия Высокогорской группы месторождений на компоненты окружающей среды на значительном расстоянии от нее, так как в данном районе разрабатывается еще несколько групп месторождений, которые, в свою очередь, также оказывают влияние на природу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балашов А. Н., Краевкая Т. И., Меркулов Л. Г. Некоторые вопросы построения системы экологического мониторинга на разрезах. М., 1991. С. 21-22.
2. Евстигнеев А. В., Зубарев К. А., Козлов А. Е. Информационный отчет по теме «Специализированное геолого-экологическое картирование М 1:50000 Нижне-Тагильского промышленного узла. Екатеринбург: Уралгеолком, 1997. С. 21-23, 26-28, 31-32, 66-67, 96, 120-122, 191-192, 260.

ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ГРУНТОВ ЗОНЫ АЭРАЦИИ СРЕДНЕГО УРАЛА

НЕЧАЕВА Н. Н., науч. руководитель проф. ГРЯЗНОВ О. Н.,
Уральская государственная горно-геологическая академия

Анализ распространения химического загрязнения в грунтах различного литогенетического типа, оценка вертикального и площадного распространения загрязнения и пути его минимизации весьма важны при выборе наиболее рациональной схемы сооружения противодиффузионных экранов из природных грунтов в основании полигонов твердых бытовых и промышленных отходов в условиях незащищенных геологических структур Среднего Урала.

Исследования проводились на территории полигона промышленных отходов, действующего около 50 лет и требующего рекультивации в настоящее время. Участок исследований находится в южной части Свердловской области. Район приурочен к зоне сочленения горной части Урала и Западно-Сибирской низменности, расположен в пределах сложного Восточно-Уральского прогиба, сложенного вулканогенными, вулканогенно-осадочными и осадочными образованиями от нижнего силура до среднего – верхнего отдела каменноугольной системы, а также слабо литифицированными рыхлыми отложениями мезозойской и кайнозойской групп. Для района характерны неравномерно распространенные и невыдержанные по мощности остаточные, преимущественно площадные коры выветривания [1].

Литологические исследования кор выветривания показали, что для зон промежуточных и конечных продуктов основными являются фракции 0,25-1,0 мм, 0,05-0,01 мм и менее. Основными гипергенными минералами являются каолинит, гидромусковит, гетит, гидробиотит, халцедон, монтмориллонит и др. Мощность зоны активной трещиноватости составляет в среднем 40 м.

Неоднородное по разрезу строение коры выветривания, наличие в ней слабопроницаемых глинистых отложений способствуют формированию невыдержанных по площади и мощности линз и горизонтов верховодки.

Распространение химического загрязнения было изучено до глубины 5,0 м по монолитам и керну из скважин (до водоносного горизонта). Опробование грунтов производилось с интервалом 0,5 м.

Физические и водные свойства грунтов приведены в таблице.

Основные физические и водные свойства грунтов

Характеристики физических и водных свойств грунта	Название грунта	
	суглинок элювиально-делювиальный (edQ)	супесь элювиальная (eMZ)
Природная влажность W , д. ед.	0,142	0,130
Плотность грунта ρ , г/см ³	2,07	2,04
Плотность сухого грунта ρ , г/см ³	1,81	1,81
Плотность частиц грунта ρ , г/см ³	2,64	2,68
Пористость n , д. ед.	0,314	0,325
Коэффициент пористости e , д. ед.	0,459	0,481
Коэффициент водонасыщения S_r , д. ед.	0,817	0,724
Коэффициент фильтрации K_f , м/сут	$4,51 \cdot 10^{-5}$	$7,75 \cdot 10^{-2}$
Влажность на границе текучести W_l , д. ед.	0,316	0,247
Влажность на границе раскат W_p , д. ед.	0,212	0,195
Число пластичности I_p , д. ед.	0,104	0,052
Показатель текучести I_t , д. ед.	< 0	< 0

Для данного участка наиболее оптимальным материалом при сооружении противодиффузионного экрана является суглинок элювиально-делювиальный, требующий предварительного уплотнения.

Гранулометрический состав суглинка и супеси приведен на рис.1. Содержание пылевой фракции в суглинке элювиально-делювиальном достигает 50 %, в супеси – 20-22 %. Глинистая фракция составляет в суглинке 25 %, в супеси – 5-10 %.

Оптимальная влажность суглинка элювиально-делювиального составляет 0,179 ед., максимальная плотность – 1,82 г/см³.

Для оценки поглотительной способности грунтов данного разреза, а также для изучения распространения химического загрязнения в лаборатории УГГА был выполнен спектральный полуколичественный анализ с определением главных элементов химического загрязнения (по 73 пробам). Установлено, что наибольшая концентрация загрязнителей наблюдается в суглинке элювиально-делювиальном (рис. 2), мощность

которого составляет 0,5-1,1 м. Суглинок элювиально-делювиальный обладает высокой поглотительной способностью и более низким коэффициентом фильтрации по сравнению с нижележащей супесью элювиальной.

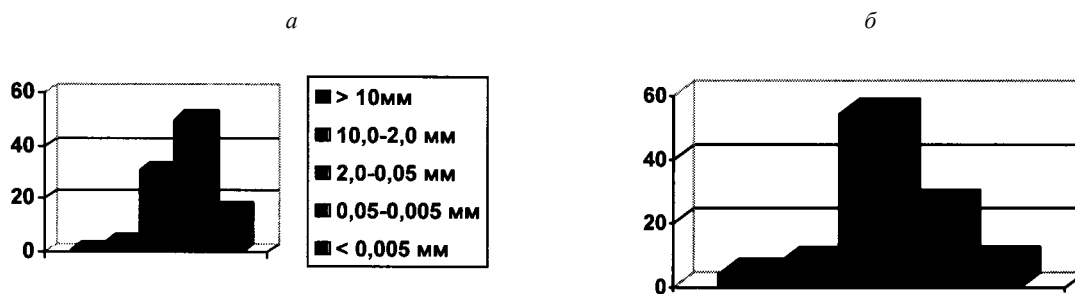


Рис. 1. Гранулометрический состав исследуемых грунтов:
а – суглинка (edQ); б – супеси (eMZ)



Рис. 2. Среднее значение Z_c в различных типах грунтов:
а – в суглинках; б – в супесях

Так как эксплуатация полигона ведется больше 50 лет, катионная емкость грунта достигла максимального значения, вследствие этого поглотительные свойства его снизились, загрязняющие вещества начали проникать глубже по разрезу через супесь, поглотительная способность которой гораздо ниже, и достигли подземных вод, вызвав их загрязнение. Наиболее интенсивное загрязнение наблюдается по всем скважинам до глубины 4,0-4,5 м.

Для избежания дальнейшего загрязнения подземных вод и грунтов следует провести очистку грунтов от тяжелых металлов. По эффективности очистки грунты можно расположить в следующей последовательности: глины>суглинки>супеси>пески. На этой основе можно предварительно оценивать эффективность метода при выборе способа очистки грунта от того или иного загрязнителя [2].

Известно, что грунты способны к самоочищению. Этому способствуют различные биоорганизмы (энзимы, грибы, черви, различные виды растительности). Однако более эффективного очищения суглинистого грунта можно достичь при помощи гуминовых веществ. Установлено, что действие гуминовых веществ на Cu, Pb, Cr (III) приводит к образованию хелатных соединений и снижению токсичности этих тяжелых металлов [2]. В большом количестве эти вещества содержатся в осадке водоподготовительных станций, поэтому возможно их использование в качестве очищающего компонента.

При дальнейшей эксплуатации полигона обязательно возведение защитного экрана основания полигона из суглинка элювиально-делювиального для предотвращения загрязнения подземных вод и грунтов зоны аэрации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сигов А. П. Металлогения мезозоя и кайнозоя Урала. М.: Недра, 1969. С. 3-15.
2. Королев В. А. Очистка грунтов от загрязнений. М.: МАИК «Наука / Интерпериодика», 2001. С. 82-170.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСАДКОВ ВОДОПОДГОТОВКИ

ТОМИН М. Н., науч. руководитель проф. ГРЯЗНОВ О. Н.,
Уральская государственная горно-геологическая академия

Водоснабжение г. Екатеринбурга осуществляется за счет вод рек Чусовой, Уфы и Исети. Западная фильтрационная станция осуществляет водозабор из Волчихинского водохранилища на реке Чусовой, подпитанной из Нязепетровского водохранилища на реке Уфе по водоводу.

В процессе подготовки воды на водопроводной станции, использующей речную воду, образуется значительное количество осадков при работе отстойников и осветлителей со взвешенным слоем, фильтров и контактных осветлителей, растворных баков реагентного хозяйства. Осадок, сформировавшийся в процессе подготовки воды, а также промывочные воды сбрасываются в озеро-отстойник (оз. Здохня), где происходит концентрация химических элементов, содержащихся в речной воде, на относительно небольшой территории озера. Осадок, богатый органическими соединениями, в основном в виде органических комплексов, адсорбирует различные химические элементы в довольно больших количествах.

Озеро Здохня, по аналогии с природным процессом эволюции озер, можно рассматривать как природное озеро в завершающей стадии его эволюции, т. е. происходит постепенное превращение его в болото, с активизацией процессов, присущих болотным ландшафтам. В таких условиях интенсивно протекают процессы оглеения, с обогащением воды Fe и Mn. Технология водоподготовки накладывает свой отпечаток на геохимические особенности осадка, имеющего повышенное содержание алюминия как основного реагента, применяющегося при первичном обезвоживании осадка (алюминий входит в состав флокулянта).

Состав осадка включает студнеобразные, аморфные вещества – гели неопределенного состава, которые со временем превращаются в коллоидные минералы, имеющие микрокристаллическую или аморфную структуру. Особенно много таких преобразований в болотных ландшафтах. Такие соединения переменного состава Ферман назвал «мутабельными». Коллоидные минералы образуются здесь за счет разложения органических остатков [2].

Таким образом, осадок представляет собой органо-минеральный коллоид, состоящий преимущественно из гумусовых веществ и глинистых минералов, а также осажденных форм оксидов железа, марганца и алюминия. Нами рассматривается вопрос об использовании данного осадка для рекультивации нарушенных земель после промораживания и сушки на открытом воздухе в течение 1-2 сезонов. Известно, что в процессе замораживания, высушивания, под действием электролитов, при взаимодействии двух противоположно заряженных коллоидных систем происходит коагуляция коллоида, которая сопровождается дегидратацией. Коагуляция способствует уменьшению связности грунта и образованию структуры осадка.

В составе осадка содержится большое количество органических белковых веществ, так как в процессе неполного разложения растительных остатков образуются растворимые органические кислоты. Для условий, в которых происходит накопление осадка, характерна слабокислая и кислая реакция, водный раствор осадка растворяет известь и, следовательно, обладает агрессивным действием [2].

С речной водой в водоем привносится железо в виде тонкой суспензии гидроокислов или железоорганических соединений [3]. Соединения железа обуславливают темно-серую к черной окраску с фиолетовыми оттенками. При воздействии на осадок кислорода, содержащегося в воздухе, происходит процесс окисления двухвалентного железа, осадок приобретает бурый цвет.

Основным источником фосфора в речной воде являются различные формы фосфата кальция, в том числе минерала апатита ($\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3\text{OH}$), который широко распространен как в изверженных, так и в осадочных породах. В осаждении фосфора из воды большую роль играет адсорбция иона PO_4^{3-} положительно заряженными коллоидами железа, алюминия и марганца [3]. Железо и марганец также образуют труднорастворимые соединения с фосфором, в итоге осадок содержит большое количество фосфора.

В болотных водах наблюдается энергичная миграция марганца в условиях кислой восстановительной среды [2]. При взаимодействии с атмосферным воздухом (в нашем случае при вылеживании осадка на поверхности земли) происходит осаждение соединений марганца, нередко вместе с железом, образуя железомарганцевые конкреции, в которых содержится повышенное количество фосфора, ванадия, часто также бария, никеля, кобальта, меди и других металлов (в основном за счет адсорбции).

В процессе замораживания, оттаивания и усыхания осадка фосфор может участвовать в образовании железистого минерала вивианита ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$). Следует отметить, что в форме этого соединения фосфор становится доступным для питания растений, что важно учитывать, рассматривая возможность рекультивации нарушенных земель осадками водоподготовки.

В целом марганец, железо и алюминий ведут себя аналогично: при поглощении свободного кислорода (в результате окисления) резко снижается подвижность железа, марганца, алюминия, при этом резко возрас-

тает подвижность ванадия, молибдена, хрома, серы. Гидроокислы алюминия представлены в подсушенном осадке коллоидным или тонкокристаллическим минералом – гиббситом ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$)).

Все вышесказанное указывает на то, что на открытом воздухе осадок водоподготовки претерпевает некоторые положительные изменения: среда изменяется из восстановительной в окислительную, определенные соединения из аморфноминеральных переходят в кристаллические, становятся доступными для поглощения растительностью. Значения коэффициентов биологического поглощения также подтверждают эти выводы. По Б. Б. Полынову, коэффициентом биологического поглощения (КБП) называется отношение количества элемента, содержащегося в золе растений, к количеству элемента, содержащегося в почве или горной породе [2]. В нашем случае КБП определялся по мать-и-мачехе, выросшей на слое осадка, размещенного на поверхности земли. Результаты расчетов по экспериментальным данным приведены в виде гистограммы на рис. 1.

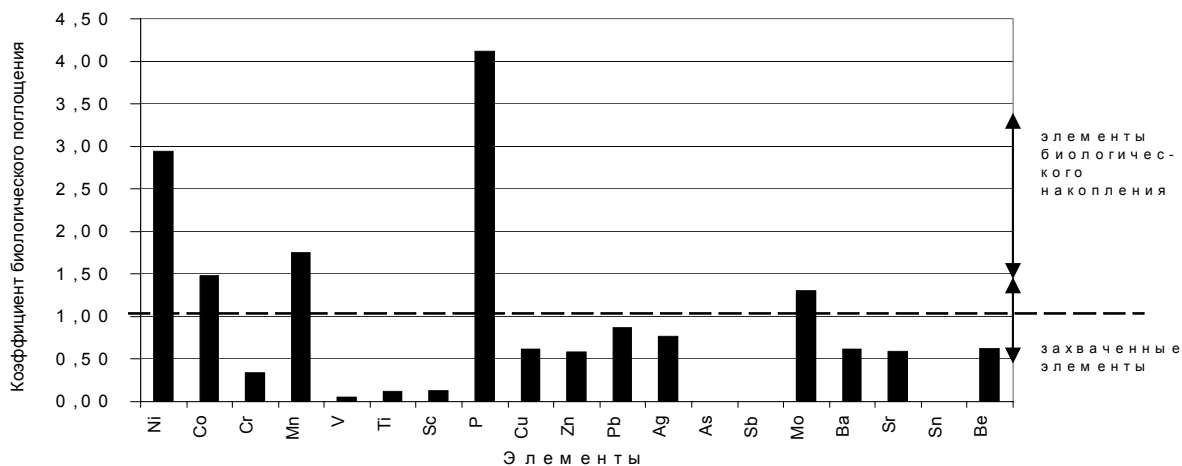


Рис. 1. Гистограмма величин коэффициентов биологического поглощения мать-и-мачехи химических элементов из осадка водоподготовки

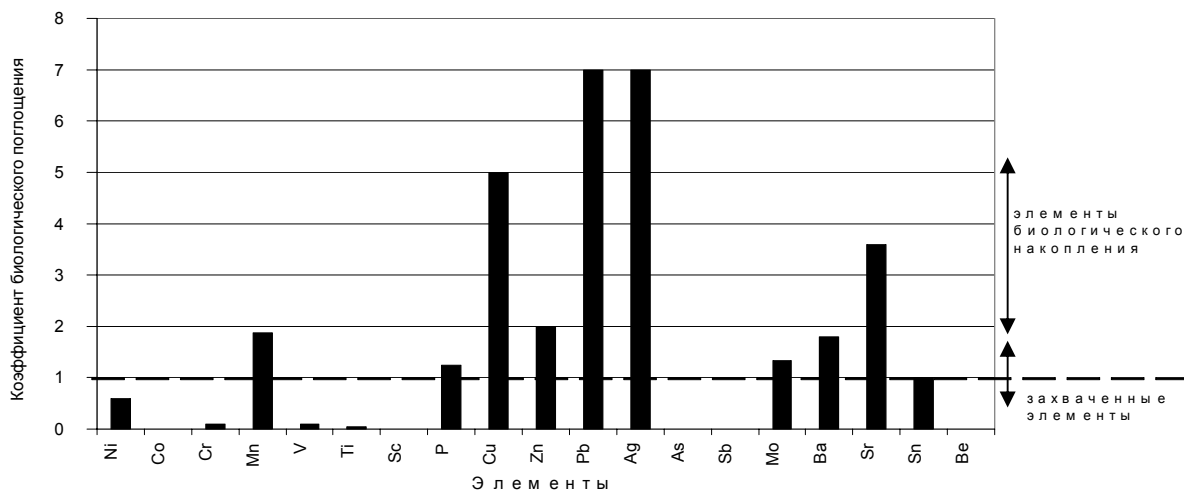


Рис. 2. Гистограмма величин коэффициентов биологического поглощения растением химических элементов из почвы

Элементы, КБП которых превышает 1, могут быть названы элементами биологического накопления. К таковым относятся Ni, Co, Mn, P, Mo. Остальные элементы лишь захватываются растением, а не накапливаются. Из этого следует, что Mn, P и другие элементы с КБП > 1 находятся в форме легкоусвояемых растениями соединений, в отличие от элементов с КБП < 1.

Рис. 2. показывает величины КБП мать-и-мачехи, выросшей на обычной почве, причем здесь взято отношение содержания элемента в золе растения к кларку этого элемента (кларки в почвах Урала по Г. А. Вострокнутову).

Сопоставляя два этих рисунка, можно сказать, что осадок водоподготовки после сезонного промораживания является хорошим источником таких элементов, как Ni, Co, Mn, P, Mo, но замечен недостаток таких важных элементов питания, как медь и цинк.

Во многих публикациях обсуждается и доказывается, что сапрпель – важный резерв почвенного плодородия. На рис. 3 сравнивается минеральный состав сапрпелей некоторых природных озер юга Тюменской области [4] и осадка водоподготовки, рассматриваемый в данном случае как техногенный сапрпель.

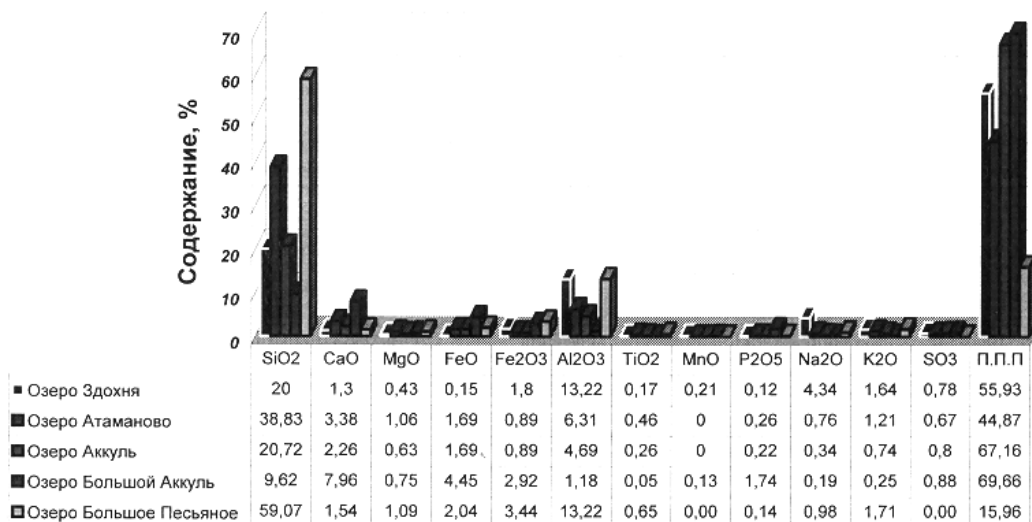


Рис. 3. Сравнительная диаграмма содержания минеральных веществ в сапрпелях природных озер юга Тюменской области и оз. Здохня

На рис. 3 видно, что осадок водоподготовки по содержанию минеральных веществ среди сапрпелей природных озер занимает некое среднее положение: содержание органического вещества около 60 %; окиси кремния, натрия, алюминия и железа по процентному содержанию занимают главенствующее положение, видно преобладание оксидов калия над оксидами фосфора. Содержание остальных веществ практически одинаково и в природных сапрпелях, и в осадках водоподготовки из оз. Здохня.

Данные о содержании минеральных веществ, приведенные на рис 3, еще раз подтверждают правомерность рассмотрения осадков водоподготовки как аналога природных сапрпелей. Однако важно не забывать о техногенных факторах, обуславливающих некоторую специфичность осадков (в большей степени специфичность химического состава осадка).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глазырина Н. С. и др. Подготовка к изданию специализированной эколого-геологической карты масштаба 1:500000 территории Свердловской области: Отчет. Екатеринбург, 2001.
2. Перельман А. И. Геохимия ландшафта. М., 1980. С 80-110.
3. Ковриго В. П. и др. Почвоведение с основами геологии. М.: Колос, 2000.
4. Лезин В. А. Вещественный состав сапрпелевых месторождений некоторых озер юга Тюменской области // Материалы 8-й конференции «Геология и минерально-сырьевые ресурсы Западно-Сибирской плиты и ее складчатого обрамления». Тюмень, 1991.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ, НАРУШЕННЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ БОГОСЛОВСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

ПОСПЕХОВ Г. Б.,

*Санкт-Петербургский государственный горный институт
(технический университет)*

Инженерная геология в своем развитии всегда учитывала требования, выдвигаемые строительными и горными работами. В настоящий период особо сложные, тяжелые задачи ставит горное производство в связи с восстановлением (рекультивацией) земель, нарушенных горными работами. Проблемы, возникающие при этом, ставились перед научными и производственными организациями неоднократно вот уже более 20 лет, но, как показывает контроль за их выполнением, идет непрерывный рост нарушений территорий при существенном отставании процесса их восстановления и возвращения в народное хозяйство [5]. Вместе с тем идет отставание инженерно-геологических исследований и практического их внедрения на разных стадиях освоения месторождений полезных ископаемых и территорий, прилегающих к ним.

Рекультивации подлежат нарушенные земли и прилегающие к ним участки, частично или полностью утратившие продуктивность [4]. Особое значение рекультивация приобретает на территориях нарушенных земель при разработке месторождений открытым способом. При этом самые высокие требования предъявляются к рекультивации земель для последующего сельскохозяйственного использования. Отметим, что эти требования определяют специфику и сложность проведения инженерно-геологических изысканий еще на начальной стадии геологоразведочных работ, когда еще не решен вопрос о наиболее перспективном способе разработки изучаемого месторождения.

Восстановление территорий, нарушенных горными работами, обычно проходит в два этапа – горно-технической и биологической рекультивации. При этом первый этап является технологическим звеном основных процессов добычи и обработки полезного ископаемого, т. е. проект технической рекультивации является продолжением проекта разработки месторождения и обеспечивается инженерно-геологической информацией об условиях его разработки и освоения территорий, прилегающих к горным выработкам. После окончания горно-технической рекультивации, в соответствии с Методическими указаниями [3], организуется и осуществляется контроль за состоянием подготовленных объектов к проведению следующего этапа – биологической рекультивации. Этот контроль также потребует выполнения определенных инженерно-геологических изысканий, которые близки по своему содержанию к т. н. геотехническому контролю за состоянием земляных сооружений (насыпей, выемок и др.).

Последовательность выполнения работ при геологической разведке месторождения, составлении и реализации проекта его разработки и рекультивации определяет последовательность (стадийность), виды, количество и методику проведения инженерно-геологических исследований на территории определенного месторождения и прилегающих к нему земель.

Основная, центральная, задача, для решения которой потребуются инженерно-геологические исследования, состоит в обосновании наиболее перспективного способа разработки данного месторождения. Она состоит из целого ряда разных по значению и сложности решения подзадач, которые надо решить во время подготовки проекта горного предприятия. Инженерно-геологическое обоснование наиболее перспективного способа разработки конкретного месторождения включает и геоэкологический подход при прогнозе изменения природной среды, поскольку любой инженерно-геологический прогноз разрабатывается на основе изучения природы ожидаемых изменений всех элементов (компонентов) природной обстановки под влиянием техногенного воздействия, в данном случае горных работ.

Весьма важным и специфическим является вопрос о рекультивации нарушенных территорий, на которых уже не ведутся горные работы. К этим территориям в настоящее время прибавились (и прибавляются) земли, нарушенные теперь уже закрытыми из-за нерентабельности шахтами и угольными карьерами.

За период реструктуризации угледобывающей отрасли прекратили добычу угля и в настоящее время находятся на различных стадиях ликвидации 175 шахт и 12 разрезов [1]. Как видно из специальной работы, посвященной этой сложной проблеме, предусмотренные на научные исследования затраты на рекультивацию нарушенных земель составляют 49,4 % от общих финансовых затрат на обоснование мероприятий по обеспечению производственной и экологической безопасности при выполнении ликвидационных работ [2]. При этом надо отметить, что с начала ликвидации шахт и разрезов рекультивировано всего 7,1 % нарушенных земель от проектного объема. Это лишний раз показывает, как много надо сделать еще (и в том числе в области инженерной геологии) для существенного изменения баланса нарушенных и восстановленных земель.

Подтверждением всей этой обстановки может служить статистика учета общей площади нарушенных земель на 1 января 2000 года по различным отраслям горнодобывающей промышленности. Хуже всего об-

стоит дело в цветной металлургии и угольной промышленности (более 260 тыс. га при общей величине более 500 тыс. га по всей горнодобывающей отрасли РФ).

Рассмотрим вопрос о видах инженерно-геологических исследований на территориях, подлежащих рекультивации, на примере разрабатываемого с 1911 г. открытым способом Богословского бурогоугольного месторождения.

Месторождение расположено на восточном склоне Северного Урала в северо-западной части Свердловской области и приурочено к мезозойским отложениям – переслаивающимся аргиллитам, алевролитам, песчаникам, конгломератам и углям, выполняющим северную часть вытянутой в меридиональном направлении эрозионно-тектонической депрессии в палеозойских породах, представленных известняками, глинистыми сланцами, песчаниками и конгломератами. Мощность пород мезозоя превышает 300 м, а мощность продуктивной толщи, образованной трещиноватыми углями, переслаивающимися с аргиллитами, алевролитами и песчаниками, достигает 250 м.

Мезозойские отложения, заполняющие депрессию, образуют синклинали складку меридионального простирания, осложненную вторичными складчатыми формами. Падение слоев на восточном крыле достигает 80°, а на западном составляет 10-40°. Мезозойские отложения повсеместно перекрыты четвертичными породами – торфом, глинами и песками, мощностью от 2 до 25 м.

Гидрогеологические условия месторождения сложные и характеризуются наличием обособленных водоносных горизонтов в четвертичных, нижнемезозойских и подстилающих девонских отложениях.

На восточном борту разреза Южный Богословского бурогоугольного месторождения расположен город Карпинск. Остановка работ по добычи угля и принятие решения о ликвидации разреза обусловила вопрос о необходимости организации сети мониторинга за геомеханическими и гидрогеологическими процессами. Поскольку неизбежное затопление разреза вызовет изменение существовавших почти сто лет инженерно-геологических условий, восстановление уровней подземных вод может привести к нарушению устойчивости бортов карьера, а также к подтоплению и заболачиванию территории, что осложнит водохозяйственную обстановку г. Карпинска.

Разработанная ВНИМИ структура мониторинга позволяет предупреждать развитие этих опасных геологических процессов и явлений и предусматривает проведение следующих видов работ [6]:

- оценка степени устойчивости борта по результатам анализа данных регулярных инструментальных наблюдений по профильным линиям на восточном борту разреза «Южный»;
- создание наблюдательной гидрогеологической сети с целью проведения натурных наблюдений за изменением гидрогеологического режима и гидрохимических характеристик подземных вод и поверхностных водотоков;
- интерпретация результатов наблюдений, создание банка исходных данных и разработка гидрогеодинамических моделей.

Рекультивированные земли и окружающие территории при передаче пользователям должны представлять собой экологически сбалансированный устойчивого развития ландшафт. Это предполагает занятие части восстановленных территорий под строительство сооружений разного назначения. Для освоения таких участков потребуются инженерно-геологическая информация, которая хорошо обеспечивается продолжением инженерных изысканий, проведенных к составлению общего проекта, разработке полезного ископаемого и рекультивации нарушенных территорий. Это имеет особо важное значение при разработке месторождений открытым способом, в результате которой формируются большие площади техногенных рельефных форм (карьеры, отвалы, шламы и хвостохранилища и др.), освоение которых без инженерных изысканий не эффективно и не только в экологическом плане.

Выполнение комплекса инженерно-геологических изысканий по единой программе для составления общего проекта освоения региона разведываемого месторождения или бассейна, включающего оценку инженерно-геологических условий статической системы, прогноз изменений этих условий под техногенным воздействием обоснованно выбранного технологического способа разработки утвержденных запасов, а также оценку условий последующих работ по восстановлению нарушенных территорий имеет ряд преимуществ, о которых следует отметить следующие основные положения.

Во-первых, проведение инженерных изысканий на всех стадиях освоения данного объекта дает возможность подобрать коллектив специалистов по региону и по специфике разработки месторождений.

Во-вторых, при непрерывном процессе инженерных изысканий создается возможность для уточнения полученной информации, дополнения видов исследований, разработки специальных методов получения инженерно-геологической информации с использованием опыта организации научных консультаций, аналогии и т. д.

В-третьих, продукт инженерных изысканий значительно дешевле и выдается проектирующей организацией в установленные сроки в виде, удобном для уточнения проектных решений, в целом по проекту и по отдельным его частям.

В-четвертых, в условиях длительного времени (на период геологической детальной разведки, проектирования и начальной стадии разработки месторождения) создается благоприятная обстановка для ведения работ по организации и функционированию локального горно-геологического мониторинга.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Аганов А. Е.* О ходе ликвидации особо убыточных шахт и разрезов угольной промышленности // Уголь. 2003. № 3. С. 7-11
2. *Азимов Б. В., Навитный А. М.,* Проблемы ликвидации экологических последствий при закрытии угольных шахт и разрезов // Уголь. 2002. № 3.
3. *Методические указания* по организации и осуществлению контроля за горно-технической рекультивацией земель, нарушенных горными разработками: Постановление коллегии Госгортехнадзора России. 1993. № 7.
4. *Охрана природы земли:* ГОСТ 17.5.3.04.83. Общие требования при рекультивации земли.
5. *Певзнер М. Е., Костовецкий В. П.* Экология горного производства. М.: Недра, 1990.
6. *Рабочий проект* геомеханического и гидрогеологического мониторинга устойчивости бортов ОАО «Разрез "Южный"» ОАО «Вахрушевуголь». СПб.: ВНИМИ, 2002.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РАЗВИТИЯ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАО «КТК-Р»

ОСТАПЧУК С. И.,

Новороссийская геологоразведочная партия Госстроя РФ

В соответствии с заданием ЗАО «КТК-Р» Новороссийской геологоразведочной партии экспедиции «Центргеолнеруд» Госстроя, необходимо выполнить мониторинг инженерно-геологических условий территории и площадей Морского терминала Каспийского трубного консорциума, расположенного в 8-12 км к юго-западу от г. Новороссийска в прибрежной зоне Черного моря. На площади протяженностью 10,0 км и шириной до 500 м расположены береговые сооружения с выносными причальными устройствами 0,4 × 0,5 км², подводный нефтепровод – 9,2 км и резервуарный парк 0,8 × 1,5 км² в верховье правых истоков р. Озерейки (плато Гальян).

Проектируемая работа обеспечит получение материалов и данных о состоянии и изменениях отдельных компонентов геологической среды на территории объекта и определит необходимые проектные решения по инженерной защите сооружений и охране окружающей среды.

Сроки работ установлены: начало – I квартал 2003 года; окончание – IV квартал 2006 года.

Инженерные изыскания разрешены Лицензией Г 942809, рег. номер ФЛЦ 006556-1 от 04 мая 2001 г. Государственного комитета РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу на основании решения Экспертной комиссии Госстроя России, протокол № 49 от 04 мая 2001 г.

Площадь мониторинговых исследований расположена к юго-западу от г. Новороссийска на территории Приморского административного района на отрогах южного склона главного Кавказского хребта. Южной границей исследуемой территории является береговая линия Черного моря.

В целом район характеризуется сильно расчлененным низкогорным рельефом с абс. отм. до 500 м (г. Острая 316,2 м, г. Глебовка 473,0 м, г. Жень-Гора 389,1 м) и глубиной эрозионного вреза до 120-350 м, развитым на сложноскладчатых структурах отложений верхнего мела.

В структурном плане территория расположена в пределах тектонического блока, образованного разломами северо-западного и северо-восточного простираний, принадлежащего центриклинальному замыканию Гудзевской мульды. Ядро мульды сложено породами снегуревской свиты верхнего мела (К sn), имеющими на данном участке преимущественно близгоризонтальное залегание слоев (1-3).

Отложения карбонатного флиша снегуревской свиты представлены в основном слаботрещиноватыми мергелями с подчиненными прослоями песчаников, алевролитов и глинистых известняков. Средняя мощность ритмов составляет 70-90 м. Общая мощность отложений свиты достигает, по данным бурения, 320-325 м.

В верхней части разреза прослеживается зона элювиальных (eQ) глыбово-дресвяно-щебенистых грунтов зоны интенсивного выветривания мощностью от 6 до 10 м.

На поверхности водораздела и склонах холмов развиты делювиальные (dQ_{1y}) суглинки с включением дресвы и щебня (5-25 %) мощностью до 1 м.

Проллювиальные отложения (pQ) у подножий склонов по составу практически отвечают делювиальным и достигают мощности до 10 м.

В процессе изысканий на территории площадки резервуарного парка разрывных нарушений (разрывов сплошности пород со смещениями) не выявлено.

Однако структурно-геодинамическое картирование выявило сложное геодинамическое строение территории. Так, на участке между резервуарами NN В001 и В002, а также между площадками резервуаров NN В003 и В005 выделены зоны сгущения субпараллельных трещин субширотного и северо-восточного простирания шириной до 40-50 м. Трещины в приповерхностной зоне имеют раскрытие до 8-10 см, заполнены замкнутым делювиально-элювиальным материалом. Смещений слоев по этим трещинам не наблюдается, однако повышенная трещиноватость несомненно обуславливает анизотропию физико-механических свойств пород скального основания.

Выделенные зоны повышенной тектонической трещиноватости на выполненных этапах инженерно-геологических изысканий интерпретируются как геодинамические зоны 2-го порядка. Под геодинамическими зонами понимаются активные области земной коры, характеризующиеся повышенными деформациями пород и аномалиями многих физических полей и генетически связанными с тектоническими нарушениями, зонами повышенной трещиноватости пород и отдельными трещинами.

Подземные воды на территории резервуарного парка на момент проведения изысканий встречены на глубинах от 10 и более метров на водораздельных поверхностях до долей метра в тальвегах балок. Химический состав подземных вод в основном гидрокарбонатно-кальциевый с минерализацией до 0,56 г/л. В ряде скважин на участке резервуаров NN В002, В003 и В005 встречены гидрокарбонатно-сульфатно-натриевые воды с минерализацией до 1,1 г/л, что может быть обусловлено поступлением серосодержащих газов по зонам повышенной трещиноватости из глубины массива.

Нормативная глубина промерзания грунтов составляет 0,8 м.

В целом инженерно-геологические условия территории резервуарного парка следует оценить как сложные.

Сейсмичность района резервуарного парка принята на основании комплекта карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации – ОСР-97, утвержденных Российской академией наук (изменение № 5 СНиП II-7-81). Учитывая повышенный уровень ответственности резервуаров хранения нефти, отказы которых могут привести к тяжелым экономическим социальным и экологическим последствиям (ГОСТ 27751-88), сейсмическая интенсивность принята по карте С, которая отражает 1 % вероятность возможного превышения указанной сейсмичности в течение 50 лет, и равна 9 баллам шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий.

Скальные грунты оснований резервуаров № В001 и В002, В003 и В005, по сейсмическим свойствам, согласно табл. 1 СНиП II-7-81, соответствуют 1-й категории. Поэтому сейсмичность конкретных площадок под отдельные сооружения при условии срезки грунта до скального основания принята равной 8 баллам.

Анализ сейсмотектонических условий района расположения резервуарного парка, а также инженерно-геологических условий в пределах территории резервуарного парка свидетельствует, что основными источниками природной или техногенной чрезвычайной ситуации могут являться негативные геодинамические процессы: землетрясение, оползень, обвал, плоскостная, струйная и овражная эрозия, суффозия.

Указанные природные источники чрезвычайной ситуации могут спровоцировать аварии на сооружениях, входящих в состав резервуарного парка, и тем самым вызвать техногенную чрезвычайную ситуацию.

В состав резервуарного парка входит целый ряд технических сооружений (резервуары для хранения сырой нефти, дамбы бассейнов-накопителей) повышенного уровня ответственности, что требует проведения стационарных наблюдений (локального мониторинга) за отдельными компонентами геологической среды этого сложного техно-природного комплекса в период строительства, а в последующем и в период эксплуатации.

Для оценки взаимодействия основных сооружений резервуарного парка и геологической среды в рамках задач локального мониторинга в период строительства программой предусматривается проведение:

– площадного инженерно-геологического обследования для оценки изменений, вызванных строительными работами, и построение инженерно-геологической карты (М 1: 2 000) на момент начала строительства, а также на момент окончания основного объекта земляных работ;

– периодических режимных наблюдений на геотехнических площадках для контроля состояния искусственных склонов на участках резервуаров, склонов бассейнов-накопителей, верховых и низовых склонов дамб, северного склона на участке вспомогательных сооружений. Периодичность режимных наблюдений: в нормальном режиме наблюдения выполняются 2 раза в год – в периоды наименьших (февраль) и наибольших (май-июнь) атмосферных осадков; в случае чрезвычайной ситуации 1 раз в сутки.

Подробный анализ деформации геологической среды будет получен путем сопоставления карт инженерно-геологических условий на момент начала строительства и на момент его завершения.

Режимные инженерно-геологические наблюдения на геотехнических площадках выполняются с целью выявления изменений во времени свойств и состояния искусственных склонов на участках резервуаров, склонов бассейнов-накопителей, верховых и низовых склонов дамб и северного склона площадки вспомогательных сооружений на участке размещения танков воды для пожаротушения и пожарной насосной станции.

На территории резервуарного парка организовано 17 геотехнических площадок, в том числе:

- на откосе дамб обвалования нефтяных резервуаров – 4 площадки;
- на бортах бассейнов-накопителей (на левом и правом бортах), а также на верховом и низовом откосах дамб, т. е. на каждом бассейне по 4 площадки – всего 12 площадок;
- на северном склоне площадки вспомогательных сооружений – 1 площадка.

Для всех площадок проведена плано-высотная привязка.

Геотехническая площадка представляет собой участок склона или откоса искусственного сооружения размером 10 на 10 м, где методом маршрутно-визуального обследования ведутся регулярные наблюдения за их состоянием. При этом осуществляется контроль за интенсивностью процессов выветривания, а также склоновых процессов – плоскостной, струйной и ветровой эрозией, образованием оплывин и оползней, нарушениями устойчивости за счет подъема уровня грунтовых вод и техногенных факторов – подрезки, пригрузки и т. п. Контролируемыми параметрами являются: площадная пораженность территории, ширина раскрытия и длина трещин, скорость размыва или смещения и т. п. В случае широкого или опасного развития процесса могут быть применены геодезические, геофизические и другие методы оперативного наблюдения и контроля за развитием геодинамических процессов.

В результате обследования территории резервуарного парка установлено, что основными инженерно-геологическими процессами, определяющими современное состояние откосов обвалования резервуаров и дамб, а также склонов балок в пределах чаши бассейнов-накопителей, являются процессы площадной и линейной эрозии. Площадная эрозия выражена в процессе пролювиального смыва мелкозернистого материала и его накопления у подножия склонов. Развита повсеместно на обнаженных склонах.

Линейная эрозия представлена боковой и донной эрозией в тальвегах балок, оврагообразованием и струйной эрозией на откосах и склонах балок.

Приведенная ниже характеристика склонов и откосов отражает их состояние на конец марта – конец апреля 2001 года.

Опытная площадка 1 (нижний бьеф дамбы 1) на момент проведения обследования линейная эрозия не зафиксирована. Плоскостной смыв незначителен (т. н. 620).

Опытная площадка 2 (верхний бьеф дамбы 1) характеризуется слабой степенью линейной эрозии. 2 промоины шириной 25 см и глубиной 15 см пересекают откос в центральной и восточной частях площадки (т. н. 626).

Опытная площадка 3 (левый борт чаши бассейна-накопителя 1). Пораженность склона линейной эрозией средняя. В южной части площадки зафиксирована широкая (до 1 м) промоина глубиной до 10-15 см. По ее дну отмечена вторичная струйная эрозия, выражающаяся в образовании многочисленных мелких (глубиной до 1-2 см) ложбин стока (т. н. 617).

Опытная площадка 4 (правый борт чаши бассейна-накопителя 1). На момент проведения обследования струйная эрозия практически отсутствует. 18 марта 2001 г. в 5 м ниже верхней границы площадки зафиксирована трещина отрыва общей протяженностью 50 м, шириной от первых сантиметров до 0,3 м. В отдельных точках наблюдалось вертикальное смещение до 20-25 см. К 18 апреля 2001 г. на месте трещины образовался оползень с высотой стенки отрыва до 0,6 м (т. н. 618 628).

Опытная площадка 5 (нижний бьеф дамбы 2). Степень поражения откоса линейной эрозией на момент проведения обследования отсутствует (т. н. 614).

Опытная площадка 6 (верхний бьеф дамбы 2). Степень поражения откоса средняя. В центральной части площадки отмечено 2 промоины шириной в прибрежной части дамбы до 10 см при глубине 5 см. К нижней части площадки глубина вреза увеличивается до 25 см, ширина – до 30 см (т. н. 613).

Опытная площадка 7 (левый борт чаши бассейна-накопителя 2). Характеризуется слабой пораженностью струйной эрозией. В северной части площадки отмечены 2 промоины глубиной до 2-3 см при ширине 25 см (т. н. 612).

Опытная площадка 8 (правый борт чаши бассейна-накопителя 2). Степень пораженности склона струйной эрозией относительно высока. Площадку пересекает 8 промоин глубиной от 5-6 до 10 см при ширине от 7-8 до 30 см. В верхней части площадки параллельно склону зафиксирована трещина видимой глубиной до 15 см при ширине до 10 см (т. н. 611, 637). Южнее площадки склон балки пересекает промоина овражного типа глубиной 0,5-1,0 м при ширине до 1,5 м. 18.03.2001 в промоине отмечался водоток, начинающийся у подножия насыпи автомобильной дороги, по наблюдениям 18.04.2001, водоток отсутствовал (т. н. 635).

Опытная площадка 9 (левый борт чаши бассейна-накопителя 3). Левый борт чаши бассейна-накопителя 3 в целом характеризуется средней степенью пораженности струйной эрозией. В границах площадки отмечено 5 промоин с глубиной вреза 2-3, редко до 5 см, шириной от 5-7 до 20 см (т. н. 604).

Опытная площадка 10 (правый борт чаши бассейна-накопителя 3). Степень пораженности склона линейной эрозией невысокая. В границах площадки зафиксировано 4 промоины. 3 из них имеют глубину вреза 5-10 см при ширине до 25-30 см. У западной границы площадки склон пересекает промоина глубиной 25-

30 см шириной до 0,5 м (т. н. 605). Вдоль северной границы площадки отмечены многочисленные трещины, сопровождающиеся местами оседанием грунта.

Опытная площадка 11 (верхний бьеф дамбы 3). Пораженность верхнего бьефа дамбы № 3 в целом процессами струйной эрозии невысокая. В границах опытной площадки отмечено 3 промоины с глубиной вреза до 5 см, шириной 5-10 см (т. н. 602).

Опытная площадка 12 (верхний бьеф дамбы 3). При обследовании 18.03.2001 г. степень пораженности нижнего бьефа дамбы 3 характеризовалась как весьма высокая. В границах опытной площадки было зафиксировано 19 промоин глубиной 5 до 40-50 см. К 18.04.2001 г. откос был сnivelирован подсыпанным щебенисто-суглинистым материалом, и на площадке в ее южной части осталась одна четко выраженная промоина (т. н. 601).

Опытная площадка 13 (северо-западный откос обвалования резервуара В001). На момент проведения обследования линейная эрозия отсутствовала.

Опытная площадка 14 (южный откос обвалования резервуара В002). Склон покрыт свежим почвенным слоем. На момент проведения обследования линейная эрозия не зафиксирована.

Опытная площадка 15 (южный откос обвалования резервуара В003). На участке расположения опытной площадки склон покрыт свежим почвенным слоем. Струйной эрозии на момент проведения обследования нет, отмечены отдельные трещины, связанные с высыханием грунта.

Опытная площадка 16 (южный откос обвалования резервуара В005). На момент проведения обследования откос грунтовым слоем не покрыт. В глыбово-щебенистом материале тела вала происходит интенсивное выветривание.

Опытная площадка 17 (северо-западная часть откоса площадки пожарных резервуаров). На момент проведения обследования линейная эрозия склона не отмечена.

Таким образом, в результате площадного инженерно-геологического обследования и периодических режимных наблюдений на геотехнических площадках были выявлены проявления процессов выветривания, а также склоновых процессов в виде плоскостной, струйной и ветровой эрозии, образование оплывин и оползней. В целом степень пораженности территории ЗАО «КТК-Р» средняя, хотя на отдельных площадках отмечались единичные промоины овражного типа. По классу масштабности оползень, который зафиксирован на площадке 4 в правом борту чаши бассейна-накопителя 1, относится к мелким с объемом смещающихся масс в десятки и менее кубических метров (СНиП 1.02.07 – 87).

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА CREDO

*ГОЛОЩАПОВ Ю. Б., науч. руководитель доц. ГУМАН О. М.,
Уральская государственная горно-геологическая академия*

Процессы автоматизации и компьютеризации уже давно и прочно вошли во все сферы и области нашей жизни и деятельности – начиная от проведения занятий учебных заведениях и заканчивая системами управления сложными производственными процессами.

Не обошел процесс автоматизации и такую специфическую область, как инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания. При проведении этих работ компьютерные технологии используются на всех стадиях их выполнения – предварительном изучении материалов по площадке изысканий, затем при производстве лабораторных исследований и, наконец, при камеральной обработке, которую сложно сейчас представить без компьютера. Также в настоящее время особенно актуальным является то, что появилась насущная необходимость и, главное, возможность создания базы данных по инженерным изысканиям с обеспечением возможности поиска и подбора интересующей информации по различным признакам.

Разработано и используется уже большое количество «общепользовательских» и «специализированных» программ, которые так или иначе нашли применение в проведении инженерно-геологических изысканий. Одни программные продукты позволяют решать узкий круг задач, другие могут (и должны) использоваться широко.

К общепользовательским программам можно отнести такие программные продукты, как Statistika, Surfer, MS Access и MS Excel.

Программа *Statistika* применяется для анализа временных рядов, выделения инженерно-геологических элементов, оценки их однородности, для обработки химического анализа воды, анализов физико-механических свойств грунтов методом равносторонних треугольников, для получения нормативных и расчетных значений показателей свойств грунтов.

Surfer используется для построения полей распределения параметров. Данная программа может быть использована для построения карт гидроизогипс, поверхности кровли скального грунта, районирования по химической загрязненности грунтов и воды различными веществами.

Обе вышеуказанные программы можно отнести к программам, которые могут быть использованы практически в любой изыскательской организации на стадии камеральной обработки результатов изысканий. К сожалению, эти программы освоены далеко не всеми организациями, работающими в сфере инженерных изысканий.

Такие программные продукты, как *MS Access* и *MS Excel*, установлены практически на каждом персональном компьютере. Они позволяют выполнять аналитические расчеты, создавать целевые базы данных инженерно-геологического или геоэкологического мониторинга.

Электронные таблицы *Excel* при выполнении инженерных изысканий используются преимущественно при решении аналитических задач, например, при обработке лабораторных данных, для расчета водопритокков и т. п. При помощи этой программы можно выполнять статистический анализ, анализ временных рядов.

Очень широкий круг задач позволяет решать СУБД *MS Access*. Эта система дает возможность разрабатывать разнообразные, гибко настраиваемые приложения для решения различных задач обобщения и хранения информации, поиска интересующих данных и получения выборок по ним. К сожалению, данный программный продукт используется в настоящее время недостаточно активно. Происходит это ввиду того, что для разработки программного обеспечения на основе СУБД Access необходимы навыки программирования, а количество специалистов-геологов (в частности, инженеров-геологов) со знанием языков программирования ограничено, так же, как и нет достаточно квалифицированных программистов, имеющих какие-либо специальные геологические знания.

В настоящее время создано большое количество специальных программ, направленных непосредственно на использование при проведении инженерно-геологических изысканий.

К наиболее распространенным в нашем регионе программам для обработки инженерных изысканий в первую очередь можно отнести программный комплекс CREDO, разработанный СП «Кредо-Диалог», г. Минск, а именно пакет CREDO_GEO. Данный пакет формирует математическую пространственную модель геологического строения площадки или полосы изысканий (Система CREDO_GEO ОГМ). Позволяет одновременно строить и корректировать большое число инженерно-геологических разрезов. Исходными данными для построения модели являются: список грунтов, выявленных на площадке; данные по исходным выработкам (литология, консистенция, уровни грунтовых вод, данные по опробованию). Предусмотрена совместная работа системы CREDO_GEO ОГМ с другими подсистемами CREDO – от инженерно-геодезических работ до разработки Генплана.

Результатом работы системы являются:

- объемная модель геологического строения площадки изысканий, позволяющая получать и редактировать инженерно-геологические разрезы любой конфигурации и сложности;
- чертежи инженерно-геологических разрезов, литологических колонок, составленные в соответствии с требованиями действующих инструкций, их экспорт в графические редакторы в формате DXF;
- экспорт данных по геологии в подсистемы CREDO для дальнейшего использования (проектирования);
- экспорт данных по геологии в ГИС-системы через файлы обменного формата (в стадии разработки).

Непосредственно для работы в инженерной геологии разработаны два программных продукта, которые являются продолжением системы CREDO_GEO ОГМ – CREDO_GEO Колонка и CREDO_GEO Лаборатория.

CREDO_GEO Колонка предназначена для ввода данных по инженерно-геологическим выработкам, оформления и выпуска чертежей инженерно-геологических колонок, обмена геологическими данными с другими системами.

CREDO_GEO Лаборатория предназначена для хранения и обработки лабораторных данных инженерно-геологических изысканий. Она обеспечивает выделение инженерно-геологических элементов и создание ведомостей нормативных и расчетных характеристик грунтов.

Позволяет решать задачи:

- обработки результатов полевых работ по инженерно-геологическим изысканиям;
- выполнения различных расчетов, формирования отчетных документов, соответствующих требованиям нормативных документов;
- сбора и анализа материалов изысканий прошлых лет, обработки результатов новых изысканий;
- хранения данных в электронном виде (т. е. данный программный продукт может быть использован в качестве базы данных).

Следует заметить, что при использовании комплекса программ CREDO_GEO затраты времени и труда, обеспечивающие расчет и обработку лабораторных данных, камеральные работы, выдачу заказчику предварительных материалов изысканий, построение инженерно-геологических разрезов, колонок по скважинам,

составление и выпуск отчета сокращаются в несколько раз. При этом корректировка выдаваемых данных может быть произведена практически на любом этапе обработки полученной информации, что немаловажно.

Хотелось бы, чтобы для создания специфических баз данных, например по инженерно-экологическим изысканиям, была создана возможность обмена данными между CREDO и СУБД Access, что позволило бы применять эти программные продукты для решения более широкого круга задач, которые ставятся сейчас перед инженерно-геологическими и инженерно-экологическими изысканиями.

Существует множество других программных продуктов, предназначенных для использования их специалистами-геологами, и очень сложно рассмотреть их все с их достоинствами и недостатками, да и в этом нет необходимости. Ведь при современном уровне компьютеризации нужно лишь ориентироваться среди предлагаемых программных средств и выбрать те, которые помогут обеспечить быстрое и качественное выполнение изыскательских работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Королев В. А.* Мониторинг геологической среды: Учебник / Под ред. В. Т. Трофимова. М.: Изд-во МГУ, 1995.
2. *Программный комплекс* обработки инженерных изысканий, цифрового моделирования местности, проектирования генпланов и автодорог CREDO; Т. 1. Описание системы; Т. 2. Руководство пользователя. Минск: СП «Кредо-диалог», 2000.
3. *Стицын А. В.* Возможности и проблемы создания электронного геофонда // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. 2002. № 6.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НАПРЯЖЁННОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ ТЕРРИТОРИИ ЯНАО

*КИБАНОВА Т. Н., ТАГИЛЬЦЕВ В. С., науч. руководитель проф. ТАГИЛЬЦЕВ С. Н.,
Уральская государственная горно-геологическая академия*

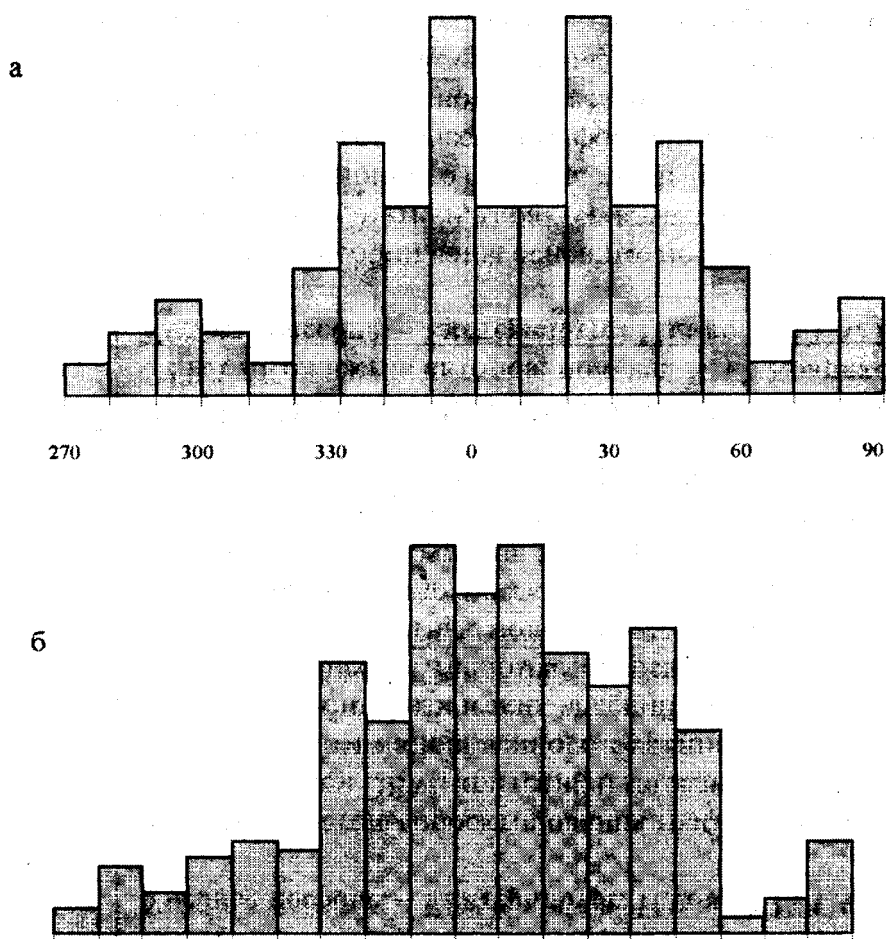
Разнообразные исследования, выполненные в последние десятилетия в различных регионах земного шара, убедительно показали, что земная кора находится в напряженно-деформированном состоянии. Основным источником напряженного состояния земной коры являются тектонические силы. Значения главных напряжений, действующих в горизонтальной плоскости, обычно в несколько раз превышают вертикальные напряжения от веса горных пород. Напряженное состояние массивов горных пород детально изучается в скальных массивах горно-складчатых регионов и относительно редко в условиях равнин и низменностей.

Гидрогеологические свойства скальных массивов в значительной степени определяются наличием и свойствами тектонических нарушений. Потенциальную активность разломов можно оценить, анализируя его положение в поле современных напряжений. В свою очередь, ориентировка осей главных напряжений может быть определена на основании результатов изучения положения в пространстве тектонических нарушений, особенно водоносных (Тагильцев, 2003). Линейные структуры рельефа (линеаменты), которые развиваются по тектоническим нарушениям, так же, как и водоносные зоны, отражают ориентировку осей главных напряжений. Это обстоятельство позволяет использовать линеаменты для анализа поля напряжений.

При геомеханическом анализе гидрогеологической роли разломов в качестве важного фактора выступает вид деформации, который проявляется при формировании тектонического нарушения. Основное гидрогеологическое значение имеют швы разломов, в которых проявлялась переходная, как правило, пластично-хрупкая деформация. Характерный угол скола для этих разломов составляет в твердых породах 35–45°. Пластичная разломная зона образует, как правило, более мощную полосу. Кроме того, в этом случае угол между разломом и осью максимального главного напряжения обычно составляет более 50° и может превышать 60°. В зонах растяжения, возникающих вблизи крупных сдвигов, развиваются тектонические нарушения, которые по своим свойствам приближаются к раздвигам. Раздвиги ориентированы параллельно оси главного сжимающего напряжения.

Результаты гидрогеомеханического анализа, выполненного на ряде объектов Урала, заставляют считать, что в формировании водоносных разломов принимают участие два направления действия максимального главного напряжения. Каждое направление формирует свою систему структур разрушения (разломов). На Среднем и Северном Урале преобладают два основных направления действия главных напряжений – 260–270° и 285–300°. На современном этапе исследований можно принять два средних значения ориентировки этих напряжений – 265 и 295°. Соответственно вертикальная ось симметрии на обобщённой диаграмме имеет ориентировку около 280°.

Анализ ориентировки линейных водоносных зон, связанных с тектоническими нарушениями, показал, что диаграммы по разным объектам имеют близкую форму. Обобщённая гистограмма, отражающая преобладающую ориентировку водоносных зон (см. рисунок), имеет характерную форму. Короткие «зубцы» диаграмм отражают ориентировку раздвигов и показывают ориентировку двух направлений действия главных сжимающих напряжений.



Ориентировка линеаментов:
а – водоносные разломы Урала; *б* – нефтяные месторождения ЯНАО

Средние по высоте «зубцы» диаграммы отражают ориентировку сдвигов. Сдвиги на диаграммах отражаются в двух вариантах. В некоторых случаях выделяются две пары: «хрупкие» разломы, которые образуют с осями главных напряжений угол в 25-35°, и «пластичные» сдвиги, составляющие с осями главных напряжений угол примерно 50°. Во многих других случаях сдвиги на диаграмме линеаментов образуют единый «зубец», который составляет с осями главных напряжений угол примерно 40°. Самые большие «зубцы» диаграмм отражают ориентировку взбросов (надвигов), которые образуют с осями главных напряжений угол в 90°.

Результаты гидрогеомеханических исследований на Среднем и Северном Урале показали их высокую эффективность для выявления активных разломов и определения ориентировки осей главных напряжений. Учитывая, что напряжённо-деформированное состояние геологического разреза проявляется в наличии тектонических нарушений, целесообразно применение для территории ЯНАО основных методических приёмов гидрогеомеханического анализа. Необходимо также учитывать, что признаками тектонических нарушений являются линеаменты рельефа и различных геологических образований.

Отсутствие материалов по конкретным объектам, где возможен анализ ориентировки линейных водоносных зон, заставляет ограничиться анализом линеаментов, представленных на различных картах. Для горно-складчатой части ЯНАО использованы геологические карты. Для районов, расположенных на территории Западно-Сибирской плиты, полезная информация отражена на специальных картах.

Ориентировка линеаментов разломной тектоники горных районов ЯНАО не имеет принципиальных отличий от районов Среднего Урала. Анализ разломной тектоники заставляет считать, что земная кора Приполярного Урала, которая находится на территории ЯНАО, находится под воздействием поля напряжений, которое по ориентировке главных сил аналогично полю напряжений Среднего и Северного Урала. Соответственно можно полагать, что фильтрационная структура скальных массивов не должна иметь существенных различий.

Интересный материал, позволяющий выполнить геомеханический анализ геологических образований равнинной части ЯНАО, представлен на специализированных картах этой территории. Наибольшую ценность представляет собой геолого-литологическая карта дочетвертичного среза, составленная группой авторов под руководством В. В. Боровского (1998). На карте специальными условными знаками отображены крупные разрывные нарушения, установленные по геологическим данным; крупные орогидролинеamentы современных ландшафтов, коррелируемые с линеamentами геофизических полей; зоны мелкой складчатости и динамической напряженности в приповерхностной части разреза, выраженные в ландшафтах параллельно-грядовым рельефом. Гистограммы построены отдельно по всем видам линеamentов.

Анализ диаграмм, отражающих ориентировку линеamentов, подтверждают, что в геологическом разрезе Западно-Сибирской плиты проявилось действие двух направлений главных сжимающих напряжений, которые аналогичны ориентировке напряжений, действующих в скальных массивах Урала (средние азимуты 285 и 85°). Несомненно, что тектонические нарушения, сформировавшиеся под действием этих напряжений, должны оказывать существенное влияние на гидродинамику и флюидодинамику рассматриваемой территории.

На территории ЯНАО открыто и оконтурено значительное количество нефтяных и газовых месторождений. На картах месторождения имеют вид правильных и неправильных эллипсов. Если длинную ось эллипса принимать за линеament, можно построить гистограмму этих линеamentов. Такая диаграмма была построена (см. рисунок). По форме данная гистограмма очень похожа на диаграммы линеamentов геологических структур, упомянутых выше.

На гистограмме выделяются семь максимумов. Самые короткие «зубцы» – 285 и 85°, вероятнее всего, отражают влияние раздвигов и показывают ориентировку двух основных направлений действия главных сжимающих напряжений. Центральные, самые большие «зубцы» – 355 и 15°, составляют с соответствующими «короткими» максимумами угол в 90°. Данный показатель заставляет считать, что самые большие «зубцы» объединяют линеamentы, связанные с формированием взбросов.

Средние по высоте «зубцы», имеющие азимуты 335 и 45°, образуют с главными напряжениями углы в 50 и 40°, что отражает ориентировку хрупкопластичных и пластично-хрупких сдвигов. Следует отметить, что переходный вид деформации способствует фильтрации и накоплению флюидов. Небольшой максимум, имеющий азимут 315°, который образует с осью главного напряжения (285°) угол в 30°, отражает некоторое влияние на локализацию месторождений хрупких левых сдвигов. Но это влияние невелико и соизмеримо с влиянием раздвигов.

Таким образом, следует сделать вывод, что напряжённое состояние геологического разреза Западно-Сибирской плиты принимает значительное участие в формировании месторождений нефти и газа. Данный вывод позволяет уточнить условия локализации нефтяных месторождений и наметить пути разработки новых поисковых методических приёмов.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЯНАО

*ТАГИЛЬЦЕВ В. С., КИБАНОВА Т. Н., науч. руководитель проф. ТАГИЛЬЦЕВ С. Н.,
Уральская государственная горно-геологическая академия*

На территории ЯНАО эксплуатируется значительное количество водозаборов подземных вод различного назначения. Часть водозаборов обеспечивает хозяйственно-питьевое водоснабжение городов и населённых пунктов. Большое количество водозаборов входит в систему поддержания пластового давления (ППД) нефтяных месторождений и обеспечивает работу кустовых насосных станций (КНС). Водозаборы обычно состоят из 10-20 скважин и имеют суммарный дебит от 5 до 15 тыс. м³/сутки. Средний дебит водозаборных скважин составляет 600 – 800 м³/сутки.

Основным водоносным горизонтом в центральной и южной частях ЯНАО является Атлым-Новомихайловский водоносный комплекс олигоценного возраста, представленный среднезернистыми пес-

ками. Верхним водоупором для водоносного комплекса на большей части территории служат глинистые осадки туртасской свиты, залегающие на глубинах 80 – 120 м. Там, где они отсутствуют, комплекс через литологические окна связан с вышележащим четвертичным горизонтом. Нижним водоупором служат глинистые осадки тавдинской свиты или многолетнемерзлые породы атлымской свиты, залегающие на глубине 120 – 160 м. Эффективная мощность водоносного комплекса изменяется от 30 до 80 м.

Подземные воды комплекса порово-пластовые, обладают напором. Высота напора над кровлей водоносного горизонта изменяется от 80 до 150 м. Уровни устанавливаются на глубинах 2 – 10 м от поверхности земли. Питание водоносного комплекса происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков в пределах водоразделов, а также за счет перетекания из вышележащего четвертичного водоносного горизонта.

В связи с быстрыми темпами хозяйственного освоения территории ЯНАО в 80-е и 90-е годы сложилась практика, что значительное количество водозаборов вводилось в эксплуатацию без проведения разведочных работ и утверждения запасов. На отдельных водозаборных участках, предназначенных для хозяйственно-питьевого водоснабжения городов, поисково-разведочные работы проводились в одну стадию. На основании данных разведки ряда объектов сложились представления, что олигоценый водоносный горизонт обладает очень высокими фильтрационными свойствами, которые достаточно устойчиво сохраняются на большей части территории округа. Значение параметра водопроницаемости горизонта принималось примерно $1000 \text{ м}^2/\text{сутки}$, а величина коэффициента пьезопроводности – выше $10^6 \text{ м}^2/\text{сутки}$. При подсчёте запасов водоносный горизонт рассматривался как однородный, безграничный, изолированный напорный пласт.

В настоящее время, в соответствии с требованиями законодательства, требуется утверждение запасов подземных вод как по новым, так и по достаточно долго эксплуатируемым водозаборам. По ряду водозаборов имеется длительный ряд наблюдений за уровнями и дебитами водозаборных скважин, которые позволяют уточнить значения фильтрационных параметров и общую гидродинамическую схему водоносного горизонта на каждом отдельном объекте. Некоторые новые водозаборы системы ППД вводятся в эксплуатацию постепенно и поэтому состоят из эксплуатируемых и временно не работающих скважин, которые можно использовать в качестве наблюдательных скважин.

Обследование и анализ данных по ряду водозаборов выявили резкое несоответствие фактических данных и исходных представлений. Измерение уровней в неработающих водозаборных скважинах на относительно новых водозаборах, находящихся в эксплуатации около года, показало, что депрессионная воронка вокруг водозабора имеет очень маленькие размеры. Понижения уровней в наблюдательных скважинах, расположенных на расстояниях первых сотен метров от центра водозабора, составляют порядка 0,1 – 0,2 м, а иногда и меньше. Указанные величины на порядок меньше расчётных значений понижений уровней, которые должны наблюдаться при реализации схемы безграничного изолированного пласта. Повторные измерения позволяют считать, что развитие депрессионной воронки не происходит, а водозаборы работают в стационарном режиме.

Наиболее надёжные выводы позволяет сделать анализ данных эксплуатации «старых» водозаборов. В качестве примера рассмотрим водозабор г. Муравленко. В соответствии с лицензионным соглашением, эксплуатирующая организация осуществляет наблюдения за дебитом водозаборных скважин и уровнями подземных вод. Анализ основных характеристик эксплуатации водозабора однозначно показывает, что водозабор работает в стационарном режиме. Увеличение общего дебита прямо пропорционально связано со значениями среднего понижения по скважинам и с увеличением количества эксплуатируемых скважин. Удельный дебит водозабора и средний расход скважин сохраняются неизменными. Несколько снизился средний удельный дебит эксплуатационных скважин, что связано с процессами кольтматации фильтров.

Изучение Муравленковского месторождения подземных вод выполнялось Нижневартговской гидрогеологической партией Тюменского КГРЭ в одну объединённую стадию поисков, предварительной и детальной разведки в 1985 – 1986 гг. На территории месторождения в период проведения поисково-разведочных работ было пробурено значительное количество гидрогеологических скважин, выполнено 18 пробных откачек и 5 опытных откачек, достаточно длительный цикл режимных наблюдений. Данные откачек обработаны на основании представлений, что водоносный горизонт представляет собой однородный изолированный напорный пласт. По результатам опытно-фильтрационных работ приняты следующие параметры водоносного комплекса: водопроницаемость - $1100 \text{ м}^2/\text{сутки}$, коэффициент пьезопроводности – $2,1 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{сут}$.

Годовой цикл режимных наблюдений за уровнями подземных вод в олигоценом и четвертичном водоносном горизонтах, в том числе и по «спаренным» скважинам, показал хронологическую синхронность изменения уровней в обоих горизонтах. Данное наблюдение однозначно показывало хорошую гидравлическую взаимосвязь водоносных комплексов. Несмотря на это, гидродинамические схемы, предусматривающие перетекание, не использовались должным образом, как на стадии определения параметров, так и при подсчёте запасов.

Дебиты откачек составляли от 9,5 до 21,6 л/с при понижениях уровня от 11 до 21,5 м, а удельные дебиты варьировали в пределах от 1,1 до 3,1 л/с м, т. е. $95 - 268 \text{ м}^2/\text{сутки}$. Следует отметить, что резкое несоответствие значений удельных дебитов и расчётных значений водопроницаемости ($1100 \text{ м}^2/\text{сутки}$) не стало предметом детального анализа.

В качестве наиболее представительной откачки можно рассматривать кустовую откачку из скважины 1н. Средний дебит откачки составил 21,6 л/с (1866 м³/сутки), а продолжительность – 5 суток. В качестве наблюдательных скважин использовались скважины 1р (расстояние – 62 м), 2н (128 м), 2рэ (340 м). Максимальное понижение уровня на момент окончания откачки составило 11,55 м (в опытной скважине 1н), 1,14 м (1р), 0,92 м (2н), 0,56 м (2рэ).

Для проведения анализа результаты опытной откачки представлены в форме временных и комбинированных графиков прослеживания уровня. Графики по скважинам имеют форму, характерную для откачек из горизонта с перетеканием из пласта с постоянным напором [1]. Достаточно хорошо выражена стабилизация уровней по всем скважинам в конце откачки и характерный участок перегиба графиков. Соотношение понижений в точке перегиба и при окончательной стабилизации различаются практически ровно в 2 раза, что является диагностическим признаком жёсткого режима перетекания.

График комбинированного прослеживания показал, что наблюдательные скважины располагаются в неоднородном водоносном горизонте. Признаком однородности является практическое совпадение графиков на начальном участке (до точки перегиба) [2]. Существенное «разнесение» комбинированных графиков по скважинам 1р и 2рэ однозначно указывает на значительную неоднородность по одному или двум гидродинамическим параметрам. В условиях существенной неоднородности недопустимо рассчитывать параметры на основании графика площадного прослеживания понижения, так как это приводит к грубым ошибкам в значениях параметров.

Гидродинамические параметры пласта рассчитаны на основании характеристик, снятых с временных графиков по зависимостям, соответствующим гидродинамической схеме пласта с перетеканием из горизонта с постоянным напором. Результаты расчётов показали, что собственно водоносный горизонт достаточно однороден. На это указывают близкие значения параметров водопроницаемости ($T_{cp} = 272$ м²/сут) и пьезопроводности ($a_{cp} = 2,1 \cdot 10^5$ м²/сут), рассчитанные по разным наблюдательным скважинам. Существенная неоднородность проявляется в значениях параметра перетекания (В), которая, вероятнее всего, связана с наличием литологического «окна» в центральной части куста скважин. Среднее значение параметра перетекания составляет 263 м. Следует отметить, что удельный дебит откачки составляет 162 м²/сут, т. е. соотношение значений водопроницаемости и удельного дебита меньше двух (1,7).

Таким образом, результаты обработки данных откачки показали, что на месторождении реализуется схема водоносного горизонта с перетеканием из пласта с постоянным напором. Следует предполагать, что водозабор весь период эксплуатации работал в стационарном режиме. Основные действующие гидродинамические параметры для водозабора должны составить: водопроницаемость – около 272 м²/сутки, параметр перетекания 200 – 400 м.

На основании данных эксплуатации водозабора, учитывая его геометрические характеристики и среднее понижение в наблюдательных скважинах, можно рассчитать действующие гидродинамические параметры водоносного горизонта. Расчёты выполнены по зависимостям, соответствующим гидродинамической схеме пласта с перетеканием из горизонта с постоянным напором [1, 2], на основе данных 1998 и 2001 гг. Результаты расчётов показали, что значения действующих параметров водоносного горизонта практически точно соответствуют величинам, полученным при обработке данных кустовой откачки.

Таким образом, на основании выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Анализ показателей работы водозаборов показал, что в условиях эксплуатации олигоценового водоносного горизонта в центральной и южной частях ЯНАО реализуется схема пласта с перетеканием из водоносного горизонта с постоянным напором. Водозаборы эксплуатируются в стационарном режиме.

2. Результаты расчётов показывают, что значения действующих фильтрационных параметров в несколько раз меньше, чем принято было считать на основании результатов поисково-разведочных работ, выполненных в 80-е годы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Опытно-фильтрационные работы* / В. М. Шестаков, Д. Н. Башкатов. М.: Недра, 1974. 204 с.
2. *Шестаков В. М.* Гидрогеодинамика. М.: Изд-во МГУ, 1995. 368 с.

ТЕМПЕРАТУРНАЯ СЪЁМКА КАК МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ СЕЗОННО-ТАЛОГО СЛОЯ НАДЫМСКОЙ ПЛОЩАДИ

САВИНЦЕВ И. А.,

Уральская государственная горно-геологическая академия

Район г. Надыма расположен в зоне распространения многолетнемерзлых пород со среднегодовыми температурами от -3 до -5 °С и глубинами 100-300 м. Многолетнемерзлые породы распространены по крайним частям исследуемой территории и занимают около 22 % площади. Они приурочены к заторфованным участкам пойменных отложений р. Надым. Вечномерзлые грунты имеют отрицательные температуры на подошве слоя годовых колебаний от $-0,08$ °С до $-1,78$ °С. Глубина залегания толщ вечномерзлых пород, зафиксированная при изысканиях, изменяется от 0 до 15 м. Мощность мерзлых толщ практически не изучена. По данным инженерно-геологических выработок, пройденных на территории г. Надыма, вскрытая мощность толщ достигает 67 м. Мощность слоя сезонного оттаивания на участках распространения вечномерзлых грунтов не превышает 3 м, в среднем составляя 0,8–1 м.

Наличие многолетнемерзлых пород предполагает в летний период их протаивание и формирование деятельного слоя, т. е. температура пород становится положительной. Сезонное протаивание зависит от множества факторов, таких, как:

1. Литологический состав пород.
2. Влажность пород.
3. Рельеф.
4. Наличие или отсутствие растительного покрова.
5. Величина снежного покрова.
6. Влияние водного покрова.
7. Антропогенные объекты.

Влияние данных факторов на глубину сезонно-талого слоя необходимо рассматривать в комплексе. Среди этих факторов можно выделить первостепенные и второстепенные. Также сезонное протаивание нераздельно связано с сезонным промерзанием. Рассматривать эти процессы необходимо как две составляющие друг друга. Летом 2003 г. нашей кафедрой на территории г. Надым и прилегающих окрестностях проводилась литогеохимическая съёмка, в результате которой опробована значительная часть территории в пятистах точках наблюдения. В каждой точке наблюдения проводились замеры температуры поверхности грунта на глубине 15-20 см.

Целью данной работы является определение взаимосвязи температуры грунта и глубины сезонно-талого слоя с литологией, свойствами пород, рельефом и другими факторами. В каждой точке учитывались факторы, влияющие на глубину сезонного оттаивания, перечисленные выше. Недостаток этого метода заключается в том, что он не позволяет определить глубину сезонно-талого слоя, а лишь дает возможность судить о ней относительно разных точек наблюдения. За основу было взято предположение, что в породах с меньшей глубиной сезонно-талого слоя наблюдается меньшая температура, так как оказывает влияние кровля многолетнемерзлых пород. Как видно из рисунка, в точке наблюдения 1 температура грунта больше, чем в точке наблюдения 2, то есть изменение температуры поверхности грунта прямо пропорционально изменению глубины сезонного оттаивания.

В результате по полученным данным значений температуры в каждой точке была построена карта температуры почв. На изучаемой территории выделено четыре температурные зоны:

- А – зона с температурой поверхности грунта от 0 °С до 5 °С;
- Б – зона с температурой поверхности грунта от 5 °С до 10 °С;
- В – зона с температурой поверхности грунта от 10 °С до 15 °С;
- Г – зона с температурой поверхности грунта более 15 °С.

Зона А распространена в пределах первой, второй, третьей и четвертой надпойменных террас. Террасы сложены аллювиальными песками, супесями, реже суглинками. Местами террасы перекрыты наложенными озёрно-болотными отложениями, представленными торфами, илами, супесями и суглинками.

Зона А мало распространена на изучаемой территории. Наблюдается всего семь участков с температурой грунта в интервале 0-5 °С. Площадь колеблется в пределах от 0,2 до 2 км². Основная масса участков распространена в 2-3 км к югу от г. Надыма (в районе т. н. 85-86, 101-105). Участки зоны А располагается в пределах заболоченных территорий, в понижениях рельефа. Зону А можно охарактеризовать как плоскую кочковатую поверхность низких торфяников с термокарстовыми озёрами, мочажинами и полосами стока. Литологически зона сложена торфом на песках с переслоями супесей и суглинков. Ботанически зона А представлена комплексом кустарничково-мохово-лишайниковых и травянисто-моховых растительных сообществ.

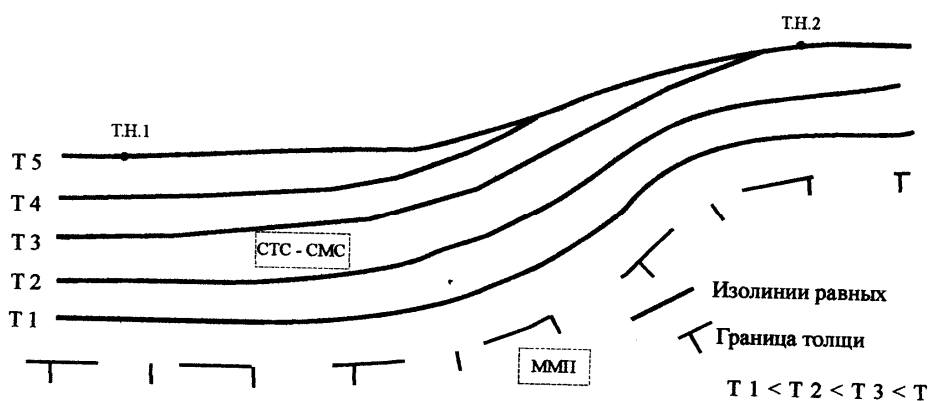


Схема изменения температуры верхней части разреза грунтовой толщи

В т. н. 102 температура пород на глубине 15 см составила 0 °С. Визуально обнаружены мерзлые породы на глубине 25 см от поверхности. Породы представлены мерзлым суглинком с содержанием кристаллического льда до 50 %. В точке наблюдения над суглинком распространён моховой покров мощностью 15-20 см. Таким образом, можно предположить, что в пределах зоны А мощность сезонно-талого слоя не превышает 30-50 см.

Зона Б имеет более значительное распространение, чем зона А. Выделяются участки размером от 0,25 до 5 км². Зона Б распространена основной своей массой в пределах второй и третьей надпойменных террас. Геоморфологически это склоновые лесные ландшафты с сосново-лиственничной, сосново-берёзовой, елово-берёзовой и мохово-лишайниковой растительностью. Местами поверхность зоны Б заболочена (верховые и склоновые болота). Гипсометрически она располагается выше зоны А и характерна для подножья склонов. Основное отличие зоны Б от зоны А – это меньшая мощность торфяного покрова и единичный характер распространения болот. Предполагаемая глубина сезонно-талого слоя 50-80 см.

Зона В широко распространена и занимает по площади почти 50 % от изучаемой территории. Распространена большей частью в пределах второй и третьей надпойменных террас. Зона В аналогична зоне Б, также представлена склоновыми лесными ландшафтами с сосново-лиственничной, сосново-берёзовой, елово-берёзовой и мохово-лишайниковой растительностью. Очевидно, разница в температуре грунта между зоной Б и зоной В, прежде всего, обусловлена тем, что участки зоны В менее залесены. Меньшая залесённость обусловлена наличием горельников. Таким образом, фактически для прохождения солнечного света нет явных препятствий, что позволяет участкам зоны В прогреваться сильнее, чем участкам зоны Б, а следовательно, иметь большую глубину сезонно-талого слоя. Предполагаемая глубина сезонно-талого слоя 80-140 см.

Зона Г имеет характерные особенности. Во-первых, она тесно связана с техногенным нарушением поверхностных условий. Под техногенным нарушением поверхностных условий следует понимать удаление естественного растительного слоя, уплотнение грунта, отсыпку дорог и т. д. Также огромную роль играют как промышленные, так и жилые инженерные сооружения, которые отепляюще воздействуют на грунты. По данным бурения скважин, на территории г. Надыма глубина сезонно-талого слоя колеблется в пределах 1,4-2,2 м.

Во-вторых, участки зоны Г распространены вдоль реки Надым и на возвышениях рельефа. Река Надым оказывает отепляющий эффект на грунты. Берега реки мало залесены, что позволяет грунту лучше прогреваться в солнечные дни.

Гипсометрически зону Г можно назвать самой высокой. Участки зоны Г распространены на незаболоченной холмистой территории с отсутствием постоянных водотоков и озёр. Грунты зоны Г минеральные, и в них практически не содержится органики, в отличие от зон А, Б, В. Следовательно, влажность грунтов зоны Г наименьшая. Как известно, при сезонном протаивании значительная часть энергии расходуется на фазовые переходы воды. Иначе говоря, сухие грунты будут прогреваться значительно быстрее, чем влажные. Предполагаемая глубина сезонно-талого слоя вне городских территорий составляет 1,4-2,0 м.

Данная зональность позволяет установить определённые закономерности связи глубины сезонно-талого слоя и факторов, влияющих на неё, а также механизм их воздействия.

Важнейшими факторами, влияющими на глубину сезонно-талого слоя, являются:

1. Влажность, влияние которой на распределение и прохождение тепловой энергии в глубь грунта, прежде всего, через фазовые переходы воды.

2. Литологический состав пород. Дисперсные грунты обладают меньшим коэффициентом теплопроводности, чем пески и грубообломочные грунты. Также минеральные грунты обладают меньшей влажностью, чем органогенные.

3. Растительный покров. Влияние на глубину сезонного оттаивания проявляется через изменение влажности грунтов под действием растений. Также растительный покров является препятствием для прохождения солнечной энергии.

Главная цель температурной съёмки как метода изучения глубины сезонного оттаивания – это создание информационной базы, которая даст возможность определять глубину сезонно-талого слоя, исходя из значений температуры грунта и значений выше указанных факторов.

Эту базу данных будет возможно применять на практике, что позволит сократить трудозатраты и принести экономические выгоды, а самое главное, частично решить проблему инженерно-геологических изысканий в районах распространения многолетнемерзлых пород. Но не надо забывать о том, что чем больше будет получено информации для анализа, тем точнее будут сделаны выводы и установлены закономерности, что в дальнейшем определит судьбу температурной съёмки.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД БАЖЕНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА СОЕДИНЕНИЯМИ АЗОТА

*ЗАХАРОВ А. В., ВЛАСОВА А. А., науч. руководитель доц. ГУМАН О. М.,
Уральская государственная горно-геологическая академия*

Баженовское месторождение хризотил-асбеста относится к месторождениям в ограниченных массивах трещиноватых пород в зонах тектонических нарушений. По очень высокой изменчивости фильтрационных свойств водовмещающих пород и сложности количественного выяснения баланса составляющих водопритока месторождение относится к 3-й группе сложности.

Водопритоки на Баженовском месторождении хризотил-асбеста формируются за счет дренирования подземных вод, заключенных в региональной и локальной системе трещин палеозойских пород, талых и дождевых вод, выпадающих на площади карьеров, утечек из водонесущих коммуникаций предприятий и жилого массива г. Асбеста, а также, возможно, за счет привлечения транзитного речного стока. Обводненность месторождения незначительна ввиду слабой фильтрационной способности водовмещающих пород зоны выветривания и малой ее мощности.

Тальково-карбонатные и тальковые породы, широко развитые на контакте ультрабазитов с гранитоидами, в зонах разломов и на контактах серпентинитов с дайками, являются слабопроницаемыми и даже водонепроницаемыми, в особенности по направлению, перпендикулярному сланцеватости. Так, непрерывная полоса тальк-карбонатных пород мощностью 150-400 м на контакте ультрабазитов и гранитоидов приводит к изоляции этих двух смежных водоносных комплексов, что подтверждается различным уровнем режимом и химическим составом подземных вод. Влияние водоотлива за пределы этой полосы распространяется очень слабо [3].

Наибольшую водообильность породы водоносного комплекса зон трещиноватости интрузивных и метаморфических пород ультраосновного состава имеют в пределах развития даек диорит-аплитов, контролирующих зоны тектонических нарушений. С такими участками связано основное поступление воды в горные выработки месторождения.

При проходке горизонтальных дренажных выработок по серпентинитам поступление воды в них было незначительным, а иногда совершенно отсутствовало, но в местах пересечения даек отмечался интенсивный приток в виде непрерывных струй в течение нескольких суток. Борты карьеров обычно сухие, в основном вода фильтруется по прибортовой системе трещин, возникшей под воздействием массовых взрывов, и скапливается на дне карьера. Отмечаются выходы фильтрующейся воды в уступах вдоль тектонически нарушенных зон.

По условиям формирования подземных вод, их циркуляции, литологическому составу вмещающих пород и водообильности в пределах рассматриваемого района выделяется 5 водоносных комплексов:

1. Водоносный комплекс спорадически распространенных рыхлых покровных отложений четвертичного возраста, представленный иловатыми супесями и тонкозернистыми песками. Естественный состав вод – гидрокарбонатный кальциевый с минерализацией до 0,3 г/дм³.

2. Водоносный комплекс зон трещиноватости интрузивных пород основного состава, представленный габбро, габбро-норитами, габбро-амфиболитами, габбро-диабазами и габбро-диоритами. Естественный состав вод – гидрокарбонатный кальциево-магниевый с минерализацией до 0,5 г/дм³.

3. Водоносный комплекс зон трещиноватости интрузивных пород кислого состава представлен гранитоидами, плагиогнейсами, гнейсами. Естественный состав вод – гидрокарбонатный кальциево-магниевый или кальциево-натриевый с минерализацией до 0,3 г/дм³.

4. Водоносный комплекс зон трещиноватости интрузивных пород ультраосновного состава и связанных с ними метаморфических образований представлен серпентинитами, перидотитами, пироксенитами, тальк-карбонатными, тальк-хлоритовыми, тремолито-актинолитовыми и другими породами. Естественный состав вод – гидрокарбонатный кальциево-магниевый и магниевый с минерализацией до 0,7 г/дм³.

5. Водоносный комплекс зон трещиноватости метаморфических и вулканогенных образований девона и силура, представленный серицит-кварцевыми, хлорит-кварцевыми, полевошпат-кварц-серицитовыми сланцами с прослоями песчаников, диабазовыми порфиритами, диабазами, амфиболитами, гнейсами. Естественный состав вод – гидрокарбонатный кальциево-магниевый с минерализацией до 0,3 г/дм³.

Карьерная выемка Баженовского месторождения хризотил-асбеста расположена преимущественно в пределах водоносного комплекса зон трещиноватости интрузивных и метаморфических пород ультраосновного состава, имеющего достаточно низкую водообильность. Центральной частью карьера на западе частично дренируются подземные воды водоносного комплекса зон трещиноватости интрузивных пород основного состава, а на востоке – подземные воды водоносного комплекса зон трещиноватости интрузивных пород кислого состава, повсеместно – водоносный комплекс рыхлых покровных отложений [1, 3].

Подземные воды района Баженовского месторождения относятся к категории незащищенных от возможности поверхностного загрязнения ввиду наличия в пределах рассматриваемой территории естественных и искусственных обнажений коренных водовмещающих пород.

В связи с интенсивным освоением территории (разработка месторождения, наличие обогатительных фабрик, завода по изготовлению взрывчатых веществ и многих других промышленных предприятий) состав подземных вод изменяется, причём основными макрокомпонентами, загрязняющими подземную гидросферу, являются соединения азота.

В качестве источников поступления соединений группы азота в дренажные воды карьера могут быть:

- взрывные работы, осуществляемые на Центральном и Южном карьере;
- утечки из городских канализационных сетей и водопроводных коммуникаций, расположенных в зоне депрессии карьера;
- атмосферные осадки;
- подземные воды прилегающих территорий.

Следует отметить постоянное превышение норм ПДК по воде объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования для всех форм азота в водоотливах шахт «Центральная» и «Южная».

В Центральном и Южном карьерах осушение ведется через сеть водоспускных скважин, пройденных из зон ведения работ в горизонтальные подземные выработки, расположенные под дном карьеров, с последующей откачкой воды на поверхность через стволы двух специальных дренажных шахт, расположенных на бортах карьера, – «Центральной-Новой» и «Южной».

С шахты Центрального карьера сброс воды осуществляется по двум водоводам в р. Б. Рефт. С шахты Южного карьера сброс воды производится на расстоянии порядка 3 км по трем водоводам, а затем по открытой канаве через 1,5 км она попадает в р. Черемшанку – правый приток р. Б. Рефт.

Многолетний водоотлив привел к формированию депрессионной воронки площадью около 30,5 км².

В плане депрессионная воронка вокруг карьера имеет вытянутую субмеридионально (по простиранию пород) форму, согласующуюся с общим расположением открытых выработок и дренажной системой.

По фондовым материалам [2] дренажные воды отличаются содержаниями ионов NH₄⁺ до 10-15 %-экв/л и NO₃⁻ до 10-15 %-экв/л, а также наличием ионов NO₂⁻.

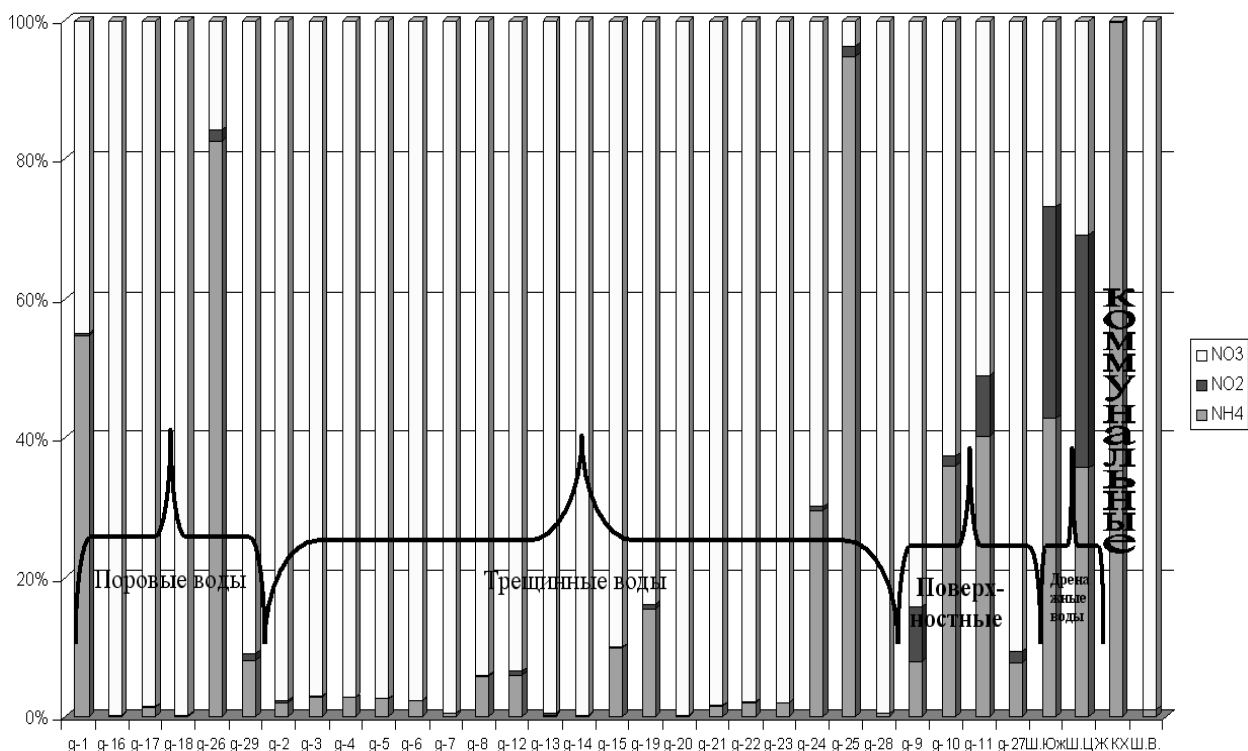
По результатам полного анализа воды в наблюдательных скважинах (Коршунов, 2002) видно, что отвалы вскрышных пород являются источниками загрязнения соединениями азота, в основном в форме нитратов до 10-15 %-экв/л в анионном составе воды, реже – аммония до 2 %-экв/л.

Формирование состава дренажных вод связано и с поступлением талой воды в границах депрессионной воронки, которая по результатам исследований, выполненных Соколкиным С. Б. в 1996 г., содержит NH₄⁺ до 8 %-экв/л и NO₃⁻ – 5 %-экв/л.

В границах депрессионной воронки, на территории города Асбеста выполнено единовременное опробование природных вод для изучения в них содержаний соединений группы азота экспресс-методами. Комплекс аналитических определений следующий: *t*, pH, Eh, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻.

При обследовании территории выделены группы подземных и поверхностных вод, отличающиеся по соотношению в них соединений азотной группы (см. рисунок). Доля каждого соединения азотной группы в общей сумме азота рассчитывалась по их содержанию в экв. форме.

В трещинных водах, отобранных из скважин коллективных садов, выходов подземных вод в карьере, преобладает нитратная форма соединений азота, что свидетельствует об отсутствии свежего загрязнения или удаленности источника загрязнения от места отбора проб. В большинстве проб содержание NH₄⁺ менее 20 %; и только вблизи отвалов и завода «Порэммит» доля NH₄⁺ увеличивается до 90 %, что указывает на наличие источников свежего загрязнения.



Качественная характеристика природных и техногенных вод по содержанию соединений азота

Поверхностные воды отличаются постоянным присутствием ионов NH_4^+ до 30-40 % и появлением ионов NO_2^- до 10 %.

Дренажные воды выделяются высокими процентами содержания ионов NO_2^- (до 30 %) и NH_4^+ (до 40 %). По разнице доли NH_4^+ в трещинных водах западного борта карьера (собирающих сток с городской территории) и дренажных вод можно судить о количественной доле свежего загрязнения последних за счет взрывчатых веществ, для чего необходимо выполнить полный анализ воды во всех точках опробования.

В коммунальных водах стабильно преобладает NH_4^+ как показатель свежего загрязнения.

В чистых трещинных водах, используемых для хоз.-питьевого водоснабжения (шахта «Водораздельная»), практически отсутствуют показатели свежего загрязнения.

Качественный анализ состава соединений азота природных и техногенных вод представлен в таблице.

Качественная характеристика загрязнения природных и техногенных вод соединениями азота

Тип воды	Содержание соединений азота в % от суммы соединений азота в мг-экв		
	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-
Трещинные воды:			
Источников хоз.-питьевого водоснабжения	0-15	0-2	84-100
Подотвальные	30-95	1-2	4-70
Поровые воды:			
Загрязненные	55-83	1-2	15-45
Незагрязненные	0-8	0-2	91-100
Поверхностные воды	8-40	1-9	51-91
Дренажные воды	36-43	30-34	27-31
Коммунальные воды	95-100	< 1	< 1

Таким образом, качественный анализ состава соединений азота в природных водах Баженовского месторождения хризотил-асбеста позволяет выделить пять типов воды с различными соотношениями соединений азота.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гуман О. М., Хохряков А. В. Проект локального мониторинга окружающей среды ОАО «Ураласбест». Том 1. Екатеринбург, 2001.
2. Соколкин С. Б. Оценка запасов подземных дренажных вод как попутного полезного ископаемого Баженовского месторождения хризотил-асбеста: Отчет о результатах работ научно-производственной геоэкологической фирмы «ГеоС» за 1995-1996 годы. Екатеринбург: НПГФ «ГеоС», 1996.
3. Чемякин В. И., Коптеев В. М. и др. Баженовское месторождение хризотил-асбеста на Среднем Урале: Отчет по детальной разведке месторождения за 1980-1984 годы с подсчетом запасов хризотил-асбеста и строительного камня по состоянию на 01.01.84. Асбест: УПГО «Уралгеология», 1984.

О МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ И ОЦЕНКЕ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ

*ДОЛИНИНА И. А., КОМИССАРОВА Е. Ю., науч. руководитель доц. ГУМАН О. М.,
Уральская государственная горно-геологическая академия*

Вопросы изучения и оценки территорий химического загрязнения возникают в период принятия решений о направлениях реабилитации загрязненной территории и рекультивации нарушенных земель. Главной задачей здесь является выбор и комплексирование методов и способов рационального ведения исследований с целью получения исходных данных для разработки проекта по санации территорий. Их проведение в комплексе инженерно-экологических исследований необходимо выполнять в несколько этапов, все более детальных.

Инженерно-экологические исследования проводились на территории бывшего полигона уничтожения боеприпасов, где в период с 1946 по 1975 гг. производилось уничтожение авиационных боеприпасов. По технологии уничтожения боеприпасов взрывчатое вещество сжигалось на данном полигоне, а корпуса боеприпасов закапывались в грунт. В настоящее время территория бывшего полигона рекультивирована и залесена, по западной части территории бывшего полигона проходит автодорога и газопровод высокого давления.

Необходимость повторной рекультивации возникла в результате обнаружения нескольких мест захоронения боеприпасов различного типа в процессе строительства газопровода, а также несанкционированного вскрытия территории с целью добычи цветных металлов. Последующие за обследованием работы на бывшем полигоне включали: вывоз с территории полигона корпусов различных боеприпасов; опробование почв полигона и воды ближайших водотоков. При этом были установлены высокие содержания в почвах загрязняющих веществ: мышьяка, цинка, меди, свинца и кадмия, большая часть из которых принадлежит к I классу опасности. Для рекультивации мест уничтожения и захоронения боеприпасов было признано необходимым выполнить полный комплекс экологического обследования территории и проект последующей рекультивации.

Природные и техногенные условия территории

В геологическом отношении площадь исследований пространственно приурочена к Восточно-Уральскому прогибу, где распространены вулканогенные, вулканогенно-осадочные и осадочные образования от нижнего силура до среднего-верхнего отдела каменноугольной системы, а также слаболитифицированные и рыхлые отложения мезозойской и кайнозойской групп. Для района характерны неравномерно распространенные и невыдержанные по мощности коры выветривания. Господствующее значение имеют остаточные коры выветривания, среди которых выделяются два морфологических типа – площадные и линейные, из них первые пользуются преимущественным распространением.

Основная часть территории химического загрязнения расположена в пределах южно-таежных уральских равнинных ландшафтов холмисто-увалистой цокольной равнины (200-250 м) на основных (габбро) породах с преобладанием суховатых и светлых сосняков на дерново-подзолистых почвах. Восточная часть территории принадлежит к периодически затопляемым (пойменным) ландшафтам реки с периодически мокрыми лесорастительными условиями, низинными болотами и пойменными лугами на торфяно-иловато-глеевых, иловато-болотных и аллювиальных почвах. Ландшафтные условия территории полигона определяются наличием техногенных изменений ландшафта: мест уничтожения боеприпасов с полностью отсутствующим почвенным профилем, слабой сети грунтовых дорог и газопровода высокого давления.

По гидрогеологическому районированию Урала территория бывшего полигона уничтожения боеприпасов относится к Большеуральскому бассейну корово-блоковых, пластово-блоковых и пластовых вод. Гидрогеологические условия территории бывшего полигона уничтожения боеприпасов характеризуются развитием безнапорных подземных вод трещинного, трещинно-порового типов, приуроченных к зоне выветривания габброидов. С поверхности коренные породы перекрыты четвертичными песчано-глинистыми и дресвяно-щебенистыми отложениями переменной мощности (2,1-7,0 м и более), т. е. подземные воды относятся к недостаточно защищенным от проникновения поверхностного загрязнения. Неоднородное по разрезу строение коры выветривания, наличие в ней слабопроницаемых глинистых отложений способствуют формированию невыдержанных по площади и мощности линз и горизонтов верховодки.

Уровень подземных вод на территории бывшего полигона уничтожения боеприпасов зафиксирован на глубине от 3,01 до 11,2 м. Направление потока подземных вод восточное в сторону долины реки. Питание подземных вод осуществляется за счет атмосферных осадков. Разгрузка подземных вод происходит в местную речную сеть. По химическому составу подземные воды территории бывшего полигона смешанные гидрокарбонатные, гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные, сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатные магниевые с минерализацией 0,13-0,14 г/л, рН 7,0-7,34.

Стадии оценки территории химического загрязнения

Проведение инженерно-экологических работ включало ряд последовательных этапов, заканчивалось оценкой распространения загрязнения по латерали и на глубину.

Первый этап включал площадное геохимическое картирование и выявление комплексных ореолов загрязнения, основными компонентами которого являлись мышьяк, свинец, медь и др. Площадное картирование включало одновременно оценку гамма-фона на загрязненной территории, описание характера растительности, техногенных преобразований данного участка, изучение химического состава биоты, воды, формирующейся при скоплении атмосферных осадков в понижениях рельефа и являющейся источником вторичного загрязнения поверхностных и подземных вод.

Пробы почв и грунтов подвергались приближенно-количественному спектральному анализу, для последующей обработки использовались концентрации элементов в пробах, превышающие ПДК: никель, хром, марганец, ванадий, титан, скандий, фосфор, медь, цинк, свинец, мышьяк, сурьма, висмут, молибден, вольфрам и олово. Наиболее высокие концентрации этих элементов тяготеют к местам вскрытых захоронений уничтоженных боеприпасов. В пробах почв выделяется несколько ассоциаций загрязняющих элементов: Ni – Cr; Cu – Zn – Pb – Ag; Mo – Bi – Sn – W; As – Sb, определяющиеся типом уничтоженных боеприпасов. Максимальные значения концентраций на территории бывшего полигона характерны для мышьяка (рис. 1), в центральных частях ореолов его содержание составляет > 10000 мг/кг (2000 ПДК). За пределами полигона мышьяк образует отчетливо выраженные ореолы, обусловленные, вероятно, аэрогенным загрязнением – воздушным переносом при сгорании боеприпасов.

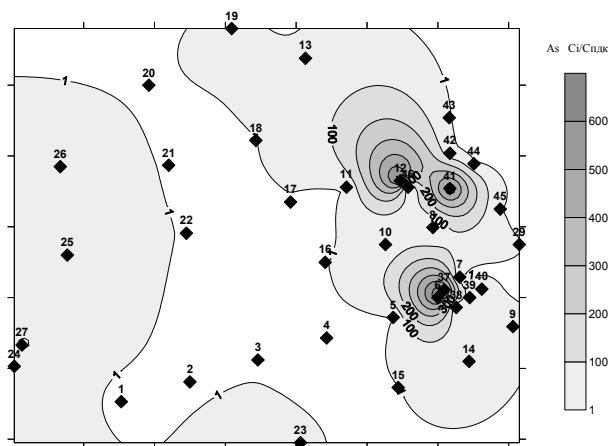


Рис. 1. Распределение коэффициента концентрации мышьяка ($C_i/C_{ПДК}$) в почвах полигона

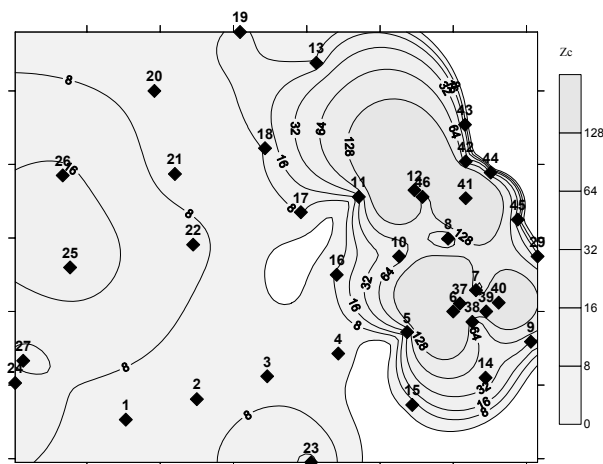


Рис. 2. Схема распределения значений Z_c почво-грунтов на участке полигона

Установлено, что основными элементами-загрязнителями в пределах бывшего полигона уничтожения боеприпасов следует считать мышьяк, свинец, медь, цинк и сурьму, образующие в почвах концентрации, значительно превышающие ПДК.

Максимальные показатели Z_c в почвах и грунтах территории полигона отмечаются в местах раскопок на некультивируемых участках уничтожения боеприпасов, значения Z_c достигают 2058 – 2335, что

характерно для почв территорий экологического бедствия и является основанием для их рекультивации (рис. 2).

Анализ результатов химического анализа поверхностных вод (лужа в колее грунтовой дороги, вода в выемке) свидетельствует о возможной миграции мышьяка и тяжелых металлов (меди, цинка, свинца, никеля) за пределы мест уничтожения боеприпасов и загрязнения почв и поверхностных вод. Исследования биоты (грибы) показали, что грибы накапливают тяжелые металлы, спектр и количество которых определяются характером загрязнения территории, и мышьяк.

На втором этапе выполнена детализация очагов загрязнения путем сгущения сети опробования в пределах участков загрязнения, проведена оценка прилегающих территорий для прослеживания вторичных ореолов загрязнения, а также опробование находящихся вблизи территории водотоков. Комплекс методов включал определение химических элементов приближенно-количественным спектральным анализом, подвижных форм обнаруженных металлов методом атомной абсорбции, а также состава горелых земель. Полученные данные использованы для определения мест заложения скважин, пробуренных для оценки глубины загрязнения грунтов в пределах очагов загрязнения и для оценки загрязнения подземных вод вне территории скопления тяжелых металлов. На этом этапе были изучены и формы нахождения тяжелых металлов рентгеноструктурным анализом. Главный загрязнитель – мышьяк в горелых землях, находится преимущественно в форме арсенолита.

Интенсивное химическое загрязнение мышьяком и тяжелыми металлами в пределах участков горелой земли прослеживается до глубины 4,5-5,0 м. Переход элементов в подвижные формы определяется рН среды: концентрации подвижных металлов возрастают при $\text{pH} < 4$. Загрязнение имеет тенденцию к площадному распространению вниз по потоку подземных вод и поверхностных текучих вод, что представляет несомненную опасность для окружающей среды.

Состав и состояние воды в реке, являющейся местом разгрузки подземного потока со стороны полигона уничтожения боеприпасов, в настоящее время определяются совокупностью многих факторов: расположение на ее берегах населенных пунктов, промышленных предприятий, наличие угодий для выпаса скота; распашка земель и их удобрения; близкое расположение автомобильных дорог и т. п. Существенного влияния бывшего полигона уничтожения боеприпасов на поверхностные воды не установлено.

Исследование состава подземных вод в зоне возможного влияния полигона показало, что повсеместно в подземных водах наблюдается превышение предельно допустимых концентраций по аммонии (5,9-4,2 ПДК), железу (16,3-14,8 ПДК). Повышенные концентрации мышьяка (3 ПДК) отмечены в скважине, расположенной в центре полигона. Концентрации цинка, свинца, никеля и меди в подземных водах не достигают предельно допустимых величин. Высокие концентрации мышьяка в подземных водах на территории полигона свидетельствуют о его поступлении с атмосферными осадками при их инфильтрации через загрязненные грунты зоны аэрации. Возможность поступления загрязнения в водоносный горизонт обусловлена высокими фильтрационными способностями пород зоны аэрации.

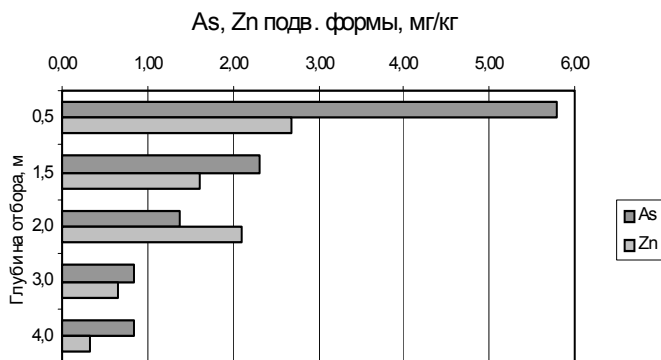


Рис. 3. Распределение подвижных форм мышьяка и цинка в пределах очага загрязнения

Бурение скважин на завершающем этапе позволило получить данные о характере распространении мышьяка и тяжелых металлов на глубину, провести оценку загрязнения подземных вод территории и физико-механических свойств загрязненных грунтов. В пределах ореолов загрязнения выявлено, что максимальное загрязнение на глубине определяется гранулометрическим составом грунтов: чем тоньше фракционный состав грунтов, тем выше их сорбционные свойства (рис. 3). В скважинах, расположенных за контурами загрязнения, в разрезе отчетливо выделяется два интервала загрязнения, связанные, по-видимому, с поверхностным стоком и колебаниями уровня подземных вод.

Рассматривая процессы загрязнения как единую динамично развивающуюся систему, включающую источник загрязнения, грунты, почвы, биоту, воды поверхностного и подземного стока, необходимо определиться с граничными условиями распространения загрязнения. Рекультивация данной территории соснами с перекрытием горелой земли суглинком позволила ограничить распространение загрязнения по поверхности земли. Инфильтрация и фильтрация атмосферных осадков способствуют распространению загрязнения через зону аэрации с поверхностным и подземным стоком, границей такого рода загрязнения будет ближайшая река. Далее, скорее всего, начнутся процессы разбавления загрязненных стоков и природная среда по мере удаления от объекта воздействия будет восстанавливать свои первоначальные качества.

Обязательным элементом исследований является оценка кислотной обстановки в районе распространения загрязнения. При наличии кислой среды необходимо выполнять раскисление всеми возможными способами для уменьшения миграции компонентов в геологической среде.

Комплексная оценка загрязненности территорий позволила наметить способы реабилитации и методы рекультивации участков химического загрязнения. Одним из путей реабилитации территории, по нашему мнению, может быть переработка химически загрязненных грунтов с целью извлечения тяжелых металлов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вострокнутов Г. А.* Временное методическое руководство на проведение геохимических исследований при эколого-геохимических работах. Свердловск: ПГО «Уралгеология», 1991.
2. *Государственная геологическая карта СССР* масштаба 1:200000. Серия Среднеуральская. Лист О-41-XXVI / Составитель Грабежева Т. Г.; редактор Олерский В. П. Свердловск: Геолого-картографическая партия ПГО «Уралгеология», 1987.
3. *Немодрук А. А.* Аналитическая химия мышьяка. М.: Наука. 1976. 242 с.
4. *Удачин В. Н., Ершов В. В., Бунина С. Е.* Фазовый состав техногенных соединений мышьяка и их трансформация в черноземах Южного Урала // Уральский минералогический сборник. № 8. Миасс: Имин УрО РАН, 1998. С. 142-150.

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СОБСКО-РАЙИЗСКОЙ ПЛОЩАДИ ПОЛЯРНОГО УРАЛА

*ПЕТРОВА И. Г., науч. руководитель проф. ГРЯЗНОВ О. Н.,
Уральская государственная горно-геологическая академия*

Исследование эколого-геологических условий Полярного Урала является новой и сложной проблемой, актуальность которой в последнее время возросла, в связи с интенсивным освоением минерально-сырьевой базы этого региона.

Современные знания в области оценки эколого-геологического состояния требуют обобщения многих эмпирически накопленных навыков и фактов, их теоретической апробации и выбора оптимального комплекса, принимаемого в различных условиях и геологических обстановках. Для решения данных задач необходимо использование методов эколого-геологического картографирования.

Эколого-геологическое картографирование – это картографирование ГС как многокомпонентного объекта с быстро изменяющимися во времени и в пространстве свойствами. Анализ и обобщение данных по разработанным принципам и методам построения карт эколого-геологического содержания позволяет говорить о том, что они различны как по целевому назначению и по полноте охвата картографируемых компонентов геологической среды, так и по набору показателей и признаков, а также по достоверности исходных данных и целостности конечных результатов.

Основываясь на материалах опубликованных работ и анализируя результаты собственных исследований, можно однозначно утверждать, что методической основой для проведения комплексной эколого-геологической оценки является геосистемный подход, который учитывает, что геологическая среда является сложной единой генетической многокомпонентной системой, свойства которой изменяются при воздействии на них техногенных источников. Поэтому для проведения экологической оценки состояния геологической среды используется ранжирование территории на основе анализа природных условий и источников техногенных воздействий. Результатом исследований является построение *картографических моделей*, содержащих полученную информацию о состоянии отдельных компонентов геологической среды и отражающих эколого-геологические условия района в целом, а также имеющих прогнозный характер при планировании различных видов техногенной нагрузки.

Реализация основных принципов экологического исследования состояния ГС, на основе геосистемного подхода, была использована автором при построении эколого-геологических картографических моделей Собско-Райизской площади Полярного Урала.

Процесс создания данных моделей состоит из нескольких базовых этапов, выполняемых последовательно, так как результаты предыдущих работ являются основой для выполнения последующих исследований, и соблюдается принцип «от частного к общему».

I. Подготовительный этап выполняется при постановке исследований на изучаемой площади, в составе которого выделяются:

Ia: Анализ и систематизация материалов. Первоисточники и фондовые отчеты содержат большой объем информации о геологических, гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических, структурно-тектонических, геохимических и других природных особенностях территории. На данном этапе также необходимо выполнить сбор сведений о существующей хозяйственной инфраструктуре на изучаемой территории.

Iб: Выбор ключевых участков. На основе результатов сбора и систематизации материалов с учетом сложности природных условий, низкой степени хозяйственной освоенности и изученности, а также масштабы исследований возникает необходимость выделения ключевых участков, в пределах которых сосредотачиваются натурные исследования. Ключевые участки являются «ядрами» типичности природных систем, к которым на основе принципов аналогии возможно отнести прилегающие периферийные территории со схожими факторами, формирующими эколого-геологические условия.

II этап. Полевые эколого-геологические исследования. На ключевых участках, выделенных на подготовительном этапе, выполняется полный комплекс исследований экологического состояния геологической среды, в состав которого входят: обследование территории техногенных объектов, описание природных процессов, а также исследование концентраций в депонирующих средах тяжелых металлов, радионуклидов, органических соединений и других веществ, способных отрицательно влиять на среду обитания человека и экосистему в целом.

III этап. Камеральная обработка данных и картографическое моделирование состояния ГС.

Картографическое моделирование состояния ГС представляет собой процесс создания информационно-картографической модели – атласа (в том числе электронного) параметрических, аналитических и синтетических карт геологического содержания, которые позволяют анализировать состояние ГС в целом и по отдельным компонентам, прогнозировать их изменение во времени и в пространстве. Данный этап является завершающим и, по сути, основным.

На данном этапе решаются основные задачи по созданию картографических моделей эколого-геологического содержания.

IIIa. Систематизация и анализ данных, полученных при проведении полевых исследований на ключевых участках и в процессе сбора материалов из фондовых источников на подготовительном этапе, осуществляется с использованием современных технологий, а именно пакетов программного обеспечения Microsoft (Word, Excel и Access), а также Statistica 6.0.

IIIб. Выбор факторов, которые используются при построении параметрических и аналитических карт, а также *определение критериев,* на основе анализа которых создаются синтетические карты эколого-геологического содержания. Решение этих задач осуществляется на основе анализа причинно-следственных связей в сложно построенной системе взаимоотношений компонентов природной среды и антропогенных объектов.

На данном этапе анализируются результаты ранее проведенных исследований территории и устанавливаются природные и техногенные факторы, которые контролируют закономерности формирования эколого-геологических условий.

Выбор основных критериев, которыми характеризуется каждый объект, имеет особую важность для проведения процедуры, районирования территории и, следовательно, создания синтетических карт эколого-геологического содержания. Формализованных методов для ответа на вопросы, связанные с выбором исходного набора признаков, не существует. Исследователем так или иначе используются априорные знания, интуиция, накопленный опыт, метод проб и ошибок и т. д. Однако важно, чтобы в минимальном наборе признаков была сконцентрирована максимальная информация о различии классифицируемых объектов, т. е. чтобы объекты, принадлежащие одному классу по набору характеризующих их признаков, несмотря на свойственную этим признакам изменчивость, действительно были отнесены к одному классу.

Анализ природных условий территории показал, что основными факторами, определяющими экологическую обстановку Собско-Райизской площади, являются:

– структурно-геологические особенности, пестрый минеральный состав коренных пород и условия миграции и аккумуляции химических элементов определяют геохимическую специализацию территории и повышенное (относительно кларка литосферы) содержание в почвообразующих породах ряда веществ и элементов, формирующих природные геохимические и радиационные аномалии;

– мощные толщи ММП выступают как механический и низкотемпературный термодинамический барьер, который определяет степень защищенности подземных вод; ограниченное распространение межмерзлотных водоносных горизонтов и сквозных таликов в районе речных долин определяет низкую водообеспеченность территории в пределах изучаемого района;

– тектонический фактор, который определяет условия сейсмоопасности территории, при обновлении тектонических разломов и их возможной активизации может привести к возникновению и проявлению некоторых экзогенных процессов;

– распространение экзогенных геологических процессов, данный фактор является наиболее динамичной составляющей экологического состояния геологической среды, который при антропогенном воздействии и, следовательно, при изменении природных условий может активизироваться.

IIIв. Создание картографической модели эколого-геологического содержания осуществляется на основании результатов предыдущих исследований.

При создании эколого-геологических карт соблюдается определенная последовательность. Первоначально, на основе аналитической информации, полученной на предыдущих этапах, выполняется построение частных карт, состоящих из двух блоков:

1-й блок: карты, отображающие экологическое состояние литосферы и ее компонентов;

2-й блок: карта техногенной нагрузки, которая позволяет обособить участки с различной функциональной ориентацией и видах хозяйственной деятельности.

В качестве приоритетного варианта геологической основы Карты эколого-геологических условий предлагается использовать *Карту природно-территориальных комплексов*, которая и будет являться *I аналитической картой*. Построение данной карты является результатом районирования территорий на самостоятельные природные единицы, каждая из которых характеризуется определенным сочетанием природных признаков, обуславливающих специфику эколого-геологических условий и учитывающих условия миграции химических элементов. Всего в пределах площади выделено 9 типов природных комплексов, каждый из которых охарактеризован типом геологического фундамента, особенностями геоморфологических условий, генетическими комплексами и составом покровных отложений, а также типом растительного покрова.

Следующим этапом является создание *Карты распространения экзогенных геологических процессов* на основе анализа геоморфологической карты и карты четвертичных образований, а также используются результаты дешифрирования аэрофотоснимков и полевых исследований в пределах ключевых участков.

В пределах территории развиты три группы экзогенных геологических процессов и явлений: криогенные, флювиогляциальные и гравитационные, критерием оценки, развития и масштабности которых служат коэффициент пораженности территории (Шеко, 1982).

При построении данной карты автор руководствовался основными рекомендациями, предложенными для проведения картографирования экзогенных геологических процессов с целью построения инженерно-геологических карт. Таким образом, на данной карте отражаются процессы, имеющие обширное площадное распространение, выраженные в масштабе карты, и локально развитые процессы и явления, не выраженные в масштабе исследований, причем последние обозначаются внемасштабным знаком.

Следующей вспомогательной аналитической картой является *Карта геохимического загрязнения и радиационных аномалий*, построение которой выполняется на основе результатов геохимического опробования территории и радиометрических исследований.

Для оценки степени загрязнения почв, грунтов и донных отложений Собско-Райизской площади используется коэффициент концентрации K_c , представляющий собой отношение содержания элемента в исследуемом объекте C к его среднему фоновому содержанию C_f . По результатам спектрального анализа почв, грунтов и донных отложений был получен их полиэлементный состав, на основе которого рассчитали суммарный показатель загрязнения (Z_c), характеризующий эффект воздействия группы элементов. Суммарный показатель загрязнения Z_c рассчитывается согласно выражению (Сает, 1990)

$$Z_c = \sum K_c - (n - 1),$$

где n – число учитываемых аномальных элементов; K_c – коэффициент концентрации. Полученные результаты показателя Z_c выносятся на карту в виде изолиний.

Критерием оценки радиационной безопасности данной территории выступает показатель гамма-активности покровных отложений и пород коренной основы, имеющих выход на дневную поверхность. Значения данного показателя определяются по результатам радиометрических исследований, проводимых на территории, и обозначаются на картографической модели в виде изолиний, либо точно при незначительных ореолах распространения. Градация, применяемая для данного критерия, основана на соотношении полученных в процессе полевых исследований значений, с фоном данной территории. Фоновое значение суммарной мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, измеренное радиометром СРП 88Н, в вулканогенных породах составляет 14 мкР/ч.

Следующим важным фактором, определяющим экологическое состояние геологической среды, является геокриологическое строение грунтовой толщи. Наличие мощного слоя многолетнемерзлых пород либо распространение таликовых зон в пределах Собско-Райизской площади является основным и по сути дела

единственным критерием, определяющим степень защищенности подземных вод от загрязнения. Таким образом, возникает необходимость построения следующей аналитической (ситуационной) *Карты геокриологических условий*. На данной карте отражается информация о площадном распространении толщ многолетнемерзлых пород.

Учитывая то, что данная Собско-Райизская площадь приурочена к открытым горно-складчатым структурам, немаловажным фактором, определяющим экологическую обстановку, являются тектонические условия территории. Таким образом, следующей аналитической картой, необходимой для оценки современного экологического состояния геологической среды и выполнения эколого-геологического районирования, является *Карта тектонических условий*. Данная карта является факторной и отражает информацию, характеризующую наличие тектонических нарушений различного порядка.

На *Карте техногенных условий* все разнообразие типов воздействия при разработке полезных ископаемых сводится в группы в соответствии со степенью их воздействия на ландшафт. На карту информация выносится в виде различных внемасштабных знаков.

На основе этих аналитических карт, используя принцип последовательного их совмещения, определяются границы комплексов с различным экологическим состоянием ГС в зависимости от сочетания категорий, отраженных на данных картах, выполняется построение результирующей *Карты эколого-геологических условий*, отражающей современное экологическое состояние геологической среды (рис. 1).

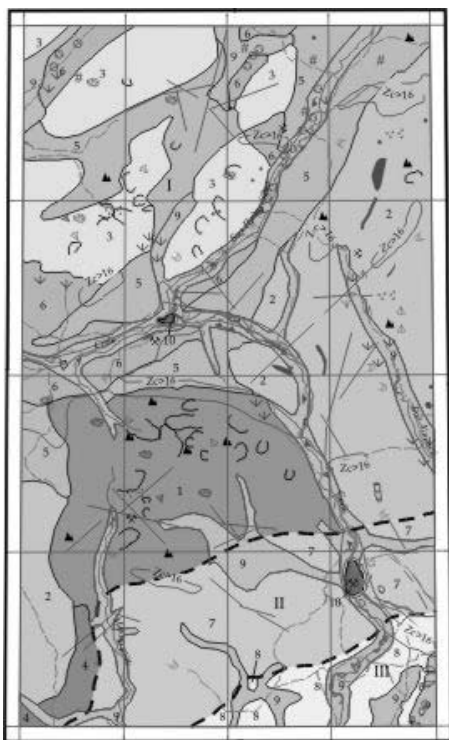


Рис. 1. Карта эколого-геологических условий

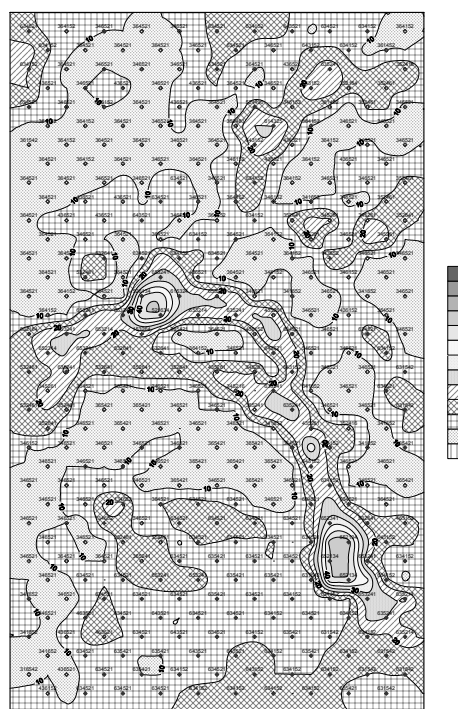


Рис. 2. Карта интегральной оценки экологического состояния ГС

Эколого-геологическое картографирование проводилось программными средствами ArcView GIS. Карты исполнялись путём векторизации растрового изображения, полученного при сканировании бумажного оригинала, трансформированного в требуемую координатную систему для корректировки дефектов бумажной основы и совмещения с атрибутивной базой данных. Ситуационная нагрузка обеспечивалась электронными слоями гидросети, рельефа.

Далее составляется *Карта интегральной оценки экологического состояния ГС* (рис. 2) Собско-Райизской площади. При построении этой карты выполняется оценка всей систематизированной информации с ранжированием ее на классы состояний (см. таблицу).

Для построения интегральной карты районирования используется метод экспертных балльных оценок. В каждой точке на всех аналитических картах методом «скользящего окна» подсчитываются численные характеристики. Все используемые критерии калибруются по 10-балльной шкале, по мере влияния на современное экологическое состояние геологической среды.

Критерии оценки экологического состояния ГС

Номер критерия на карте	Критерии оценки	Интегральная острота экологических проблем				
		Численное значение критерия (цифры в скобках оценочные баллы)				
		отсутствует (норма)	низкое (удовлетв)	среднее (напряженная)	высокое (критическая)	кризисное (чрезвычайная)
1	Загрязнение химическое (показатель суммарного загрязнения Z_c , в ед. ф)	$0 < Z_c \leq 16$ (2)	$16 < Z_c \leq 32$ (4)	$32 < Z_c \leq 64$ (6)	$64 < Z_c \leq 128$ (8)	$Z_c > 128$ (10)
2	Загрязнение радиоактивное (показатель γ -активности R , мкр/ч)	$0 < R \leq 7$ (0)	$7 < R \leq 14$ (2)	$14 < R \leq 21$ (4)	$21 < R \leq 28$ (6)	$R > 28$ (8)
3	Распространенность ЭГП (коэф. Площадной пораженности K_n)	$0 < K_n \leq 0,2$ (2)	$0,2 < K_n \leq 0,4$ (4)	$0,4 < K_n \leq 0,6$ (6)	$0,6 < K_n \leq 0,8$ (8)	$K_n > 0,8$ (10)
4	Распространенность разрывной тектоники (коэф. тектонической нарушенности K_t км/км ²)	$0 < K_t \leq 0,25$ (1)	$0,25 < K_t \leq 0,5$ (2)	$0,5 < K_t \leq 0,75$ (3)	$0,75 < K_t \leq 1,0$ (5)	$K_t > 1,0$ (7)
5	Антропогенная нарушенность (тип нагрузки % своенности)	Неизменные (естественные ландшафты) (0)	Слабоизмененные (селитебные) (3)	Среднеизмененные (селитебно-промышленные) (6)	Техногенно-измененные (пром. зоны) (8)	Техногенно-образованные (карьеры, отвалы) (10)
6	Характер распространения ММП в разрезе	С поверхности (0)	С поверхности и несквозные талики (2)	Несквозные талики (5)	Несквозные талики и сквозные (7)	Сквозные талики (10)

Все полученные значения заносятся в базу данных экспертных оценок Microsoft Access. Далее по величине суммы баллов выполняется графическое построение данной карты в автоматическом режиме в программе Surfer.

Проведенные эколого-геологические исследования на Полярном Урале характеризуют состояние ГС на современном этапе, дают ее интегральную оценку и направленность региональных изменений, служат информационной базой природоохранной политики. Разработанные принципы картографирования и методика построения эколого-геологической карты позволяют применять их как универсальную схему картографического моделирования состояния ГС для других регионов криолитозоны, способствуют эффективности изучения литосферы и служат концептуальной основой регионального эколого-геологического картографирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Саит Ю. Е., Ревич Б. А., Янин Е. П. Геохимия окружающей среды М.: Недра, 1990. 333 с
2. Шеко А. И., и др. Методики составлений карт интенсивности развития и прогноза активизации экзогенных геологических процессов в горно-складчатых областях: Тез. докл. науч.-техн. семинаров, 10-12 июня 1986 г., г. Ташкент. Ташкент, 1986.

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА РОДНИКОВОГО СТОКА ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕХНОГЕНЕЗА

*ЮРКИН А. С., науч. руководитель доц. ЕЛОХИНА С. Н.,
Уральская государственная горно-геологическая академия*

В последнее время широкое распространение получило нецентрализованное водоснабжение населения за счёт ресурсов родникового стока. Поскольку водопродовная вода является некачественной, население крупных городов использует родники обычно в городской черте, считая их чистыми, не учитывая техногенного влияния со стороны города в целом, а также локальных источников загрязнения.

Большая часть источников, используемых вблизи населённых пунктов, несомненно испытывает значительную техногенную нагрузку, которая проявляется в изменении химического состава воды*.

Под изменением качества родникового стока понимается трансформация качества подземных вод в результате действия локального или регионального объекта загрязнителя. Необходимо отметить, что непосредственно изменение природного качества подземных вод в наибольшей степени зависит от объекта загрязнителя и объёма загрязняющего вещества. Существует несколько видов загрязнения подземных вод, наиболее важными из которых являются: химическое, бактериальное (микробное), тепловое, радиоактивное.

Остановимся на химическом загрязнении подземных вод, как на наиболее распространённом. Данный вид загрязнения проявляется в увеличении по сравнению с фоновыми концентрациями содержащихся в подземных водах макро- и микрокомпонентов, а также увеличении их концентраций во времени. Химическое загрязнение является очень стойким, сохраняется в течение длительного времени, может распространяться на значительное расстояние по водоносному горизонту. В особенности все эти качества относятся к минеральным загрязняющим веществам. По этим причинам, а также вследствие того, что среди большого количества загрязняющих веществ, попадающих в подземные воды вместе со сточными водами, могут находиться токсичные компоненты, химическое загрязнение используемых для питьевых целей пресных подземных вод является наиболее опасным и трудноустраняемым.

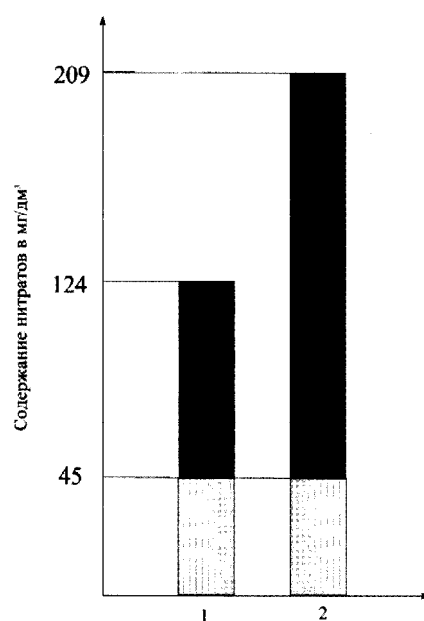
При высокой степени техногенной нагрузки значения минерализации, нитратов и хлоридов значительно возрастают по сравнению с фоновыми.

Наиболее часто встречающимися загрязнениями являются хлориды, сульфаты, кальций, магний, железо, нитраты, фтор, фенолы, органические соединения. Интерпретируя материалы программы «Родники», можно сделать вывод о том, что на нитратное загрязнение приходится примерно 80 % от общего количества обследованных источников (184 источника), из которых примерно 30 % не соответствуют требованиям СанПиН, где содержание нитратов в 2-3 раза превышает предельно допустимые концентрации. Примерами могут являться два источника, расположенных в пос. Нижняя Синячиха (см. рисунок), где содержания нитратов составляют соответственно 124 и 209 мг/дм³. Нитраты хорошо растворяются в воде, отличаются относительно небольшой сорбируемостью, при этом могут мигрировать по водоносному горизонту на значительные расстояния. Так, например, при удовлетворительной санитарной обстановке около родника, отвечающей нормативным требованиям СанПиН, в подземных водах могут содержаться концентрации нитратов на уровне 1 – 1,5 ПДК за счёт территориального загрязнения подземных вод. Примером может являться культовый родник, расположенный в 0,3 км восточнее пос. Колчедан (5-49). В подземных водах фиксировалось повышенное содержание аммония (9,4 мг/дм³; 4,7 ПДК), нитратов (99,2 мг/дм³; 2,2 ПДК).

Предположительно высокое содержание соединений азотной группы в воде родника обусловлено воздействием на подземные воды неустановленного источника техногенного химического загрязнения.

Характерным изменением качества подземных вод являются повышенные содержания общей и карбонатной жёсткости, а также сульфатов. Это наглядно прослеживается на примере родника, расположенного в г. Карпинске. В область питания родника (5-26') попадают отвалы вскрышных пород угольного разреза «Южный». В результате фильтрации атмосферных осадков через вскрышные породы происходит их загрязнение с последующим попаданием в первый от поверхности водоносный горизонт, из которого и происходит питание родника.

Химический состав родникового стока под влиянием техногенных факторов за последние 10-15 лет существенно изменился не только из-за увеличения выбросов загрязняющих веществ в природную среду, а также и из-за неправильного хранения и утилизации отходов. Необходимо учесть, что ухудшение качества подземных вод вследствие их загрязнения представляет собой большую опасность, чем физическая нехватка воды, а также что загрязнение водной среды напрямую зависит от загрязнения других сред, которые взаимодействуют между собой.



Величина содержания нитратов в подземных водах

* Широков М. Ю. Обследование родников, используемых населением Свердловской области для питьевых нужд за 2001-2003 гг.: Отчет Свердловского геоэкологического отряда о результатах работ, выполненных за 2001-2003 гг. Екатеринбург, 2003.

Поскольку использование родникового стока для нецентрализованного водоснабжения населения Свердловской области возрастает с каждым годом, необходимо продолжать изучение химического состава подземных вод для выявления и возможной ликвидации некондиционных подземных вод, а также источников загрязнения.

ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТА И ПРИМЕСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ИОНООБМЕННОЙ СМОЛЕ

САТТАРОВ Г. С., КИСТ А. А.,
Навоийский ГМК, ИЯФ АН РУз

Анализ ионообменной смолы на золото необходим для оперативного контроля процессов сорбции и десорбции, а также для постоянного учета количества золота, передаваемого между подразделениями комбината в составе смолы. В основном для определения золота в смоле применяют пробирный и атомно-абсорбционный методы анализа.

В докладе приводятся результаты исследований по определению содержания золота и примесных элементов (Ni, Zn, Fe, Co, Cu, Se) в воздушно-сухой и набухшей смоле с использованием различных ядерно-физических методов анализа: гамма-абсорбционного, нейтронно-радиационного, нейтронно-активационного (НАА) с использованием $^{124}\text{Sb-Be}$ и ^{252}Cf источника нейтронов, рентгенофлуоресцентного (РФА) с использованием полупроводниковых (ППД) и сцинтилляционных детекторов.

Показаны аналитические возможности ядерно-физических методов анализа (см. таблицу), их достоинства и недостатки.

Технико-аналитические параметры разработанных методик

№ п/п	Метод анализа	Вес проб, г	Состояние проб	Интервал содержания, г/кг	Произв. за смену, шт.	Назначение метода
1	2	3	4	5	6	7
1	Гамма-абсорбционный	20-50	Сух. влаж	1,0-10	30-35	2,4
2	Нейтронно-радиационный	300-500	Набухшее	0,5-10	12-15	1,4
3	РФА с использованием сцинтилляц. детекторов	5-6	Сухое,	0,2-10	35-40	2-4
		25-30	набухшее	0,1-10	35-40	2-4
4	РФА с использованием ППД	5-6	Сухое	0,1-10	15-20	1,3-6
5	НАА с $^{124}\text{Sb-Be}$ источника нейтронов	6-8	Сухое,	0,01-10	20-25	1,3-6
		70-80	набухшее	0,008-10	30-35	1,3-6
6	НАА с ^{252}Cf источника нейтронов	70-80	Сухое,	0,05-10	15-20	1,3-7
		70-80	набухшее	0,01-10	20-25	1,3-6
7	НАА анализ по неупругому рассеянию нейтронов	70-80	Сухое,	0,08-10	60-80	1,3-5,7
		150-500	набухшее	0,07-10	60-80	1,3-5,7

Примечание к графе 7. 1 – стационарный анализ; 2 – анализ непосредственно в цехе; 3 – анализ отрегенированной смолы; 4 – анализ насыщенной (рабочей) смолы; 5 – контроль процесса сорбции; 6 – возможность анализа примесей; 7 – баланс золота в смоле.

ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ УРАНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ «КЕТМЕНЧИ»

ФЕДЯНИНА Н. В.,
Навоийский ГМК

В геологической истории Притянь-Шанской ураново-рудной мегапровинции выделяются три основных этапа ее развития: ранний – геосинклинальный, средний – платформенный и поздний – активизационный, или орогенный. В пределах мегапровинции общая интенсивность процессов тектогенеза затухает с юга на север. Вследствие этого выделяются три зоны: орогенная (амплитуда вертикальных перемещений 2,0 – 2,5 км), суборогенная (0 – 2,0 км) и платформенная. В этой последовательности соответственно выделены южная, центральная и северная группы месторождений урана в рыхлых осадочных отложениях верхнего структурного этажа. Среди них особое место по условиям рудогенеза занимают месторождения южной группы («Сабырсай», «Кетменчи», «Шарк», «Агрон», «Майсак» и т. д.), расположенные в переходной зоне от орогена к суборогену, приуроченной к границе сопряжения Амударьинской впадины (Бухаро-Хивинской нефтегазоносной провинции) и Кызылкумской системы горст-антиклинальных поднятий и грабен-синклинальных впадин.

Отличительной особенностью южной группы месторождений является то, что только здесь рудовмещающая толща стратиграфически начинается с нижнего мела (валанжин-альб), которому соответствует средний (платформенный) этап развития ураново-рудной мегапровинции. Меловые комплексы, включая и отложения верхнего отдела (от сеномана до кампан-маастрихта), здесь и повсеместно (в пределах мегапровинции) представлены терригенными, континентальными отложениями. Они претерпели существенные изменения в активизационный этап развития, начавшийся в олигоцене и продолжающийся по настоящее время.

Очевидно, в таких условиях, т. е. в условиях длительной тектонической активности, продолжающейся на протяжении последних 30 млн лет, рудообразующий процесс синхронизируется с длительным разрушением, переотложением и химическим выветриванием огромных объемов горной массы. Он охватывает все три стадии седиментации меловых отложений – сингенетическую, диагенетическую и эпигенетическую. Благодаря этому и в связи с высокой растворимостью и подвижностью урана в природных водных растворах происходило многократное его перераспределение, что привело к образованию компактных рудных залежей с высоким содержанием урана (десять доли процента), практически отсутствующих в других районах (суборогенном и платформенном).

Каждый стратиграфический горизонт меловых отложений повсеместно начинается с грубозернистых песков и гравийников стрежнево-руслowych фаций, закономерно сменяющихся вверх по разрезу более мелкозернистыми руслово-пойменными и водораздельными осадками. В целом в разрезе преобладают проницаемые песчаные отложения, которые разделяются невыдержанными глинистыми водоупорами. Первичная геохимическая обстановка в меловых отложениях – восстановительная. Она обусловлена длительное время существовавшим на этой территории гумидным климатом, вследствие чего русловые фации хаотично обогащены растительной органикой, причем местами настолько сильно, что диагностируются как «мусорные» фации. Они наиболее благоприятны для аккумуляции урана и образования рудных залежей.

Очевидно, такие литолого-фациальные особенности локализации ураново-рудной минерализации диктуют соответствующий подход к поиску, разведке и детализации рудных залежей. В частности, необходимо правильно выбрать ориентировку профилей и плотность сети бурения скважин, с целью надежного выконтурирования рудных залежей, объективного подсчета запасов урана в них, исходя из принципа оптимальности трудозатрат.

На месторождении «Кетменчи» основным морфологическим и геохимическим типом руд являются так называемые «останцовые», или «реликтовые», ураново-рудные линзы, которые приурочены в основном к «мусорным» фациям в подошве стратиграфических ритмопачек пород. В вещественном составе проницаемых составляющих ритмопачек преобладают континентальные грубообломочные пролювиально-делювиальные отложения подгорно-веерной зоны и межруслowych фации мелового периода осадконакопления, с подчиненными, но многочисленными эрозионными врезами, которые заполнены отложениями аллювия – русловыми фациями сезонных (паводковых) и речных (длительного заложения) водотоков. Последние представлены средне-мелкозернистыми (песчаными) и тонкозернистыми (алеврито-глинистыми) фракциями.

Грубообломочные и средне-мелкозернистые отложения, не обогащенные растительными остатками, претерпели глубокое окисление на стадии диагенеза (в период осадконакопления). «Мусорные» фации, наоборот, на этой стадии были обогащены растительным детритом и послужили благоприятной средой для сорбции урана из природных водных растворов и восстановления его до четырехвалентной формы.

Рудовмещающие фации отлагались в излучинах речных меандр и бортах палеорусел. Они телескопически сопряжены с зонами долгоживущих глубинных разломов, которые в зоне сочленения Бухаро-

Хивинской депрессии и Кызылкумской провинции и по настоящее время, в совокупности с оперяющими их разломами второго и третьего порядков, служат коллекторами для поступления с глубин и накопления в проницаемых фациях флюидов восстановительного ряда (предельных и непредельных углеводородов и сероводорода).

Благодаря такому сочетанию литолого-фациальных и структурных особенностей, геохимических условий на стадиях син-, диа- и эпигенеза, рудные тела локализуются в основном в грубообломочных фракциях, обогащенных восстановителями. Соответственно они имеют лентовидную форму вне связи с границей выклинивания региональной зоны пластового окисления и могут располагаться как вблизи, так и глубоко в ее тылу.

Стратиграфически они соответствуют началу исторических циклов осадконакопления ритмопачек и перекрывают более древние породы, сменяясь по латерали постепенно (гетерономно), по законам осадконакопления пологих склонов, сначала средне-мелкозернистыми, а затем тонкими фракциями, или замещают их с резким несогласием (эрозионные русловые врезы). В таких литолого-фациальных ловушках ширина рудных тел в плане составляет первые десятки метров. Они имеют весьма прихотливую извилистую форму и протяженность до первых сотен метров при относительной выдержанности по мощности. Для рудных залежей характерен литолого-фациальный контроль и отсутствие мешковых частей, свойственных рудам, приуроченным к границе выклинивания зоны пластового окисления (ЗПО).

При их оконтуривании бурением скважин по редкой сети они отображаются в плане пунктирной цепочкой рудных линз, которые не увязываются в единую кондиционную по числу пересечений залежь. Исходя из этого, требуемую достоверность выконтуривания рудных залежей можно обеспечить только бурением скважин по плотной сети, которая по многолетнему опыту работ принимается равной сети бурения скважин, используемой на стадии эксплуатационной разведки, а именно 100-50 x 50-25 м.

Следует особо отметить, что отложения нижнего мела на площади работ не имеют площадного распространения, а сохранились на локальных участках, но в них могут быть обнаружены компактные рудные залежи с высоким содержанием урана. Поэтому все скважины поисково-оценочной стадии работ проходятся до кровли фундамента, в надежде на обнаружение отложений нижнего мела.

Помимо «останцовых» рудных залежей на месторождениях южной группы выявлены также рудные тела, приуроченные к границе выклинивания зоны пластового окисления (ЗПО), которая проявлена в морских песчано-глинистых и прибрежно-морских тонко-мелкозернистых песчаных фациях, как в альбе (низы мела), так и в туроне (верхи мела, учкудукский горизонт).

Отличительной особенностью рудных тел, генетически связанных с ЗПО, является наличие мешковой, наиболее богатой части рудной залежи при разнообразной выраженности, как по мощности, так и по протяженности крыльев. Зачастую мешковые части имеют малую ширину в плане, но именно их обнаружение является задачей эксплуатационной разведки. Поэтому для рационального использования объемов бурения и обоснованного задания плотности сети скважин необходимо оперативное определение литолого-фациальной и стратиграфической принадлежности выявляемых рудных пересечений.

Однако на месторождениях южной группы, в частности на месторождении «Кетменчи», используется бескерновое бурение. Это вынужденная мера, так как многолетняя практика буровых работ показала, что по продуктивной толще меловых отложений не удастся добиться кондиционного выхода керна. Поэтому основным и единственным способом литологического и стратиграфического расчленения разреза является интерпретация диаграмм стандартного электрокаротажа, который с учетом опыта работ выполняется по методу КС+ПС с помощью подошвенных градиент-зондов, в основном М1.0А0.1В или М0.5А0.1М.

На диаграммах электрокаротажа по методу кажущегося сопротивления (КС) можно выделить ряд реперов, которые прослеживаются через всю площадь. По ним определяются глубины положения в скважине границ раздела ритмопачек, что позволяет произвести стратиграфическое расчленение меловых отложений и правильно увязать в рудные тела, как в плане, так и в разрезе, рудные сечения, выявленные с помощью гамма-каротажа. Это важно для правильной блокировки многоярусного оруденения в рудные залежи, подготавливаемые под отработку способом ПВ, особенно в тех случаях, когда смежные по стволу скважины рудные интервалы разделены водоупорами и генетически различны.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМ НАХОЖДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ВОДАХ

САТТАРОВ Г. С., КИСТ А. А.,
Навоийский ГМК, ИЯФ АН РУз

В НГМК используются разработанные в ИЯФ АН РУз нейтронно-активационные методики определения валового содержания элементов в промышленных, подземных и питьевых водах и методики определения форм нахождения элементов в подземных водах с использованием метода электродиализа с применением ядерных фильтров. С их помощью проведена оценка техногенного влияния хвостохранилищ промышленных предприятий на окружающую среду.

Концентрации элементов (As, Sc, Fe, Co, Ni, Rb, Ag, Sb, Cs, La, Sm, W, Au, Ce, Eu, Tb, Lu, Hf, Hg, U) определяли гамма-спектрометрическим измерением наведенной активности, возбуждаемой нейтронно-активационным методом с использованием реактора типа ВВР-СМ с выходом нейтронов $5 \cdot 10^{13}$ нейтр/с·см², посредством ее сравнения с наведенной активностью эталонов с известными содержаниями исследуемых элементов.

Изучено изменение валового содержания элементов в подземных водах, которые отбирались из наблюдательных скважин ежеквартально в течение двух лет.

Формы нахождения элементов определяли в трехкамерном электродиализаторе с использованием ядерных фильтров на основе полиэтилентерефталатной пленки с крупностью пор 0,16-0,2 мкм. В качестве анода использовали электроды из платины, а в качестве катода – нержавеющую сталь. Время электродиализа – 24 часа. Напряжение постоянного тока на электродах – 30 В. Метод контроля процесса – «меченные атомы».

Для оценки миграции элементов в подземных водах в районе хвостохранилища Гидрометаллургического завода № 1 НГМК изучена анионная, катионная, нейтральная и коллоидная формы нахождения элементов с помощью электродиализа с использованием ядерных фильтров. Для контроля соотношения форм нахождения золота и железа использовали ионообменные способы с применением смол типа АМ-2Б и Ку-2. Исследование форм нахождения элементов позволяет сделать заключение, что ряд элементов, например золото, сурьма, хром, могут служить индикаторами-мигрантами при изучении техногенного влияния хвостохранилищ на окружающую среду.

Вероятные формы нахождения элементов в подземных водах

№ п/п	Элемент	Формы нахождения			Преимущественная форма
		катионная	анионная	нейтральная	
1	Скандий	$\text{Sc}(\text{OH})^{2+}$; $\text{Sc}(\text{OH})_2^+$		$\text{Sc}(\text{OH})_3^0$	$\text{Sc}(\text{OH})^{2+}$; $\text{Sc}(\text{OH})_2^+$
2	Хром	$\text{Cr}(\text{OH})_2^+$	CrO_4^{2-}	Na_2CrO_4	$\text{Cr}(\text{OH})_2^+$; CrO_4^{2-}
3	Железо	Fe^{3+}			Fe^{3+}
4	Кобальт	Co^{2+}		CoSO_4	Co^{2+}
5	Цинк	Zn^{2+}		ZnSO_4	Zn^{2+}
6	Селен		SeO_3^{2-}	Na_2SeO_3	Na_2SeO_3
7	Серебро		$\text{Ag}(\text{CN})_2^-$	$\text{Na}(\text{Ag}(\text{CN})_2)$	$\text{Na}(\text{Ag}(\text{CN})_2)$
8	Сурьма		$\text{Sb}(\text{OH})_6^-$	$\text{Na}(\text{Sb}(\text{OH})_6)$	$\text{Na}(\text{Sb}(\text{OH})_6)$
9	Церий	Ce^{3+}			Ce^{3+}
10	Европий	Eu^{3+}			Eu^{3+}
11	Золото		$\text{Au}(\text{CN})_2^-$	$\text{Na}(\text{Au}(\text{CN})_2)$	$\text{Au}(\text{CN})_2^-$; $\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2]$

Проведенными исследованиями установлено (см. таблицу), что в катионной форме находятся Fe, Ce, Eu, в анион-катионной – Cr, анион-нейтральной – Cr, Se, Ag, Sb, Au, катион-нейтральной – Sc, Cr, Co, Zn.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КНД ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ ВОВЛЕЧЕНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ РАННЕЕ ОТРАБОТАННЫХ УЧАСТКОВ ПВ НА ОБЪЕКТАХ НГМК

*РУДНЕВ С. В., ТЕРЕХИН В. П., МИНОСЬЯНЦ А. Р.,
Навоийский ГМК*

В Навоийском горно-металлургическом комбинате одной из актуальных проблем является повторное вовлечение в эксплуатацию урановорудных объектов, обработка которых способом подземного выщелачивания (ПВ) в свое время по тем или иным причинам была прекращена. При строительстве полигонов ПВ и их эксплуатации для определения технологических параметров скважин, рудовмещающих горизонтов и собственно руд широко используются геофизические методы исследования скважин (ГИС). Одной из основных задач при этом является оценка остаточной продуктивности рудных тел. Ее решение с использованием гамма-каротажа (ГК) скважин бесперспективно, так как он дает распределение по стволу скважины радиоактивных дочерних продуктов распада уран-радиевого ряда. Собственно уран с помощью ГК не определяется. Проведение кернового опробования скважин существенно увеличивает затраты на эксплуатационно-разведочное бурение. При этом не всегда удается получить кондиционный керн (выход не менее 80 %) по рудовмещающим отложениям.

Поэтому на протяжении более 10 лет на предприятиях НГМК как альтернативный способ опробования успешно применяется прямое определение урана в рудных сечениях с помощью импульсного каротажа на мгновенных нейтронах деления (КНД-М).

Данный метод широко используется на месторождении «Кетменчи» для определения степени обработки рудных интервалов выщелачиванием и обнаружения остаточных руд. В частности, установлено, что в одних случаях с помощью КНД-М выделяются ураново-рудные сечения в слабопроницаемых породах, и такие руды являются технологически неблагоприятными для повторной обработки способом ПВ. В других случаях обнаруживаются рудные сечения в проницаемых породах, которые практически не затронуты процессами ПВ, а также зоны переотложения урана в твердой (минеральные включения) или жидкой (в поровых растворах) формах.

В настоящее время в НГМК внедряется аппаратура нового поколения, АИНК-60. Опыт использования макетного образца этой аппаратуры показал ее существенные преимущества, в частности возможность использования в составе типовой каротажной станции, что позволило включить метод в стандартный комплекс ГИС.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СЕЛЕКЦИЯ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД С ПОМОЩЬЮ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

*КУЧЕРСКИЙ Н. И., КАНЦЕЛЬ А. В., ИНОЗЕМЦЕВ С. Б.,
Навоийский ГМК, INTEGRA GROUP Ltd*

В настоящее время НГМК ведет планомерную обработку месторождений золотосодержащих руд, расположенных в Центральных Кызылкумах. Опыт, накопленный в результате многолетних исследований таких месторождений, как Кокпатас, Мурунтау и др., появление новых технологий, оборудования и средств оперативной обработки данных, изменение технологических требований к сырью позволили пересмотреть идеологические подходы к предварительному обогащению руд и приступить к технологической селекции руд, под которой понимается разделение добытой массы не только по содержанию золота, но и по предрасположенности руд к извлечению полезных компонентов с помощью используемых в НГМК технологий.

Разбраковка руд на стадии рудоподготовки на технологичные и упорные является новым направлением в повышении рентабельности горнорудного производства и сводится к удалению из рудной массы части материала, который нейтрализует и сорбирует активные радикалы технологических растворов. Как правило, эта часть является обедненной по золоту.

В результате исследований связи вещественного состава рудовмещающей породной матрицы с содержанием золота установлено, что с помощью бесконтактных, дистанционных, экспрессных ядерно-физических методов измерений возможна диагностика литологического состава добытой массы, а также ее разбраковка на окисленную и сульфидную в крупных порциях (посамосвальная сортировка) и в кусках машинных классов крупности (покусковая сепарация).

Доказано, что применение технологической селекции обеспечивает двукратное снижение себестоимости дополнительного к достигнутому выпуску готового продукта (золота), в сравнении с различными вариантами увеличения производства за счет расширения перерабатывающего и увеличения мощности горнодобывающего комплексов.

ОТОБРАЖЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР В АППАРАТУРНОМ РЕНТГЕНОВСКОМ СПЕКТРЕ

ФЕДЯНИН С. Н.,
Навийский ГМК

На месторождениях золотосодержащих руд Кызылкумской рудной провинции выделяются две основные золоторудные формации – кварцевая и сульфидная. Они различаются между собой и отличаются от вмещающих пород по содержанию породообразующих элементов. Это различие настолько статистически значимо, что оно находит свое отражение в аппаратурном рентгенорадиометрическом спектре.

В НГМК разработана методика рентгенорадиометрического распознавания основных геохимических типов пород (геологических структур, формаций), которая может использоваться для технологической селекции в процессе крупнопорционной (посамосвальная) сортировки и мелкопорционной сепарации горнорудной массы на три составляющие – кремнистую и сульфидную (специализированные на золото) и заведомо бесперспективную (см. таблицу).

Формализованная таблица связи регистрируемого рентгеновского излучения с геохимическим типом породной матрицы (облучатель с кадмиевым фильтром)

Типы породной матрицы	Каналы энергетического спектра рентгеновского излучения				
	Ca	Fe	Hf	Lf	RS
	Интервалы энергий, кэВ				
	3,0-5,5	5,5-7,5	7,5-13,5	13,5-18,0	18,0-22,0
Кварцевая	-	-	--	--	++
Сульфидная	-	++	++	+	--
Приконтурная	0	+	0	0	0
Карбонатная	++	+	++	+	-

Примечания.

1. Знаком «--» отмечен статистически значимый дефицит излучения, знаком «-» – несколько пониженное в сравнении с фоновым излучением, «0» – фоновое излучение, «+» – некоторое превышение над фоном, «++» – статистически значимое превышение над фоном;

2. Ca – канал, в котором регистрируется характеристическое излучение, создаваемое в основном кальцием, Fe – железом, Hf – группой халькофильных элементов, Lf – группой литофильных элементов, Rs – рассеянное излучение облучателя.

Согласно табл. 1, на золоторудных месторождениях различительным признаком для разделения руд рентгенорадиометрическим способом на руды кремнистой формации (Si-Au) и сульфидной (S-As-Au,Ag) и отбраковки пород приконтурной зоны выемки может служить соотношение излучений (X), регистрируемых в каналах Ca, Fe, Hf, Lf и RS, аппроксимируемое неравенствами

$$K_{\text{порог1}} < X \quad \text{и} \quad X < K_{\text{порог2}}$$

где $K_{\text{порог1}}$ – пороговое значение показателя, выше которого матрица соответствует рудам кварцевой формации; $K_{\text{порог2}}$ – пороговое значение показателя, менее которого матрица соответствует сульфидным (полиметаллическим) рудам; X – формула, учитывающая соотношение рассеянного излучения источника I_{RS} и характеристического излучения в соответствующих интервалах энергий (Ca, Fe, Hf, Lf).

Интервал значений показателя между $K_{\text{порог1}}$ и $K_{\text{порог2}}$ соответствует вмещающим породам приконтурной зоны выемки, т. е. слецпоруде.

Пороговые значения показателя $K_{\text{порог1}}$ и $K_{\text{порог2}}$ определяются опытным путем для каждого технологического класса руд, т.е. для классов содержания золота, и каждого технологического типа руд, т. е. их вещественного состава.

Данный методический подход рекомендуется использовать для сортировки горнорудной массы при добыче как золотосодержащих, так и полиметаллических руд, а также при рудоподготовке заскладированной массы техногенных месторождений.

РАБОТА УРАЛЬСКОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ ПО ОКАЗАНИЮ НАУЧНОЙ И ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ МУЗЕЯМ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

ПОЛЕНОВ Ю. А.,

Уральская государственная горно-геологическая академия

Усилиями ученых и краеведов на Урале создана музейная система экспонирования геологических предметов, а именно: областные музеи, региональные геологические музеи, геологические музеи учебных заведений и производственных организаций, которые по представляемым территориям можно расположить в следующем порядке: общеуральские – региональные – территориальные – общепознавательные – специализированные (табл. 1).

Удивительно, что ведущиеся на Урале в течение почти пятисот лет горные работы, давшие толчок образованию многочисленных населённых пунктов, в том числе и очень крупных городов, не привели к созданию сети общеуральских геологических музеев. На Урале имеется всего один такой музей – Уральский геологический музей Уральской государственной горно-геологической академии. В нём представлены каменные документы исключительно уральского происхождения. Сейчас его коллекции насчитывают более 200 тыс. экспонатов, отражающих природные богатства и геологию Урала.

Немного на Урале и региональных геологических музеев. К ним следует отнести естественнонаучный музей Ильменского государственного заповедника УрО РАН, научный геологический музей Института геологии Коми НЦ УрО РАН, Челябинский геологический музей, Музей геологии и полезных ископаемых Башкортостана. В музеях этого типа выставлены геологические экспонаты, детально характеризующие геологическое строение, минералогию, петрографию, литологию и полезные ископаемые отдельных регионов Урала, которые по размерам могут быть и больше и меньше административной территории области или республики.

К категории общепознавательных музеев следует отнести геологические музеи школ, техникумов, колледжей, высших учебных заведений и некоторых производственных организаций. Такие музеи создавались, как правило, на геологическом материале тех районов, где они функционируют в настоящее время. Экспонаты музеев – это сборы многих людей, участвовавших в геологических походах и экскурсиях, пополненные дарственными образцами, но уже из разных регионов России и даже мира. Наиболее яркими представителями общепознавательных музеев являются геологические музеи Миасского геологоразведочного колледжа, ЦДЮТ г. Ревда, Каменск-Уральский, Орск, Екатеринбург.

На Урале имеются геологические собрания, экспонирующиеся в специализированных музеях. Такими музеями являются Фёдоровский геологический музей г. Краснотурьинска и Музей кварца ОАО «Сосьва-промгеология» в с. Саранпауль.

Во второй половине XX в. в Уральском регионе было создано много геологических выставок при геологических объединениях, экспедициях, партиях, где выставлялись образцы минералов, руд, горных пород и окаменелостей большой научной ценности. В ходе реорганизации геологической отрасли многие выставки прекратили своё существование, а уникальные экспонаты утеряны.

В 1937 году многочисленные попытки создания на Урале геологического музея получили официальную поддержку и увенчались созданием Уральского геологического музея. Замечательное создание уральских геологов – Уральский геологический музей – является региональным, в нем представлены каменные документы исключительно уральского происхождения. Руководителями и исполнителями музейных экспозиций были: физической географии – Павлов Ф. Ф. и Оглоблин Д. Н., общей геологии – Романов Б. М., Нейман О. Ф., Матвеев В. И., минералогии и геохимии – Матвеев К. К., Вертушков Г. Н., Гаврусевич Б. А., Игумнов А. Н., Китаев Г. Г., полезных ископаемых – Ушаков Н. А., Кожевников К. Е., Житомиров Г. Я. Крупнейшие ученые страны, большие знатоки геологии Урала Ферсман А. Е., Наливкин Д. В., Заварицкий А. Н., Горский И. И., Варсанюфьева В. А., Кузнецов Е. А., Крыжановский В. И. принимали активное участие в создании музея в качестве консультантов.

Музейная система экспонирования геологических предметов

Название музея	Ведомственная подчиненность	Адрес
Общеуральские		
Уральский геологический музей	Уральская государственная горно-геологическая академия	620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Региональные		
Музей геологии и полезных ископаемых Башкортостана	Объединенное Главное управление природных ресурсов РФ по РБ	450000, г. Уфа, ул. Ленина, 47
Научный геологический музей	Институт геологии Коми НЦ УрО РАН	167610, г. Сыктывкар, ул. Оплесни-на, 2
Естественнонаучный музей	Ильменский государственный заповедник им. В. И. Ленина УрО РАН	456301, г. Миасс Челябинской области
Челябинский геологический музей	Городской отдел культуры	454000, г. Челябинск, ул. Труда, 98
Геологический музей	Объединение «Оренбурггеология»	460356, г. Оренбург, Парковый про-спект, 6
Территориальные		
Свердловский областной краеведческий музей	Министерство культуры	620151, г. Екатеринбург, ул. Малыше-ва, 46
Нижнетагильский государственный музей-заповедник горно-заводского дела Средне-го Урала	Городской отдел культуры	622003, г. Нижний Тагил Свердлов-ской области, ул. Ленина, 1а
Минералогический музей им. А. Е. Ферс-мана	Нижнетагильский государственный музей-заповедник	622928, с. Мурзинка Пригородного района Свердловской области
Ямало-Ненецкий окружной краеведческий музей им. И. С. Шемановского	Департамент культуры Ямало-Ненецкого автономного округа	626608, г. Салехард, ул. Республи-ки, 72
Челябинский областной краеведческий музей	Министерство культуры	454084, г. Челябинск, ул. Ленина, 49
Пермский областной краеведческий музей	Министерство культуры	614600, г. Пермь, пр. Комсомольский, 6
Оренбургский областной краеведческий музей	Министерство культуры	460000, г. Оренбург, ул. Советская, 28
Общепознавательные		
Геологический музей	Миасский геологоразведочный колледж	456300, г. Миасс Челябинской обла-сти, пр. Автозаводцев, 43
Геологический музей	Исовской геологоразведочный техникум	624350, г. Нижняя Тура, пос. Ис, Свердловская область, ул. Фрунзе, 63
Геологический музей им. акад. А. Е. Ферсмана	Общеобразовательная школа № 16	623408, г. Каменск-Уральский Сверд-ловской области, ул. Дзержинского, 89
Геологический музей	Детско-юношеский центр	623270, г. Ревда Свердловской обла-сти, ул. Чайковского, 27
Минералогический музей школы юных геологов	Центральный дом юного туриста	462400, г. Орск, ул. Карла Маркса, 4
Специализированные		
Федоровский музей	Краснотурьинский краеведческий музей	624450, г. Краснотурьинск Свердло-вской области, ул. Октябрьская, 45
Музей кварца	ОАО «Сосьвапромгеология»	626808, с. Саранпауль Березовского района Тюменской области
Геологический музей	Центрально-Уральское федеральное госу-дарственное унитарное предприятие	622141, с. Новоалексеевское, г. Перво-уральск, Свердловская область
Геологический музей	ОАО «Изумрудные копи Урала»	624066, пос. Малышева, г. Асбест Свердловской области
Геологический музей	ОАО «Ураласбест»	624060, г. Асбест Свердловской обла-сти, ул. Промышленная, 4
Музей «Золото-платиновая промышлен-ность на Урале»	ОАО «Березовский рудник»	624070, г. Березовский, Свердловская область, ул. Ленина, 73
Геологический музей яшмы	Школа-лицей № 130	620049, г. Екатеринбург, ул. Студен-ческая, 26
Геологические кабинеты		
Палеонтологический кабинет кафедры общей и исторической геологии	Уральская государственная горно-геологи-ческая академия	620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбы-шева, 30
Минералогический кабинет кафедры минералогии, петрографии и геохимии	Уральская государственная горно-геологи-ческая академия	620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбы-шева, 30
Геологический кабинет кафедры физической географии	Уральский государственный педагогиче-ский университет	620219, г. Екатеринбург, пр. Космо-навтов, 26
Минералогический музей кафедры мине-ралогии и петрографии	Пермский государственный университет	614600, г. Пермь, ул. Букирева, 15
Музей палеонтологии и исторической геологии при кафедре региональной геоло-гии	Пермский государственный университет	614600, г. Пермь, ул. Букирева, 15
Геологический музей им. А. С. Хоментов-ского	Оренбургский государственный педагоги-ческий университет	460014, г. Оренбург, ул. Советская, 19

Направление деятельности Уральского геологического музея

Вот как оценил региональность музея академик В. А. Обручев, оставив в 1941 году следующую запись в книге посетителей: «Очень хорошо, что музей ограничивает свою задачу сбором и выставкой богатств только Урала, которым поэтому уделены максимум места и внимания».

В настоящее время Уральский геологический музей является структурным подразделением Уральской государственной горно-геологической академии и действует на правах кафедры.

В состав музея входят шесть экспозиционных отделов: кристаллографии и минералогии, петрографии и литологии, полезных ископаемых, общей и исторической геологии, комплектации, истории академии.

На первом этаже располагаются магазины по продаже камнесамоцветного сырья, а также инструмента и оборудования для их производства.

Уральский геологический музей в настоящее время является не только государственным хранилищем уральских минералов и других каменных документов, но и культурной организацией, которая проводит большую воспитательную, научную и просветительную работу и вокруг которой объединяются истинные знатоки и любители камня (табл. 2).

Неоценима роль геологического музея в обучении студентов, на его богатом фактическом материале преподаватели института знакомят будущих горных инженеров всех специальностей с богатством земных недр. В дальнейшем студентам предоставляется уникальная возможность самостоятельного изучения коллекций музея для углубления теоретических познаний.

Богатейшая коллекция палеонтологических образцов, минералов, горных пород и полезных ископаемых, хранящаяся музеем, представляет огромную научную ценность и используется научными работниками в исследовательских целях.

Еще более весом вклад музея в просветительскую работу. Ежегодно в нём бывает не одна тысяча посетителей, среди которых много учащихся школ и студентов вузов и колледжей, которые получают представление о природных ресурсах Урала, истории его изучения, экологических последствиях нерационального природопользования.

Уральский геологический музей ежегодно посещают сотни иностранных туристов и десятки иностранных делегаций. Их количество особенно возросло в последние годы – годы установления экономических связей Большого Урала с зарубежьем. В этих условиях только музей даёт возможность в течение корот-

кого времени получить общее представление о природных ресурсах всего Урала, а при желании познакомиться с отдельными месторождениями.

В музее постоянно проводятся выставки минералов, горных пород, полезных ископаемых и готовых изделий из частных коллекций любителей камня, а также предприятий и фирм, занимающихся добычей и производством изделий из природного сырья.

Сотрудники музея принимают активное участие в научно-исследовательской работе. В составе постоянных и временных научных коллективов они проводят полевые и тематические работы, значительно пополняющие основные фонды музея, благодаря чему в последние годы открыты новые экспозиции: «Кварц Урала», «Минерально-сырьевые ресурсы Полярного Урала», «Золоторудные месторождения Урала» и другие.

В музее ведётся большая издательская работа. Издаются каталоги образцов по отделам музея, проспекты экспозиций, тексты специальных экскурсий и лекций, очерки по истории уральского камня и Уральского геологического музея, различные информационные статьи.

Уральским геологическим музеем широко используются новые формы работы, которые стали возможны в условиях рыночной экономики. Широкую популярность у любителей камня и фирм, занимающихся добычей и обработкой камнесамоцветного сырья, получили выставки-ярмарки «Малахитовая шкатулка» и «Минерал-шоу».

За 65 лет существования Уральский геологический музей превратился в один из крупнейших музеев подобного типа в нашей стране.

В Уральском геологическом музее работают специалисты, имеющие большой опыт в научно-исследовательской и музейной деятельности. Среди 15 научных работников 6 человек имеют ученую степень кандидата геолого-минералогических наук, 3 сотрудника – ученое звание доцента. Такие специалисты способны создавать новые экспозиции в УГМ и оказывать помощь другим уральским музеям горно-геологического профиля.

В последние пять лет двадцатого столетия наметилась тенденция активизации геологической музейной деятельности на территории Уральского региона, чему способствовала наступательная позиция по этому вопросу Уральских горнопромышленных съездов и Уральского координационного совета по геологии и природопользованию (УКСОГЕН). Постоянная разъяснительная и агитационная работа дала положительные результаты.

В этом направлении большую работу по активизации работы геологических музеев проводит коллектив Уральского геологического музея.

1. С целью обмена опытом по музееведению и выработки согласованной работы по развитию в Уральском регионе горно-геологических музеев на базе УГМ в сентябре 1997 года была проведена первая научно-практическая конференция «Горные, геологические, минералогические музеи в XXI веке», в которой приняло участие 90 человек – представители 25 музеев из 23 городов России и Казахстана.

Вторая научно-практическая конференция с тем же названием на базе УГМ была проведена в период прохождения региональной конференции геологов европейской территории России и Урала в июле 2000 года, в которой приняло участие 53 человека – представители геологических музеев, вузов, геологических организаций России.

Третья научно-практическая конференция проведена в 2002 году в период празднования 85-летия УГГГА.

В рамках Уральской горнопромышленной декады в 2003 году проведен круглый стол «Уральский геологический музей – потребителю, потребитель – музею», во время работы которого были обсуждены проблемы работы геологических музеев Урала и оговорены вопросы совместной деятельности.

2. С 1997 года сотрудники УГМ ведут специализированные геологические работы на Полярном Урале. Результат этих работ – экспозиция «Минерально-сырьевые ресурсы ЯНАО и история их изучения» в УГМ. Такая же экспозиция открыта в г. Салехарде в Окружном краеведческом музее им. П. С. Шемановского.

Сотрудники УГМ оказали помощь в формировании экспозиции ЯНАО на Международной выставке, посвященной 300-летию горно-геологической службы России в г. Санкт-Петербурге. Выпущены проспекты «Полярный Урал. Экспозиции по геологии и полезным ископаемым Ямало-Ненецкого автономного округа» (2000); «Геологический памятник природы «Харбейский» (2001); «Нырдовменшор. Геология, минералогия» (2001).

3. С 1999 по 2004 годы сотрудники УГМ выполняли хозяйственную тему по заданию Управления по геологии и использованию недр при кабинете министров РБ «Создание эталонных коллекций по минерально-сырьевой базе Республики Башкортостан для пополнения музея по геологии и полезным ископаемым РБ и формирование экспозиции Башкортостана в Уральском геологическом музее». Собран огромный каменный материал, который систематизирован, и написан сводный отчет. Результатами работы будет экспозиция в УГМ «Полезные ископаемые Республики Башкортостан» и пополнение экспозиций Музея геологии и полезных ископаемых Республики Башкортостан в г. Уфе.

4. По заданию КПР и администрации Оренбургской области составлен проект геологоразведочных работ по теме «Создание фонда каменного материала (эталонных коллекций) по отраслям минерально-сырьевой базы Оренбургской области». Эти работы направлены на сбор образцов и графических материалов для создания геологического музея Оренбуржья. В конце 2000 г. эти работы были профинансированы, и УГМ в 2001 и 2002 гг. проводил полевые работы в соответствии с проектом. В 2004 году работы будут продолжены.

5. УГМ оказал большую помощь КПР по Свердловской области в организации работы секции «История геологической службы, геологическое и горное образование», которая действовала в июле 2000 г., на региональной конференции геологов европейской территории России и Урала. К этой конференции сотрудниками УГГГА был подготовлен и издан проспект по УГМ и Путеводитель по Шабровскому рудному полю.

6. Коллектив УГМ оказывает научно-методическую и практическую помощь геологическим музеям средних учебных заведений.

Существует постоянная двусторонняя связь между УГМ и геологическими музеями ЦДЮТ г. Ревды, г. Каменска-Уральского, г. Орска, геологического колледжа г. Екатеринбург.

УГМ постоянно оказывает практическую помощь в формировании новых геологических экспозиций многих краеведческих музеев, например: Свердловского областного краеведческого музея, Музея геологии, нефти и газа ХМАО; Дома-музея академика Н. В. Мельникова (г. Сарапул), центра формирования музея В. Н. Татищева (г. Москва) и др.

Тесное взаимодействие Уральского геологического музея с горно-геологическими музеями Уральского региона дает возможность системного пополнения основных фондов всех музеев, что переводит их в статус государственных хранилищ каменных материалов и делает обладателями уникальных банков данных по геологии, палеонтологии, петрографии, полезным ископаемым Урала.

Данную работу, несомненно, следует проводить и в дальнейшем.

Музеи геологического профиля, независимо от их положения и особенностей, способствуют распространению интереса к естествознанию и формированию материалистического понимания природы.

СТРОЕНИЕ ПОЛИГОНАЛЬНО-ЗЕРНИСТЫХ МРАМОРОВ МУРЗИНСКОЙ СВИТЫ (ЛИПОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, СРЕДНИЙ УРАЛ)

*ТРУНОВ Д. А., науч. руководитель проф. ЕМЛИН Э. Ф.,
Уральская государственная горно-геологическая академия*

Липовское месторождение никелевых руд располагается в пределах Мурзинско-Адуйского микроконтинента, фрагмента древней континентальной коры, вовлеченного в геодинамические процессы, связанные с формированием Уральского горно-складчатого пояса.

В геологическом плане месторождение располагается в восточной части субширотного седловидного прогиба, разделяющего Мурзинско-Адуйский микроконтинент на два крупных блока: Мурзинский на севере и Адуйский на юге. Ширина прогиба около 1 км. Уровнем современного эрозионного среза здесь вскрыты раннепротерозойские метаморфические породы и палеозойские серпентиниты.

Мурзинская свита (PR1mg) выделена М. Ф. Чурсиной и А. Г. Журченко. Она сложена плагиогнейсами и плагиосланцами биотитовыми, биотит-амфиболовыми, амфиболовыми, гранат-биотит-амфиболовыми, амфиболитами, кварцитами, мраморами. Мощность более 1600 м. Нижняя граница не известна [1].

Жильный комплекс в мраморах представлен пегматоидными гранитами, плагиогранитами, аплитами, пегматитами, керсантинами и кварцевыми жилами. Эти жильные тела наблюдаются в контактовых зонах серпентинитов с мраморами и гнейсами. Массовое внедрение даек гранитоидов и пегматитов происходило после снятия стрессового давления, связанного с коллизией. Распределение корундовой минерализации в мраморах показывает некоторую зависимость от даек гранитоидов и пегматитов [3].

По строению можно выделить две основные разновидности мраморов:

– белые, крупнозернистые, сложенные полигональными (в сечении шлифа) зернами с простыми границами;

– серые, разномзернистые, обычно средне- и мелкозернистые, часто полосчатые, сложены зернами со сложными, зубчатыми границами. Серый цвет обусловлен включениями графита.

Полосчатость выражена изменением цвета от белого до темно-серого и черного. С изменением цвета изменяется размер зерен. Прослеживается простая закономерность: размер зерен кальцита обратно пропорционален размеру включений графита (рис. 1). В общем случае она проявляется следующим образом:

- белый мрамор – крупнозернистый (размер зерен до 8 мм);
- темно-серый мрамор состоит из мелких (до 1-2 мм) зерен со сложными границами;
- размер зерен кальцита серого мрамора соответствует промежуточным значениям (1-3 мм).

Эти данные позволяют предположить, что рост зерен в мраморах, который обусловлен миграцией большеугловых границ, более свободно осуществляется при мономинеральном составе агрегата. Чем больше включений графита и чем они меньше, тем с большим трудом происходит движение границ при рекристаллизации.

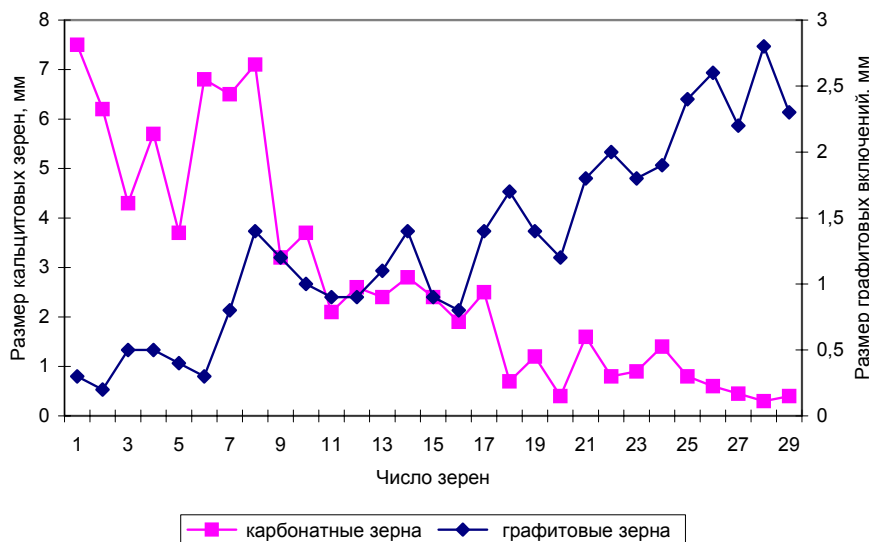


Рис. 1. Обратная зависимость размера карбонатных зерен от размера графитовых включений в мраморах

В качестве объекта детального исследования были выбраны белые мраморы с полигонально-зернистой структурой. Расположенные на уступе карьера глыбы таких мраморов подвергались выветриванию в условиях контрастных вариаций температур в течение суточных и сезонных циклов. Мраморы в этом случае свободно рассыпаются на составляющие их зерна, которые сохраняют граничные поверхности.

Изучение морфологии зерен производилось по методике, описанной А. Г. Жабиным [4]. Для 50 отобранных зерен был произведен подсчет граней, ребер, вершин (рис. 2).

В таблице приведены обобщенные морфологические параметры зерен кальцита липовских мраморов в сравнении с данными для полигонально-зернистого агрегата турмалина и с параметрами идеальных полиэдров (кубооктаэдра и пентагондодекаэдра), а также с параметрами идеальной «ячейки Коксетора» [4]. «Ячейкой Коксетора» называется полиэдр, который соответствует зернам с минимальной поверхностью границ, причем границы этих зерен равно удалены от их центров.

Нами установлено, что зерна кальцита в липовских мраморах по морфологии приближаются к «ячейке Коксетора» и соответствуют некому промежуточному значению между кубооктаэдром и пентагондодекаэдром.

В заключение можно сформулировать следующие выводы:

1. Мрамор как полигонально-зернистый агрегат обнаруживает стремление к минимальной поверхности границ зерен.
2. Полигональные зерна кальцита в мраморе близки по морфологическим параметрам «ячейке Коксетора» (см. таблицу), но несколько отличаются от идеальных значений.
3. Число граней (на 16 %), вершин (на 11 %) и ребер (на 7 %) полигональных зерен кальцита в мраморе больше, чем в идеальном агрегате, сложенном зернами, соответствующими «ячейкам Коксетора».
4. При выветривании полигонально-зернистый агрегат по сравнению с другими структурными типами мраморов легко рассыпается по границам зерен. Это объясняется следующим:

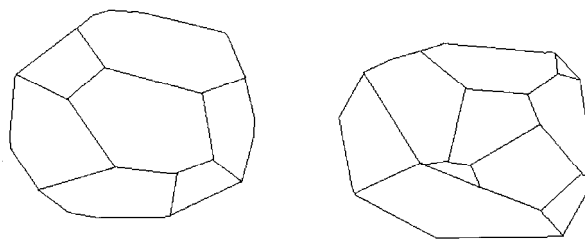


Рис. 2. Форма реальных зерен в агрегате (полигонально-зернистый мрамор)

Сравнительные характеристики «полигональных зерен кальцита в мраморе», кубооктаэдра, пентагондодекаэдра, полигональных зерен турмалина (по Жабину) и «ячейки Коксетора»

Полиэдр	Число граней	Число вершин	Число ребер
Кубооктаэдр	14	24	36
Пентагондодекаэдр	12	20	30
Ячейка Коксетора	13,56	23,13	34,69
Полигональные зерна турмалина (по Жабину)	13,21	23,87	35,04
<u>Полигональные зерна кальцита в мраморе</u>			
Модальное значение	11	22	(30)36
Среднее значение	12,64	22,83	35,26

– полигонально-зернистый агрегат имеет, во-первых, простые границы, во-вторых, их удельная поверхность близка к минимальной, что облегчает разрушение при выветривании;

– разрушение зерен по их границам требует минимальной энергии, существенно меньшей, чем образование новых поверхностей, за счет разрушения самих зерен.

5. Мраморы с полизернистой структурой наиболее активно разрушаются в течение техногенеза (10-30 лет). Мрамор «рассыпается» по граням зерен, при этом возможно освобождение (без их разрушения) таких интересных аксессуарных минералов для мраморов: шпинели, диопсида, рубина.

Другими словами, в течение техногенеза возможно формирование техногенных россыпей этих самоцветов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Геологическая карта РФ*. Масштаб 1:1000000 (новая версия). Лист 0-40, (41). Объяснительная записка, СП. Екатеринбург: Уралгеолком, УГСЭ. 1997. 252 с.
2. *Емлин Э. Ф., Синкевич Г. А., Якишин В. И.* Жильный кварц Урала в науке и технике. Свердловск: Ср.-Урал. кн. изд-во. 1988. 272 с.
3. *Емлин Э. Ф., Вахрушева Н. В., Кайнов В. И.* Самоцветная полоса Урала. Екатеринбург – Реж, 2002. 156 с.
4. *Жабин А. Г.* Онтогенез минералов. М.: Недра, 1973. 256 с.

КАПИТАЛИЗАЦИЯ ЗАПАСОВ И ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В НЕДРАХ

БИРЮЧЕВ П. С.,

Уральская государственная горно-геологическая академия

Углубление процесса развития рыночных отношений в России, т. е. ее активное включение в мировые хозяйственные связи, переход к этапу устойчивого развития экономики страны с перспективой долговременного роста объемов производства и повышения качества продукции, вызывает необходимость создания и применения правовых норм и правил, адекватных общепринятым в мировой практике. Учитывая специфику России как одной из ведущих мировых сырьевых держав, ключевой областью совершенствования законодательной базы и разработки дополнительных нормативно-правовых средств является сфера недропользования, требующая основательного обновления экономических механизмов регулирования, учитывающих современные требования.

Как уже было отмечено выше, применение геолого-экономической и стоимостной оценок месторождений полезных ископаемых и участков недр в соответствии с требованиями ст. 23-1 Закона РФ «О недрах» не было осуществлено в силу ряда причин, одна из которых – отсутствие официальных общепринятых методик этих оценок. Между тем проекты правовых и нормативных документов, принятие которых ожидается в ближайшей перспективе (в частности, проект новой редакции Закона РФ «О недрах», внесенный Правительством РФ в Госдуму), содержат новые подходы правового и экономического регулирования в сфере недропользования.

В проекте новой редакции Закона РФ «О недрах» вместо статьи «Геолого-экономическая и стоимостная оценка месторождений полезных ископаемых и участков недр» предусмотрена статья «Аудит запасов и ресурсов полезных ископаемых».

Согласно этой статье законопроекта, государственное регулирование отношений недропользования и решение задач развития минерально-сырьевой базы должно осуществляться с использованием аудита запасов и ресурсов полезных ископаемых. Основной целью аудита запасов и ресурсов полезных ископаемых является определение направлений рационального использования и охраны недр. Механизмом реализации системы аудита запасов и ресурсов полезных ископаемых является геолого-экономическая и стоимостная оценки участков недр, содержащих запасы и/или ресурсы полезных ископаемых (объектов оценки).

Геолого-экономическая оценка – комплексное исследование, содержащее обоснование геологических, технологических, экологических, экономических и других показателей освоения оцениваемых объектов. Геолого-экономическая оценка проводится на этапах поиска, разведки и освоения месторождений. Неотъемлемой составной частью всех этапов и обязательной завершающей стадией геолого-экономической оценки является стоимостная оценка объекта недропользования.

Стоимостная оценка – определение коммерческой эффективности разработки объектов оценки с учетом количества и качества полезных ископаемых, условий их залегания, транспортной и иной инфраструктуры, условий добычи и переработки, возможных цен и условий реализации, налогообложения и других параметров, влияющих на коммерческую эффективность разработки этих объектов. Результатом стоимостной оценки является выраженный в денежной форме показатель чистой текущей стоимости права пользования недрами.

Субъектами аудита запасов являются оценочные компании в соответствии с законодательством Российской Федерации, заказчики оценки – государство, пользователи недр и другие заинтересованные лица.

Геолого-экономическая и стоимостная оценки объектов проводятся юридическими лицами, осуществляющими оценочную деятельность в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.

Пользователи недр ежегодно проводят за счет собственных средств независимую стоимостную оценку месторождений и участков недр, прав пользования недрами. Результаты ежегодной стоимостной оценки утверждаются Правительством Российской Федерации или уполномоченным им федеральным органом исполнительной власти и отражаются в бухгалтерском учете организаций – пользователей недр.

Порядок и условия проведения аудита запасов и ресурсов полезных ископаемых и порядок отражения в бухгалтерской отчетности организаций – пользователей недр результатов оценки объектов устанавливаются Правительством Российской Федерации.

Методики геолого-экономической и стоимостной оценок месторождений полезных ископаемых и участков недр по видам полезных ископаемых и специальные требования, предъявляемые к организациям, осуществляющим аудит запасов и ресурсов, утверждаются Правительством Российской Федерации.

Таким образом, стоимостная оценка участков недр как объектов недропользования приобретает значение экономического инструмента обеспечения и реализации имущественных прав государства – собственников недр и недропользователей, наделенных правами пользования участками недр.

МПР России во исполнение поручения Президента России по итогам совещания Госсовета России (февраль 2002 г.) был представлен в Правительство РФ проект постановления «Об обязательном проведении независимой стоимостной оценки прав пользования участками недр и учете результатов оценки на балансе организаций – пользователей недр». Введение обязательной стоимостной оценки участков недр и аудита запасов и ресурсов полезных ископаемых обосновывается необходимостью стимулирования использования распределенного фонда недр, повышения степени ликвидности созданной минерально-сырьевой базы, в частности уровня ее инвестиционной привлекательности. Обязательная стоимостная оценка участков недр и обязательный аудит запасов и ресурсов полезных ископаемых рассматриваются также как экономический механизм дестимуляции нахождения сверхнормативных запасов полезных ископаемых в распределенном фонде недропользователей.

В зарубежных странах запасы полезных ископаемых вместе с имущественным комплексом для их добычи подлежат обязательной стоимостной оценке, которая определяет базу налога на имущество горнорудных компаний. В условиях государственной собственности на недра, существующей в России, участки недр не могут учитываться в составе основных средств, находящихся в собственности организаций - недропользователей. В этих условиях объектом оценки являются права и экономические выгоды (прежде всего добытые полезные ископаемые), вытекающие из лицензии на право пользования недрами, что соответствует требованиям законодательства об оценочной деятельности и международной оценочной практике. Результатом такой стоимостной оценки запасов и ресурсов полезных ископаемых должен быть выраженный в денежной форме показатель чистой текущей стоимости права пользования участком недр, содержащим оцененные запасы и ресурсы полезных ископаемых.

Согласно действующему законодательству, в России отсутствует оборот участков недр и оборот лицензий на право пользования участками недр. Между тем, де-факто широко практикуется смена собственников компаний – владельцев лицензий путем продажи акций этих компаний, включая полную продажу юридических лиц – недропользователей без перехода права пользования недрами и переоформления лицензий. Кроме того, согласно ст. 17-1 Закона РФ «О недрах», юридическое лицо, которое приобрело в соответствии

с Законом РФ «О несостоятельности (банкротстве)» горный имущественный комплекс у юридического лица – недропользователя (банкрота), получает право на пользование участком недр и переоформление лицензии. Между тем, в отличие от общепринятой мировой практики, в России сырьевые активы горных компаний (запасы и ресурсы полезных ископаемых в недрах в денежном выражении) не включаются в их капитал и, следовательно, официально не учитываются при совершении различного рода сделок, что приводит к ощутимым потерям для государства и кредиторов.

Необходимо отметить, что проект новой редакции Закона РФ «О недрах» предусматривает также либерализацию перехода права пользования участками недр от одного недропользователя к другому, что существенно увеличит количество сделок с участием активов горнодобывающих предприятий.

Как было указано выше, субъектами стоимостной оценки недр и аудита запасов и ресурсов полезных ископаемых являются оценочные организации, осуществляющие свою деятельность в соответствии с законодательством в области оценочной деятельности, но при этом отвечающие специальным требованиям по аудиту запасов и ресурсов полезных ископаемых, которые должны быть утверждены Правительством РФ.

В настоящее время оценочные компании руководствуются Законом РФ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» и стандартами оценки, обязательными к применению субъектами оценочной деятельности, утвержденными постановлением Правительства РФ. Согласно статье 5 указанного Закона, к объектам оценки относятся, в частности, объекты гражданских прав, в отношении которых законодательством РФ установлена возможность их участия в гражданском обороте. В случае, если в Законе РФ «О недрах» будут сняты ограничения на переход права пользования недрами (свободный оборот прав), стоимость права пользования недрами становится объектом оценки.

Проект новой редакции Закона РФ «О недрах» предполагает установить обязательную ежегодную независимую стоимостную оценку месторождений и участков недр, прав пользования недрами (аудит запасов и ресурсов полезных ископаемых) с отражением результатов такой оценки в бухгалтерской отчетности организаций – пользователей недр.

Оценка прав пользования недрами должна отражаться в составе нематериальных активов предприятия и не должна влиять на финансовые результаты ее деятельности. В бухгалтерской отчетности стоимостная оценка проходит по статье «Добавочный капитал», не включается в базу налога на прибыль и не амортизируется. Наиболее целесообразно разработать единый национальный стандарт финансовой отчетности предприятия, гармонизированный с международной документацией и позволяющий третьей стороне (аудиторам, контрольным органам, кредитным организациям) получать достоверную информацию об объекте оценки.

Финансовая отчетная документация о стоимостной оценке запасов полезных ископаемых должна быть синхронизирована с отчетным балансом движения запасов на объекте оценки. Необходимо иметь в виду, что предлагаемый порядок ежегодной стоимостной оценки и утверждение ее результатов Правительством РФ организационно невыполнимы в сжатые сроки отчетного периода. Предлагается произвести ранжирование действующих объектов недропользования на три группы:

1-я группа – крупные горнорудные компании;

2-я группа – средние горнорудные предприятия;

3-я группа – мелкие предприятия и объекты, содержащие месторождения общераспространенных полезных ископаемых.

Стоимостная оценка участков недр с запасами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения, исходя из специфики таких объектов, не производится.

Ранжирование объектов по группам целесообразно производить, используя параметры валовой стоимости минерального сырья в недрах:

1-я группа – более 10 млрд рублей;

2-я группа – 100 млн рублей – 10 млрд рублей;

3-я группа – менее 100 млн рублей.

Результаты стоимостной оценки объектов подлежат утверждению: 1-я группа – Правительством РФ или уполномоченным им федеральным органом исполнительной власти, 2-я группа – территориальными органами уполномоченного федерального органа и 3-я группа – самостоятельно предприятиями.

Важным моментом, существенно влияющим на эффективность использования созданной минерально-сырьевой базы, является проблема сверхнормативных запасов, сосредоточенных в распределенном фонде предприятий – недропользователей.

В СССР в условиях плановой экономики, согласно директивам Госплана, оптимальный срок существования добычных предприятий определялся в 20-25 лет при окупаемости капитальных затрат в течение 5-7 лет. В 1992 году, согласно введенному в действие Закону РФ «О недрах», срок действия лицензий на добычу полезных ископаемых был определен первоначально в 20 лет с возможностью его продления по инициативе владельца лицензии.

Статья 17 указанного закона «Антимонопольные требования» определяла, что государственный орган управления государственным фондом недр вправе устанавливать предельные размеры участков недр, предоставляемых в пользование. Между тем, такие ограничения не были установлены, а в статью 10 «Сроки

пользования недрами» было внесено изменение, согласно которому срок действия лицензий на добычу определяется в соответствии с проектной документацией до полной отработки месторождения.

В мировой практике обеспеченность добычных компаний запасами составляет 10-15 лет, в то же время значительное число недропользователей в России обеспечены запасами по достигнутому уровню производительности на 30-40 лет и более. При этом нужно отметить, что в мировой практике обеспеченность компаний определяется для запасов категории proved (доказанные или подтвержденные), а согласно классификаций, принятых для рудных месторождений в Канаде и Австралии, – для промышленных (эксплуатационных) запасов категорий indicated (исчисленные) и measured (измеренные), что соответствует наиболее высоким категориям разведанных балансовых (экономических) запасов по классификации, применяемой в России. Основная минерально-сырьевая база зарубежных компаний представлена запасами и ресурсами более низких категорий изученности, которые не включаются в стоимостную оценку и соответственно в налогооблагаемую базу.

Считается, что в современных условиях в России ограничение обеспеченности компаний жесткими сроками путем установления нормативов в силу ряда причин невозможно. Это связано с проблемами принудительного изъятия лицензий, возможным перераспределением запасов крупных компаний на свои аффилированные структуры и другими негативными последствиями такой акции.

Значительная часть рудных месторождений Урала вследствие крутого падения рудных тел имеют значительный размах по вертикали. Отработка таких месторождений осуществляется в направлении сверху вниз, поэтому запасы, расположенные на нижних горизонтах, имеют на текущий момент весьма низкую степень доступности и экономически неравноценны уже подготовленным к отработке запасам верхних горизонтов. В случае изъятия «излишних» запасов у горнорудных предприятий в нераспределенный фонд будут возвращены именно эти запасы, имеющие на текущий момент низкую степень ликвидности.

Наиболее перспективным представляется создание экономического механизма дестимуляции сверхнормативных запасов распределенного фонда.

Прежде всего необходимо законодательно определить нормативный срок обеспеченности предприятий запасами, так как иначе невозможно идентифицировать понятие «сверхнормативные запасы». Нормативный срок обеспеченности предприятий запасами следует определять в зависимости от вида полезных ископаемых с учетом конъюнктуры минерального сырья и конкретных особенностей месторождений. Для большинства твердых полезных ископаемых оптимальным представляется нормативный срок обеспеченности в 15-20 лет.

Недропользователи, имеющие запасы полезных ископаемых, количество которых превышает установленный нормативный срок обеспеченности горного предприятия, должны иметь право самостоятельно выбрать один из вариантов:

- увеличение производительности своего предприятия с целью уменьшения срока обеспеченности;
- возврат в нераспределенный фонд запасов, превышающих норматив обеспеченности;
- сохранение в своем распределенном фонде сверхнормативных запасов с отражением стоимостной оценки права на пользование этими запасами в денежном выражении в составе своих нематериальных активов (добавочный капитал предприятия).

Возможно также комбинированное использование предложенных выше вариантов.

Капитализация сверхнормативных запасов предприятий представляется наиболее эффективным компромиссом, учитывающим интересы как государства – собственника недр, которое получит дополнительные доходы за счет увеличения налоговой базы, так и пользователей недр, дополнительный капитал которых увеличит стоимость их активов и существенно повысит кредитную способность. В любом случае применение иных фискальных мер, в частности специального налога на сверхнормативные запасы, представляется неэффективным и негативно отразится на финансовых показателях предприятий добычного комплекса.

Учитывая, что сверхнормативные запасы предполагается осваивать спустя значительный период времени (15-20 лет), их стоимостная оценка методом определения чистого дисконтированного дохода представляется некорректной. В этом случае наиболее применим показатель валовой товарной стоимости минерального сырья в недрах, отражающий стоимость оцениваемого объекта в ценах на момент оценки. При ежегодной стоимостной оценке объектов недропользования ее показатели будут динамично меняться в зависимости как от изменения количества запасов, так и цен на минеральное сырье.