



Рис. 2. Схема схода лавины с выходом на ж/д путь.

Для лавиносборов № 29–32 в качестве защиты от лавин можно предложить следующие варианты:

- устройство лавинопроводящей дамбы по левому берегу р. Шахтара, геометрические параметры которой следует определить расчетом;
- строительство тормозящих земляных конусов в зоне транзита лавиносборов № 30 и 31 на склонах не круче 17° (рисунок 1);
- строительство снегоудерживающих сооружений в зоне зарождения лавин.

Для лавиносбора № 65 также необходимо разработать вариант комплексной противолавинной защиты. В комплекс должны входить удерживающие, тормозящие и направляющие сооружения.

Литература

1. Благовещенский В. П. Количественная оценка лавинной опасности малоизученных горных районов: автореф. дис.... д-ра геогр. наук. – М., 1990. – 48 с.
2. Боброва д. А. Оценка лавинной опасности на равнинных территориях о. Сахалин: автореф. дис....канд. геогр. наук. – Хабаровск, 2014. – 24 с
3. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. – Ленинград.: Недра, 1984. – 511 с.
4. Осипова М.А., Тейхреб Н.Я. Курс лекций по инженерной геологии для студентов направления «Строительство» и специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений»: учебное пособие / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013 – 84 с.
5. Соловьев А.С. Математическое моделирование чрезвычайных ситуаций, связанных с зарождением и сходом снежных лавин: дис.... д-ра техн. наук. – Воронеж, 2014. – 287 с.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ КАТАГЕНЕЗА УГЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КУЗБАССА

Е.В. Радюк

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Взаимодействие подземных вод с горными породами имеет весьма сложный многоступенчатый характер и может быть рассмотрено с разных точек зрения. Большинство процессов связанных с выветриванием горных пород, седиментацией и преобразованием осадочных пород в ходе литогенеза и метаморфизма - это целая серия реакций, происходящих при участии воды. В процессе эволюции земной коры подземные воды находятся в постоянном движении, в результате которого происходит перенос и осаждение химических элементов, включая выветривание, и формирование месторождений полезных ископаемых, гидратацию и дегидратацию минерального вещества [1,4].

Кузнецкий угольный бассейн сложен осадочными отложениями, претерпевшими сложнейшие катагенетические преобразования, обуславливая распространение углей различных стадий метаморфизма. С этапами катагенеза связаны геохимические условия в дисперсной системе вода-порода-газ-органическое вещество, осуществляя различные гидрогеологические следствия. Основными этапами катагенеза являются: протокатагенез, мезокатагенез, апокатагенез. В протокатагенезе происходит подготовка органического вещества в более поздним катагенным преобразованиям. В гумусовом органическом веществе формируется решетка, построенная ароматическими блоками и группами блоков. При этом выделяется метан в большом количестве. С этапом мезокатагенеза связана интенсивная трансформация органического вещества. Происходит разрушение старой структуры органического вещества и удаление тех элементов, которые не удовлетворяют новым

значениям температуры и давления. На данном этапе деструкция полимерлипидных компонентов органического вещества дает начало образованию широкого спектра углеводородов. На более поздних этапах связь формирующихся жидких углеводородов с исходными органическими веществами проявляется очень слабо. В апокатагенезе происходит общий разрыв связей С=С как в керогене, так и в ранее образовавшемся из него битумоиде. Образуются низкомолекулярные соединения, в частности метан. Оставшаяся сера выделяется и ведет к образованию сероводорода.

Одним из наиболее важных следствий катагенеза угольных отложений является разложение и синтез молекул воды, их структурных преобразований. Благодаря этому происходит геохимическое преобразование системы вода-порода-газ-органическое вещество. С одной стороны, происходит формирование различных типов подземных вод. С другой, происходит структурно-химическая трансформация минеральных агрегатов и органических веществ скелета пород, которая сопровождается освобождением и поступлением многих элементов в подземные воды и формированием аутигенно-минералогической зональности осадочных пород. Катагенная преобразованность органических веществ и пород оставляет определенный отпечаток, по которому можно судить о поведении микроэлементов и органических веществ на различных этапах катагенеза [3].

Анализ распределения микроэлементов показывает, что максимальные концентрации в бассейне соответствуют подземным водам, приуроченным к угленосным отложениям, вмещающих угли от длиннопламенной до жирной стадии метаморфизма (табл. 1).

Таблица 1

Средние содержания микроэлементов в подземных водах и водных вытяжках их пород и углей в зависимости от степени катагенной преобразованности отложений

Стадии метаморфизма углей	Вид водной пробы	Микроэлементы, мкг/л									
		Mn	Zn	Ag	Cu	Ti	Cr	Pb	Ba	Co	Ni
Б-Д	Подземные воды	37,8	97,8	0,4	0,7	4,5	0,9	1,1	9,4	-	0,1
	Вытяжки из пород	107,3	22,9	0,6	3,8	122,9	75,2	3,0	31,1	10,5	9,1
	Вытяжки из углей	114,3	11,4	0,3	2,3	5,7	-	1,1	8,0	-	34,3
Д	Подземные воды	50,9	117,2	0,6	1,5	10,0	6,0	2,6	11,7	1,0	1,6
	Вытяжки из пород	73,3	17,8	1,0	5,2	202,6	241,3	2,2	17,4	13,4	16,5
	Вытяжки из углей	38,1	277,0	0,5	78,7	2,31	0,7	3,9	8,4	-	1,7
Г-Ж	Подземные воды	4,9	58,5	0,2	2,0	6,4	23,3	4,3	33,5	-	1,0
	Вытяжки из пород	55,1	19,0	0,5	2,6	52,2	1,3	6,3	33,4	13,9	8,6
	Вытяжки из углей	90,1	34,6	0,4	3,7	3,5	-	4,6	27,3	-	3,4
К	Подземные воды	31,6	47,8	0,2	1,2	3,4	9,9	1,1	6,9	4,2	3,9
	Вытяжки из пород	51,7	31,4	0,3	2,6	8,2	1,1	4,4	11,5	7,4	1,9
	Вытяжки из углей										

Анализ распределения ВРОВ в подземных водах зоны интенсивного водообмена показывает, что их содержание уменьшается по мере увеличения степени метаморфизма углей и растворенных органических веществ пород. На общем фоне уменьшения содержания органических веществ максимальные концентрации ВРОВ соответствуют интервалу от длиннопламенной до жирной стадии углефикации.

При анализе гидрогеологических следствий катагенеза следует обратить внимание и на геохимическую роль глинистых минералов. С одной стороны, динамика геохимических процессов катагенеза, масштабы миграции углеводородов и химический состав продуктов катагенного преобразования органических веществ и минеральных агрегатов во многом определяются глинистыми породами. С другой стороны, глины являются генерирующей средой, оказывающей влияние на геохимический облик подземных вод, находящихся в зоне катагенеза. Обязательным условием катагенеза, в этой связи, является первичная миграция углеводородов и других соединений (CO₂, H₂S, NH₃ и др.) Основной формой миграции битумоидов и углеводородных газов являются истинные коллоидные растворы, а также эмульсии. Важное значение при миграции является дегидратация глинистых минералов. В конечном итоге, происходит изменение гидрогеохимических режимов и разбавление газодонных растворов, находящихся в пластах-коллекторах на глубине от 800 до 3000 м и более. В связи с этим в нефтегазоносных бассейнах возникает и существует своеобразная инверсия гидрогеохимической зональности, являющаяся стадийным гидрогеологическим следствием катагенеза осадочных пород.

Особое внимание следует обратить на онтогенез глинистых минералов. Характерной особенностью первых этапов катагенеза угленосных отложений является образование глинистых минералов. На последующих этапах происходит хлоритизация и гидрослюдизация глинистых минералов, гидролиз полевых шпатов с образованием мусковита и кварца. На всех этапах происходит потеря воды за счет ее ионного разложения. Силикатная щелочность связывается с глинистыми и другими новообразующимися минералами, способствуя созданию кислой среды газодонных растворов в зоне апокатагенеза. При этом происходит создание кремнистого цемента, обуславливая указанные гидрогеологические следствия осадочных пород.

Образование и существование зон первичной и вторичной карбонатной цементации является еще одним следствием катагенеза. Первичная зона развита и характерна для начального и среднего мезокатагенеза. Кальций осаждается в форме карбонатных солей в коллекторах, представляющих собой породы, претерпевшие изменения

на последних этапах мезокатагенеза и апокатагенеза, и выведенные за счет тектонических движений на поверхность). Формирование зоны вторичной карбонатной цементации соответствует интервалу развития первичной в нормально развивающихся бассейнах. Осаждающиеся карбонаты заполняют не только поры, образовавшиеся в процессе катагенеза, но и вторичную пористость, сформированную в результате развития геологических процессов в массивах пород. Таким образом, карбонатная цементация с одной стороны резко ухудшает фильтрационные свойства пород, с другой — увеличивает прочностные свойства осадочных отложений [3].

Гидрогеологическое следствие катагенеза осадочных отложений — это свойство геологической структуры, возникающее и исчезающее на определенном этапе ее эволюции. В соответствии с различными уровнями развития геологической структуры в осадочных образованиях формируются зоны карбонатной цементации, вокруг залежей горючих ископаемых возникают водные ареолы ВРОВ и МЭ, зоны восстановления пород и т. д. Формирование гидрогеохимической зоны максимального обогащения МЭ и ВРОВ в мезокатагенезе является, как и нефтегазоносность, закономерным следствием эволюции осадочного бассейна. Аутигенное минералообразование на ранних этапах катагенеза в большей мере обязано первоначальным условиям происхождения осадочных пород. На более поздних — катагенным условиям и геохимической направленности эволюции саморазвивающейся системы «вода-порода-газ-органическое вещество» [4]. После длительного взаимодействия в системе вода-порода-газ-органическое вещество водорастворенные и водорастворимые органические вещества несут богатую разностороннюю информацию, которая должна использоваться для решения основных проблем гидрогеологии угольных бассейнов, для повышения прогнозов нефтегазоносности осадочных бассейнов, при оптимизации геологической среды и организации рационального природопользования, при организации хозяйственно-питьевого водоснабжения, при очистке карьерных сточных вод [2].

Литература

1. Зверев В.П., Подземная гидросфера. Проблемы фундаментальной гидрогеологии. - Москва: Научный мир, 2013г — 185с.
2. Кувшинова Е. В., Оценка влияния открытой разработки Бачатского угольного месторождения и эксплуатации подземных водозаборов на водопользование в бассейне реки Бачат. – Томск: ТПУ, 2013.
3. Попов В. К. Геохимия подземных вод Юго-Восточного обрамления Западно-Сибирского мегабассейна (природные и техногенные аспекты):. Диссертация. доктор. геол.-минер. наук. – Томск, 1998г. – 262 с.
4. Рогов Г. М., Попов В. К. Гидрогеология и катагенез пород Кузбасса. – Томск, 1985. – 183с.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЕВОГО СКЛОНА В ЧЕРТЕ ПОС. МИН-КУШ ДЖУМГАЛЬСКОГО РАЙОНА КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

К.Р. Русланова

Научный руководитель доцент О.А. Бычков

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г.Томск, Россия

Джумгалский район расположен на северо-западе самой высокогорной области страны в Нарынской области, который занимает юго-восток Кыргызской Республики. Территория Джумгалского района характеризуется большой гравитационной энергией и высокой эрозией рельефа. Перепад абсолютных отметок горной зоны колеблется от 2600 до 4185 м, перепад отметок днищ впадин в пределах от 1500 до 2600 м. В связи с этим данная территория характеризуется широким распространением неблагоприятных процессов и явлений, обусловленных силой тяжести, таких как, сели, обвалы, осыпи и пр. Также большим распространением пользуются оползневые явления.

Главным населенным пунктом Джумгалского района является поселок городского типа Мин-Куш. Согласно типологическому инженерно-геологическому районированию, проведенному Департаментом Мониторинга Министерства Чрезвычайных Ситуаций Кыргызской Республики, [2] территория поселка относится к I категории уязвимости по распространенности оползней и составляет 0,8 % площади всего Джумгалского района. Ряд оползней угрожают инфраструктуре поселка Мин-Куш: жилым домам, инженерным сооружениям, ЛЭП, также заводу «Оргтехника».

В 2011 году на участке автодороги Мин-Куш-Дальний Мин-Куш происходила активизация оползневых явлений. Путем частичной разгрузки оползня опасность была ликвидирована. Оползневые массы отжимают русло реки Мин-Куш к автодороге Арал-Мин-Куш, где происходит интенсивный подмыв берега.

Наибольшую обеспокоенность вызывает почти в 200 м ниже одноименного хвостохранилища участок правобережного древнеоползневого склона долины реки Туук-Суу (Мин-Куш), где с 2005 г стали возникать трещины закола и сформировался оползень объемом свыше 0,5 млн. м³. (рис 1). На сегодняшний день процесс оползания распространился до водораздельной части склона и создал угрозу для расположенного рядом уранового хвостохранилища Туук-Суу за счет полной или частичной разгрузки оползня. Данное обстоятельство предопределило необходимость проведения мониторинга оползня. По заданию Департамента Мониторинга Министерства Чрезвычайных Ситуаций Кыргызской Республики, где автор проходил преддипломную практику, был проведен мониторинг научно-инженерным центром «ГЕОПРИБОР». Работы центра включали комплекс геофизических и геотехнических исследований на оползнеопасном склоне, заложение сети геодезического мониторинга оползневых смещений, также были изучены его геологическое строение, инженерно-геологические