

ИСТОРИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИИ И СОВРЕМЕННАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА

Н.Г.Максимович, Е.А.Меньшикова, С.В.Казакевич

Аннотация: На примере Зауралья (западная часть Курганской области) рассмотрено влияние историко-геологического развития территорий на формирование современной экологической обстановки. Основные экологические проблемы исследуемого района – низкое качество подземных вод, являющихся единственным источников питьевого водоснабжения, развитие процессов подтопления и агрессивности грунтов, в значительной степени определены естественным комплексом геолого-гидрогеологических условий. В связи с чем, анализ геологических условий территорий может явиться основой прогноза неблагоприятных инженерно-геологических процессов и возможных осложнений экологической ситуации.

HISTORICAL-GEOLOGIC DEVELOPMENT OF TERRITORY AND MODERN ECOLOGICAL CONDITIONS

N.G.Maximovich, E.A.Menshikova, S.V.Kazakevich

Abstract: On an example of the Western part of Kurgan area an influence of historical-geologic development of territories on formation of modern ecological conditions is reviewed. The basic ecological problems of region are poor quality of underground waters being of single sources of potable water facilities, development of waterlogging processes and aggressiveness of grounds. They are substantially determined by a natural complex of geological conditions.

Современная экологическая обстановка территорий формируется в результате взаимодействия комплекса факторов, важнейшими из которых являются особенности компонентов природной среды и характеристика техногенного воздействия. Среди абиотических компонентов природной среды значительную роль играют геологические факторы, определяющие геохимический фон территории, формы нахождения элементов, интенсивность и условия их миграции, развитие экологически опасных геологических процессов, реакцию среды на внешнее воздействие. В свою очередь указанные особенности территории формируются в ходе ее историко-

геологического развития. Знание закономерностей формирования геолого-геохимических условий территории в значительной степени позволяет прогнозировать развитие неблагоприятных с экологической точки зрения процессов и явлений.

Рассмотрим на примере в западной части Курганской области историко-геологические причины низкого качества питьевых вод, развития процессов подтопления, формирования агрессивности грунтовых вод к строительным конструкциям. Исследуемый район в структурно-тектоническом плане относится к области Среднего Зауралья. Территория представляет собой западную окраинную часть Западно-Сибирской мезозойской плиты, прилегающую с востока к палеозойским структурам Урала /1/. Геологический разрез территории характеризуется четко выраженным двухъярусным строением. Нижний ярус образован дислоцированными и метаморфизованными породами палеозоя, которые образуют кристаллический фундамент территории и являются восточным продолжением Уральской складчатой системы /2, 3, 4/.

На палеозойских породах, представленных на исследуемой территории согласно данным бурения /4/ карбонатно-терригенными породами турнейско-визейского яруса нижнего карбона, с разрывом залегает мощный покров верхнемезозойских – меловых /4/, и кайнозойских пород, представляющих собой типичный платформенный чехол. Мощность мезо-кайнозойского покрова закономерно увеличивается в северо-восточном направлении.

В гидрогеологическом плане район исследований расположен в пределах крайней западной части Тобольского артезианского бассейна. На территории района выделено три гидрогеологических этажа. Верхний, соответствующий зоне активного водообмена, включает грунтовые водоносные горизонты в четвертичных, неогеновых и олигоценых песчано-глинистых отложениях (антропоген-олигоценый водоносный комплекс) и первый межпластовый

Максимович Н.Г., Меньшикова Е.А., Казакевич С.В. Историко - геологическое развитие территории и современная экологическая обстановка // Вестн. Междунар. акад. экологии и безопасности жизнедеятельности. 2000.-№6.-С.42-46.
горизонт в опоках и песчаниках нижнего эоцена. Средний этаж охватывает

подземные воды верхнемеловых отложений и соответствует условиям затрудненного водообмена. Нижний этаж, включающий водоносные горизонты нижнемеловых отложений и палеозойских комплексов, соответствует условиям замкнутого режима.

Современная экологическая обстановка исследуемой территории сформировалась во многом под влиянием геологических факторов. Основные экологические проблемы района – низкое качество подземных вод, являющихся единственным источником питьевого водоснабжения, развитие процессов подтопления и агрессивности грунтов в значительной мере обусловлены литолого-геохимическими особенностями пород.

Формирование геологических условий рассматриваемой территории тесно связано с Уральскими структурами. В палеозойское время Зауралье представляла собой внутреннюю (эвгеосинклинальную) зону Уральской геосинклинали. В мезозойскую и кайнозойскую эры исследуемая территория переживала стадии платформенного развития /1, 3/.

Примерно с туронского века мелового периода до раннеолигоценового времени на территории исследуемого района существовали морские условия. Территория представляла собой шельфовую зону открытого морского бассейна. Длительное существование непрерывного процесса седиментации – в абсолютном измерении более 70 млн. лет – определило своеобразие гидрогеохимических условий территории /2/.

Морские условия образования значительной части пород исследуемого района обусловили их специфичный геохимический состав, который отличается значительными концентрациями, по сравнению с вышележащими континентальными отложениями, таких элементов как Mn, Fe, S, Sr, Ba, Li, Co,

Cu, в отдельных случаях – Zn и P. В составе пород морского генезиса

присутствуют неустойчивые в приповерхностных условиях минералы аутигенного происхождения – пирит, марказит, сидерит, гипс, глауконит.

Встреченные элементы обладают ярко выраженной геохимической приуроченностью к морским условиям: S (в форме SO_4^{2-}), Sr^{2+} и др. в значительных количествах присутствуют в морских и океанических водах; Mn, Ni, Co, B, Li содержатся в донных осадках морей и океанов. Концентрация Br, B, Co, Cu, Zn, P, S, Ba в морских условиях тесно связана с органическим веществом. Часть из них имеет большое физиологическое значение и в значительных количествах поглощается морскими организмами и растениями, а после их гибели захороняется с детритом в морских илах /4-11/. Процессы последующего диагенеза морских илов приводят к переходу микроэлементов сначала в иловые, а затем и пластовые воды. Формирование подземных вод территории происходило преимущественно в результате смешения древних и современных инфильтрационных вод с минерализованными морскими седиментационными водами /12/.

Важную роль в формировании геохимических условий морских отложений исследуемой территории сыграла обстановка шельфовой зоны. Она характеризуется обильным развитием органической жизни и мощными поступлениями с поверхностным стоком взвешенных веществ, основная часть которых осаждается в береговой зоне /7/.

Особо следует рассмотреть геохимические условия формирования кремнистых пород, которые выступают коллектором для вод нижнеэоценового горизонта. Эти породы возникают за счет биогенных кремнистых илов, сложенных в основном остатками диатомовых планктонных водорослей, в меньшей степени – глинистой фракцией, фрагментами известковых скелетов.

Диатомовые водоросли извлекают до 70-80 % растворенного и аморфного кремнезема морской воды, используя его для постройки своих кремневых скелетов, в значительных количествах концентрируют Mn, B, Br и Fe, которые после гибели планктонных организмов захороняются в осадке /4/. По-видимому, это является основной причиной высоких содержаний этих элементов в подземных водах исследуемой территории. Содержание в подземных водах лития можно связать с присутствием в составе водовмещающих пород глауконита, для которого характерна повышенная концентрация этого элемента. Источником бора могут явиться глинистые минералы со слоистой структурой (например, иллит) /4/.

Качество питьевых вод. Рассмотренные историко-геологические, геохимические и гидрогеологические особенности территории, осложненные процессами техногенного загрязнения окружающей среды, определили проблему ограниченности водных ресурсов, пригодных для водоснабжения. Источником питьевой воды являются подземные воды, поскольку поверхностные воды не могут быть использованы для этих целей в силу ограниченности и загрязненности. Водоносные горизонты района различны по возможности их использования. Первый от поверхности антропоген-олигоценый водоносный комплекс не пригоден для централизованного водоснабжения в силу своей маловодности и слабой защищенности от загрязнения с поверхности.

Единственным источником питьевого водоснабжения в районе является первый межпластовый горизонт в нижнеэоценовых отложениях. Горизонт характеризуется большой пространственной изменчивостью водообильности и наибольшая водоотдача наблюдается в долине р.Миасс, где водовмещающие породы обладают повышенной трещиноватостью. В пределах приводораздельных пространств его водообильность значительно ниже. В

Максимович Н.Г., Меньшикова Е.А., Казакевич С.В. Историко - геологическое развитие территории и современная экологическая обстановка // Вестн. Междунар. акад. экологии и безопасности жизнедеятельности. 2000.-№6.-С.42-46. гидрохимическом отношении воды горизонта на территории района пестрые как

по величине минерализации, так и по составу: в южной и центральной части района распространены слабосолоноватые и соленые воды, непригодные для питьевых нужд; пресные воды, с минерализацией до 1 г/л, распространены в северной части района на левобережье р. Миасс, где к ним приурочено Чумлякское месторождение подземных вод. Подземные воды верхнемелового и более глубоких горизонтов на территории исследуемого района не пригодны для питьевого водоснабжения ввиду повышенной минерализации.

Чумлякское месторождение представляет собой систему гидравлически связанных через толщи слабопроницаемых пород трех водоносных горизонтов: аллювиального, нижнеэоценового (опокового) и верхнемелового. Продуктивным является водоносный горизонт в нижнеэоценовых отложениях. Его особенностью, в отличие от типичных артезианских водоносных горизонтов, является отсутствие регионального потока со стороны горноскладчатого Урала. Орографические и гидрогеологические водоразделы для него совпадают, и в пределах каждого крупного речного бассейна осуществляется полный цикл подземного стока /13-14/.

Формирование эксплуатационных ресурсов месторождения происходит в основном за счет вод опокового горизонта, а также в пределах прибортовых частей речных долин за счет перетекания из аллювиального водоносного горизонта. На этих участках покровный региональный водоупор, образованный тонкодисперсными терригенными породами чеганской и ирбитской свит среднего эоцена – нижнего олигоцена, крайне несовершенен и представлен только кремнистыми породами ирбитской свиты (рис.1). Таким образом, на качество вод продуктивного нижнеэоценового горизонта оказывают влияние состав вод аллювиальных отложений антропоген-олигоценового комплекса,

Максимович Н.Г., Меньшикова Е.А., Казакевич С.В. Историко - геологическое развитие территории и современная экологическая обстановка // Вестн. Междунар. акад. экологии и безопасности жизнедеятельности. 2000.-№6.-С.42-46.
геохимические особенности водоупорных и водовмещающих пород морского генезиса, состав вод верхнемелового горизонта.

Централизованное водоснабжение осуществляется из двух скважин, эксплуатирующих опоковый водоносный горизонт, с водоотбором 1,3-2,0 тыс. м³/сут. Вода имеет гидрокарбонатно-натриевый состав и минерализацию 1,1-1,2 г/л (рН составляет 6,8-7,7). Величина сухого остатка находится на границе требований предельно-допустимых концентраций для воды централизованных систем питьевого водоснабжения, определяемых СанПиН 2.1.4.559-96 (ПДК_п), и составляет около 1 г/л. ПДК_п превышены по содержанию бора в 2,8-4 раза (1,4-2,0 мг/л), брома – в 3-3,5 раза (0,6-0,7 мг/л), эпизодически содержанию железа – до 2,6 раз (до 2,6 мг/л). В пределах месторождения в опоковом горизонте на отдельных участках распространены воды с минерализацией свыше 1,5-2 г/л. В ряде населенных пунктов для хозяйственно-питьевого водоснабжения используются индивидуальные скважины. В большинстве из них ПДК_п превышают содержание железа – до 8,7 раз (8,7 мг/л), бора - до 5,2 раз (2,6 мг/л), марганца – до 5 раз (0,48 мг/л), лития – до 3,7 раз (0,112 мг/л). Таким образом, геохимические особенности формирования водоносных горизонтов создают серьезную проблему для водоснабжения территории.

Подтопление. Значительная часть исследуемой территории характеризуется близким к поверхности залеганием грунтовых вод и почти повсеместным развитием процесса подтопления. Грунтовые воды в основном приурочены к четвертичным суглинкам с прослоями и линзами пылеватых песков, залегающих среди глин неогенового возраста. Установившийся уровень грунтовых вод на значительных площадях зафиксирован на глубине 0-0,6 м.

В формировании процесса подтопления участвуют сложные причинно-следственные связи между естественными и техногенными факторами и источниками подтопления, которые обуславливают его динамику и масштабы

Максимович Н.Г., Меньшикова Е.А., Казакевич С.В. Историко - геологическое развитие территории и современная экологическая обстановка // Вестн. Междунар. акад. экологии и безопасности жизнедеятельности. 2000.-№6.-С.42-46.

проявления. Данные о геологических, геоморфологических, гидрологических и гидрогеологических особенностях исследуемой территории позволяют говорить, что сочетание природных факторов создает благоприятный фон для развития процесса подтопления.

Среди естественных факторов для исследуемой территории важную роль играют особенности геологического разреза, и, прежде всего, близкое (до 1,5 м) залегание к поверхности регионального водоупора – глин чеганской свиты верхнего эоцена – нижнего олигоцена. Кроме того, водовмещающие неоген-четвертичные грунты не выдержаны по мощности и часто содержат прослойки и линзы слабопроницаемых суглинков и глин, что обуславливает низкую проницаемость водовмещающей толщи.

Развитие процесса подтопления обусловлено и особенностями уровня режима грунтовых вод, которые выражаются в тесной гидравлической связи подземных вод с водами многочисленных озер. Важное значение для развития процесса имеют также равнинный рельеф и низкая дренированность территории.

На комплекс природных условий, создающих естественную предрасположенность района к развитию процесса подтопления, накладываются антропогенные факторы, дополнительно увеличивающие приходные части водного баланса: неудовлетворительное состояние водопровода, ведущее к утечкам из него, отсутствие системы сбора ливневого стока и канализации.

Формирование агрессивных вод. Незначительная глубина залегания глин чеганской свиты обуславливает их использование в качестве основания фундаментов строительных сооружений. Глины, представляющие собой осадки морского бассейна, характеризуются агрессивными свойствами к стальным конструкциям, а также сульфатной и общекислотной агрессивностью.

Формирование агрессивности в значительной степени обусловлено

особенностями минерального состава чеганских глин – наличием в грунтах пирита (до 0,8 %). Как показывает практика, строительство и эксплуатация сооружений на таких грунтах сопровождается увеличением сульфатной и общекислотной агрессивности вод и грунтов /17/.

Согласно результатам проведенных исследований чеганские глины характеризуются выраженным повсеместным сульфатным составом водной вытяжки (содержание сульфатов 0,7-4,8 г/кг грунта), высоким содержанием минеральных солей (1,3-6,6 г/кг грунта) и водорастворимых форм микроэлементов – Mn, Sr, Ni, Zn, Ba, Co, Cu, Li. На отдельных участках территории исследований водная вытяжка чеганских глин характеризуется низкими значениями водородного показателя (рН до 4,3). Проведенные исследования литолого-минерального состава показали, что присутствие пирита в форме стяжений (в среднем 3 г/кг грунта) на всем исследуемом интервале чеганских глин создает дополнительный потенциал формирования агрессивности грунтов и вод.

Анализ литолого-минеральных и геохимических особенностей чеганских глин позволяет говорить о развитии в настоящее время на отдельных участках процессов окисления пирита. Признаками окисления являются: увеличение содержания сульфат-ионов в кровле свиты; кислая реакция среды водной вытяжки; присутствие в минеральном составе глин комплекса минералов, характерного для сернокислотного процесса – гипса (до 15 %), ярозита (до 6 %), сидерита (до 17 %); присутствие в глинах на участках с низкими значениями водородного показателя среды водной вытяжки тионовых бактерий, которые являются важным фактором развития сернокислотного процесса.

Согласно проведенным экспериментальным исследованиям, сине-зеленые глины в условиях водно-воздушной среды и действия бактерий повышают кислотность контактирующих с ними водных сред, являются источником поступления в раствор сульфат-ионов. Так, в водно-глинистом растворе отдельных проб в течение 30 суток снижение величины водородного показателя среды составило 1,3; за этот период отмечено более чем двукратное увеличение содержания сульфат-ионов (рис.2).

Строительные работы, сопровождаемые вскрытием толщи котлованами, выемкой и складированием грунтов в поверхностных условиях, будут способствовать усилению окислительных процессов за счет облегченного доступа кислорода к породам. Развитие процессов окисления пирита повлечет за собой снижение водородного показателя среды, поступление в грунтовые воды сульфатов, что приведет к повышению сульфатной и общекислотной агрессивности грунтов и грунтовых вод. Для ориентировочного прогноза изменения агрессивности и химического состава грунтовых вод и грунтов можно использовать величины, отмеченные в настоящее время на участках активного развития рассмотренных геохимических процессов.

Таким образом, комплексный анализ геологических условий территорий может явиться основой прогноза неблагоприятных геологических процессов и возможных осложнений экологической ситуации. Понимание закономерностей историко-геологического развития территорий и современных процессов, в том числе техногенных, как его органичного продолжения, позволяет более обоснованно разрабатывать мероприятия для улучшения экологической ситуации.

Естественнонаучный институт при Пермском государственном университете,
614600, Пермь-ГСП, ул.Генкеля, 4.

Н.Г.Максимович (тел. 396-602)

Е.А.Меньшикова (тел. 396-683)

С.В.Казакевич (тел. 369-748)