

исключением показателя динамической крепости f_{dp} и связанного с ним R_c , все остальные физико-механические свойства бесспорно сильно зависят от конкретных условий осадконакопления.

Наиболее полную картину изменчивости исследуемых характеристик в пределах одной выборки дает анализ линейных корреляционных связей отдельных признаков (см. рисунок). Как из него следует, внутренняя изменчивость физико-механических свойств также имеет закономерный характер.

Подводя итоги проведенному формализованному и содержательному анализу, можно констатировать, что высокая изменчивость физико-механических свойств имеет достаточно закономерный характер и в значительной степени объясняется влиянием конседиментационных факторов. Универсальность фашиальной изменчивости физико-механических свойств пород угленосных отложений, наиболее детально рассмотренная С. А. Топорцом [6], получила яркое подтверждение в работах Л. В. Лабунского и др. по Южно-Якутскому бассейну [4]. Тем самым определяется отчетливая потребность в определенном изменении методики опробования угленосных отложений с целью изучения их физико-механических свойств – не по гранулометрическим, а по литологическим типам, характеризующимся определенными условиями осадконакопления. Учитывая определенные сложности в выполнении таких работ, можно рекомендовать их проведение по опорным скважинам с последующей корреляцией получаемых данных на “обычное” опробование.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев В. П., Николин В. В. Об одном из путей совершенствования методики изучения физико-механических свойств угленосных отложений // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири: Материалы науч. конф. – Томск: Изд-во ТГУ, 1998. – Т.1. – С.24-26.
2. Инструкция по геологическим работам на угольных месторождениях Российской Федерации. – СПб: Изд-во ВНИМИ, 1993. – 147 с.
3. Князев В. А., Алексеев В. П., Сычева Э. А. К вопросу о прогнозировании прочностных свойств боковых пород угольных пластов по данным литолого-фашиального состава // Тез. докл. III Дальневосточной конф. углегеологов. – Артем, 1978. – С. 67-70.
4. Лабунский Л. В., Зайцев А. А., Кабаков А. М. Литологический состав, строение и физико-механические свойства Южно-Якутского бассейна // Геология угольных месторождений. – Екатеринбург: Изд-во УГТГА, 1997. – Вып.7. – С. 239-253.
5. Справочник по математическим методам в геологии. – М.: Недра, 1987. – 335 с.
6. Топорец С. А. Фашиальный контроль петрофизической изменчивости пород угленосных формаций // Геология угольных месторождений. – Екатеринбург: Изд-во УГТГА, 1996. – Вып. 6. – С.91-99.

УДК 624.131:551.3

О.Н.Грязнов, О.М.Гуман, Л.П.Морозова, **Н.С.Шабалина**

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Выбор участков для размещения полигонов твердых бытовых и промышленных отходов в пределах Свердловской области в первую очередь должен определяться геологическими особенностями того или иного региона, где проектируется проведение изыскательских работ.

По особенностям геологического строения территория Свердловской области принадлежит к трем структурным мегазонам [1,2]: Предуральского краевого прогиба 1, открытых структур горно-складчатого Урала 2 и чехла мезо-кайнозойских платформенных отложений Зауралья 3 (рис.1). В гидрогеологическом отношении им соответствуют Предуральский артезианский бассейн, Большеуральский мегабассейн трещинных и трещинно-карстовых вод, Западно-Сибирский артезианский мегабассейн.

К Предуральскому краю прогибу 1, представленному здесь Юрюзано-Сылвенской впадиной, относится юго-западная часть области. Впадина выполнена пологозалегающими отложениями нижней перми. Восточная ее часть сложена песчаниками, алевролитами, аргиллитами, глинистыми сланцами с линзами мергелей, известняков и конгломератов ассельско-артинского и артинского ярусов. Средняя часть впадины сложена песчаниками, мергелями с линзами известняков, аргиллитами, алевролитами с линзами ангидритов кунгурского яруса.

Для района характерен эрозионно-тектонический холмистый и грядово-увалистый рельеф с широким развитием карстовых форм. Коренные породы перекрыты образованиями коры выветривания (элювиальные супеси и пески) мощностью до 25 м. Последняя увеличивается только в зонах тектонических нарушений, достигая 100 м. Выше по разрезу залегают четвертичные отложения элювиального, элювиально-делювиального, аллювиального, озерно-болотного генезиса, представленные крупнообломочными породами с глинистым заполнителем, суглинками, реже супесями и песками.

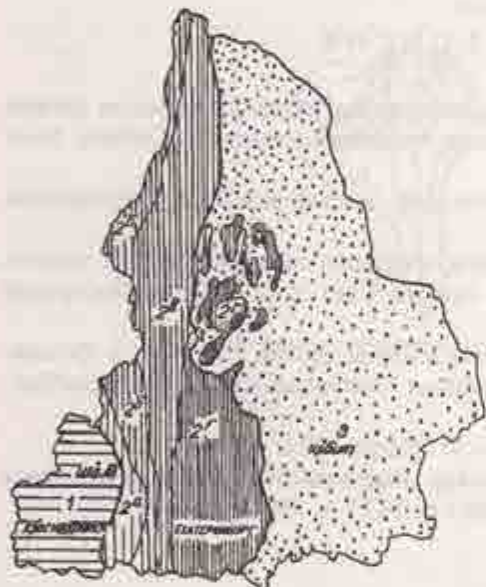


Схема районирования
Свердловской области по
особенностям геологического
строения геологической среды.
Пояснения в тексте

Подземные воды залегают на глубине 1-10 м в долинах рек и на глубине до 150 м на междуречьях. Пластово-трещинные и пластово-карстовые артезианские подземные воды залегают на значительных глубинах, приближаясь к поверхности в области питания. Региональной областью питания является граница отложений нижней перми в зоне сочленения Предуральского краевого прогиба с Западно-Уральской зоной линейной складчатости восточной части геоструктуры. Области питания более высоких порядков охватывают границы отрицательных структур, выполненных отложениями кунгурского яруса.

В этой структурной зоне следует обратить внимание на наличие в геологическом разрезе карстующихся пород – известняков и, особенно легко-растворимых, ангидритов, которые часто развиты в пониженных участках рельефа и являются участками, где проектирование полигонов ТБ и ПО крайне нежелательно.

В строении горно-складчатого Урала с запада на восток выделены следующие региональные структуры первого порядка: Западно-Уральская зона линейной складчатости 2а, сложенная терригенными (обломочными) и карбонатными отложениями в возрастном интервале от кембрия до нижней перми; Центрально-Уральское поднятие 2б, представленное древними

комплексами (архейско-рифейского, кембрийско-ордовинского возраста) глубоко метаморфизованных горных пород водораздельной части Урала, Тагило-Магнитогорский прогиб 2в, выраженный в пределах области Тагильским мегасинклинорием. Он сложен вулканогенно-осадочными комплексами силура - нижнего карбона, прорванными интрузивами гранитоидов, габброидов и гипербазитов; Восточно-Уральская область поднятий и сопряженных прогибов

второго порядка 2г, занимающая большую часть восточного склона Урала. Это сооружение отличается особенно сложным строением и сложено осадочными, осадочно-вулканогенными, вулканогенными и метаморфическими толщами возрастного диапазона от рифея до нижнего карбона включительно. Здесь широко распространены интрузивные породы разнообразного состава с преобладанием гранитоидов в Верхотурско-Верхисетском и Сосьвинско-Коневском мегантиклинориях. Последний получил название главного гранитного пояса Урала.

С позиции трещинной нарушенности скальных массивов наиболее проницаемыми породами в зоне аэрации являются осадочные, вулканогенные и вулканогенно-осадочные горные породы. Массивы интрузивных пород гранитоидного, габброидного и ультраосновного состава в этом отношении более благоприятны.

Подземные воды открытых структур горно-складчатого Урала принадлежат к трещинному типу. Они формируют повсеместно распространенный горизонт трещинно-грунтовых вод в зоне экзогенной трещиноватости, трещинно-жильные воды тектонических нарушений, контактов геологических тел различного состава и происхождения, трещинно-карстовые воды в массивах карбонатных пород. Горизонт трещинно-грунтовых вод верхней части скальных массивов на участках развития коры выветривания при высоком уровне подземных вод образует гидродинамически единую систему с порово-грунтовыми водами. В пониженных частях рельефа уровень грунтовых вод приближен к дневной поверхности, на склонах и водоразделах опускается на несколько десятков метров. Трещинно-грунтовые воды легко подвергаются техногенному загрязнению на урбанизированных территориях. Трещинно-жильные и трещинно-карстовые воды, являющиеся важным источником питьевого водоснабжения области горно-складчатого Урала, в верхней части скальных массивов на незащищенных площадях также испытывают техногенное воздействие.

На поверхности разновозрастных породных комплексов Западно-Уральской зоны линейной складчатости и Центрально-Уральского поднятия элювиальные мезозойские коры выветривания отмечены только на Среднем Урале и представлены рухляками, дресвяно-щебенистыми породами при площадной мощности до 3 м. В регионе широко развиты четвертичные отложения, связанные с активными склоновыми процессами (коллювиальные, солифлюкционно-делювиальные, делювиальные) с образованием шлейфов у подножий горных склонов и в межгорных впадинах мощностью до 60-80 м. Коренные породы, разрушенные современным выветриванием, перекрыты с поверхности щебенисто-глинистым элювием мощностью до 5 м. Повсеместно развиты элювиально-делювиальные суглинки с щебнем коренных пород мощностью до 10 м. Аллювиальные образования слагают террасы в речных долинах, где более древние отложения, представленные гравийно-галечниковыми образованиями, перекрыты супесчано-глинистой толщей в кровле разреза. Общая мощность аллювия достигает 10-15 м. В районах развития известняков отмечаются карстовые процессы, которые могут активизироваться в местах промышленного освоения (г. Билимбай).

При выборе участков под полигоны следует руководствоваться главным образом рельефом местности, выбирая наиболее пологие склоны с глубиной залегания уровней подземных вод более 10 м.

В Тагильском мегасинклинии на поверхности коренных пород рыхлые отложения представлены мезозойской корой выветривания различной степени интеграции и четвертичными образованиями с преобладанием пород элювиально-делювиального генезиса на водоразделах и аллювия в речных долинах.

Мощность образований коры выветривания при площадном распространении имеет величину до 5-7 м, а линейная кора выветривания в тектонических и приконтактных зонах достигает величины 100-150 м. На элювиальных грунтах пологих склонов и пониженных частей рельефа кора выветривания имеет трехслойное строение (снизу вверх): трещинная зона, обломочная зона (щебенисто-дресвяный горизонт), дисперсная зона (элювиальные суглинки, глины и супеси). На урбанизированных территориях часто развиты техногенные отложения.

Элювиально-делювиальные, пролювиальные и озерно-болотные отложения, представленные щебнем с суглинистым заполнителем, глинами, суглинками, супесями на возвышенностях рельефа имеют небольшую мощность до 3-5 м, на склонах последняя возрастает до 8-10, реже до 15 м. В речных долинах широко развиты аллювиальные образования, начиная с осадков III надпойменной террасы (ранний плейстоцен) и кончая современными отложениями поймы. Аллювий в основании террасового комплекса представлен галечниками и разнозернистыми песками, сменяясь выше по разрезу супесями и суглинками. Общая мощность аллювия в среднем равна 1015 м, достигая в восточной части прогиба 20 и более метров. На северо-востоке Свердловской области широко развит озерно-аллювиальный комплекс средне-уральского возраста (междуречья рек Тагил - Тура, Тура - Лобва, Лобва - Сосьва, Сосьва - Лозьва), представленный зеленовато-серыми карбонатными суглинками и глинами мощностью до 8 м. Последние могут считаться благоприятными участками для размещения полигонов ТБ и ПО.

Восточно-Уральская область поднятий и сопряженных прогибов характеризуется развитием положительных геологических структур II порядка (мегаантиклинорий и антиклинорий). В геологическом строении поднятия схожи с Центрально-Уральским поднятием, отличаясь широким распространением гранитоидов. Синклиническим зонам свойственны породные комплексы, близкие по составу и строению Тагильскому прогибу. Палеозойские комплексы отличаются более широким распространением карбонатных (нередко закарстованных), терригенно-карбонатных отложений девона-карбона и угленосных формаций карбона.

Тагильский мегасинклиниорий и Восточно-Уральский пояс поднятий и сопряженных прогибов относятся к территории с высокой техногенной нарушенностью. Здесь особенно сказалось влияние промышленного и, в частности горнорудного производства, что вызвало оживление карстово-суффозионных процессов, склоновых процессов с образованием обвально-осыпных накоплений в бортах карьеров, на отвалах горных пород. В гидрогеологическом отношении нарушения природной обстановки сказались в значительном загрязнении подземных и поверхностных вод, в формировании крупных депрессионных воронок, нарушивших соотношение поверхностного и подземного стоков в водном балансе; изменили фильтрационные свойства верхних горизонтов коренных и рыхлых образований.

В рассматриваемом регионе при размещении полигонов необходимо избегать заболоченных и подтопленных участков, подработанных пространств, участков развития техногенного карста, одновременно аргументированно оценивать возможность использования старых горных выработок и отвалов для размещения полигонов.

Чехол мезо-кайнозойских платформенных отложений З в условиях аккумулятивно-равнинного рельефа Зауралья в пределах Свердловской области перекрывает складчатые структуры Восточно-Уральской области поднятий и сопряженных прогибов, отчасти Зауральского поднятия и Тюменско-Кустанайского прогиба. Мощность чехла возрастает по мере погружения фундамента в восточном направлении. В разрезе мезо-кайнозоя выделяется четыре структурных яруса. Особое положение занимает нижний ярус, представленный вулканогенными (нижний - средний триас) и континентальными угленосными (верхний триас - нижняя юра) отложениями, выполняющими эрозионно-тектонические депрессии на складчатом основании уралид. Верхняя часть разреза, залегающая на нижней с резким угловым несогласием, сложена континентальными и морскими отложениями в возрастном диапазоне от средней юры до голоцена включительно, разделена поверхностями раздела и несогласия на три яруса: средняя юра - нижнеолигоценый, среднеолигоценый - миоценовый и плиоцен-четвертичный. Эти отложения полого падают на восток-северо-восток.

Морские осадки представлены кварцево-глауконитовыми песчаниками, опоками, аргиллитами, алевролитами, диатомитами; континентальные - озерно-аллювиальной фацией (суглинками). Континентальные отложения четвертичного возраста распространены повсеместно и сплошным чехлом покрывают междуречья, склоны возвышенностей и речных долин. Отложения

представлены глинами, суглинками с включением щебня коренных пород и редкой галькой. Мощность четвертичных отложений от 1 до 10 м [3].

Среди морских отложений встречаются региональные водоносные горизонты, из которых практическое значение имеет горизонт опок серовской свиты палеогена. Континентальные отложения обводнены спорадически, вода приурочена к отдельным линзам песков и супесей, залегающая на глубине 2-5 м от поверхности.

Пластово-поровые артезианские подземные воды Зауралья залегают на значительных глубинах и характеризуются, как правило, повышенной минерализацией. Область питания подземных вод приурочена к области контакта мезо-кайнозойского чехла и палеозойских комплексов горно-складчатого Урала. Очаги загрязнения этой части территории связаны с городами, промышленными предприятиями и поселками восточных районов, а также катастрофическими последствиями крупных аварий. Наибольшим загрязнением отличается юго-восточная часть области – Каменск-Уральский район, расположенный в зоне экологического бедствия, обусловленного влиянием Восточно-Уральского радиоактивного следа и промышленных предприятий города Каменска-Уральского. К геологическим процессам, негативно воздействующим на геологическую среду, относятся: эрозия в бортах долин с развитием оврагов, оползни, просадочность лессов и лессовидных пород, заболоченность территории, особенно северо-восточной части области, плавунность песчаных, пылеватых и суглинистых грунтов.

Район в целом благоприятен для размещения полигонов ТБ и ПО, исключая речные долины. При изысканиях должны быть изучены в первую очередь глубина залегания подземных вод (наиболее оптимальный вариант – более 10 м), физико-механические и фильтрационные свойства пород, слагающих верхнюю часть разреза.

Таким образом, исходя из геологических предпосылок, условий и требований к размещению полигонов ТБ и ПО, наиболее благоприятная обстановка для строительства полигонов свойственна восточным районам Свердловской области в пределах мезо-кайнозойского чехла Зауралья. Менее благоприятными условиями характеризуются западные районы области в пределах Предуралья Краевого прогиба. Наиболее сложная обстановка свойственна освоенным районам горно-промышленного Урала с его открытыми гидрогеологическими структурами. Здесь к выбору и обустройству полигонов ТБ и ПО необходимо подходить с наибольшей требовательностью и осторожностью.

Выбор участка размещения полигонов ТБ и ПО производится в пределах ограниченной территории, обычно в границах, соответствующих административному делению.

При выборе участка производится детальное районирование территории по геолого-гидрогеологическим, инженерно-геологическим и геоэкологическим условиям в масштабе 1:50000. Критерии выбора участка детализируются, так как при укрупнении масштаба появляется возможность введения количественных характеристик.

Вначале рассматриваются те критерии, которые однозначно исключают возможность размещения полигонов, затем критерии с позиции благоприятности и предпочтительности.

По геологическим признакам из рассмотрения следует исключать:

- территории непосредственного проявления экзогенных геологических и инженерно-геологических процессов: оползней, осыпей, овражной эрозии, карстово-суффозионных процессов, воронок обрушения на подрабатываемых территориях;

- территории, на которых неизбежен контакт отходов и поверхностных вод: поймы рек, овраги, тальвеги постоянных и временных водотоков, болота, а также территории, расположенные на расстоянии не менее 100-500 м от них (в зависимости от условий);

- территории распространения с поверхности высокопроницаемых водоносных горных пород (галечники, трещиноватые известняки и другие скальные породы, щебенистые грунты);

- территории с уклонами рельефа более 15 град.

- территории водозаборов в границах 1-3 поясов зон санитарной охраны, а при наличии поверхностных водозаборов на расстоянии от 3 до 5 км от последних по боковым границам вдоль линии водозаборов;

- территории распространения полезных ископаемых;
- пожароопасные участки (торфяники).

Неблагоприятными являются следующие территории:

- с высоким залеганием грунтовых вод (менее 3 м от дневной поверхности);
- с зоной азрации, сложенной проницаемыми грунтами (дресвяно-щебенистыми, песками, галькой);
- с отсутствием водоупорных глинистых отложений, перекрывающих эксплуатируемые водоносные горизонты;

- территории, расположенные в радиусе до 500 м от водоемов, пойм, временных водотоков;
- территории возможной активизации экзогенных геологических процессов.

Неблагоприятные условия могут быть скомпенсированы устройством природоохранных сооружений, но включать данные территории в число выбранных участков допустимо лишь при полном отсутствии территорий с более благоприятными характеристиками.

Предпочтительные участки:

- с наибольшей мощностью зоны азрации;
- с распространением низкопроницаемых грунтов возможно большей мощности в зоне азрации;
- с наличием неиспользуемых водоносных горизонтов, перекрывающих эксплуатируемый;
- с наличием избыточного напора эксплуатируемого водоносного горизонта;
- с плоским рельефом.

С учетом указанных критериев разрабатывается легенда и производится районирование.

Карта районирования по геолого-гидрогеологическим условиям не дает полного основания для отвода участка, и поэтому ее необходимо пополнить ситуационными схемами-накладками, на которые выносятся объекты, исключающие размещение полигона:

- территории городов и других поселений, лесопарковые, курортные, лечебно-оздоровительные; рекреационные зоны, водоохранные зоны, водозаборные площади подземных водных объектов, которые используются в целях питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения;

- пионерские лагеря, спецобъекты, коллективные сады, дачные поселки, кладбища, места стационарного и коллективного отдыха с их санитарно-защитными зонами радиусом не менее 1000 м;

- места залегания полезных ископаемых и ведения горных работ без согласования с органами Государственного горного надзора;

- подрабатываемые территории;

- участки, загрязненные токсичными и радиоактивными отходами;

- трассы коммуникаций с установленными для них охранными зонами (по соответствующим СНиП).

В результате совмещения карты районирования и схем-накладок выявляется один или несколько перспективных участков.

Выбранные участки описываются по следующей схеме:

- привязка участка – указываются близлежащие населенные пункты с расстоянием от них до границ участка;

- конфигурация и площадь участка;

- наличие подъездных путей с указанием класса и качества дорог (СНиП П 05.02-85);

- расстояние от основных поставщиков отходов до участка;

- условия землепользования с перечнем землепользователей;

- рельеф и микрорельеф участка;

- проявление экзогенных геологических и техногенных процессов с оценкой стадий их развития;

- предварительное описание геологического строения и гидрогеологических условий: литолого-петрографическая характеристика пород, фациальная изменчивость, мощность всех выделенных разностей горных пород. При характеристике гидрогеологических условий следует в первую очередь учитывать, что подземные воды в районе воздействия полигонов загрязняются не только *in situ*, а являются активными переносчиками загрязняющих веществ на неопределенно большие расстояния от источника загрязнения. Изучаются распространение и условия залегания водоносных горизонтов (включая верховодку) с указанием гидрогеологических параметров, глубины залегания, мощности, химического состава воды, условий питания и разгрузки, данные по положению слабопроницаемых и водоупорных пород, сорбционным свойствам. Основным при гидрогеологическом изучении является определение зеркала подземных вод или их пьезометрической поверхности, направление и уклон грунтового потока, характер гидравлической связи подземных вод с поверхностными. Приводятся сведения об естественной защищенности подземных вод от проникновения загрязняющих веществ;

- рекомендуемый способ захоронения отходов;

- возможность рекультивации выбранного участка после эксплуатации полигона. На предпроектной стадии при выборе участка под складирование твердых бытовых и промышленных отходов необходимо оценить качество верхнего плодородного и потенциально плодородного слоя.

Тип почв под объектом будущего строительства устанавливается на основе крупномасштабной почвенной карты района.

Норма снятия (глубина в сантиметрах) определяется выборочно в соответствии с ГОСТ 17,5.3.06-85.

Ввиду малой мощности гумусового горизонта большинства типов почв Свердловской области допускается проводить оценку качества верхнего слоя вместе с подстилающим его генетическим горизонтом по усредненным показателям. На основании выполненной оценки устанавливается перспективность снятия плодородного и потенциально плодородного слоя, его временное складирование в бурты для последующего использования при рекультивации.

Информация об участках передается организациям, эксплуатирующим полигон для оценки экономических аспектов, окончательного выбора участка из числа альтернативных и согласования с землепользователями, Комитетом по охране природы, санэпидемстанцией. При выборе участка размещения полигона должны быть получены: справка Комитета природных ресурсов об отсутствии полезных ископаемых на выбранной территории и гидрогеологическое заключение о возможности размещения полигона на данной территории и воздействии проектируемого объекта на подземные воды.

Прогноз изменений инженерно-геоэкологических условий при выборе участка размещения полигона может быть качественным с использованием сравнительно-геологических методов (природных аналогов и инженерно-геологических аналогий). В результате прогноза устанавливаются возможность возникновения и развития процессов и явлений определенного вида и масштаба, степень защищенности территории от процессов, существующих или возникающих при эксплуатации полигонов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геологическое строение и металлогения Урала /Золосев К.К., Рапопорт М.С., Попов Б.А. и др. – М.: Недра, 1981. – 256 с.
2. Грязнов О.Н., Дубейковский С.Г. Закономерности формирования инженерно-геологических условий месторождений Урала. – Екатеринбург: Изд-во УТТГА, 1995. – 32 с.
3. Инженерная геология СССР. Урал, Таймыр и Казахская складчатая зона. – М.: Недра, 1990. – 408 с.