

**А. Ф. Санько<sup>1</sup>, В. И. Ярцев, А. В. Дубман<sup>2</sup>**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
РУП «Белгипрогаз», Минск, Беларусь*

## **ЛИТОФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ В КОМПЛЕКСЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ**

При инженерно-геологических изысканиях отложений обычно ограничиваются выполнением полевых и лабораторных исследований физико-механических свойств грунтов строго на площади строительства будущего объекта. При этом устанавливаются удельный и объемный вес грунтов, их пористость, естественная влажность и влагоемкость, набухание, размокание и усадка, пластичность и липкость, водопроницаемость, способность к деформациям, текучесть и просадочность, сопротивление сдвигу и сжимаемость. Безусловно, это важные показатели, в значительной мере выражающие генетическую природу формирования осадков. Однако они локальны, не в полной мере отражают своеобразие процессов аккумуляции и закономерности размещения седиментационных геологических тел. В настоящее время для выполнения инженерно-геологических работ актуальным становится проведение широкого литофациального анализа, являющегося частью генетического анализа четвертичных отложений [Санько и др., 2012]. Выполнение такого анализа актуально для четвертичных отложений Беларуси, имеющих сложное, неоднородное строение, резко изменяющуюся мощность на небольших расстояниях с различными физико-механическими свойствами.

Цель литофациального изучения отложений – получение возможно большего числа диагностических сведений – закономерностей состава, свойств, вертикального и латерального распространения отложений в составе геологических тел. При недостатке фактического материала иногда приходится обходиться небольшим числом признаков или даже единичными данными. В этих случаях сведения могут интерпретироваться неоднозначно и зачастую привести к неправильным выводам. При изучении четвертичных отложений, установлении фациальной принадлежности к тому или иному генетическому типу необходимо стремиться к принципу необходимости и достаточности. В целом, признаков, указывающих на литофациальную природу геологических тел, из которых складывается четвертичная толща, достаточно много. Они объединяются в следующие группы.

1. Минерально-петрографический состав. Основными литологическими критериями, позволяющими интерпретировать условия формирования отложений и определять общую палеогеографическую обстановку, являются петрографические и минералогические особенности отложений, структурные признаки обломков, в том числе размер, сортировка, форма и окатанность зерен, различие поверхностей минералов разной устойчивости, сглаживание, шлифовка, штриховка, царапины и шрамы грубого материала, преобладающая ориентировка обломков.

2. Структурные признаки. Эти признаки, обусловленные процессами седиментации, достаточно четко характеризуют динамико-энергетическую природу формирования отложений. Главная задача структурного анализа — выявление формы и размера слагающих породы зерен и обломков и их взаимоотношения. При этом учету подлежат показатели крупности, распределения обломков и степень сортированности материала. Гранулометрические особенности обломочной части четвертичных отложений, соотношение зерен и обломков свидетельствует об особенностях и месте формирования породы, об исходном материнском материале, способах перемещения, динамических агентах и среде транспортировки, механической обработки и дифференциации материала. Чем активнее среда переноса, тем более крупные обломки включаются в динамические процессы. Появление в отложениях наиболее крупных зерен и обломков, их полное отсутствие или резкое уменьшение является основанием для суждения о составе и строении питающих материнских пород, условиях захвата, направленности, дальности, длительности, последующей переработки в процессе переноса и аккумуляции материала.

3. Текстурные признаки. Под ними понимаются сочетания признаков строения породы, обусловленные взаимным расположением и ориентировкой частиц, обломков и других составных компонентов в виде горизонтальной, волнистой, косой, диагональной, перекрещивающейся слоистости и их различных модификаций. К текстурным признакам также относятся разнообразные поверхностные (межслоевые) и внутрислоевые знаки и обособления, включения, конкреции, органогенные остатки и разнообразные биогенные проявления. Текстуальный анализ позволяет сделать вывод о режимах седиментации, об энергетической силе геологической среды формирования отложений, выявляет направление переноса. Важным текстурным признаком являются особенности ориентировки удлинённых зерен и более крупных обломков в разнофациальных отложениях, особенно в моренах. По преобладанию размещения длинных осей крупных частиц можно судить не только о направлении переноса обломочного материала и локальных изменениях течения льда, но и о таких динамических состояниях льда, как активность, состояние пассивности, промерзания и таяния. Необходимо учитывать, что динамические режимы разнородных геологических сред, особенно на ограниченных площадях накопления осадков, во многих случаях сходны или близки друг к другу, вследствие чего формирующиеся слоистые текстуры разного генезиса могут быть морфологически подобны. Следовательно, текстурные характеристики не всегда пригодны в качестве индикаторов фациальной обстановки отложений и являются хотя и важными, но второстепенными признаками, которые должны ложиться в основу только в сочетании с другими показателями.

4. Физико-механические свойства отложений – один из обязательных видов литофациального анализа. Понятно, что у аллювиальных отложений иные, чем у основных морен, плотность, пористость, пластические свойства и другие характеристики. Однако при анализе приповерхностных четвертичных отложений значение имеют условия залегания отложений, например, экспозиция склонов, влияние которых может сказываться на диагностических показателях физико-механических свойств грунтов. Высокие значения плотности, свойственные отложениям основных морен, можно использовать как признак, отражающий, особенности их седиментации среди других фаций морен, и один из диагностических признаков для фациального расчленения ледникового комплекса. Так, моренные отложения Беларуси разного возраста имеют достаточно устойчивый и близкий удельный вес. В поозерских моренах он составляет в среднем  $2,67 \text{ г/см}^3$ , а сожских и днепровских морен – в среднем  $2,70 \text{ г/см}^3$  [Каган, Солодухин, 1971]. Плотность морены часто безотносительна к региону распространения, однако вниз по разрезу четвертичной толщи значения объёмного веса скелета обнаруживают тенденцию к возрастанию. Определённая связь прослеживается между коэффициентом пористости и показателем уплотнённости. Средние значения показателя уплотнённости для сожской морены составляют примерно 0,4, для днепровской – примерно 0,8 [Каган, Солодухин, 1971].

5. Физико-химические признаки отложений – это состав поглащенного комплекса, вторичные изменения, обизвесткование, карбонатизация, конкреции, интенсивность и характер гипергенных преобразований. Значение имеет анализ конкреций, достаточно часто встречающихся в виде стяжений, желваков и других включений. Конкреции – это особые литолого-геохимические индикаторы природной среды, уже сформированных осадков. Факторами конкрециеобразования являются гидрохимические условия, изменения климата, привнос органики, подземные и грунтовые воды, гипергенные преобразования. Вследствие указанных причин, а также в результате инфильтрационных или диффузионных подтоков соответствующих конкрециеобразующих растворов с концентрацией водородных ионов (рН) и окислительно-восстановительным потенциалом (Еh), ионно-молекулярным составом поровых вод и последующих диагенетических преобразований возникают разнообразные карбонатные, окисные, фосфатные, сульфидные и другие минеральные стяжения. Несмотря на то, что конкреционный анализ пока не нашел широкого применения в практике инженерно-геологических изысканий, указанные причины образования позволяют применять сведения о конкрециях для распознавания геохимических условий седиментогенеза и диагенеза.

6. Окраска отложений. Окраска также важная диагностическая особенность фации. Генетическими признаками могут служить однородность, пятнистость, полосчатость и другие цветовые свойства осадков. Цвет отложений и его первичная обусловленность зависят, в основном, от пелитового и пелитоморфного материала и в значительной мере

определяются литологией крупных массивов подстилающих отложений. Первичная окраска довольно часто изменяется впоследствии как результат постседиментационных процессов. Бурые, коричневатые, красноватые и желтоватые тона, преобладающие в строении четвертичной толщи Беларуси, объясняются тонкорассеянными оксидами и гидрооксидами железа. Темные цвета обычно свидетельствуют о наличии органики, окислении органических соединений, наличии тонкодисперсных сульфидов железа. Голубовато-зеленые (сизые) оттенки присущи участкам гипергенного оглеения. Следовательно, окраска отложений в определенной мере отражает состав и генезис породы, может использоваться при инженерно-геологических исследованиях для корреляции слоев.

7. Форма и размеры геологических тел. При инженерно-геологических изысканиях чаще всего имеют дело с самой распространенной формой залегания осадков – слоем. Устанавливается мощность слоя(ев), водонасыщенность, подошва и кровля слоя, их соотношение между собой. Следует учитывать, что положение границы между слоями различного состояния и самих слоев может изменяться после техногенного освоения территории настолько, что с течением времени изменяется наименование грунта, а с ним и положение границ слоя.

8. Заторфованные грунты. Особое внимание в ходе инженерно-геологических изысканий следует уделять заторфованным грунтам (10-50 % органических веществ) и торфу (более 50 % органики). На участках с большим содержанием заторфованных грунтов требуется проведение комплекса лабораторных исследований. Это необходимо потому, что данный тип грунтов имеет ряд специфических особенностей: водонасыщенность, медленное протекание во времени осадок, большая сжимаемость, вероятность изменения характеристик под воздействием нагрузок и анизотропия. В связи с этим, заторфованные грунты и торф составляют немалую проблему для устройства фундамента. Проблемы с ними рано или поздно возникает в силу того, что почти на 20 % территории Беларуси расположены именно эти грунты.

9. Рельеф. Выяснение условий формирования рельефа имеет косвенное отношение к литофациальному анализу, но во многом способствует правильному пониманию природы фациальных разновидностей отложений и составляющих их литологических аккумуляций. Действительно, понять историю и динамику изменения рельефа можно в связи с выяснением особенностей литолого-геологического строения четвертичных отложений и наоборот. Инструментом для осуществления геоморфологических исследований является генетическая классификация рельефа. Геоморфологическое изучение не должно ограничиваться современным рельефом. При проведении инженерно-геологических исследований следует проводить оценку и погребенного рельефа, выявлять скрытые с поверхности такие линейные переуглубления, как древние речные долины и ложбины ледникового выпахивания и размыва.

#### Литература

*Каган А.А., Солодухин М.А.* Моренные отложения Северо-Запада (инженерно-геологическая характеристика) СССР. М.: Недра, 1971. 137 с.

*Санько А.Ф., Ярцев В.И., Дубман А.В.* Генетические типы и фации четвертичных отложений Беларуси. Мн: Право и экономика, 2012. 311 с.