

Изучение строения глинистых грунтов с помощью РЭМ и μ КТ

Булыгина Людмила Геннадьевна

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Геологический факультет, Москва, Россия

E-mail: bulyginaluda@gmail.com

Для полной и всесторонней оценки структур глинистых пород необходимо проводить их изучение на разных масштабных уровнях. В грунтоведении принято выделять макро- и микроуровень, границей между которыми является разрешающая способность человеческого глаза (0,1 мм).

В настоящее время наиболее информативным методом, применяемым для изучения микроструктур глинистых пород, является растровая электронная микроскопия (РЭМ). Важным преимуществом РЭМ является возможность наблюдать микроструктуру тонкодисперсных грунтов в широком диапазоне увеличений. Однако РЭМ позволяет исследовать лишь небольшие участки поверхности (до 5×5 мм²), что может быть недостаточным при изучении грунтов с неоднородным строением. Для таких грунтов требуется увеличение выборки анализируемых участков для исследования в разных точках монолита. Однако такая трудоемкая методика сильно удорожает исследования, не гарантируя желаемого результата. Как правило, для изучения в РЭМ выбирается наименее нарушенный фрагмент образца между трещинами, гравелистыми зернами. Такая подготовка делает структуру образца заведомо более однородной.

В практике структурных исследований появился новый метод – рентгеновская компьютерная микротомография (μ КТ), который позволяет визуализировать трехмерную внутреннюю структуру объекта. Данный метод был успешно принят для изучения горных пород, главным образом, из-за возможности анализа представительного образца (размером до $5 \times 5 \times 10$ см³) при естественном состоянии слагающих его фаз. Несмотря на то, что с помощью данного метода можно получать изображения структуры, при увеличениях, сопоставимых с РЭМ-изображениями, его разрешающая способность не позволяет идентифицировать структурные элементы на микроуровне с той же детальностью. Тем не менее, по плоским и объемным томографическим изображениям можно изучать более крупные структурные элементы, такие как трещины, макропоры, зоны окремнения, включения и другие неоднородности, которые, по мнению автора, можно отнести к мезоструктуре глинистых грунтов.

Сотрудниками лаборатории грунтоведения и технической мелиорации грунтов разрабатывается методика комплексного изучения мезо- и микроструктуры глинистых грунтов с помощью сочетания методов μ КТ и РЭМ. Методика предусматривает предварительное изучение образцов с помощью μ КТ. В них намечаются «интересующие» области, совокупность которых наиболее полно отображает мезоструктуру образца, и затем эти области более детально изучаются с помощью РЭМ на микроуровне. Применение данной методики позволяет значительно повысить достоверность исследований структуры глинистых пород в диапазоне размеров структурных элементов от единиц сантиметров, до десятков нанометров, при значительном сокращении трудоемкости и времени данных исследований [2].

Использование программного обеспечения «STIMAN», разработанного специально для количественного анализа РЭМ-изображений [1] и адаптированного для изучения ортогональных сечений, получаемых с помощью μ КТ, позволит получить не только планиметрические, но и объемные морфологические характеристики горных пород, такие как размер и форму структурных элементов, их ориентацию в пространстве и др.

Работа выполнялась с использованием оборудования приобретенного по Программе развития МГУ.

Литература

1. Соколов В.Н., Юрковец Д.И., Разгулина О.В. Исследование микроструктуры грунтов с помощью компьютерного анализа РЭМ-изображений // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2008. № 4. С. 1-6.
2. Соколов В.Н., Юрковец Д.И., Чернов М.С., Разгулина О.В. Булыгина Л.Г. Использование рентгеновского томографа для получения комплексной информации о микро- и наноструктуре глинистых пород // Материалы Первой Всероссийской научной конференции «Практическая микротомография». 5-7 декабря 2012 г. Казань, 2012.