

УДК 624.131.3; 622:51-7

В.В.Ческидов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТЕЙ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ НА ТЕХНОГЕННЫХ МАССИВАХ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Рассмотрены проблемы проектирования инженерно-геологических сетей на намывных техногенных массивах. Автором предложен новый способ определения геометрии и плотности сети, позволяющий сократить до 30% точек опробования. Метод использовался при районировании гидроотвалов Кузбасса и КМА, а также при уточнении свойств техногенных отложений намывного массива и грунтов основания дамбы. Полевые работы осуществлялись в 2011 году в рамках дополнительных исследований гидроотвала №3 Кедровского разреза (Кузбасс) и основания головной дамбы хвостохранилища Стойленского ГОКа (КМА).

Ключевые слова: техногенный массив, гидроотвал, инженерно-геологические изыскания, районирование, зондировочные работы, плотность сети опробования, математическое моделирование.

Проведение инженерно-геологических исследований (ИГИ) – это неотъемлемая составляющая горного производства, строительства и других отраслей народного хозяйства. Техногенные намывные массивы: гидроотвалы, хвостохранилища – обладают высокой степенью пространственной и временной изменчивости. Это обусловлено «моментальным» (в геологическом исчислении времени) формированием массива: геомеханические, инженерно-геологические и другие физические, химические и т.д. процессы протекают в десятки тысяч раз быстрее, чем при образовании пород естественного сложения. Только владение необходимым объемом информации о техногенном массиве позволит на каждой стадии ведения хозяйствования управлять его состоянием. Получение достоверной и полной информации можно обеспечить только с помощью проведения инженерно-геологических

изысканий (ИГИ), одним из важнейших результатов которых является районирование техногенного массива. Его цель – выделение в массиве участков, имеющих по всей площади одинаковые или близкие свойства или закономерности их изменения. Выделение зон позволяет вести планирование работ во времени и способствует принятию наиболее экологически и экономически выгодных решений [1].

Многолетний опыт проведения инженерно-геологических работ МГГУ, ВНИМИ, ВИОГЕМ, ВСЕГИНГЕО и др. показывает, что многие точки опробования не дают информации о массиве, иначе говоря, их можно полностью исключить. Современные методы проектирования инженерно – геологических сетей в основном базируются на принципе «последовательного сгущения». Объект исследования заранее разбивается на участки изысканий (деление

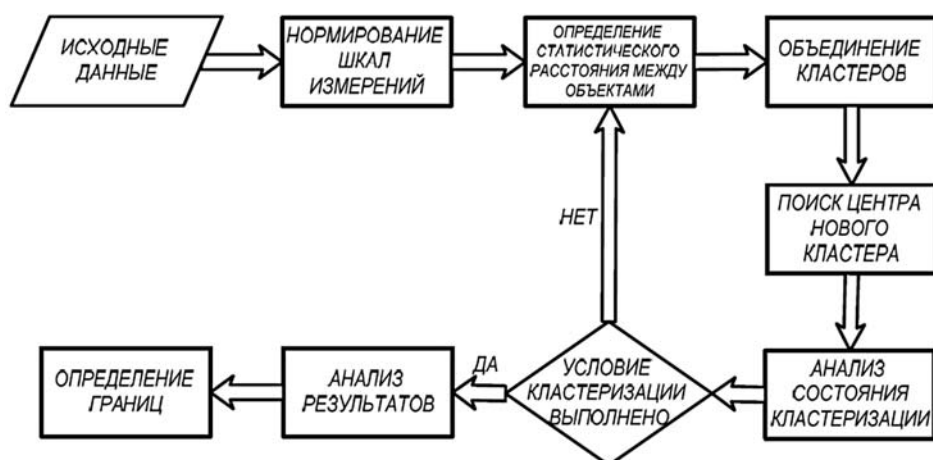


Рис. 1. Определение границ ИГ зон

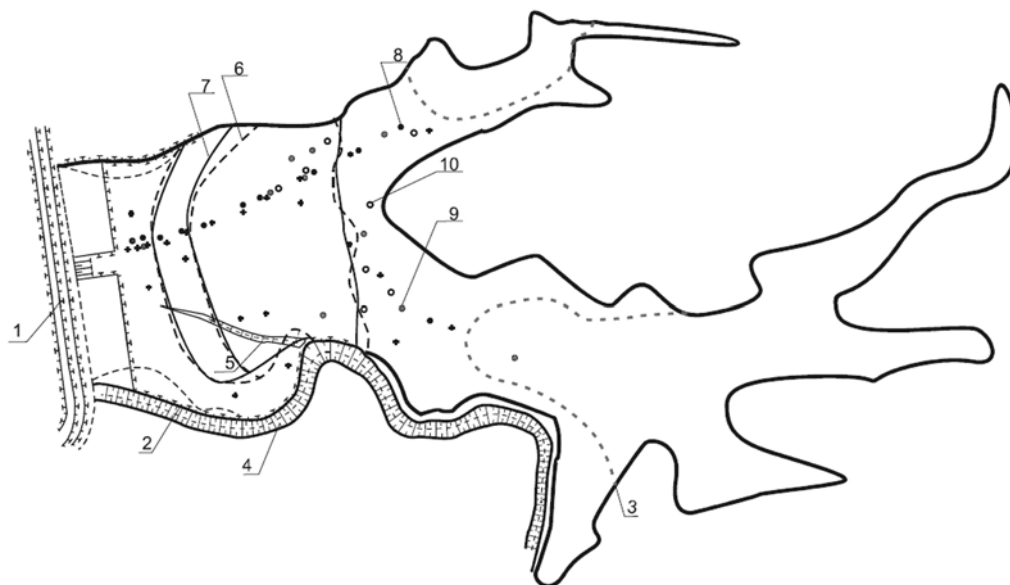


Рис. 2. Инженерно-геологическая сеть опробования гидроотвала «Лог Шамаровский», построенная с помощью разработанного метода: 1 - упорная призма; 2 - вспомогательные дамбы обвалования; 3 - границы заполнения гидроотвала; 4 - водоотводная канава; 5 - промоина; 6 - границы ИГ зон, полученные обычным способом; 7- границы ИГ зон, полученные с помощью разработанного метода; 8, 9, 10 – точки опробования первой, второй и третьей итераций соответственно

базируется исключительно на опыте инженера), каждая граница между зонами устанавливается отдельно. Применяв принцип «последовательных приближений» (в этом случае исследование массива производится квази-

одновременно), можно добиться значительного снижения временных и денежных затрат за счет использования современных способов статистики, в первую очередь, кластерного анализа и прогнозирования. Техно-



Рис. 3. Инженерно-геологическая сеть опробования с распределенной плотностью гидроотвала № 3 Кедровского угольного разреза

генный массив рассматривается как целостный объект, при этом разбиение на все участки производится одновременно (за одну итерацию) [2].

Процесс обработки натуральных данных и определения положения границ зон на гидроотвале или хвостохранилище в разработанном методе на каждом из этапов сгущения сети можно представить в виде блок-схемы (рис. 1) [5].

Апробация разработанного способа на объектах горного производства

проводилась в два этапа. Первый заключался в анализе изысканий прошлых лет: выявлялись «лишние» точки опробования, которые не дают информацию о состоянии объекта, таким образом, были полученные новые сети ИГИ на гидроотвале «Лог Шамаровский» Михайловского ГОКа (КМА) и гидроотвале «Бековский» Бачатского угольного разреза (Кузбасс). Инженерно-геологические работы проводились с целью разработки спосо-

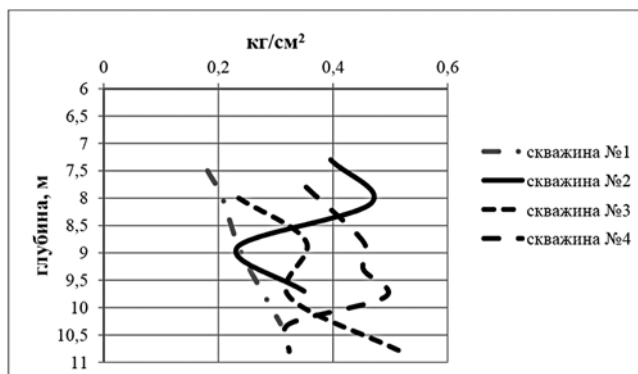


Рис. 4. Изменение сопротивления вращательному сдвигу с глубиной грунтов слабого глинистого слоя в основании головной дамбы Стойленского ГОКа

бов управления состоянием массивов и выбором дальнейшего направления их использования (рис.2.) [2,3].

Проведенные исследования показали, что моделирование пространственной изменчивости характеристик гидроотвалов позволяет сократить объемы полевых исследований до 30%. Проектирование проводилось в три этапа сгущения сети на каждом из объектов. Разница между результатами, полученными по традиционной методике и разработанной, не превышает 5%, что укладывается в статистическую погрешность расчетов.

Второй этап апробации проводился при проектировании сетей инженерно-геологических исследований на намывном массиве в Кузбассе и головной дамбе хвостохранилища и дамбе защиты отвалов Стойленского ГОКа. В марте 2011 года в рамках проведения работ по проведению дополнительных изысканий на гидроотвале №3 Кедровского угольного разреза было произведено позиционирование шести скважин, в которых проводилось комплексное зондирование и отбор проб (рис. 3, 4). Районирование техногенного массива производилось с целью уточнения физико-

механических свойств техногенных отложений массива для последующего их удаления гидромеханизированным способом.

В результате проведения буровых и зондировочных работ, а также лабораторных испытаний была установлена хорошая сходимость параметров сопротивления сдвигу (вращательному срезу) и результатов неконсолидированно-недренированных испытаний в стабилometре.

Значения угла внутреннего трения φ и сцепления глинистых намывных отложений варьируют в пределах $\varphi=80-90$; $C=0,09-0,14$ кг/см² (10-1 МПа). Степень уплотнения намывного массива на период зондирования при мощности техногенных отложений от 14 до 36 м изменялась в пределах $U=0,37-0,79$.

В июле 2011 г. проведено бурение двух инженерно-геологических и четырех зондировочных скважин (глубиной до 15 м) в основаниях головной плотины хвостохранилища и дамбы защиты отвалов Стойленского ГОКа.

Проектирование сети для дополнительных изысканий с распределенной плотностью на данном объекте проводилось на основании материалов прошлых лет (комплексного зондирования станцией СПК-Т летом 2007 года). В результате был выявлен в основании слабый глинистый слой. Мощность коричневых суглинков составляет от 2 до 3,5 метров. В нем было осуществлено комплексное зондирование с целью уточнения коэффициент запаса устойчивости дамбы и определения физико-механических свойств грунтов. В результате обра-

ботки полученных данных были установлены значения угла внутреннего трения и сцепления глинистого слоя: $\varphi = 11-13^\circ$, $C = 0,18-0,2 \text{ кг/см}^2$ (10-1МПа). На основании полученных данных было произведено уточнение значения коэффициента запаса устойчивости. Расчеты велись с помощью специализированной программы, разработанной на кафедре геологии Московского государственного горного университета (МГГУ) [4].

Разработанная математическая модель построения ИГ сетей с распределенной плотностью отличается гибкостью, соответственно легко расширяема. Любой из этапов нормирования данных или разбиения объектов на кластеры может быть заменен другим статистическим способом, что позволяет применять полученный метод для различных объектов, обладающих пространственной изменчивостью.

Оба этапа апробации разработанного метода показали высокую сходимость результатов. Способ проектирования сетей позволяет значительно сократить объем изысканий, также необходимо отметить, что используемый математический аппарат однозначен и легко формализуем.

Одним из главных преимуществ метода является исключение субъективного мнения исследователя, которое является основной причиной возникновения избыточности при построении инженерно-геологических сетей традиционными способами.

Разработанный способ может широко применяться при районировании различных объектов (гидроотвалов, хвостохранилищ, месторождений полезных ископаемых, ландшафтов, климатических зон и т.д.), имеющих выраженную пространственную изменчивость. Набор критериев классификации территорий при этом легко меняется в зависимости от цели проводимых исследований. В случае необходимости в модель могут быть внесены весовые коэффициенты, отражающие значимость каждого рассматриваемого фактора.

Дальнейшее развитие этого направления в проектировании сетей опробования и последующей статистической обработки данных позволит не только качественно и с наименьшими затратами проводить районирование территорий, но и определять вклад каждого фактора на позиционирование границ между участками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондарик Г.К., Ярг Л.А. Инженерно-геологические изыскания, Университет, М.:2008.
2. Гальперин А.М., Дьячков Ю.Н. Гидромеханизированные природоохранные технологии. – М.: Недра, 1993.
3. Гальперин А.М., Кириченко Ю.В., Фёрстер В., Шеф Х.-Ю. Геоэкологическое обоснование рекультивации намывных горнотехнических сооружений. – М.: Горный журнал, 1988, №7.
4. Зуй В. Н., Панфилов А. Ю., Пуневский С. А. Автоматизированный контроль устойчивости дамб хвостохранилищ ЛГОКа и СГОКа. – М.: ГИАБ, № 2, 2010.
5. Кириченко Ю.В., Ческидов В.В. Математическое обеспечение обоснования инженерно-геологических изысканий техногенных массивов. – М.: Научно-технический журнал «Информационная математика» №2(8) 2009. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Ческидов В.В. — аспирант,
Московский государственный горный университет, ud@msmu.ru