



УДК 624.131.31:550.34; 624.042.7

Р.Р. Галиуллин, председатель правления АНО “Центр экспертиз и испытаний в строительстве”

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫСОКОРАЗРЕШАЮЩЕЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ТАТАРСТАНА

Для решения геологических и экологических задач при инженерно-геологических изысканиях необходимо детальное изучение верхней части разреза (ВЧР). Как правило, в большинстве случаев исследования состояния грунтов под строительство сооружений, определение кровли коренных пород, изучение внутреннего строения разреза ограничиваются бурением скважин или шурфов, или статическим зондированием. Однако в условиях неоднородности геологического строения ВЧР, отличающейся невыдержанностью напластования грунтов по латерали, наличием ослабленных зон, подземными течениями и т.п., бурение не дает достаточно полную информацию об объекте исследований. Для повышения эффективности инженерно-геологических изысканий и прогнозирования изменений геологических условий ВЧР, наряду с бурением, необходимо применение геофизических методов исследований [1].

Геофизические исследования выполняются различными методами, например: электроразведка - методами электропрофилеирования, вертикального электрического зондирования, частотного электромагнитного зондирования, дипольно-электромагнитного профилирования, электромагнитного зондирования становлением поля; высокоточная магниторазведка; высокоточная гравиразведка; сейсморазведка – методами МПВ, МОВ ОГТ, ВСП и т.п.

Выбор методов геофизических исследований (основных и вспомогательных) и их комплексирование проводят в зависимости от решаемых задач и конкретных инженерно-геологических условий. Наиболее эффективно геофизические методы исследований используются при изучении неоднородных геологических объектов, когда их геофизические характеристики существенно отличаются друг от друга (СП 11-105-97)

Применение комплексирования геофизических методов на территории Казанского кремля дало интересные результаты по выявлению структур, характера и поведения антропогенных и техногенных наслоений, их современному состоянию и условиям поведения [2].

В условиях мегаполиса из-за проблем экологической безопасности многое зависит от достоверной информации о расположении зон геоэкологического риска. Опытом многолетних

комплексных исследований в различных организациях установлено, что степень экологического риска, в основном, определяется литологическим составом приповерхностной толщи, гидрогеологическими условиями и сетью тектонических разломных структур. Серьезную опасность представляют последствия техногенного и антропогенного воздействия на приповерхностной слой. Утечки технической воды, строительство и разрушение подземных коммуникаций приводят к обводнению обширных территорий города и грозят серьезными экологическими последствиями. Традиционно используемые технологии инженерно-геологических изысканий, как правило, не позволяют эффективно выявлять и картировать неоднородности геологической среды, представляющие экологический интерес [3].

Для изучения состояния грунтов под фундаментами зданий и сооружений, а также проведения локального мониторинга изменений их состояния во времени в сочетании с методами геофизических исследований используются газово-эманационные методы (пример: радоновые съёмки, работы НПУ “Казаньгеофизика”), обеспечивающие независимость результатов измерений от электрических и механических помех, существующих на застроенных территориях и затрудняющих проведение исследований другими геофизическими методами. Газово-эманационные методы, основанные на пространственно-временной связи полей радиоактивных и газовых эманаций, рекомендуется комплексировать с межскважинным сейсмоакустическим просвечиванием грунтов под фундаментами зданий и сооружений с целью оценки возможного изменения их физико-механических характеристик (СП 11-105-97)

Автономная некоммерческая организация “Центр экспертиз и испытаний в строительстве” применяет малогабаритные сейсмостанции СП-002 и “Диоген-24” для проведения работ по определению глубины свай методом отражённой волны; проводит работы сейсмопрофилеирования методом преломленных волн (МПВ) продольными (РН) и поперечными (SH) волнами. Ведётся разработка новых направлений в инженерно-геологических изысканиях [4].

Установлено, что инверсия скоростей сейсмических волн, связанная с наличием в разрезе



маломощного высокоскоростного поверхностного слоя, создает благоприятные условия для изучения верхней части геологического разреза с помощью отраженных поперечных SH-волн. В качестве такого слоя может выступать сезонный слой промерзания грунтов, слой засоленной почвы, асфальтовое или бетонное покрытие, утрамбованная отсыпка. Для изучения особенностей строения подобных сейсмогеологических разрезов в ИКЗ СО РАН разработана методика высокоразрешающей сейсморазведки на поперечных SH-волнах (ВСПВ) с оригинальной технологией проведения полевых наблюдений. В условиях инверсных скоростных разрезов методика обеспечивает получение разрешенных отраженных сейсмических волн от геологических границ с глубин от первых метров до первых сотен метров [5].

Методика с успехом может быть использована в пределах городских территорий, в том числе в условиях интенсивных промышленных помех. В настоящее время автономной некоммерческой организацией “Центр экспертиз и испытаний в строительстве” для детального изучения структурных особенностей геологических сред и внутреннего строения объектов исследований применяется технология малоглубинной сейсморазведки на основе комплекса модификаций наземных и скважинных методов высокоразрешающей сейсморазведки.

Сейсмическое просвечивание на базе сейсмотомографии позволяет построить детальное изображение исследуемой среды на основании распределения скоростных параметров, полученных путем сканирования области исследования сейсмическими лучами. Преимущество технологии сейсмотомографического просвечивания состоит в возможности выделения слабоконтрастных объектов, что позволяет решать широкий спектр задач, связанных с малоглубинными исследованиями.

Феномен резкого изменения структуры волнового поля при появлении в разрезе высокоскоростного поверхностного слоя. Поверхностный маломощный высокоскоростной слой может быть как природного, так и техногенного происхождения.

В естественных условиях таким высокоскоростным слоем может быть слой сезонного промерзания, промежуточный слой в нелитифицированных многолетнемерзлых породах, сильнозасоленный почвенный горизонт, а также природные поверхностные высокоскоростные слои иного генезиса.

Инверсность скоростного разреза на урбанизированных и промышленных территориях главным образом создается искусственными покрытиями: асфальт, бетон, утрамбованные отсыпки и др.

Высокоскоростной поверхностный слой кардинальным образом изменяет структуру волнового поля и создает чрезвычайно благоприятные условия для изучения особенностей строения верхней части геологического разреза с помощью отраженных поперечных SH-волн [5].

Основным элементом методики ВСПВ являются наземные наблюдения с оригинальной технологией возбуждения и регистрации сейсмических колебаний. Специальные методические приемы обеспечивают регистрацию поля SH-волн, практически полностью свободного от регулярных сейсмических волн с вектором поляризации в вертикальной поляризации. В состав методики СПВ в качестве дополнительного вида исследований входит вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП), которое дает опорную информацию о скоростном строении геологического массива, о структуре регистрируемого волнового поля и обеспечивает сейсмогеологическую идентификацию сейсмических границ.

Накопленный к настоящему времени опыт доказывает, что методика ВСПВ может успешно применяться для изучения особенностей строения верхней части геологического разреза при решении разнообразных гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических и экологических задач. Она прошла широкое опробование во многих регионах страны, в том числе и на урбанизированных территориях [5].

Эффективность предлагаемой технологии состоит в применении аппаратно-методического комплекса, адаптированного к конкретным геологическим условиям и задачам; применении достаточно плотных или объемных систем наблюдений; использовании волн различных типов; использовании программно-математического обеспечения на базе сейсмической томографии [6].

Возможности использования технологии высокоразрешающей малоглубинной сейсморазведки позволяют значительно повысить эффективность и достоверность инженерно-геологических изысканий, особенно на ранних стадиях проектирования промышленного строительства, а также сократить затраты за счет уменьшения объемов бурения.

Литература

1. РОСГЛАВНИИСТРОЙПРОЕКТ. Руководство по применению инженерной сейсморазведки при изысканиях для строительства. – М., 1973.
2. Слепак З.М. Геофизический мониторинг с целью сохранения памятников архитектуры на примере Казанского кремля. – Казань: Изд-во КГУ, 1999.
3. РОСГЛАВНИИСТРОЙПРОЕКТ. Рекомендации по применению сейсмической разведки для изучения физико-механических свойств рыхлых грунтов в



- естественном залегании для строительных целей. – М., 1974.
4. Смолягин А.А., Шалагинова Н.И. Отчет по результатам инженерных изысканий геофизическим методом (сейсморазведка – МПВ) на строительной площадке по ул. Ш. Усманова, г. Наб.Челны. Графические приложения. - Казань, 2005.
 5. Скворцов А.Г. Высокорастворимая сейсморазведка на поперечных волнах – эффективный инструмент организации и ведения геофизического мониторинга в условиях инверсных сейсмогеокриологических и сейсмогеологических разрезов // Мониторинг криосферы. Тезисы докладов Международной конференции. – Пущино, 1999. – С.193.
 6. Палагин В.В., Попов А.Я., Дик П.И. Сейсморазведка малых глубин. – М.: “Недра”, 1989.
 7. Никитин В.Н. Основы инженерной сейсмологии. – М.: Изд-во МГУ, 1981.
 8. “Геофизический вестник” (разные годы издания).
 9. Притчетт У. Получение надёжных данных сейсморазведки. – М.: Изд-во “Мир”, 1999.
 10. Горяинов Н.Н. Применение сейсмоакустических методов в гидрогеологии и инженерной геологии. – М.: Недра, 1992. – 264 с.