

площадей распространения продуктивных пород. Это субщелочные и щелочные породы, имеющие типоморфную ассоциацию редких элементов Их появление в Восточном Приазовье определено эволюцией архейских гранито-гнейсовых куполов первого порядка. Их формирование привело к образованию мощных зон сжатия (Салтыгчанский и Кальчик-Кальмиусский антиклинорий) и мощных зон растяжения (Центральноприазовская межблоковая зона). В последней, благодаря процессу «базификации», создаются мощные геохимические барьеры для дальнейшего рудоотложения литофильных элементов. Кроме того, повышенная проницаемость этой области способствовала широкому распространению и возможности многоэтапной глубинной дифференциации магм основного состава. Повышение содержаний рудных элементов связано не только с процессом магматической дифференциации. Механизм сепарации рудного вещества присущ всем геологическим процессам — метаморфическим, метасоматическим, гидротермальным и т.д. В результате именно в этой области наиболее полно прошли процессы дифференциации, определившие геохимическую зональность этого рудного района.

Библиографический список

1. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. — М: Недра, 1983. — 191 с.
2. Минералогия и геохимия редких и радиоактивных металлов / В.Я.Терехов, Н.И. Егоров, И.М.Баюшкин, Д.А.Минеев. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 360 с.
3. Архангельская В.В. Закономерности размещения эндогенных редкометалльных месторождений. — М.: Недра, 1980. — 284 с.
4. Красовский С.С., Оровецкий Ю.П. Глубинное строение земной коры Украинского щита: современные представления // Минералогический журнал, 2000. — Т.22. — № 2-3. — С. 57-76.
5. Галецкий Л.С. Шевченко Т.П., Черниенко Н.Н. Трансрегиональные рудоконцентрирующие мегазоны активизации Украины // Рідкісні метали – погляд у майбутнє. — Київ: збірник наук.праць ІГН НАНУ, 2001. — С. 33-34.
6. Белевцев Я.Н., Каляев Г.И., Галецкий Л.С. Эпохи и зоны активизации Украинского щита и связи с ними оруденения // Закономерности размещения полезных ископаемых. — М: Наука, 1975. — С. 230-235.
7. Металиди С.В., Нечаев С.В. Суцано-Пержанская зона. — Киев: Наукова Думка, 1983. — 136 с.
8. Есипчук К.Е., Шеремет Е.М., Зинченко А.В. и др. Петрология, геохимия и рудоносность интрузивных гранитоидов. — Киев: Наукова думка, 1990. — 236 с.
9. Закруткин В.В., Кулиш Е.А. и др. Метаморфические комплексы восточной окраины и склона Украинского щита. — К.: Наукова думка, 1990. — 251 с.
10. Глевасский Е.Б., Каляев Г.И. Тектоника докембрия Украинского щита // Минералогический журнал, 2000. — Т.22. — № 2-3. — С. 77-91.
11. Овчинников Л.Н. Прогноз рудных месторождений. — М.: Недра, 1992. — 308 с.
12. Солодов Н.А. Минералогия редкометалльных формаций. — М.: Недра, 1985. — 225 с.

© Волкова Т.П., Федотова Л.А., 2003

УДК 550.834:53

Канд. техн. наук ТИРКЕЛЬ М.Г., инженер КОМПАНЕЦ А.И. (УкрНИМИ)

ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ И ОСЛОЖНЯЮЩИХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОСНОВАНИЯ ПЛОЩАДКИ СТАДИОНА «ШАХТЕР» МЕТОДАМИ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Геологическая обстановка играет решающую роль в формировании экологических условий: устойчивости уровней поверхностных и подземных вод, геохимиче-

ского качества грунтов и наземных отложений; интенсивности развития экзогенных геологических процессов, ухудшения инженерных и сейсмологических условий из-за ослабления прочности пород подработанных масс; образования дополнительной экологической и геологической угрозы вследствие изменения путей гидро-газовой миграции на территориях жилой застройки, промышленных сооружений и объектах социально-культурного назначения г. Донецка.

Для определения стратегии реконструкции и дальнейшей эксплуатации стадиона «Шахтер» при активизации процесса сдвижений земной поверхности от многократных подработок и планируемого закрытия шахты им. М. Горького, по факторам, влияющим на деформации строительных конструкций, возникла необходимость в проведении инженерных изысканий массива горных пород основания стадиона.

Проведение стандартного комплекса изыскательских оказалось невозможным без остановки работы стадиона, разрушения футбольного поля и вспомогательных сооружений. Действующие нормативно-инструктивные документы по инженерным изысканиям для строительства, защите зданий и сооружений на подрабатываемых территориях предусматривают в составе изысканий обследование зданий и сооружений, геологическую съемку и бурение неглубоких скважин по редкой сети [1–2]. Поэтому было принято решение об использовании в составе изысканий геофизических методов, которые позволяют проводить исследование массива горных пород в естественном залегании с необходимой степенью детальности без разрушающего воздействия на изучаемый массив.

Основными геофизическими методами при исследовании участков опасных физико-геологических процессов по праву являются сейсмические методы. Возможность их использования на подрабатываемых территориях основана на дифференциации горных пород по сейсмическим характеристикам, а также на зависимости этих характеристик от состава, состояния и свойств пород.

Геофизические работы проводились методами сейсморазведки с целью уточнения местоположения, картирования и прогноза влияния горно-геологических факторов (тектоническая нарушенность, трещиноватые и ослабленные породы), осложняющих эксплуатацию строительных конструкций стадиона.

В геологическом строении массива горных пород участка принимают участие породы среднего и нижнего карбона. В литологическом отношении каменноугольные отложения представлены типичным для Донбасса переслаиванием аргиллитов, алевролитов и песчаников, с подчиненным значением известняков и угольных пластов. Падение пород на северо-запад под углом 12–130. Поверхность эрозионного среза коренных пород имеет наклон на восток в сторону городских прудов. Породы карбона повсеместно перекрыты четвертичными отложениями, представленными суглинками и глинами, общей мощностью 9–11 м.

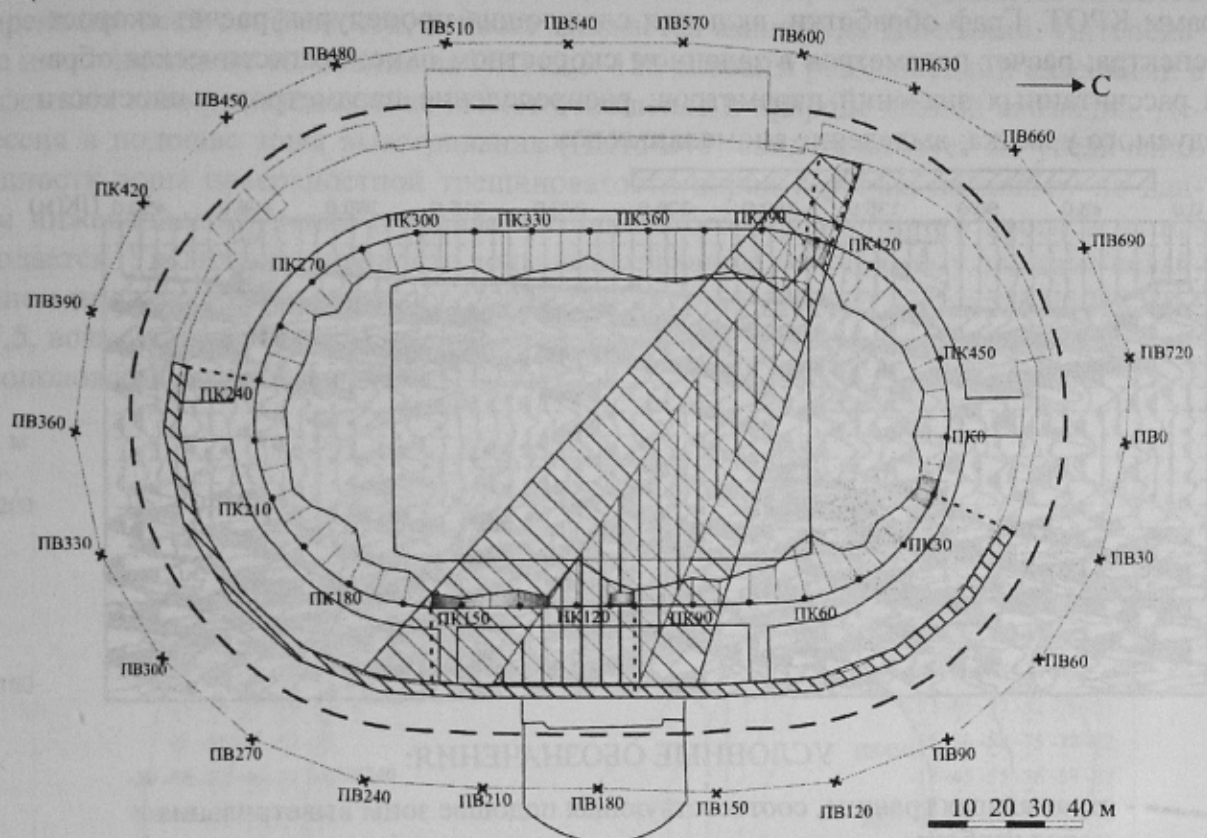
В тектоническом отношении участок расположен на лежащем крыле Французского надвига, выход которого под четвертичные отложения по геологоразведочным данным прогнозируется северо-западнее стадиона. Падение плоскости сместителя на северо-запад под углом 35–400, амплитуда смещения составляет 530–650 м.

Подземные воды в недрах участка приурочены к четвертичным отложениям и зоне интенсивного выветривания каменноугольных пород.

Геофизические исследования выполнены комплексом сейсморазведочных методов, включающим метод отраженных волн в модификации общей глубинной точки (МОГТ) и метод сейсмического просвечивания (МСП). Сейсморазведочные наблюдения впервые были выполнены по оригинальной схеме, предусматривающей возможность обработки полученных материалов по методике сейсмического просве-

чивания (в данном случае просвечивание по лучу преломленной волны) и по методике непродольного профилирования МОГТ на продольных волнах [3].

Сейсмоприемники располагались по периметру ограды футбольного поля с шагом 15 м, а пункты возбуждения (ПВ) – за пределами стадиона с поперечным выносом 46 м и шагом 30 м (рис.1). С каждого ПВ регистрация велась на все пункты приема (ПП). Возбуждение колебаний производилось ударами молота (10 кг) по металлической плите с накоплением 64 ударов на каждом ПВ. В качестве регистрирующей аппаратуры использовалась 12-канальная цифровая суммирующая сейсмостанция.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- - профиль обработки ОГТ;
- зона предполагаемого тектонического нарушения по данным МОГТ;
- участок увеличения мощности зоны выветривания и понижения прочностных свойств пород по сейсморазведочным данным;
- участки аномального понижения амплитуды;
- график амплитуды максимума первой фазы волны, отраженной от подошвы зоны выветривания.

Рис.1. Схема наблюдений и результаты сейсмических работ

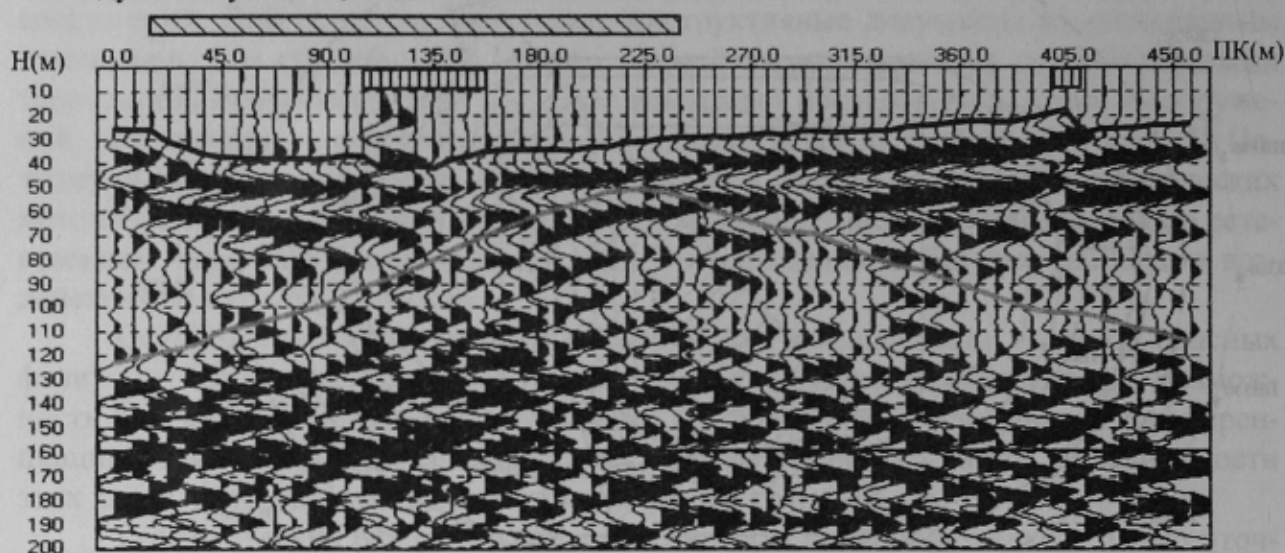
Обработка материалов МОГТ проводилась по методике непродольного профилирования. При этом профиль обработки (профиль ОГТ) располагался посередине между профилем возбуждения и профилем приема. Учитывая значительные отклонения срединных точек от профиля обработки на больших удалениях ПВ-ПП за счет кривизны профиля, для обработки выбирались удаления, не превышающие ± 75 м.

При описании геометрии пунктов возбуждения, приема и обработки, криволинейные профили были как бы «развернуты» в прямолинейные таким образом, что

ПВ и точки ОГТ были спроецированы на профиль приема по нормали к нему, так что пикетаж на профиле обработки совпадает с пикетажем на профиле приема.

Обработка материалов ОГТ проводилась на ПЭВМ системой CDPS с сохранением истинных амплитуд. Граф обработки включал: составление паспорта профиля; редактирование сейсмограмм; нормировку сейсмограмм (по единому коэффициенту); полосовую фильтрацию (25–95 Гц); подбор скоростных законов; ввод кинематических поправок; суммирование по ОГТ; когерентную фильтрацию; преобразование временных разрезов в динамические глубинные разрезы ОГТ.

Обработка материалов МСП проводилась специализированным комплектом программ КРОТ. Граф обработки, включал следующие процедуры: расчет скоростного спектра; расчет параметров в заданном скоростном окне; статистическая обработка рассчитанных значений параметров; распределение параметров в плоскости исследуемого участка; выделение аномальных зон.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

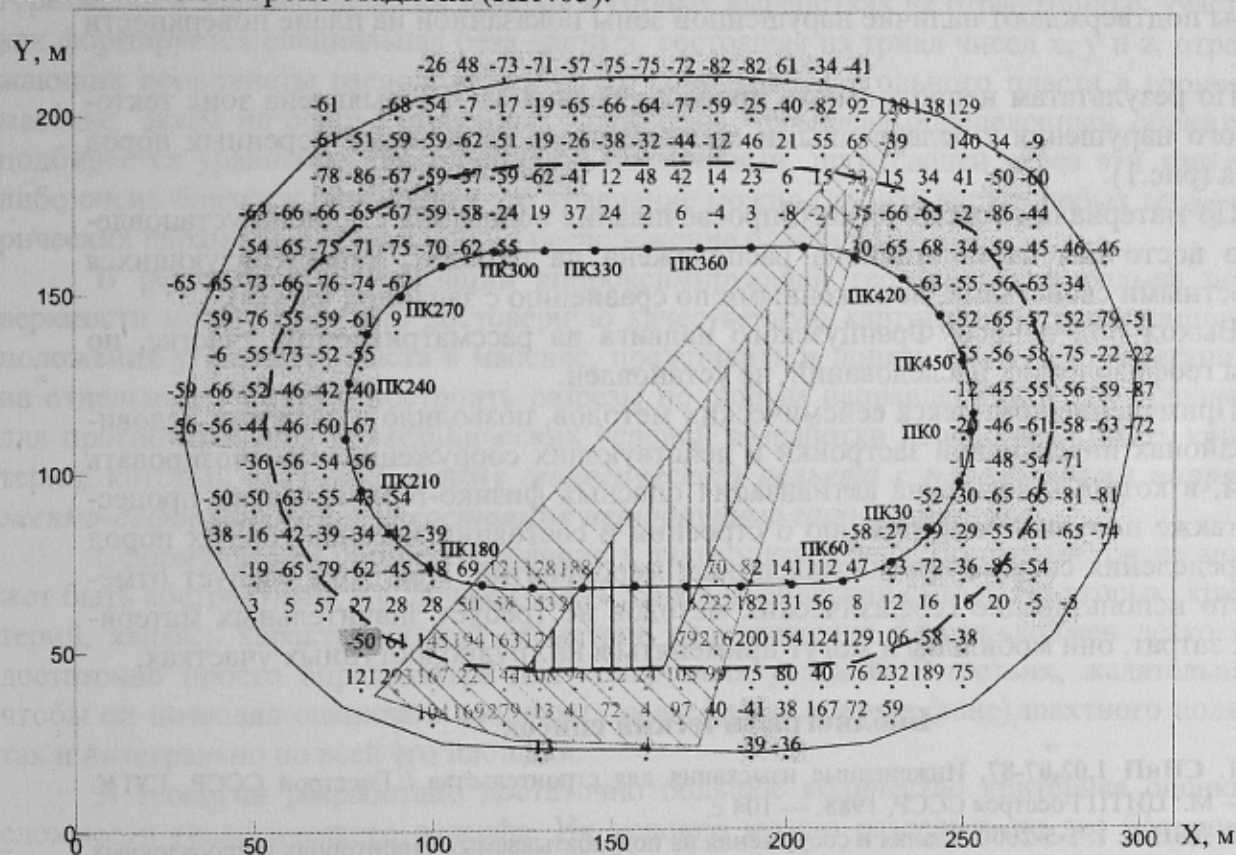
- - отражающая граница, соответствующая подошве зоны выветривания пород карбона;
- - наклонная отражающая граница в породах карбона;
- ▨ - участок увеличения мощности зоны выветривания пород карбона;
- ▤ - зона предполагаемого тектонического нарушения

Рис.2. Динамический глубинный разрез ОГТ

В результате обработки материалов МОГТ получены временной и динамический глубинный разрезы. Верхняя отражающая граница, выраженная интенсивным двухфазным колебанием в интервале $t_0=20-70$ мс, соответствует подошве зоны выветривания (экзогенной трещиноватости) пород карбона. Глубина залегания границы находится в пределах 19–38 м. Вычисление глубин носит условный характер, так как распределение скоростей в покрывающей среде при данной методике работ можно определить только приближенно. В интервале $t_0=100-270$ мс (соответственно на глубинном разрезе 50–150 м) прослеживаются две фазы, соответствующие наклонной границе в отложениях карбона (рис.2). Поскольку профиль имеет форму замкнутого овала, граница выглядит как куполообразное поднятие с вершиной в районе ПК210–225. Начиная с $t_0=230$ мс на разрезе проявляются интенсивные поме-

хи от поверхностных волн, делающие невозможным выделение более глубоких отражающих границ.

Для оценки состояния прочностных свойств массива наибольший интерес представляет отражающая граница, соответствующая подошве зоны выветривания пород карбона. На ПК405 наблюдается скачкообразное смещение осей синфазности с амплитудой порядка 40 мс, вероятнее всего соответствующее тектоническому нарушению. Подобные смещения, но с меньшей амплитудой, отмечаются на ПК15 и ПК240. Между ними наблюдается пологий мульдообразный прогиб в подошве зоны выветривания, в средней части которого (ПК105–157,5) резко ухудшается качество корреляции осей синфазности, а также снижается амплитуда колебаний. Интенсивные низкочастотные колебания на ПК112,5–120 вызваны резонансными явлениями в подземных коммуникациях и не имеют отношения к природе данной аномалии. Депрессия в подошве зоны выветривания (ПК15-240) свидетельствует об увеличении мощности зоны поверхностной трещиноватости пород карбона, поскольку по данным инженерного бурения в кровле трещиноватого карбона такого прогиба не наблюдается. Увеличение мощности зоны выветривания, по-видимому, вызвано ослаблением прочностных свойств пород карбона на этом участке. Аномалия на ПК105–157,5, возможно, связана с тектоническим нарушением, которое проявляется на противоположной стороне стадиона (ПК405).



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- - профиль обработки ОГТ;
- участок увеличения мощности зоны выветривания пород карбона по данным МСП;
- зона предполагаемого тектонического нарушения по данным МОГТ

Рис.3. План распределения отношения параметров

Эти выводы подтверждаются результатами интерпретации метода сейсмического просвечивания. Информация, полученная в результате обработки по данной системе наблюдений, характеризует верхнюю часть разреза — толщу четвертичных отложений и верхнюю часть трещиноватого карбона.

В восточной части стадиона наблюдается значительное уменьшение скорости продольных волн и амплитуды максимума огибающей первого волнового пакета по сравнению с западной частью, что подтверждает выводы об ослаблении прочностных свойств пород, сделанные на основании интерпретации результатов МОГТ. Локальное повышение скорости в районе центральной части восточной трибуны связано с резонансными явлениями техногенного характера, вызвавшими интенсивные колебания на ранних временах. Также наблюдается отчетливое изменение преобладающей частоты колебаний по линии, практически параллельной линии предполагаемого тектонического нарушения, выделяемого по результатам МОГТ. Достаточно отчетливо наблюдается увеличение длительности сигнала в полосе, протянувшейся вдоль линии предполагаемого нарушения.

На плане распределения отношения параметров (ширины спектра к амплитуде максимума огибающей первого волнового пакета) уверенно выделяется зона тектонической нарушенности; эта зона сопровождается повышенной трещиноватостью и понижением прочностных характеристик массива горных пород (рис.3). Все эти факторы подтверждают наличие нарушенной зоны показанной на плане поверхности (рис.1).

По результатам неперодольного профилирования МОГТ выявлена зона тектонического нарушения с ослабленными прочностными свойствами коренных пород карбона (рис.1).

По материалам сейсмического просвечивания основания стадиона установлено, что восточная часть стадиона расположена на породах, характеризующихся прочностными свойствами, пониженными по сравнению с западной частью.

Выход под наносы Французского надвига на рассматриваемом участке, по данным геофизических исследований, не установлен.

Применение комплекса сейсмических методов, позволило в сложных условиях (в районах интенсивной застройки и действующих сооружений) прогнозировать участки, в которых возможна активизация опасных физико-геологических процессов, а также получить информацию о строении и состоянии массива горных пород для определения состава противоаварийных мероприятий. При этом следует отметить, что использование геофизических методов не требует значительных материальных затрат, они мобильны и могут применяться на труднодоступных участках.

Библиографический список

1. СНИП 1.02.07-87. Инженерные изыскания для строительства / Госстрой СССР, ГУГК. СССР. — М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. — 104 с.
2. ДБН В. 1. 1-5-2000. Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах. Часть 1. Государственный комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины. — Киев, 2000. — 65 с.
3. Сейсморазведка: Справочник геофизика / Под ред. И.И.Гурвича, В.П.Номоконова. — М.: Недра, 1981. — 464 с.

© Туркель М.Г., Компанец А.И., 2003