

УДК 622.8:550.3

**СЕЙСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОКРОВНОЙ
ТОЛЩИ ПРИ АКТИВНОМ РАЗВИТИИ ЭКЗОГЕННЫХ
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**Трифонов А. С., Архипенко А. И., Хлюстов Н. В.,
Ялпуга Е. В.**

(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Наведено результати сейсмічних досліджень геомеханічного стану покривної товщі прибережного схилу, схильного до впливу екзогенної деструкції.

The results of seismic studies of geomechanical condition of the overburden of the coastal slope prone to destruction are described.

Такие геодинамически опасные экзогенные процессы, как смещения и обвалы, существенно активизировались за последние десятилетия на территории Украины (почти в 1,5 раза за последние два десятилетия по данным Государственной геологической службы Украины). Одним из районов наибольшего распространения этих процессов в Украине остается побережье Азовского моря, где значительная часть береговой линии разрушается абразией. Наряду с этим явлением в определенных условиях развитие смещений и обрушений прибрежных склонов может начинаться с деструкции поверхностной части массива, возникающей на начальной стадии в виде сравнительно неглубоких (порядка одного-двух метров) трещин в почвенном слое из-за его переосушения и перегрева в летнее время. В области влияния растягивающих напряжений от краевой части обрыва последующее накопление в трещинах сезонных осадков и воздействие низких температур в зимнее время предопределяет прораствание трещин вглубь и раз-

витие их по простиранию с образованием системы протяженных разрывов и, тем самым, опасной геомеханической ситуации, закачивающейся динамическим разрушением деструктурированной области.

Такая возможная последовательность развития геомеханических процессов в прибрежных склонах, по всей видимости, характерна для участка на юго-востоке от поселка Мелекино (примерно в 120-ти м от автодороги Бердянск-Мариуполь) на котором с регулярностью в несколько лет происходят обрушения обрывистой части протяженностью до 100 м (см. рис. 1). В конце 2009 года на этом участке были проведены сейсмические исследования по зондированию покровной толщи на постоянных базах (с одновременной регистрацией сейсмических сигналов на расстояниях 10 м и 20 м от источника упругих колебаний и перемещением расстановки по профилю наблюдений с шагом 5 м). Волновая структура сейсмических сигналов на используемых базах зондирования представляет собой суперпозицию различных волновых групп [1] с преобладанием рефрагированных (в первых вступлениях) и поверхностных волн (см. рис. 2).

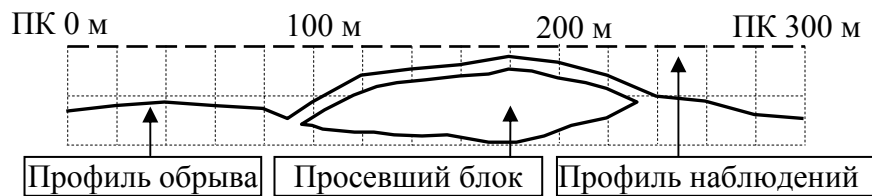


Рис. 1. Схема участка сейсмических наблюдений на постоянных базах (на юго-востоке от пос. Мелекино)

Рефрагированный характер сейсмических волн в первых вступлениях сигналов определяется литологической однородностью покровной толщи на исследуемом участке (без выраженной слоистости) и подтверждается также тем обстоятельством, что среднее значение скорости вступления сигнала на базе 20 м (~260 м/с) почти в 1,4 раза превышает этот показатель на базе 10 м (~190 м/с). Столь значительное различие скоростей обусловлено большей глубиной проникновения в среду рефрагированных волн при большей базе зондирования

(глубина проникновения составляет $\sim 0,3 \div 0,4$ значения величины базы зондирования).

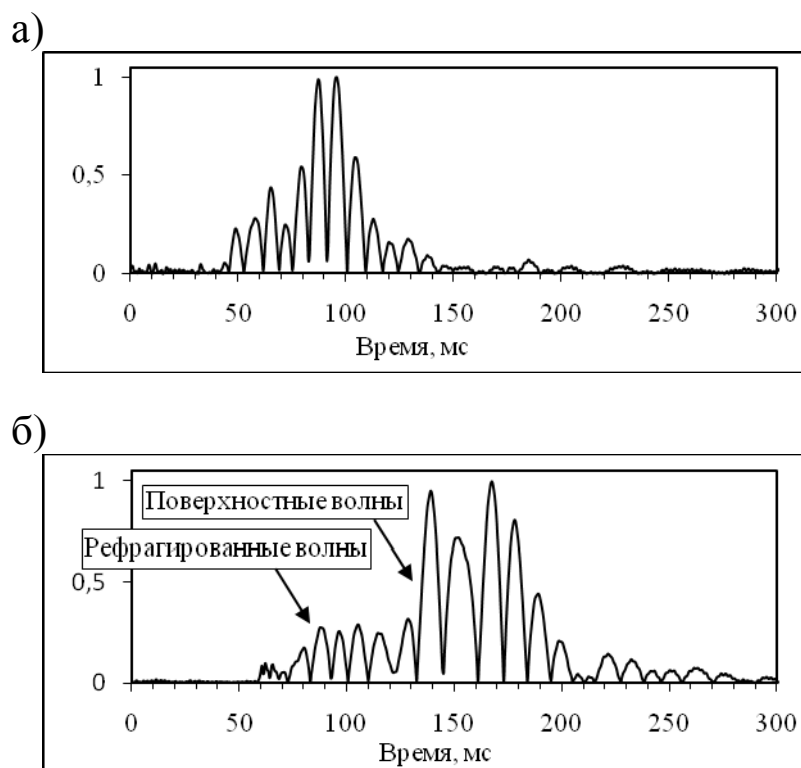


Рис. 2. Примеры сейсмических сигналов (в виде абсолютных значений амплитуд) на базах зондирования 10 м (а) и 20 м (б)

Амплитудно-частотные спектры сигналов по профилю наблюдений, в соответствии с существенным энергетическим преобладанием в структуре сигнала поверхностных волн (см. рис. 2), отображают преимущественно спектры этих волн и характерны большим разнообразием распределения энергии по частотному диапазону (см. рис. 3). Применительно к таким спектрам возможна оценка энергетических изменений высокочастотной части спектра, характеризующей в основном рефрагированные волны, относительно общей энергии спектра [2, 3].

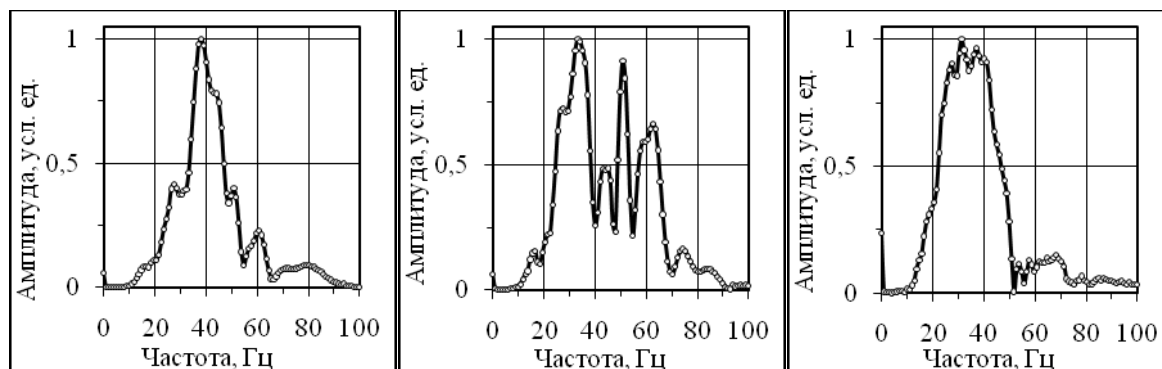


Рис. 3. Примеры спектров сейсмических сигналов по профилю наблюдений на базе зондирования 20 м

Характер изменения энергетических показателей высокочастотного диапазона (50-80 Гц) спектров сигналов на базе зондирования 20 м, с нормированием этого показателя к энергии всего частотного диапазона спектра (16-80 Гц), приведен на рис. 4 и отражает определенные качественные изменения в состоянии исследуемого массива. Обобщенно этот график позволяет говорить о резком снижении энергии рефрагированных волн с пикета 60, с последующим, начиная с пикета 220 м, возрастанием значений этого показателя.

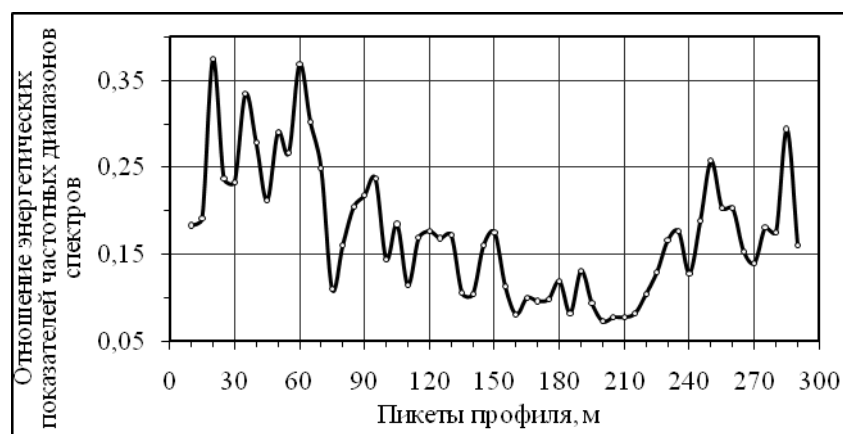


Рис. 4. Характер изменения относительных энергетических показателей спектров сейсмических сигналов по профилю наблюдений на базе зондирования 20 м

Более информативными в отношении состояния исследуемого массива являются скоростные параметры

рефрагированных волн, характер изменения которых для двух используемых баз зондирования приведен на рис. 5.

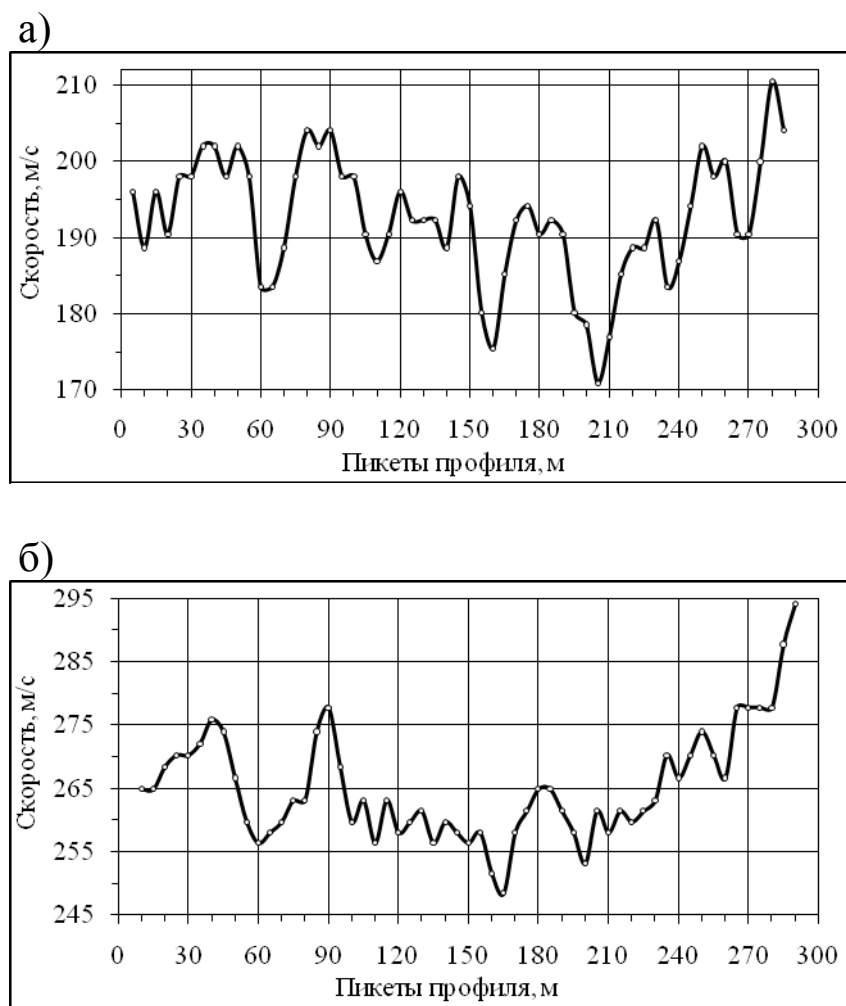


Рис. 5. Характер изменения по профилю наблюдений скорости рефрагированных волн на базах зондирования 10 м (а) и 20 м (б)

Резкие снижения значений скорости (до 10-12 %) на отдельных участках профиля при базе зондирования 10 м (см. рис. 5 а), показательно отражают структурные нарушения (пикеты 55-80 м, 145-170 м и 190-220 м) на глубинах до ~ 3-4 м (с учетом возможной глубины проникновения рефрагированных волн для рассматриваемой базы). Аномальные области на пикетах 145-170 м и 190-220 м, в следствие близости этих участков к плоскости обрыва (см. рис. 1), по всей видимости,

характеризуют состояние именно краевой части массива. Аномальная же область на пикетах 55-75 м, с учетом выраженного ее проявления и на базе зондирования 20 м (см. рис. 5 б) в виде достаточно протяженной зоны (пикеты 40-90 м), связана с глубинным развитием трещиноватости на значительном удалении (20-25 м) от обрыва. Сравнительно высокие значения скорости в начале и в конце этой области являются показателем повышенных напряжений в глубине массива (до глубины проникновения рефрагированных волн на базе зондирования 20 м). Это позволяет говорить о наличии на этом участке протяженной глубинной деструкции с локальными областями напряжений, вызванных формированием в массиве блочной структуры. Такая область уже является потенциально опасной в отношении геодинамических просадок и обрушений, которые могут последовать при дополнительном увлажнении массива дождями и/или в результате вибрационных воздействий от грузового транспорта с учетом близкого расположения автодороги Бердянск-Мариуполь.

Достаточно существенное возрастание скорости рефрагированных волн с пикета 230 м, характерное для двух баз зондирования (см. рис. 5), может быть вызвано проявлением экзогенных сжимающих напряжений в этой части массива. В силу такого характера напряжений, приповерхностная трещиноватость, проявляющаяся на графике скорости для базы зондирования 10 м на пикетах 230-240 м и 260-275 м, не развивается вглубь и, соответственно, заметно не отражается в локальных изменениях скорости рефрагированных волн на этом участке для базы зондирования 20 м.

Рассмотренные результаты сейсмических исследований по зондированию покровной толщи на постоянных базах свидетельствуют о высокой информативности кинематических показателей рефрагированных волн, достаточно контрастно отражающих наличие глубинной деструкции в покровной толще и позволяющих объективно оценивать области потенциальной геодинамической опасности применительно к изучению геомеханического состояния прибрежных склонов, подверженных экзогенным процессам.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Диагностические показатели сейсмических сигналов при решении инженерно-геологических задач / Трифонов А.С, Туманов В.В, Юфа Я. М.// Наук. пр.. УкрНДМІ України: зб. наук. пр. – Донецьк, 2008.№ 3. – С. 185-191.
2. Исследование влияния напряженного состояния верхней части подрабатываемого массива на параметры сейсмических сигналов / А. С. Трифонов, М. Г. Тиркель, В. В. Туманов, А. И. Архипенко // Наук. пр. УкрНДМІ НАН України: сб. наук. пр. – Донецьк, 2009. - № 4. – С. 61 - 70.
3. Оптимальное решение задач техногенной безопасности геофизическими методами / В. В. Туманов, Я. М. Юфа, А. С. Трифонов // Горный информационно-аналитический бюллетень МГГУ. – Москва, 2005. - № 6. – С. 75-78.