

УДК 622.553.635.004.5

А.В. Чугаев

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ МЕЖДУКАМЕРНЫХ ЦЕЛИКОВ НА НОВОМОСКОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ГИПСА ПО ДАННЫМ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН РЕЛЕЯ

Описана методика контроля междукамерных целиков косвенными сейсмоакустическими методами

Ключевые слова: месторождение гипса, междукамерные целики, сейсмоакустические методы, волны Релея.

Семинар № 2

Безопасность горных работ и обеспечение сохранности подработанной территории (особенно на участках городской и промышленной застройки) во многом определяется достоверностью оценки состояния междукамерных целиков и своевременностью принятия соответствующих мер охраны. Многочисленные обследования очистных камер на отработанных площадях калийных рудников Верхнекамского месторождения калийных солей (ВКМКС) показали, что в процессе длительного нагружения краевые части жестких междукамерных целиков постепенно разрушаются [1]. Это приводит к уменьшению их эффективного сечения, снижению несущей способности, перераспределению напряжений и, в конечном итоге, к сокращению времени устойчивого состояния.

В течение последнего десятилетия Горным Институтом УрО РАН на месторождении ВКМКС разработана и успешно применяется методика контроля междукамерных целиков косвенными сейсмоакустическими методами, в частности, метод сейсмоакустического просвечивания с использованием отраженных волн (МОГТ).

В последние годы эта методика внедряется и на другие объекты, в

частности, в 2006-2007 гг. выполнялись сейсмоакустические исследования строения и свойств междукамерных целиков на Новомосковском месторождении гипса с целью локализации и количественной оценки внутренних дефектов. По результатам исследований построены временные и скоростные разрезы ОГТ (рис. 1, 2) [2].

Необходимо отметить, что, несмотря на уверенное определение геометрии границ разрушенной части целика с помощью метода ОГТ, характерной особенностью скоростного анализа по отраженным волнам является сложность определения скоростей в среде, непосредственно примыкающей к поверхности возбуждения и регистрации колебаний. В рамках ОГТ этого можно избежать, лишь уменьшая шаг между пунктами приема, что не всегда целесообразно с практической и экономической точки зрения.

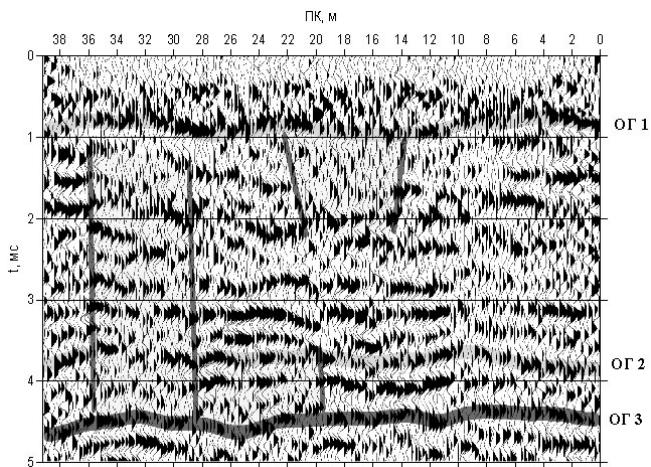
Исходя из опыта инженерной сейсморазведки, для детализации скоростной характеристики приповерхностной части массива можно привлекать данные изучения поверхностных волн Релеевского типа, возникающих при использовании нен взрывных источников возбуждения

Рис. 1. Временной разрез по профилю № 10

колебаний. Поскольку волны Релея имеют эллиптическую поляризацию в плоскости x - z , с большим диаметром по оси z , наибольшей интенсивностью они будут обладать на сейсмограммах продольных волн.

На рис. 3 представлена полевая сейсмограмма. Поверхностные волны характеризуются более низкими скоростями (1400-1800 м/с) и частотами (500-1200 Гц) чем преломленные и отраженные волны. Кроме того, наблюдается дисперсия скоростей. Все это указывает на присутствие волн Релея на сейсмограммах продольных волн. Глубина проникновения волн Релея обычно принимается равной длине волны, поэтому ее можно определить, зная скорость волны Релея и минимальную частоту распространения. Исходя из указанных выше динамических характеристик, глубина проникновения волн Релея составляет 2,5-3 м, что позволяет изучать приоконтурную часть целика в этом интервале.

Изучение строения среды с помощью поверхностных волн возможно за счет возникновения дисперсии скоростей. Сравнивая практические кривые дисперсии с теоретическими, можно подобрать модель среды, отражающую скоро-



стную характеристику приповерхностной части среды, в которой происходит распространение волн Релея.

Для изучения волн Релея использован адаптированный пакет программ R. Хермана "Computer Programs In Seismology" [3]. Обработку можно разделить на два основных этапа: построение дисперсионных кривых и подбор модели среды. На первом этапе для получения дисперсионных кривых строится частотно-временное распределение по каждой трассе, откуда кривые снимаются вручную по максимуму функции (рис. 4). По полученным дисперсионным

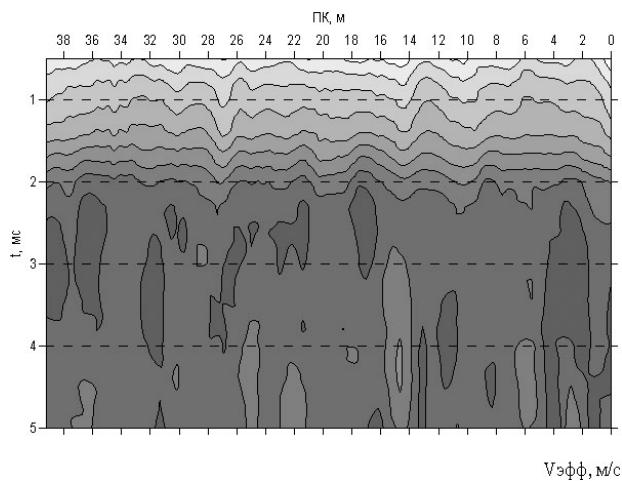


Рис. 2. Скоростные характеристики по профилю № 10

Рис. 3. Полевая сейсмограмма. R – волны Релея

кривым в полуавтоматическом режиме путем итеративного подбора строятся модели скоростного распределения V_s (рис. 5). В качестве априорной использована модель с послоистым возрастанием скоростей. Результатирующая скоростная модель отнесена к середине интервала пункт взрыва (ПВ) – пункт приема (ПП).

Необходимо отметить, что в процессе обработки отсеивается достаточно большое количество трасс, главным образом на этапе снятия кривых. В итоге получено 116 моделей, что составило 7% от первоначального количества трасс (1700). Тем не менее, такого количества моделей достаточно для построения детального скоростного разреза V_s приповерхностной части целика (рис. 6).

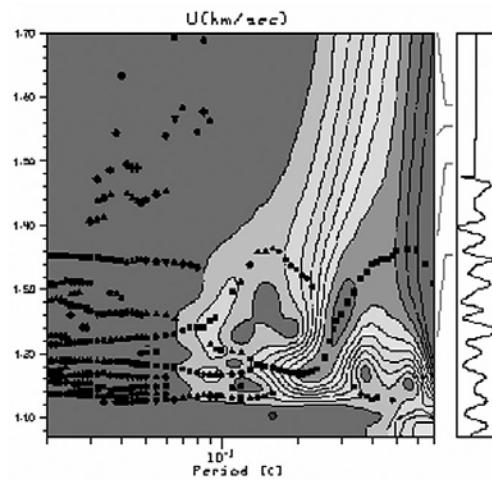
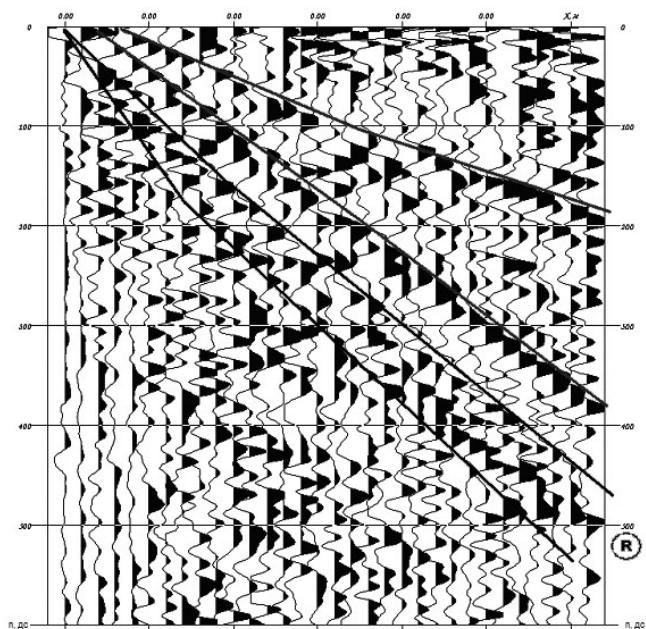


Рис. 4. Частотно-временное распределение



Поскольку уверенное определение численных скоростных характеристик в методе ОГТ ограничено для малых времен (<1 мс), то для сравнения результатов построены интегральные характеристики скоростей до отражающего горизонта ОГ1 (рис. 7).

Скорости V_p получены по методу ОГТ, V_s рассчитаны по методу поверхностных волн.

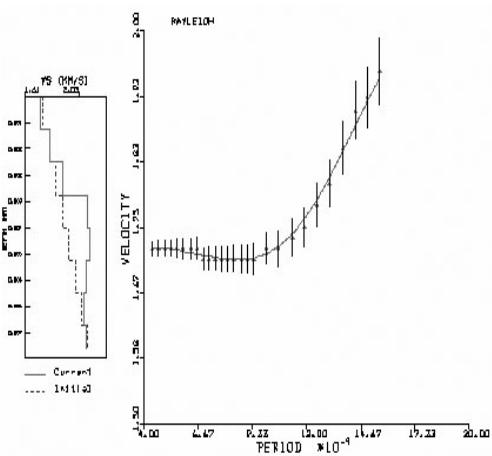


Рис. 5. Подбор модели среды

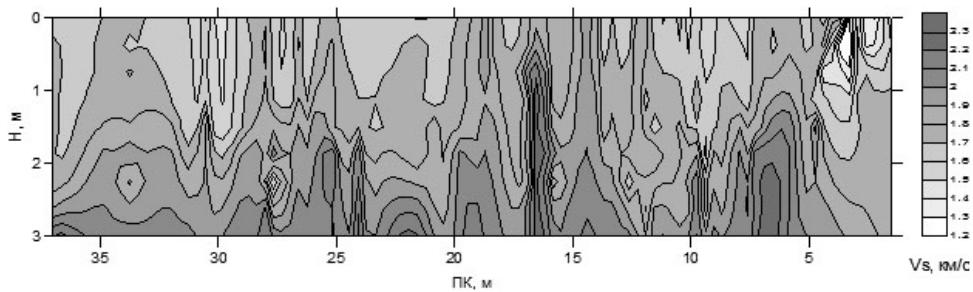


Рис. 6. Скоростной разрез V_s , рассчитанный по поверхностным волнам

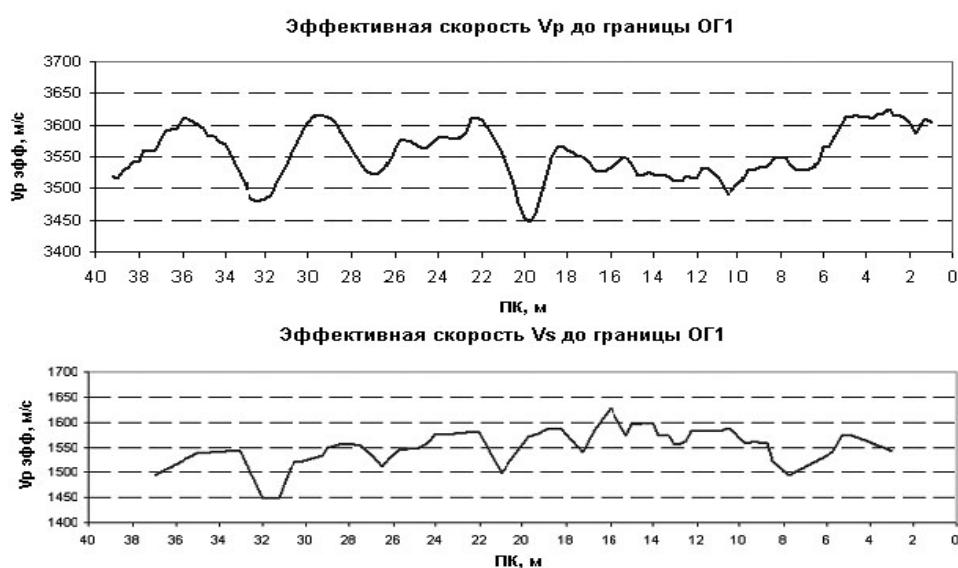


Рис. 7. Эффективные скорости до границы OG1

На графиках прослеживается четкая корреляция скоростей, что подтверждает достоверность метода поверхностных волн. Полученные ре-

зультаты могут быть использованы для уточнения границ разрушенной части целика и количественных оценок его несущей способности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет о НИР «Разработка методики оперативного геофизического контроля за состоянием междукамерных целиков», Пермь, 1998. Фонды ГИ УрО РАН.
2. Отчет о НИР «Сейсмоакустические ис-следования междукамерных целиков 6 панели Новомосковского месторождения гипса», Пермь, 2006. Фонды ГИ УрО РАН.
3. Robert B. Hermann, 2002, Computer Programs In Seismology, Ver. 3.15. ГИАБ

Коротко об авторе

Чугаев А.В. – младший научный сотрудник Горного института Уральского отделения РАН, аспирант, Пермь, chugaev@mi-perm.ru