

напорной гидротранспортной установки произведена оценка устойчивости стационарных режимов работы, на основании чего сформулированы ограничения на параметры течения, позволяющие осуществить выбор метода регулирования.

Для напорных гидротранспортных установок зависимости возмущений по расходу и концентрации гидросмеси описываются одинаковыми дифференциальными однородными уравнениями третьего порядка с постоянными коэффициентами, причем условием устойчивости стационарного режима является положительность коэффициентов при первой и второй производной. При этом незатухающие и невозрастающие колебания расхода и концентрации гидросмеси возможны в том случае, когда коэффициент при второй производной равен нулю.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Совершенствование режимов работы гидротранспортных установок технологий углеобогащения / Е.Л. Звягильский, Б.А. Блюсс, Е.И. Назимко и др. – Севастополь: «Вебер», 2002. – 247 с.
2. Проблемы разработки россыпных месторождений / И.Л. Гуменик, А.М. Сокил, Е.В. Семененко и др. – Днепропетровск: Січ, 2001. – 224 с.
3. Дмитриев Г.П., Махарадзе Л.И., Гочиташвили Т.Ш. Напорные гидротранспортные системы. – М.: Недра, 1991. – 304 с.
4. Смолдырев А.Е. Гидро- и пневмотранспорт в металлургии. – М.: Металлургия, 1985. – 383 с.
5. Надежность и долговечность напорных гидротранспортных систем / А.К. Махарадзе, Т.Ш. Гочиташвили, Д.Г. Сулаберидзе, Л.А. Алехин. – М.: Недра, 1984. – 119 с.
6. Казакевич В.В. Автоколебания (помпаж) в компрессорах. – М.: Машиностроение, 1974. – 264 с.
7. Моделирование многофазных потоков в системах трубопроводного транспорта горных предприятий: Отчет о НИР (промежуточный) / ИГТМ НАН Украины; Рук. Е. Семененко. – Днепропетровск, 2003. – 35 с.

УДК 622.537.8

М.Г. Тиркель (УкрНИМИ)

## НОВЫЙ ВАРИАНТ ТОМОГРАФИИ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКОМ ПРОГНОЗЕ СТРОЕНИЯ ГОРНОГО МАССИВА

У цій статті розглянуті теоретичні основи і наведений приклад практичного застосування методу прогнозу будівництва середовища за допомогою швидкісної і амплітудної томографії на хвилях, відбитих від різкої акустичної границі. Досвід застосування підходу показав доцільність його використання як на етапі попереднього аналізу апріорних даних про модель методами математичного моделювання для вироблення найбільш оптимальних умов проведення експериментів, так і на етапі аналізу їх результатів.

## THE NEW VARIANT OF TOMOGRAPHY AT THE SEISMIC FORECAST OF A STRUCTURE OF A MOUNTAIN MASSIF

This article considers theory and gives a practical example of the method to predict structure of the strata with the help of velocity and amplitude tomography of waves reflected from the sharp acoustic boundary. Experience of approach employment has shown advisability of its use both at the stage for preliminary analysis of a priori data on the model by mathematical modeling (in order to develop the most optimal conditions for making experiments) and at the stage of analysis of their results.

Прогноз строения горного массива сейсмическим методом опирается на использование наборов критериев, свидетельствующих о наличии тех или иных геологических структур и аномалий. При этом одним из наиболее эффективных подходов в определении характеристик аномалий является сейсмическая томография.

В шахтной сейсморазведке при использовании сеймопросвечивания (МСП) широко используются методы томографии, основанные на следующем подходе.

Исследуемый участок разбивается на зоны  $e_{ij}$ . Для каждой из  $e_{ij}$  выбирается совокупность  $K$  сейсмотрасс, лучи которых проходят через данную зону. На основе значений характеристик  $A_k$  (полученных в результате обработки информативных волновых пакетов сейсмотрасс), длин путей лучей от источника до приемника  $R_k$  и длин их путей  $r_{k,ij}$  по  $e_{ij}$  оценивается то значение характеристики  $A_{ij}$ , которое было бы у сейсмотрасс в том случае, если бы вся среда имела бы такие же параметры, как в зоне  $e_{ij}$ . При этом предполагается, что любые составляющие сейсмотрассу колебания проходят один и тот же путь вдоль ее луча. Этот чрезвычайно эффективный метод прогноза горно-геологических условий залегания угля не находит распространения при решении задач наземной сейсморазведки, базирующейся на анализе характеристик отраженных и преломленных волн. При этом характерно, что колебания за один и тот же временной промежуток могут попасть от пункта возбуждения (ПВ) к сеймоприемнику (СП) разными путями, проходя при этом различные расстояния.

Адаптация метода сейсмической томографии на проходящих волнах для решения задач наземной сейсморазведки является чрезвычайно актуальной задачей, решение которой позволило бы повысить эффективность и качество сейсмического прогноза. В данной статье обоснована возможность решения данной проблемы и приведены примеры практического применения вышеуказанного подхода.

Сейсмическую томографию можно трактовать как процедуру моделирования пространственного распределения свойств среды на основе анализа регистрируемых значений характеристик волнового поля (здесь и далее будем обозначать их как  $A$ ). Классическим примером можно считать расчет распределения скоростных показателей среды путем анализа скоростей прихода волновых пакетов. Широкое распространение данного подхода обусловлено тем, что скорости регистрируемых волновых пакетов непосредственно определяются геометрией участков исследуемой толщи пород и их скоростными характеристиками.

Принципы применения амплитудной томографии существенно отличаются от принципов скоростной. Амплитуда регистрируемых волновых пакетов зависит от целого ряда факторов, которые будут подробнее описаны ниже.

В основе предлагаемого подхода лежит идея, заключающаяся в том, что аномалия может быть описана путем обработки волновых пакетов, отраженных от расположенной за ней (относительно ПВ) резкой акустической границы. В качестве примера допустим, что мы хотим исследовать аномалию, располагающуюся на глубине  $h_{аном}$  в толще достаточно близких по своим физико-механическим свойствам пород, которая ограничена снизу (на глубине  $h > h_{аном}$ ) существенно более плотной породой. Тогда волны, отраженные от данного глубинного горизонта, будут относительно аномалии проходящими, и, рассчитав их путь, их можно использовать как инструментарий для томографии.

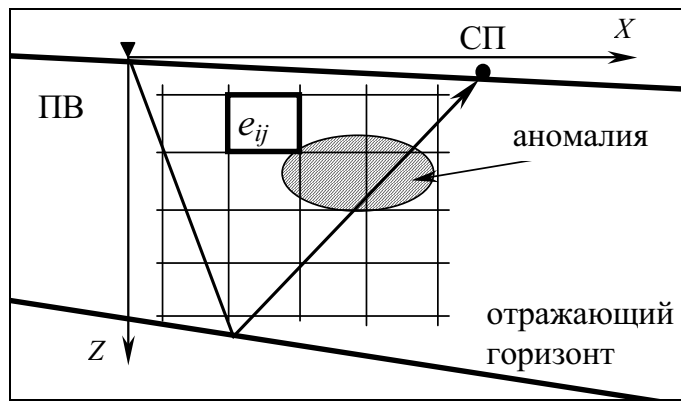


Рис. 1 – К объяснению алгоритма томографии на отраженных волнах.

Это возможно, поскольку аномалии влияют на характеристики волновых пакетов вне зависимости от того, какой путь прошли соответствующие им колебания. Для иллюстрации этого факта рассмотрим следующий пример.

Использование томографии в данной модификации связано со многими проблемами. Одна из них заключается в том, что потребуется четко определить природу всех волновых пакетов и выбрать информативные. Эту задачу можно решить методами математического моделирования.

На рис. 2 и 3 для сравнения изображены теоретические и реальные сейсмограммы, полученные по профилю 1 на участке шахтного поля шахты Красноармейская-Западная №1. На теоретических сейсмограммах, полученных при использовании специализированного программного комплекса, разработанного в УкрНИМИ четко выделяются четыре вида волн:

- прямые и интерференционные волны (А), распространяющиеся в наносах;
- головная и кратные ей волны продольной поляризации (Б), распространяющиеся вдоль границы песчано-глинистых пород с наносами (глубина ~100 м);
- волны поперечной поляризации (В), распространяющиеся вдоль границы песчано-глинистых пород с наносами;
- продольные волны (Г), отраженные от границы раздела песчано-глинистых пород с песчаными (глубина ~300 м);

На реальных сейсмограммах, представленных на рис. 3, мы видим практически ту же картину. Присутствуют те же самые типы волновых пакетов (они на рисунке обозначены соответствующими буквами). Практически адекватно их взаимное расположение. Естественно, что на теоретических сейсмограммах четче проявляются волны, отраженные от границы песчано-глинистых пород с песчаными. Это объясняется тем, что в модели (построенной по результатам бурения) песчано-глинистые породы представлены однородной средой с усредненными характеристиками. В реальности это слоистая среда, состоящая из слоев с разными физико-механическими свойствами (степень различия до 10%). Тем не менее, при достаточных априорных данных о среде, можно не только разработать адекватную модель процесса распространения колебаний, но и четко выделить природу основных волновых пакетов, наблюдаемых в реальности.

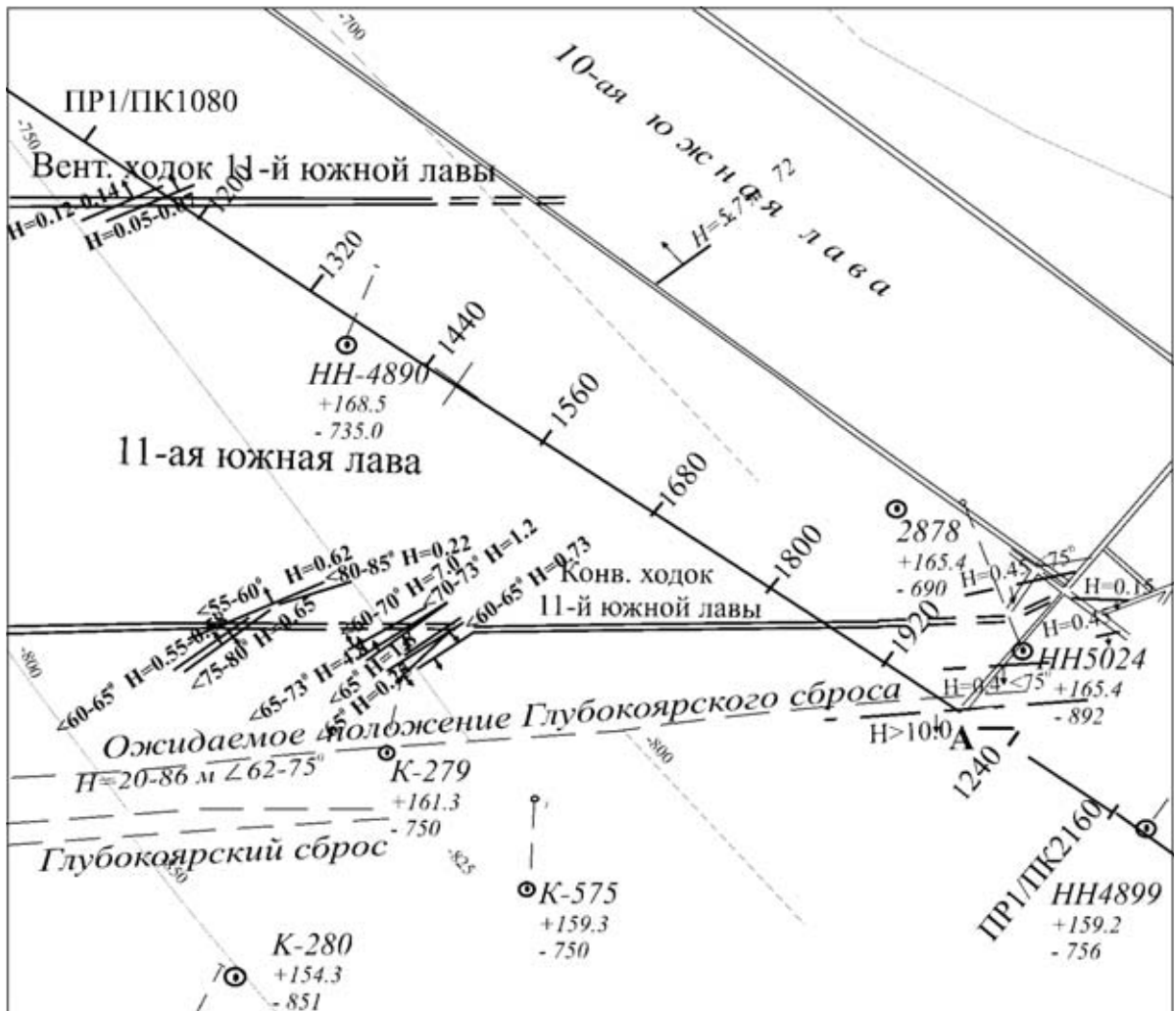


Рис. 2 – Схема зоны исследований на участке шахтного поля ш. Краснолиманская.

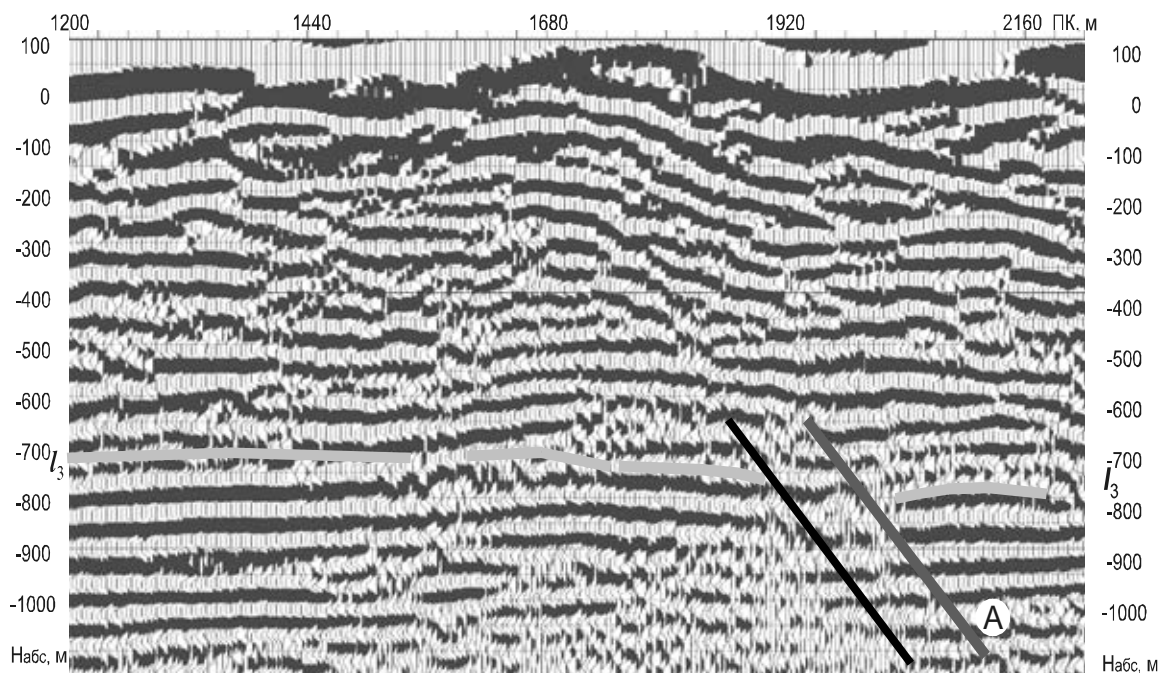


Рис. 3 – Глубинный разрез МОГТ по участку профиля 1

Данный пример показывает нам и тот факт, что область применения томографии в предлагаемом варианте ограничена теми случаями, когда отраженные от резкой акустической границы волны достигают до сейсмоприемников с амплитудой, достаточной для дальнейшей обработки. Следовательно, между ПВ и аномалией породы должны иметь сходные физико-механические параметры (с различием не более 5-10%). Теоретические расчеты показали, что наличие даже одной акустической границы с резкостью более 20% между ПВ и аномалией может в отдельных случаях практически полностью экранировать волну, отраженную от плотных пород, залегающих глубже.

Перейдем к математическим соотношениям, связывающим параметры среды и регистрируемые характеристики волновых пакетов. Рассмотрим вопрос об изменении характеристики  $A$  по мере распространения колебаний через толщу пород. Пусть на пути луча встречаются  $N$  зон  $e_i$  ( $i=1..N$ ) толщи пород с различными физико-механическими свойствами. Тогда изменение  $A$  от зоны к зоне можно выразить соотношениями

$$\begin{aligned} A_i &= A_{i-1} f_{i-1,i}, \\ \Delta A_i &= A_i - A_{i-1} \end{aligned}$$

где  $A_i$  – значение характеристики в заданной зоне;  $A_{i-1}$  – в зоне, предыдущей по ходу луча;  $f_{i-1,i}$  – функция, описывающая изменение параметра ( $\Delta A_i$ ) в результате прохождения лучом расстояния между зонами. Тогда, если источник сигнала формируется в зоне под номером 0, а приемник колебаний находится в зоне  $N$ , то значение  $A_N$  можно вычислить по формуле:

$$A_N = A_0 \prod_{i=1}^N f_{i-1,i}. \quad (1)$$

При этом изменение характеристики на всем пути луча  $\Delta A$  можно выразить соотношением

$$\Delta A_N = \sum_{i=1}^N \Delta A_i = \sum_{i=1}^N (A_i - A_{i-1}) = A_N - A_0 = A_0 \left( \prod_{i=1}^N f_{i-1,i} - 1 \right).$$

Пусть из  $N$  зон, располагающихся на пути колебаний,  $M$  содержат аномалии. Тогда значение регистрируемого параметра можно определить по формуле

$$A_{N \text{ аном}} = A_0 \left( \prod_{k=1}^K f_{k-1,k} \right) \left( \prod_{m=1}^M f_{m-1,m}^{\text{аном}} \right), \quad (2)$$

где  $A_0$  – исходное значение параметра,  $\prod_{k=1}^K f_{k-1,k}$  – соотношение, характеризующее

изменение параметра в  $K$  зонах, которые не содержат аномалии ( $K=N-M$ ),  $\prod_{m=1}^M f_{m-1,m}^{аном}$  - соотношение, характеризующее изменение исследуемого параметра в

$M$  аномальных зонах. Формулы (1) и (2) не являются строгими в том смысле, что они предполагают тот факт, что волновой пакет характеризуется параметром  $A$  на каждом этапе своего формирования. На самом деле, колебания изменяют свою структуру по мере распространения, претерпевают различного рода трансформации. Кроме этого, соотношение (2) основано на том предположении, что суммарный вклад  $N$  зон в изменение параметра  $A$  не зависит от того, в какой последовательности сейсмические колебания их проходят. Но поскольку данные соотношения используются только для качественной оценки, они могут быть применены в рамках настоящего рассмотрения.

Используя данный подход можно оценить тот вклад в изменение параметра  $A$ , который вносят аномальные зоны:

$$\delta A = \frac{A_{N \text{ аном}} - A_N}{A_N} = \frac{\left( \prod_{k=1}^K f_{k-1,k} \right) \left( \prod_{m=1}^M f_{m-1,m}^{аном} \right) - \prod_{i=1}^N f_{i-1,i}}{\prod_{i=1}^N f_{i-1,i}} = \prod_{m=1}^M \frac{f_{m-1,m}^{аном}}{f_{m-1,m}} - 1, \quad (3)$$

где множители в соотношении  $\prod_{m=1}^M \frac{f_{m-1,m}^{аном}}{f_{m-1,m}}$  берутся для зон с аномалиями.

Знаменатели в сомножителях представляют степень изменения параметра в том случае, если бы аномалии не было.

Поскольку  $\Delta A_{N \text{ аном}} = A_{N \text{ аном}} - A_0$ ,  $\Delta A_N = A_N - A_0$ , тогда выражение

$$\Delta A = \Delta A_{N \text{ аном}} - \Delta A_N = \delta A \cdot A_N = A_N \left( \prod_{m=1}^M \frac{f_{m-1,m}^{аном}}{f_{m-1,m}} - 1 \right)$$

представляет собой то изменение в значении регистрируемого параметра  $A$ , которое свидетельствует о наличии на пути распространения колебаний аномальных зон. Выражение  $\frac{f_{m-1,m}^{аном}}{f_{m-1,m}}$  можно рассматривать как вклад отдельной аномалии

в изменение параметра  $A$ . Этот вклад может быть зарегистрирован в том случае, если он превышает разрешающую способность аппаратуры по данному параметру.

Одной из наиболее важных регистрируемых характеристик волновых пакетов являются скорости первых вступлений. Её можно рассчитать по формуле среднего значения:

$$\bar{V}_N = \frac{L}{t} = \frac{\sum_{i=1}^N L_i}{\sum_{i=1}^N \frac{L_i}{V_i}},$$

где  $L$  – общая длина сейсмического луча;  $L_i$  – длина луча, а  $V_i$  – скорость распространения волны исследуемого типа в зоне  $e_i$ ;  $t$  – время движения волны. Тогда

$$\Delta \bar{V}_i = \bar{V}_i - \bar{V}_{i-1} = \frac{\sum_{k=1}^i L_k}{\sum_{k=1}^i \frac{L_k}{V_k}} - \frac{\sum_{k=1}^{i-1} L_k}{\sum_{k=1}^{i-1} \frac{L_k}{V_k}}, \quad f_{i-1,i} = \frac{\left( \sum_{k=1}^i L_k \right) \left( \sum_{k=1}^{i-1} \frac{L_k}{V_k} \right)}{\left( \sum_{k=1}^i \frac{L_k}{V_k} \right) \left( \sum_{k=1}^{i-1} L_k \right)}.$$

Амплитуда волновых пакетов зависит от целого ряда параметров.

Во-первых, это естественное расхождение фронта колебаний при удалении от источника. степень расхождения фронта волны зависит в первую очередь от её природы. В наземной сейморазведке, для задач, где можно пренебречь эффектами каналирования колебательной энергии пластами пород и полезного ископаемого, волны можно считать сферическими. Потенциал сферических волн изменяется с расстоянием по закону  $\frac{1}{r}$ , не зависимо от поляризации [1,2]. При этом регистрируемая сейсмоприемниками амплитуда смещений частиц среды изменяется по закону  $\frac{1}{r^2}$ . В шахтной сейморазведке широко используются интерференционные боковые и каналовые (нормальные) волны, образованные в результате каналирования колебательной энергии пластами полезных ископаемых (например, уголь, горючие сланцы). Они имеют иные законы убывания. В дальней зоне изменение потенциала каналовых волн описывается законом  $\frac{1}{\sqrt{r}}$ , а боковых  $\frac{1}{r^2}$  [2,5].

Во-вторых, это изменение амплитуды за счет поглощения средой колебательной энергии, которое описывается законом  $\exp(-\beta r)$ , где коэффициент поглощения  $\beta$  также зависит от типа волн (каналовые, боковые и т.д.) их поляризации и частоты. Указанные зависимости достаточно хорошо изучены как теоретически, так и экспериментально [5,6,7].

В третьих, это характеристики направленности источников и приёмников сейсмических колебаний, учет которых не представляет сложности, поскольку данная информация является априори известной.

В четвертых, это условия контакта источников колебаний и сейсмоприёмников со средой. Обеспечение единообразия условий контакта представляет собой чрезвычайно сложную задачу. В общем случае для её решения приходится использовать усреднение по многократным возбуждениям сигнала на каждой из стоянок.

В пятых, это рассеяние колебательной энергии на любых неоднородностях

толщи горных пород. Это чрезвычайно сложный фактор, поскольку речь идет как об известных априори неоднородностях, так и о неизвестных, в том числе о тех, которые являются объектом исследований.

В итоге, ограничиваясь рассмотрением расхождения волн, и их поглощением, имеем:

$$f_{i-1,i} = f_{i-1,i}^{расх} f_{i-1,i}^{погл}.$$

Тогда для сферических волн выбранной частоты, имеем следующие выражения:

$$\Delta U = U_i - U_{i-1} = U_0 \left( \frac{1}{R_i^2} \exp(-\beta_i R_i) \exp(i\omega t_i) - \frac{1}{R_{i-1}^2} \exp(-\beta_{i-1} R_{i-1}) \exp(i\omega t_{i-1}) \right),$$

$$f_{i-1,i} = \frac{R_{i-1}^2}{R_i^2} \exp(i\omega(t_i - t_{i-1}) + \beta_{i-1} R_{i-1} - \beta_i R_i),$$

где  $R_i$  – путь, пройденный волной от источника до участка  $e_i$  включительно (за время  $t_i$ ). В реальности, любой волновой пакет следует рассматривать как суперпозицию волн с различной частотой и начальной фазой:

$$U_i = \sum_{k=1}^K U_{ik}(w_k) = \sum_{k=1}^K \frac{1}{R_{ik}^2} \exp(-\beta_{ik} R_{ik}) \exp(iw_k t_i)$$

При проведении практических вычислений необходимо использовать следующий алгоритм, упрощенно сводящийся к нескольким этапам.

Допустим, к обработке принято  $N$  сейсмотрасс. На  $M$  из них можно выделить волновой пакет, образованный колебаниями, отраженными от известного априори отражающего горизонта. Для каждого из них можно вычислить расстояние  $R_m$ , которое проходят соответствующие колебания и получить значение исследуемой характеристики  $A_m$ . Тогда среднее (фоновое) значение характеристики можно оценить по формуле

$$\bar{A} = \frac{\sum_{m=1}^M A_m R_m}{\sum_{m=1}^M R_m}.$$

Исследуемый участок разбивается на прямоугольные зоны  $e_{ij}$ , где  $i$  и  $j$  их номера по осям  $X$  и  $Z$  соответственно (см. рис. 1). Для каждой зоны из совокупности отобранных  $M$  сейсмотрасс выбираются  $K$  проходящих через нее. На основе значений их характеристик ( $A_k$ ) и длин их путей  $r_{k,ij}$  по  $e_{ij}$  оценивается то значение характеристики ( $A_{ij}$ ), которое было бы у сейсмотрасс в том случае, если бы вся среда



имела бы такие же параметры, как в зоне:

$$A_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^K A_k r_{k ij}}{\sum_{k=1}^K r_{k ij}}.$$

Выводимые в качестве результата относительные отклонения характеристик от фонового значения вычисляются по формуле:

$$\Delta A_{ij} = \left( \frac{A_{ij} - \bar{A}}{\bar{A}} \right) \times 100.$$

$R_m$  и  $r_{k,ij}$  в первом приближении можно вычислить из предположения прямолинейности лучей на участках от источников до отражающей границы и от неё до сейсмоприемников. При наличии априорной информации о распределении скоростных характеристик пород, на основе применения закона Снеллиуса можно вычислить более точные значения  $R_m$  и  $r_{k,ij}$ .

Как уже отмечалось выше, применение амплитудной томографии связано с определенными трудностями. Если учесть фактор расхождения фронта волны и характеристики направленности источников и приемников, то можно записать следующее выражение для оценки амплитуды исследуемого волнового пакета в сейсмотрассе под номером  $m$ :

$$A_m = A_m^0 \times f(r) \times \phi(\alpha) \times \varphi(\beta),$$

где  $f(r)$  представляет собой закон убывания амплитуды при расхождении фронта волны;  $\phi(\alpha)$  - характеристика направленности источника колебаний ( $\alpha$  - угол направления луча по отношению к ПВ);  $\varphi(\beta)$  - характеристика направленности сейсмоприемника ( $\beta$  - угол направления луча по отношению к СП). При математическом моделировании  $\varphi(\beta) = const$ .  $A_m^0$  представляет собой то значение амплитуды, которое было бы в случае отсутствия данных факторов.

В качестве примера рассмотрим результаты исследований по прогнозу местоположения Глубокоярского сброса и его апофиз на участке подготовки 11 лавы по пласту  $l_3$  (ГЧЛ «Шахта Краснолиманская») (см. рис. 2). Его особенностью является то, что в своей северо-западной части он многоступенчатый и на всем простирании сопровождается взбросами и мелкими сбросами. При отработке 10 южной лавы вскрыт целый ряд малоамплитудных тектонических нарушений и трещин с амплитудами смещений от 0 до 0,9 м., а при проходке 10 южного конвейерного штрека - тектоническое нарушение с амплитудой смещения 5,7 м, распространяющееся далее на участок исследований.

С учетом ранее опыта исследований в подобных условиях, было принято ре-

шение о решении задачи прогноза многократным профилированием МОГТ с использованием описанного выше метода томографии в качестве дополнительного инструментария.

На глубинных сейсмических разрезах (см. рис. 3) выделяются аномальные зоны, связанные с изменением условия залегания литологических границ на уровне угольного пласта  $l_3$ , сопровождающиеся изменением физико-механических характеристик среды в области нарушения, которое прослеживается на томограммах распределения амплитуды (см. рис. 4). Данная аномальная зона соответствует местоположению зоны влияния Глубокоярского сброса, включающего в себя малоамплитудные тектонические нарушения различного типа и зону трещиноватых пород, что подтверждается результатами последующих работ.

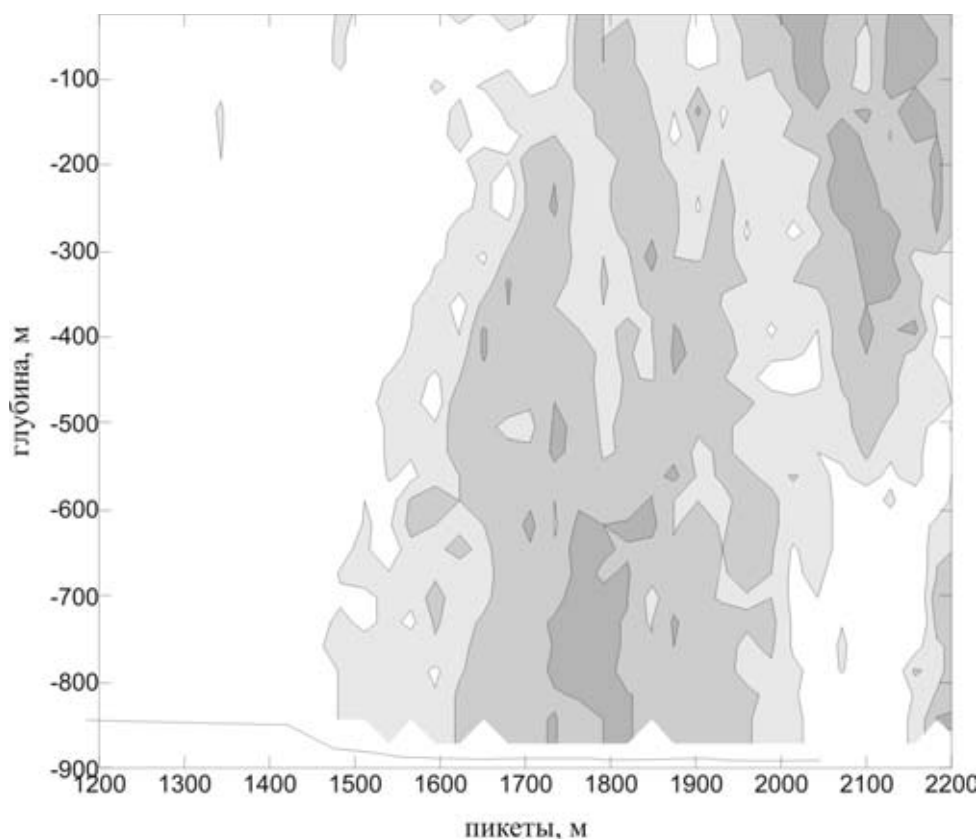


Рис. 4 – Амплитудная томограмма для массива горных пород на участке профиля 1.

Таким образом, в настоящей статье рассмотрены теоретические основы и приведен пример практического применения метода прогноза строения среды с помощью скоростной и амплитудной томографии на волнах, отраженных от резкой акустической границы. В заключение хотелось бы отметить, что данный метод начинает применяться в дополнение к существующим методикам обработки результатов сейсморазведки, что позволяет повысить эффективность и надежность прогноза геологического строения горного массива. Опыт использования подхода показал целесообразность его использования как на этапе предварительного анализа априорных данных о модели методами математического моделирования для выработки наиболее оптимальных условий проведения экспериментов, так и на этапе анализа его результатов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азаров Н.Я., Яковлев Д.В. Сейсмоакустический метод прогноза горно-геологических условий эксплуатации угольных месторождений. - М.: Недра, 1988. - 199с.
2. Korn M., Stocl H. Reflection and Transmission of Love channel Waves at Coal Seam Discontinuitis Computed with A Finite-Difference Method. -J. Gejphis., 1982, 50. p. 171-176.
3. Глухов А.А., Захаров В.Н., Рубан А.Д. Моделирование волнового поля в задачах шахтной сейсморазведки методом конечных разностей/Горный вестник, Москва, ИГД Скочинского, 1994, С. 16-18
4. Анциферов А.В. Моделирование волнового поля в задачах шахтной сейсморазведки методом конечных разностей / Збірник наукових праць №5 “Проблеми гірського тиску” 2001. С. 5-15.
5. Анциферов А.В. Теория и практика шахтной сейсморазведки. - Донецк.: изд. «Алан», 2002, - 312 с.
6. Бреховских Л.М. Распространение волн в слоистых средах. - М.: Наука, 1973.
7. Рубан А.Д., Захаров В.Н. Исследование зон повышенного горного давления (ПГД) в углепородных массивах сейсмоакустическим методом // Механика горных пород: Науч. Сообщ. / ННЦ ГП-ИГД им. А.А. Скочинского, М. - 1999.-Вып. 313. - С. 39-48.
8. Захаров В.Н., Харченко А.В. Влияние слоистого строения пород почвы и кровли на структуру полного волнового поля и параметры отдельных типов волн // Науч. сообщ. /ННЦ ГП-ИГД им. А.А. Скочинского. - М., 2002. – Вып. 321. – С.108-121.
9. Захаров В.Н. Сейсмоакустическое прогнозирование и контроль состояния и свойств горных пород при разработке угольных месторождений. М.: ФГУП ННЦ ГП – ИГД им. А.А. Скочинского, 2002. – 172 с.

**УДК 622.233.6.051.77.622.26 (088.8)**

Канд. техн. наук Н.Я. Трохимец,  
инж. С.А. Кучеренко, инж. Т.М. Уколова  
(ИГТМ НАН Украины)

### **РАБОЧИЙ ОРГАН ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ СКВАЖИН В КРЕПКИХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ**

Наведено порівняльний аналіз роторних та роторно-планетарних робітничих органів прохідних комбайнів для розширення свердловин в міцних гірських породах. Надані пропозиції їх подальшого удосконалення.

### **THE WORKING PART OF BORING MACHINE FOR BORE HOLE WIDENING IN HARD ROCKS.**

The comparing analysis of the rotary and rotary-round working part of boring machine for bore hole widening in hard rocks is presented. There are recommendations for it improving in the future.

В горнорудной промышленности, в частности в Кривбассе, при проходке восстающих выработок в крепких горных породах (железистых кварцитах) путем расширения предварительно пробуренных скважин используется проходческий комбайн 2КВ конструкции НИПИрудмаш, представляющий собой ротор, на передней торцовой части которого установлены одинаковые конические многовенцовые штыревые шарошки, оси вращения которых пересекаются с осью вращения ротора. Соосно в центре ротора выполнено отверстие со шлицами, в котором закреплена специальная штанга, являющаяся звеном соединения ротора с буровым ставом комбайна [1].

Недостатком такого рабочего органа является то, что в процессе проходки он образует плоский забой с девяностоградусной угловой зоной на периферии, где, как известно, тяжелые условия разрушения горной породы. Это обуславливает низкие темпы проходки выработки.