

2. Для повышения эффективности геолого-разведочных работ необходимо выполнить раздельное изучение каждой структурообразующей поверхности в осадочном разрезе: кристаллического фундамента, эрозионного рельефа осадочных пород, структурных поверхностей рифовых массивов, карбонатных и других маркирующих отложений.

3. Целесообразно уточнить тектонику и перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов, исключив из рассмотрения блоковые движения кристаллического фундамента, различные разломы и надвиги, инверсионные и другие подобные явления при формировании осадочного чехла. Особое вни-

мание нужно уделить облеканию, структурообразующим процессам при осадконакоплении и уплотнению пород под действием горного давления.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чуносков П.И. Генезис бескорневых структур Урало-Поволжья // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. — 1994. — № 3.
2. Чуносков П.И., Халимов К.Э. Влияние «всемирного потока» на формирование осадочных толщ и платформенных структур // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. — 2002. — № 4.

## ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 550.834.3.05

### ОПЫТ И РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПМ ВСП В СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ СРЕДАХ (на примере площади Угрице)

Ю.Д. Мирзоян, С.Э. Камбарли, В.Я. Ойфа, Э.Я. Куценко

(ООО "Ингеосейс", ОАО "ПО Краснодарнефтегеофизика", Кубанский государственный университет)

Изучение сложнопостроенных районов является актуальной задачей, так как они исследованы недостаточно и вместе с тем высокоперспективны в нефтегазоносном отношении.

Применение традиционной сейсморазведки здесь сталкивается с серьезными трудностями, поскольку изучение только одной вертикальной составляющей колебаний не только приводит к существенным погрешностям, но и во многих случаях не позволяет выделить и проследить волну и определить ее природу.

Особенность волновых полей, наблюдаемых во внутренних точках среды, связана в первую очередь с изменением направлений подхода волн вдоль линии вертикального профиля. Поэтому при регистрации вертикальных составляющих колебаний на сейсмограммах меняется относительная интенсивность волны, причем для разных волн эти изменения могут быть различными.

Во внутренних точках среды направления смещений свободны от сильного искажающего влияния зоны малых скоростей (ЗМС) и верхней части разреза и в основном характеризуют направление распространения волн. Этим определяется эффективность применения поляризационного метода ВСП (ПМ ВСП). Поляризация колебаний сейсмических волн в реальных средах используется: для улучшения отношения сигнал—помеха с целью выделения и прослеживания волн разных типов (продольных, поперечных и обменных) и для непосредственного получения дополнительных и независимых сведений о среде.

Накопленный опыт и результаты применения ПМ ВСП в различных районах определили целесообразность его опробования в условиях сложнопостроенного платформенного склона Предкарпатского краевого прогиба, где недостаточная эффективность наземной сейсморазведки связана со сложным характером получаемых материалов и неоднозначностью их интерпретации. Перед работами ПМ ВСП были поставлены следующие геологические задачи:

изучение состава и структуры волнового поля, скоростной характеристики разреза и стратиграфическая привязка волн;

изучение строения околоскважинного пространства скв. 10—Угрице на основе совместного использования продольных и обменных волн.

Следует заметить, что наблюдения ПМ ВСП при исследовании околоскважинного пространства играют если не главную, то решающую роль, так как являются связующим звеном между ГИС и наземной сейсморазведкой [2].

Ниже рассматриваются сейсмогеологические условия района работ, методика наблюдений и обработки материалов, результаты исследований.

#### СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАБОТ

Площадь Угрице находится в пределах платформенного склона Предкарпатского краевого прогиба —

границной зоны Чешского массива и Альпийской складчатой системы Западных Карпат.

Блоковое строение фундамента и осадочного чехла древней платформы, ступенеобразно погружающихся в юго-восточном направлении с несогласным надвиговым аллохтонным залеганием пород третичного возраста, определяет сложный характер регистрируемого волнового поля во всем временном диапазоне сейсмической записи.

В геологическом строении района принимает участие широкий комплекс разновозрастных пород.

Наиболее древние отложения, установленные на исследуемой площади, имеют докембрийский возраст и представлены сильно выветрелыми амфиболо-биотитовыми диоритами, гранодиоритами, гранитоидами, кварцитами. Вскрытая часть этого комплекса пород не превышает 300 м. Осадочная формация сложена красноцветными кварцитовидными песчаниками девона, сменяющимися вверх по разрезу известняками и доломитами. Толщина отложений девона изменяется по площади от 850 м до полного размыва. Границы их распространения контролируются зонами многочисленных разрывных нарушений. Вышележащий каменноугольный комплекс пород имеет ограниченную площадь распространения и вскрыт в пределах наиболее опущенного южного блока фундамента.

Этот комплекс толщиной до 350 м представлен отложениями от наиболее древних пород нижнего карбона, сложенного 20-метровым слоем конгломерата, до сменяющих их карбонатов с прослоями аргиллитов и песчано-глинистой фацией, в различной степени известковистой.

Отложения мезозойского возраста, представленные карбонатами юры, вскрыты лишь в пределах центральных ступеней. Толщина юры здесь достигает 450 м. Юрские образования залегают трансгрессивно, с конгломератом в основании, на сильно размытой поверхности девона или непосредственно на породах фундамента. Палеогеновые отложения широко распространены по площади исследований и представлены породами эоценового и олигоценного возраста. Отложения эоцена в виде довольно мощного (700...750 м) чехла залегают на сильно размытой поверхности девонских, юрских отложений и автохтонного олигоцена, образуя Жданицкий надвиг. Представлены эоценовые образования терригенными породами — глинами, алевролитами, аргиллитами.

Автохтонный олигоцен имеет на исследуемой площади неширокое распространение, ограниченное серией разрывных нарушений. Толщина олигоценного комплекса составляет 250...500 м. Он отличается от перекрывающих его пород эоцена более глинистым составом и пониженной минералогической плотностью вследствие значительного содержания опала.

Скоростной разрез изучен недостаточно, хотя имеющиеся данные позволяют выявить в общих чертах характер распределения скоростей. Верхняя часть

разреза имеет сложное строение. Толщина ЗМС колеблется от 7 до 25 м в соответствии с морфологическими особенностями района, а скорости в ней изменяются от 550 до 1250 м/с. Пластовые скорости в подстилающей толще изменяются в довольно широких пределах — от 1600 до 3000 м/с.

Несмотря на большие объемы ранее выполненных работ, волновое поле было изучено недостаточно.

По характеру регистрируемых волновых полей в районе исследований можно схематично выделить две основные зоны, соответствующие западному склону Предкарпатского прогиба и граничной области Чешского массива.

На разрезах ОГТ первой зоны обычно наблюдается интерференционная запись с разрывами в корреляции на временах от 1,2 до 1,6 с. Во второй зоне область регистрации сейсмических волн резко сокращается до 0,7 с в связи с приближением фундамента к дневной поверхности. На временах регистрации глубже фундамента запись хаотична и слабоинтенсивна, регулярные волны отсутствуют.

Основные перспективы нефтегазоносности района связывают с терригенными и карбонатными коллекторами палеозоя, мезокайнозоя и коры выветривания кристаллического фундамента, залежи в которых обнаружены на смежных площадях в условиях пластово-сводовых литологических и тектонически экранированных ловушек. Перспективность площади работ подтверждается газопроявлением из известняков девона при бурении скв. 2 — Угрице.

## МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ПОЛЕВЫХ РАБОТ

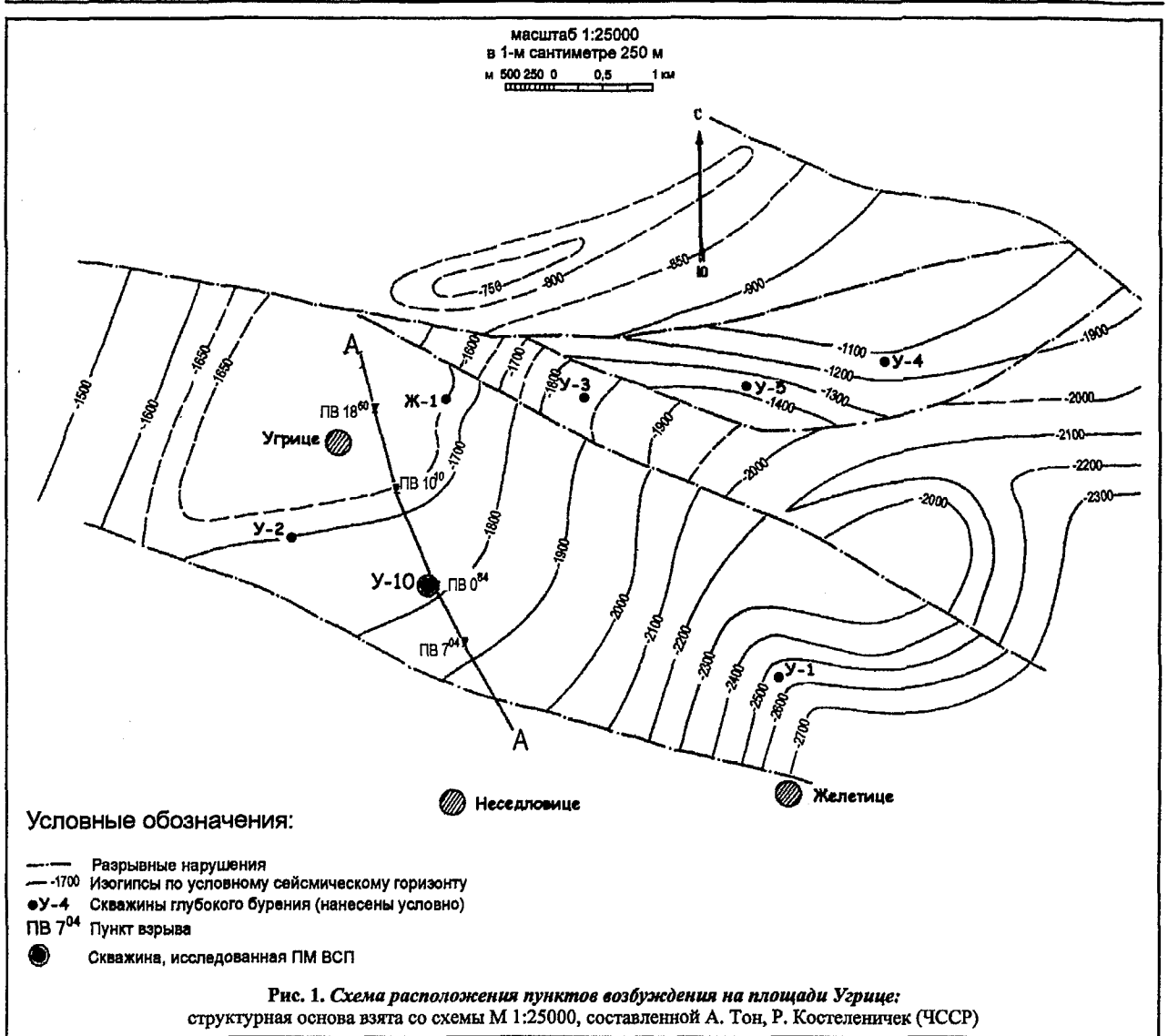
Работы ПМ ВСП проведены из 4 пунктов взрыва, расположенных примерно вдоль одного профиля (рис. 1). Шаг наблюдений по стволу скважины — 20 м в интервале глубин от 20 до 2840 м.

При наблюдениях применяли одноточечный скважинный снаряд с управляемым электротехническим прижимом и с трехкомпонентной симметричной установкой сейсмоприемников (конструкции Е. И. Гальперина).

Регистрацию колебаний осуществляли 24-канальной цифровой станцией DFS-IV.

В качестве источников колебаний использовали взрывы в скважинах. Контроль за стабильностью условий возбуждения осуществляли контрольным трехкомпонентным сейсмоприемником, помещенным в специальной скважине на глубине 100 м на удалении 50 м от устья исследуемой скважины (см. рис. 1), а также 4 наземными трехкомпонентными установками, расположенными с шагом 25 м по прямой линии у устья глубокой скважины.

В процессе работ выполняли непрерывный сейсмический контроль, основанный на сопоставлении записей z-составляющей колебаний, полученных при прямой регистрации и в результате суммирования сигналов сейсмоприемников симметричной установки.



Для выбора условий возбуждения на ПВ 1<sup>00</sup> и ПВ 7<sup>00</sup> были проведены опытные работы по опробованию разных глубин взрывов и массы зарядов.

В результате было установлено, что при изменении глубины взрыва от 15 до 70 м происходит уменьшение энергии колебаний в 15...20 раз. Для ПВ 7<sup>00</sup> в качестве оптимальных были выбраны глубина взрыва 20 м и масса заряда 2 кг, а для ПВ 1<sup>00</sup> — соответственно 30 м и 0,8 кг.

Глубины взрывных скважин на ПВ 10<sup>00</sup> и ПВ 18<sup>60</sup>, выбранные по данным МСК и МОГТ в исследуемом районе, составили соответственно 40 и 50 м.

Недостаточная энергия возбуждаемых колебаний на этих пикетах обусловила необходимость увеличения массы заряда до 5 кг. В процессе исследования ПМ ВСП предпринимались меры для сохранения неизменными условий возбуждения на каждом из пикетов.

Качество полученных материалов по техническому исполнению хорошее. На абсолютном большинстве полевых записей наблюдается практиче-

ски полное совпадение записей контрольного и прямого z-сейсмоприемников.

В целом эти материалы пригодны для обработки и интерпретации при решении поставленных задач.

### МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ МАТЕРИАЛОВ

Методика обработки материалов определялась задачами исследований и системой наблюдений.

**Цифровая обработка.** Процесс обработки материалов трехкомпонентной регистрации состоял из двух этапов: на первом этапе были реализованы возможности разделения сейсмических волн по признаку поляризации, на втором были применены традиционные средства селекции волн по скорости и частотному составу.

Первый этап включал необходимые технологические процедуры — демультимплексацию, формирование профиля, введение статических поправок, выравнивание интенсивности записей по глубине и по времени регистрации. Наличие на исходных записях

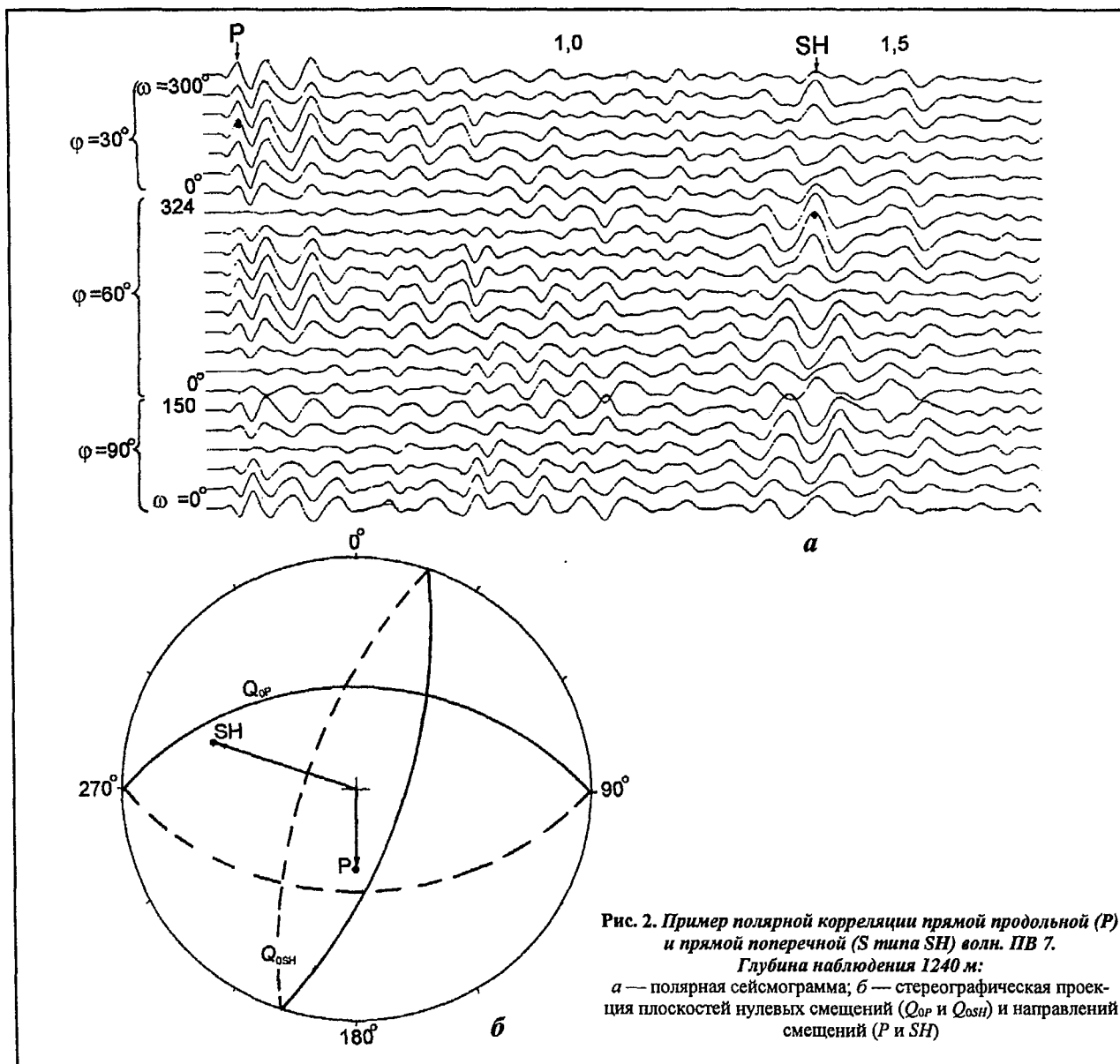


Рис. 2. Пример полярной корреляции прямой продольной (P) и прямой поперечной (S типа SH) волн. ПВ 7. Глубина наблюдения 1240 м: а — полярная сейсмограмма; б — стереографическая проекция плоскостей нулевых смещений ( $Q_{OP}$  и  $Q_{OSH}$ ) и направлений смещений (P и SH)

помех промышленной частоты (50 Гц) потребовало применения режекторной фильтрации. Ориентировка записей была выполнена по направлениям смещений в прямой P волне. Параметры поляризации определены по энергии сигналов трехкомпонентной записи в пределах первого видимого периода. Для анализа волнового поля построены сейсмограммы локальной системы координат R, P, T и сейсмограммы 23 фиксированных компонент, равномерно распределенных в пространстве.

На втором этапе обработки записи фиксированных составляющих, выбранных для изучения параметров волн различного типа, подвергались процедурам деконволюции, полосовой фильтрации, автоматической коррекции статических поправок и вычитания. Применение этих процедур улучшило прослеживаемость волн и обеспечило более точную стратификацию сейсмических волн. Затем были введены кинематические поправки и получены временные разрезы ВСП [5, 6].

При интерпретации материалов был выполнен анализ волнового поля, определены природа и типы зарегистрированных волн, осуществлена их стратиграфическая привязка. Были изучены скорости P и S волн и определены коэффициенты поглощения и параметры поляризации прямой волны. Был также построен схематический разрез на участке, примыкающем к скважине.

**Анализ волнового поля.** Для изучения состава и структуры регистрируемого волнового поля использованы приемы полярной (ПК) и поляризационной (ППК) корреляции [1, 3].

**Полярная корреляция** заключается в изучении особенностей записи, полученных в одной точке в функции ориентировки составляющих колебаний в пространстве (рис. 2). При ПК исследуется характер поляризации и выделяются волны, поляризованные различным образом (линейно, эллиптически и др.). Характер поляризации волн определяется в основном формой осей синфазности полярной сейсмограм-

мы [1, 3]. Сложнопolarизационные волны отличаются криволинейными или наклонными осями синфазности (см. рис. 2). Полярная корреляция позволяет определить направление смещения и изучить траектории движения частиц в точке. Это, в частности, необходимо при выделении обменных и поперечных волн.

Поляризационно-позиционная корреляция является основным способом анализа волнового поля вдоль линии наблюдения. При ППК прослеживается не фиксированная, а для каждой волны следящая (оптимальная) составляющая, характеризующаяся максимальным отношением сигнал—помеха. В автоматическом режиме на ЭВМ определение следящей составляющей реализовано для первой продольной волны. Для всех других волн ППК выполнена по сейсмограммам 23 составляющих и локальной системе координат  $P, R, T$ .

Детальное рассмотрение волнового поля позволило также выбрать фиксированные составляющие, на которых лучшим образом было обеспечено прослеживание целевых отражений, и построить области следящих составляющих для различных волн. Эти составляющие были использованы для последующей обработки с применением интерференционных систем и различного рода фильтров (рис. 3).

В процессе анализа сейсмограмм фиксированных компонент были выбраны составляющие, позволяющие выполнить надежную стратиграфическую привязку отраженных  $PP$  и  $PS$  волн способом регулируемого направления приема по смещениям и РНП 1-го рода. В частности, для удаленных пунктов взрыва стратиграфическая привязка волн успешно осуществлена по сейсмограммам  $R$ -составляющей, на которых был ослаблен цуг падающих  $P$  волн (рис. 4).

**Изучение скоростей распространения сейсмических волн.** Изучение скоростной характеристики разреза проводили по прямым  $P$  и  $S$  волнам, выделенным на сейсмограммах следящих составляющих. Скорости продольных волн ( $V_P$ ) определяли по наблюдениям из ПВ  $1^{00}, 7^{00}, 10^{00}, 18^{60}$ , а  $V_S$  — из ПВ  $7^{00}$  и  $10^{00}$  по прямым ( $S$ ) и обменным ( $PS$ ) волнам.

Для более детального расчленения разреза по кинематическим параметрам были получены также интервальные значения скоростей на скользящей базе в 80 м.

**Изучение динамических параметров прямой продольной волны.** Изучение эффективного затухания выполняли только по наблюдениям из ПВ  $1^{00}$ . Из-за особенностей строения ВЧР не удалось добиться возбуждения сейсмических волн в широкой полосе частот, что в значительной степени затруднило динамический анализ.

Коэффициент эффективного затухания вычисляли по амплитудам записи, а также по спектральной составляющей на частоте 40 Гц (максимум спектра) по известному алгоритму [4].

Предварительно сигнал  $P$  волны был восстановлен с шагом дискретизации 0,5 мс. Окно для частот-

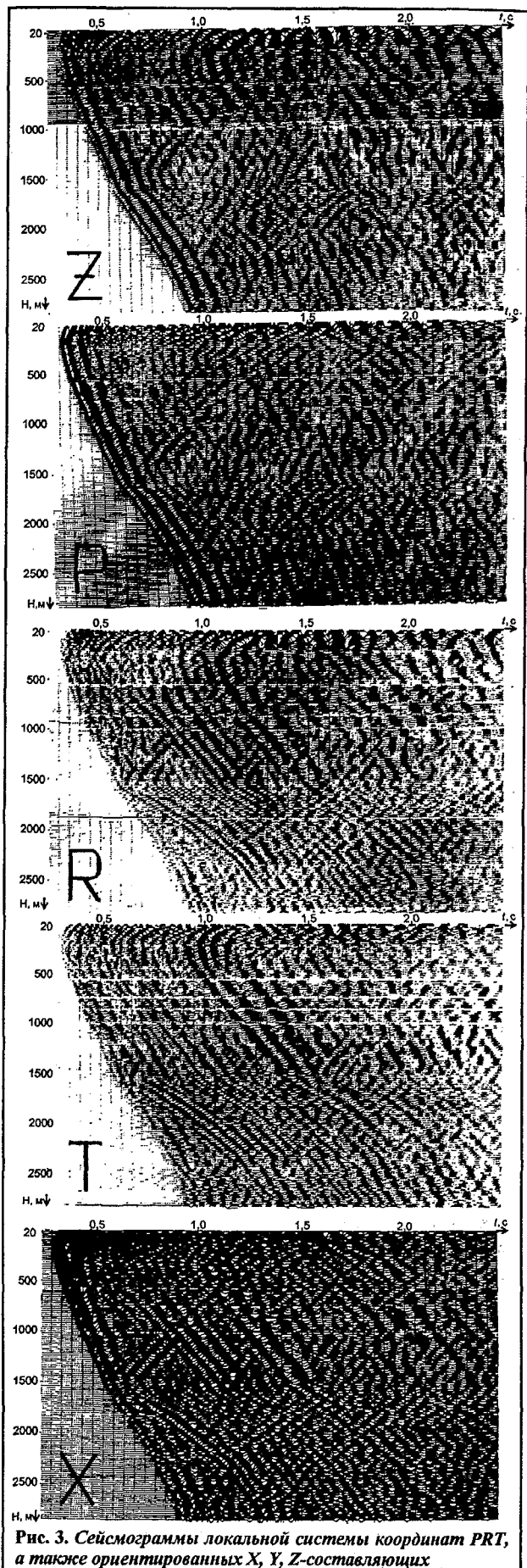


Рис. 3. Сейсмограммы локальной системы координат  $PRT$ , а также ориентированных  $X, Y, Z$ -составляющих

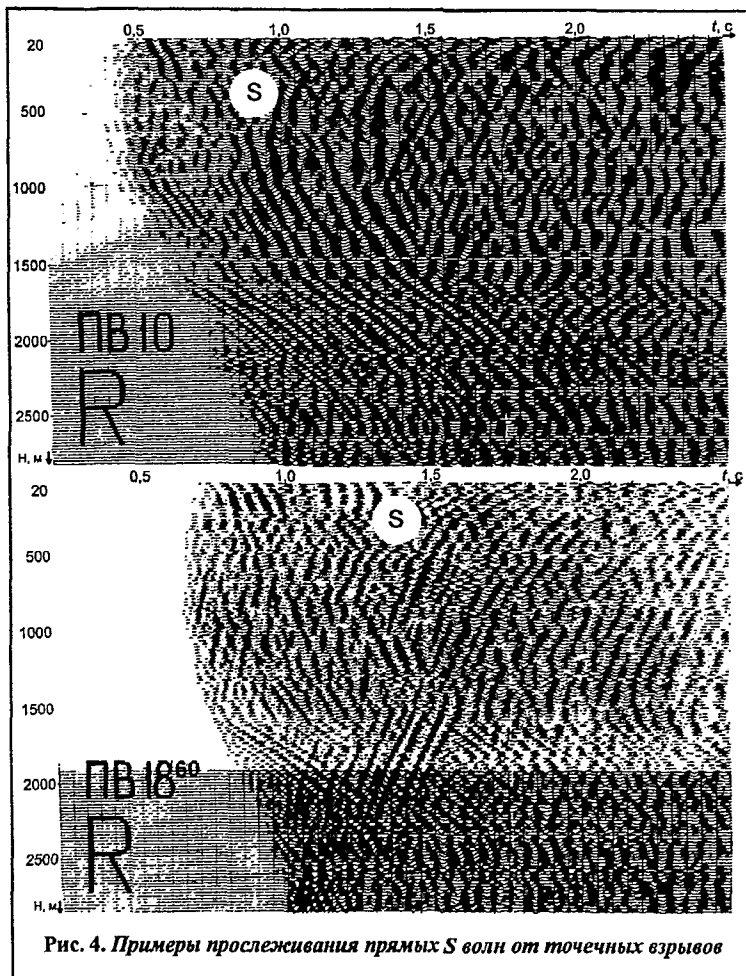


Рис. 4. Примеры прослеживания прямых S волн от точечных взрывов

Отражающие границы по обменным волнам также строили методом полей времен. В условиях сложного геологического строения площади Угрице построенные различными способами по PP и PS волнам площадки отображают общие черты залегания основных геологических комплексов по линии профиля. Характер залегания границ не противоречит построениям, проведенным с использованием поляризации сейсмических волн.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Наблюдения ПМ ВСП, выполненные на площади Угрице, были направлены в первую очередь на решение методических задач, связанных с оценкой эффективности поляризационного метода ВСП в условиях сложнопостроенных сред. Обработка материалов была ограничена анализом фиксированных составляющих в волновом поле. При этом были выделены и прослежены все основные типы сейсмических волн (продольные, обменные и поперечные), которые использованы для изучения параметров разреза и структурных построений.

**Состав и особенности волнового поля.** Регистрируемое волновое поле представлено совокупностью продольных, обменных и поперечных отражений, а также проходящими обменными (PS↓), прямыми поперечными (SV и SH), частично кратными продольными и обменными (PPS и PSS) волнами.

Продольные отраженные PP волны связаны в основном с нижней частью исследуемого разреза (H > 1570 м).

Наиболее динамически выраженные отражения приурочены к кровле (H = 1570 м) и подошве (H = 2320 м) низкоскоростной эоцен-олигоценовой толщи, к поверхности нижнекаменноугольных карбонатов (H = 2770...2800 м), к границам в девонских отложениях (H = 2900...3400 м) и к поверхности кристаллического фундамента (H ≈ 3400 м). Достаточно подробно PP волнами освещена верхняя часть палеозойского комплекса пород, сложенная отложениями карбона и толщей девона (H ≈ 2900...3400 м), которая не вскрыта скважиной. Причем отражения, связанные с девонской серией, характеризуются сравнительно высокой интенсивностью и слабой разрешенностью во времени. Это свидетельствует о том, что разрез дифференцирован по акустическим свойствам и может быть детально расчленен. Анализ кинематических и поляризационных характеристик PP волн из 4 пунктов взрыва позволил оценить поведение отражающих границ в окрестности глубокой скважины и получить сведения о строении исследуемой среды.

Прежде всего, установлено наличие разного воздымания по всем отражающим горизонтам в северо-

ного анализа, выбранное экспериментально, составило 34 и 40 мс.

Основные трудности при определении коэффициента затухания были связаны с учетом изменений условий возбуждения.

**Изучение поляризации P волны** выполняли в рамках модели линейно-поляризованных колебаний. Были изучены направления смещений, определяемые двумя углами в вертикальной (φ) и горизонтальной (ω) плоскостях. С этой целью была применена специальная программа, которая позволяет находить параметры поляризации в заданном временном окне. В качестве независимого контроля за правильностью определения углов с вертикалью (φ) были использованы данные о направлениях смещений в P волне в моменты времени, совпадающие с первым дискретом сигнала, а также с его первым экстремумом. Анализ полученных материалов показал хорошую их внутреннюю сходимость.

**Изучение геометрии границ.** Для получения сведений о геометрии границ в окрестности исследуемой скважины были использованы отраженные продольные (PP) и обменные (PS) волны.

Для построений применен метод полей времен в скважинной модификации, учитывающий изменение скоростного разреза в зависимости от глубины регистрации. Предварительные построения выполнены методом окружностей по сейсмограммам и временным разрезам ВСП.

западном направлении, что подтверждается различием в кажущихся скоростях и во временах прихода волн, зарегистрированных из юго-восточных и северо-западных пунктов взрыва.

Практически одинаковые значения кажущихся скоростей и времен регистрации одноименных отражений отмечены из ПВ 1 и ПВ 7.

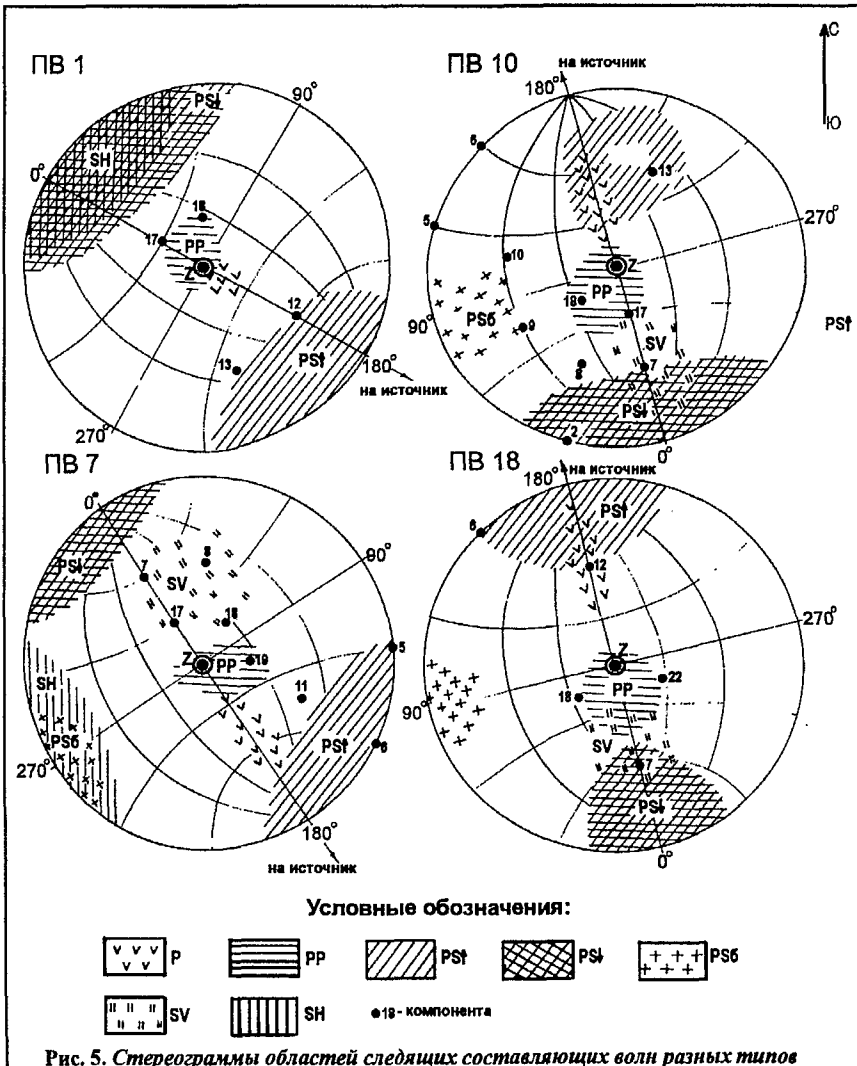
Для этих пунктов кажущаяся скорость ( $V^*$ ) незначительно отличается от истинной, что характерно для случая расположения пункта взрыва по направлению падения границ. При углах  $\varphi$ , близких к  $\frac{1}{2}\arctg \chi/H$ , отраженные лучи освещают небольшой участок границы, прилегающий к скважине.

Направление распространения отраженной волны при этом незначительно отклоняется от вертикали, что и обуславливает равенство кажущихся и истинных скоростей. Поляризационные характеристики продольных волн, зарегистрированных из ПВ 7, подтверждают характер пространственного залегания границ. Преобладающие направления полных векторов смещения для них локализованы в секторе:  $\omega = 140...170^\circ$  и  $\varphi = 0...30^\circ$ . С учетом соотношения областей прослеживания прямой и отраженных PP волн (рис. 5) для ПВ 7 построена примерная схема распространения их лучей, соответствующая распо-

ложению точек отражения и пункта взрыва по разные стороны от исследуемой скважины. Такая ситуация возможна только при расположении пункта взрыва по падению границ и для углов  $\varphi > \frac{1}{2}\arctg \chi/H$ . Для PP волн, регистрируемых из ПВ  $10^{00}$  и  $18^{60}$ , расположенных по восстанию границ, характерны повышенные кажущиеся скорости ( $V^* = 5000...8600$  м/с), а на годографах глубинных отражений отмечаются меньшие времена, чем по годографам из ПВ  $1^{00}$  и ПВ  $7^{00}$  от тех же границ. На участках вертикальных профилей, прилегающих непосредственно к границе, наблюдаются увеличение  $V^*$  до бесконечности и приближение направлений смещений к горизонту. Наиболее сложное поле продольных волн отмечается для ПВ  $10^{00}$ . Здесь на записях выделяются две группы волн с резко различающимися кажущимися скоростями, связанные, по-видимому, с криволинейностью отражающих границ. Об этом свидетельствуют и временные разрезы ВСП, полученные из всех четырех пунктов взрыва (рис. 6).

При наблюдениях из ПВ  $10^{00}$  и  $18^{60}$  отмечена еще одна особенность в распространении продольных волн, объясняющая в определенной степени возможную причину неудач наземной сейсмоки в исследуемом районе. Установлено, что при подходе к дневной

поверхности на глубине 150...200 м PP волнами формируется сильное поле обменных проходящих волн, которые доминируют в верхней части разреза. Из ПВ  $1^{00}$  и ПВ  $7^{00}$  подобный эффект не отмечен, а из ПВ  $18^{60}$  он выражен слабее, чем из ПВ  $10^{00}$ . Можно предположить, что углы подхода PP волн из ПВ  $10^{00}$  и  $18^{60}$  благоприятны для обмена продольной волны на поперечную. При этом играет роль как удаление ПВ, так и их расположение по восстанию отражающих границ. Учитывая последнее обстоятельство, можно рекомендовать при дальнейших наземных исследованиях МОГТ (Z-регистрация) в районе скв. 10—Угрице ориентировать систему наблюдений таким образом, чтобы пункты взрыва располагались относительно расстановки по направлению падения границ. В указанном случае лучи глубинных отражений при тех же удалениях взрыв — прием меньше отклоняются от вертикали, поэтому условия образования обменных волн менее благоприятны, что иллюстрируется материалами ПМ ВСП. В сложных сейсмогеологических условиях, когда характер пространственного залегания отражающих границ не известен, очевидно, наиболее целесообразно использовать



избыточную центральную систему наблюдений с удаленными ветками географов, а затем в процессе обработки исключить часть записей, на которых доминируют обменные волны.

Обменные отраженные  $PS$  волны приурочены в основном к палеозойским отложениям карбона и девона ( $H = 2330 \dots 3400$  м), причем глубины образования продольных и обменных волн совпадают. Выделяющаяся по интенсивности  $PS\uparrow$  волна соответствует кровле низкоскоростной эоцен-олигоценовой толщи ( $H = 1570$  м).

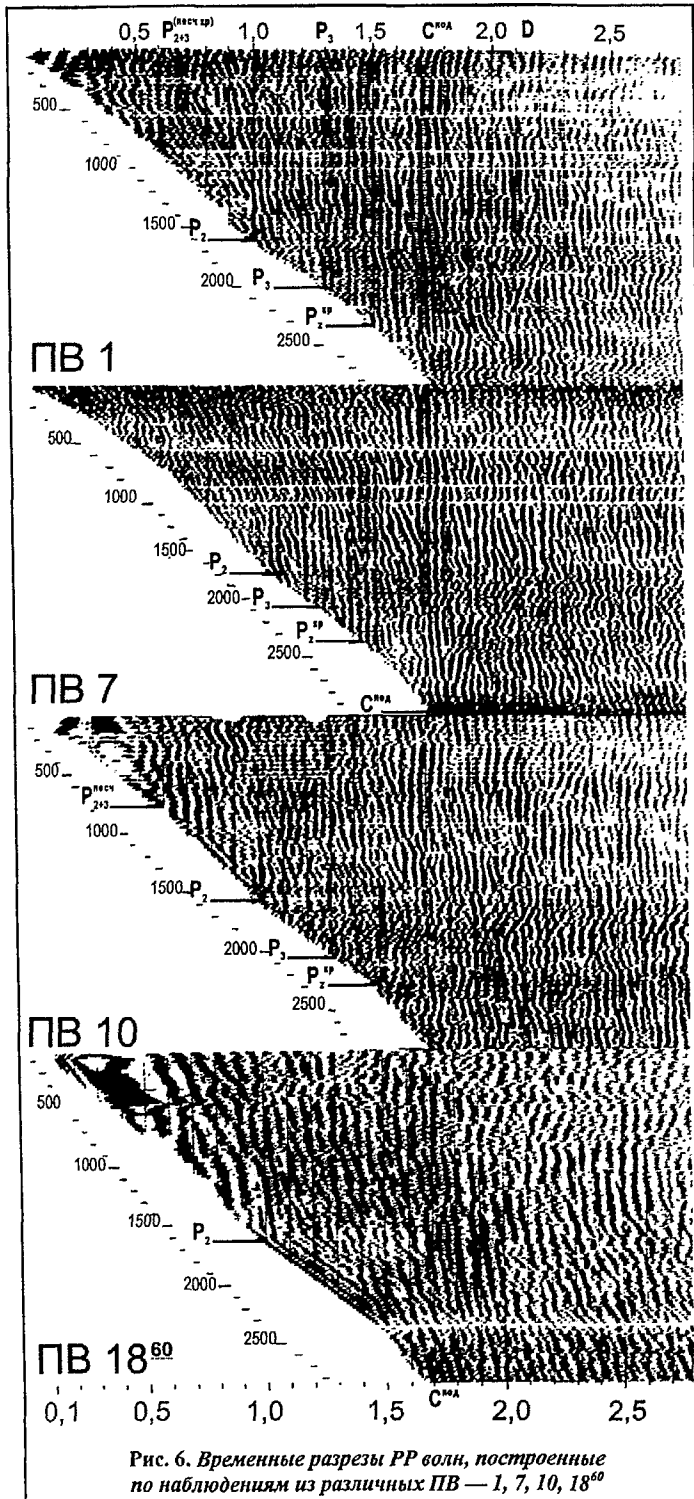


Рис. 6. Временные разрезы  $PP$  волн, построенные по наблюдениям из различных ПВ — 1, 7, 10,  $18^{60}$

Кинематика обменных отражений в отличие от  $PP$  волн для разных пунктов взрыва практически одинакова. Времена их прихода и кажущиеся скорости близки между собой. Анализ поляризационных характеристик  $PS\uparrow$  волн свидетельствует об азимутальных отклонениях их смещений относительно вертикальной лучевой плоскости  $P$  волны. Причем для всех пунктов взрыва величина и порядок азимутальных отклонений отраженных  $PS\uparrow$  волн совпадают с соответствующими им азимутами  $PP$  и  $PS\downarrow$  колебаний. Для ПВ 1 и ПВ 7 лучевые плоскости отраженных  $PP$  и  $PS\uparrow$  и проходящих  $PS\downarrow$  волн ориентированы в азимуте  $120 \dots 150^\circ$ , а для ПВ  $10^{00}$  и ПВ  $18^{60}$  — в азимуте  $340 \dots 20^\circ$ . Различия в азимутах отраженных волн, зарегистрированных из разных пунктов взрыва, обусловлены, вероятно, соответствующим расположением ПВ относительно границы  $Q$ . Выполненная система наблюдений недостаточна для однозначного определения направления простирания слоев. Тем не менее имеющиеся данные позволяют предполагать, что восстание границ ориентировано в северо-западном направлении в азимуте  $300 \dots 340^\circ$ .

Проходящие обменные  $PS\downarrow$  волны в основном связаны с верхней частью разреза ( $H = 100 + 200; 900 + 1000$  и  $1570$  м). Среди этих колебаний доминирует на записи волна от кровли низкоскоростной эоцен-олигоценовой толщи ( $1570$  м). Отметим, что существенное влияние на интенсивность волн оказывает взаимное расположение пунктов взрыва и скважины. В нижней части разреза выделена лишь одна обменная проходящая волна, приуроченная к подошве низкоскоростной эоцен-олигоценовой толщи ( $H = 2440$  м). Причем ее удастся проследить только с северного направления (ПВ  $10^{00}$  и  $18^{60}$ ), что обусловлено условиями преломления волн в низкоскоростной толще с углами наклона границ обмена. С южного ПВ  $7^{00}$ , расположенного по направлению падения границ,  $PS\downarrow$  волна от границы на глубине  $2440$  м не зарегистрирована, так как угол падения  $P$  волны на эту границу составляет всего  $5 \dots 10^\circ$ , в то время как для ПВ  $10^{00}$  и  $18^{60}$  с учетом наклона границы он достигает  $40 \dots 60^\circ$ . Наклон границы обуславливает также образование обменных отраженных и проходящих волн с ближнего пикета ПВ 1.

Обменные боковые  $PS_{бок}$  волны наблюдаются из удаленных пунктов взрыва и выделяются на тангенциальных составляющих. Совокупность кинематических и поляризационных характеристик этих волн позволяет отнести их к обменным отраженным в вертикальной или круто наклонной границе, расположенной западнее исследуемой скважины. По форме географов они близки к дифрагированным волнам, но, поскольку глубина их минимума увеличивается по мере удаления ПВ от скважины и близка (но несколько больше) к глубине минимума прямой  $S$

волны, это указывает на очевидность их образования в процессе отражения.

По материалам, полученным из ПВ 1, описываемые волны не наблюдаются, что можно объяснить нормальным падением луча на границу и неблагоприятными условиями для обмена.

Наибольшие трудности выделения и прослеживания боковых обменных волн связаны с их разделением с прямой  $S$  волной.

*Прямая поперечная волна* регистрируется из всех пунктов взрыва. По форме годографов она близка к боковым обменным волнам, поэтому их разделение удается только по поляризационным характеристикам, частотам и временам прихода.

*Прямая  $S$  волна* в отличие от  $PS$  выделяется в основном как волна типа  $SV$  на компонентах, лежащих в лучевой плоскости. Ее частоты в 2,0...2,5 раза ниже, чем у обменных волн, и составляют 15...25 Гц.

Из ПВ 7, кроме волны  $SV$ , прослежена составляющая  $SH$  поперечной волны на тангенциальных компонентах на временах, в 1,2...1,3 раза превышающих время волны  $SV$ .

Что касается поперечных отраженных волн, то их интенсивность существенно ниже, чем у остальных типов колебаний. Однако по своим кинематическим и поляризационным характеристикам они близки к обменным отраженным волнам, что затрудняет их выделение. Из отдельных пунктов взрыва прослежены поперечные отраженные волны от кровли и подошвы низкоскоростной эоцен-олигоценовой толщи.

*Поле помех* на вертикальном профиле представлено кратными монотипными и обменными волнами. Основную роль в их формировании играет низкоскоростная эоцен-олигоценовая толща. Продольные (падающие вниз и отраженные вверх) волны на ее кровле ( $H = 1540$  м) претерпевают обмен в процессе прохождения и отражения. Обменные проходящие волны на кровле — подошве эоцен-олигоценовой толщи и на более глубоких границах образуют поперечные отраженные волны типа  $PSS$  (см. рис. 4). Следует отметить также наличие многократных вторичных поперечных волн, распространяющихся между границами 1560 и 2400 м (см. рис. 3). Все эти колебания определяют структуру волнового поля на временах, превышающих 2,0 с. Прослеживанию основных групп продольных волн, представляющих разведочный интерес, они практически не мешают, но существенно влияют на выделение обменных отраженных волн, связанных с глубинными границами. Детальное изучение волнового поля с применением поляризационно-позиционной корреляции и приемов интерпретационной обработки материалов на ЭВМ обеспечило разделение поперечных отраженных волн и волн-помех.

*Скоростная характеристика разреза и упругодеформированные модели среды.* Данные о скоростях распространения продольных и поперечных волн получены по вертикальным годографам прямых  $P$  и  $S$ , а также обменных отраженных  $PS$  волн и

представлены графиками пластовых скоростей  $V_P$ ,  $V_{SV}$ ,  $V_{SH}$ , коэффициента анизотропии, отношения скоростей  $\gamma = V_S/V_P$  и интервальных скоростей  $V_P/V_S$ .

Пластовые скорости продольных волн от дневной поверхности до глубины 800 м возрастают от 1800 до 4200 м/с. В интервале глубин 840...1570 м, представленном песчаниками эоцена, они составляют 4000 м/с. В подменилитовых слоях и олигоценовых отложениях (1570...2220 м) пластовые скорости уменьшаются до 3100 м/с. В отложениях нижнего карбона, сложенных песчаниками, граувакками и плотными аргиллитами (глубины 2330...2550 м),  $V_{Ппл}$  имеют самые высокие значения — от 4500 до 5000 м/с в нижней части карбона (рис. 7).

Изменение скоростей  $V_{SV}$  и  $V_{SH}$  с глубиной несколько отличается от изменения скоростей продольных волн. От дневной поверхности до глубины 1570 м скорости волн  $V_S$  возрастают от 1200 до 2200 м/с. Далее происходит их уменьшение до 1200 м/с в подменилитовых слоях (1570...1900 м) и до 1550 м/с в олигоцене (1900...2200 м), а затем их увеличение до 2600 м/с в нижней части карбона (глубины 2590...2900 м).

Значительные различия в скоростях поперечных волн  $SV$  и  $SH$  свидетельствуют о сильных анизотропных свойствах среды. Максимальные значения коэффициента анизотропии поперечных волн ( $\alpha = V_{SH}/V_{SV}$ ) отмечаются в отложениях аргиллитов, жданичко-густопеческих слоях ( $\alpha = 0,67...0,70$ ) и подменилитовой толще ( $\alpha = 1,1...1,3$ ). В плотных песчаных эоценовых и карбонатных каменноугольных отложениях различие в скоростях  $V_{SH}$  и  $V_{SV}$  уменьшается соответственно до 0,95 и 1,15.

Параметр  $\gamma$  по глубине изменяется незначительно — от 0,4 до 0,58, причем для большей части разреза его величина практически постоянна (0,50...0,53). Полученные данные подтверждают слабую трещиноватость и высокую плотность вскрытых отложений. Исключение составляют аргиллиты подменилитовой толщи, где значения  $\gamma$  являются наименьшими и составляют 0,4. Можно предположить, что аргиллиты достаточно пористы и их поры заполнены водой. Незначительная аномалия  $\gamma = 0,58$  в интервале глубин 2260...2310 м не представляет интереса, так как находится в пределах точности измерений.

На графиках интервальных скоростей, определенных на скользящей базе в 80 м (рис. 8), выделены слои относительно меньшей толщины, чем на графиках пластовых скоростей. Это указывает на возможность более детального расчленения разреза по скоростным параметрам. Примерно такая же детальность достигается при расчленении разреза по значениям интервальной скорости поперечных волн. Сравнение интервальных скоростей продольных и поперечных волн показывает, что скоростные границы по  $P$  и  $S$  волнам в основном совпадают.

*Поглощающие свойства разреза.* Результаты изучения динамических параметров представлены графиками изменения с глубиной амплитуд прямой  $P$

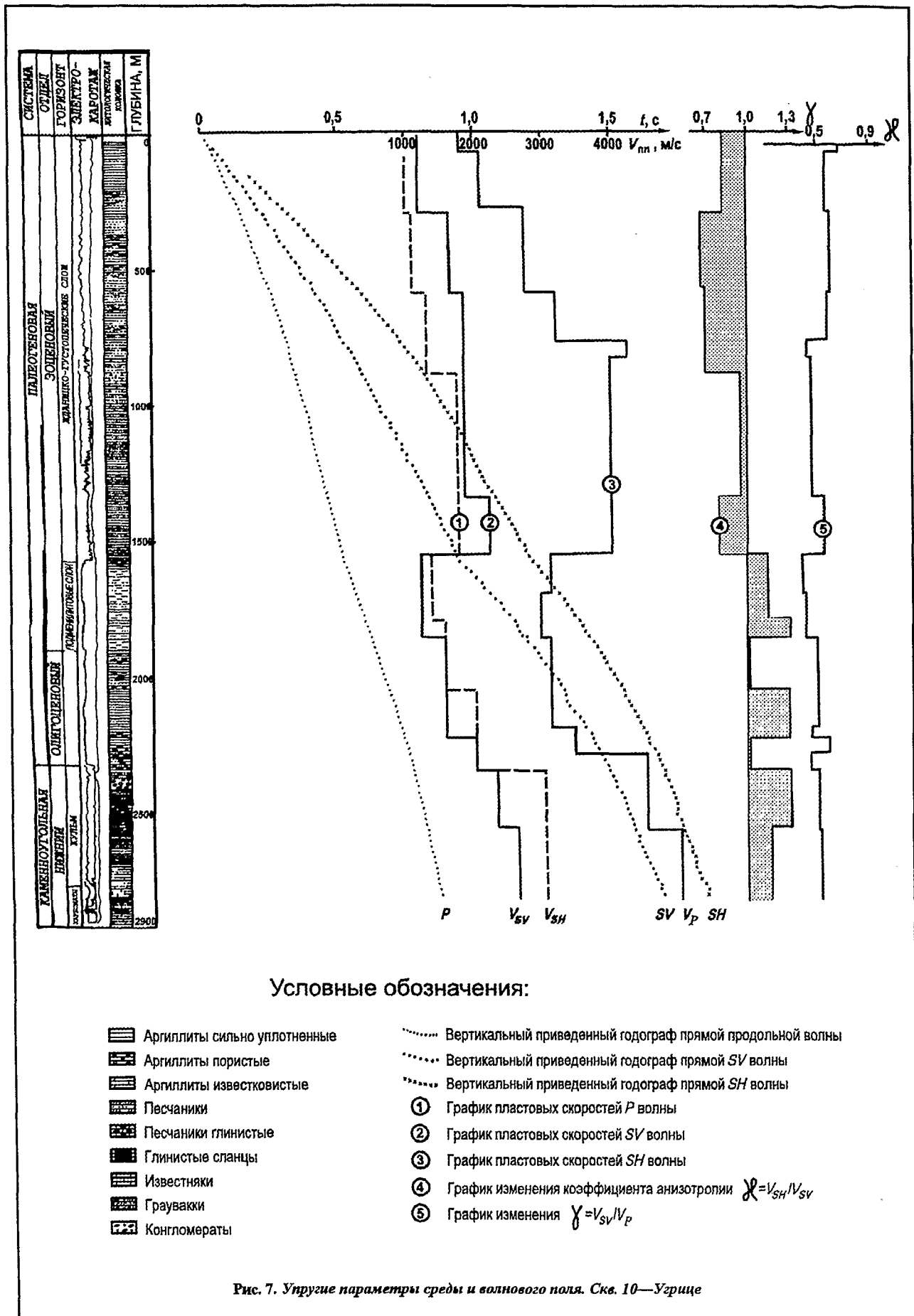


Рис. 7. Упругие параметры среды и волнового поля. Скв. 10—Угрлице



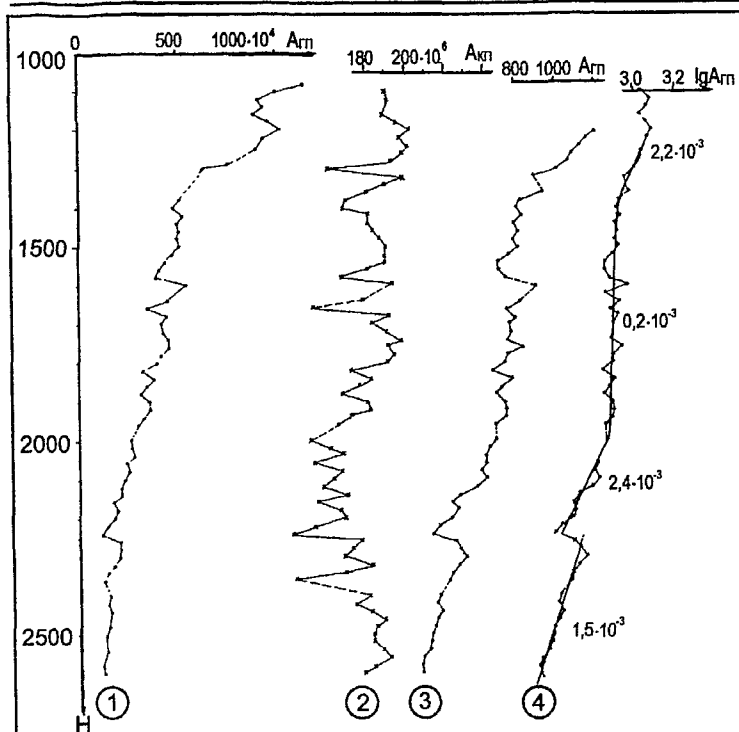


Рис. 9. Графики изменения амплитуд и эффективного затухания: графики изменения амплитуд: 1 — по данным глубинного прибора; 2 — по данным контрольного прибора; 3 — по данным прибора с учетом расхождения и нормировки  $A_{гп} H$ ; 4 — график изменения коэффициента эффективного затухания

Их изучение позволяет получать детальные сведения о среде, поскольку изменение направлений движения частиц может быть обусловлено особенностями скоростного и структурного строения среды. На графиках  $\gamma(H)$ , построенных для всех ПВ, и  $\omega(H)$  для двух ПВ ( $1^{00}$  и  $7^{00}$ ) отмечены существенные изменения  $\gamma$  и  $\omega$  вдоль вертикального профиля и выявлена их тесная связь с исследуемым разрезом. В частности, для всех ПВ по графикам  $\gamma(H)$  уверенно выделяется низкоскоростная толща эоцен-олигоцена на глубинах 1560...2320 м повышенными значениями  $\gamma$  (рис. 10). Причем в верхней части разреза скачок в значениях  $\gamma$  достигает  $15...25^\circ$  и отражает переход волны из слоя с большей в слой с меньшей скоростью. Наблюдаемое на глубинах 1900...2000 м некоторое уменьшение  $\gamma$ , очевидно, связано с локальным увеличением скорости. Из пунктов взрыва  $10^{00}$  и  $18^{60}$  отмечается резкая граница на глубине около 1300 м с перепадом угла  $\gamma$  в  $5...20^\circ$ . Эта граница по поляризации  $P$  волны из других ПВ проявляется слабее, а отраженные волны, связанные с ней, являются малоинтенсивными.

Скачки угла  $\gamma$  при переходе из одного слоя в другой были использованы для определения наклона границ, приуроченных к кровле и подошве низкоскоростной толщи. Расчеты выполняли численным решением уравнения

$$\gamma = \arcsin[V_{P_1} / V_{P_2} \sin(\psi + \gamma_{P_2})] - \gamma_{P_1},$$

где  $\psi$  — угол наклона (положительный при расположении ПВ по восстанью);

$V_{P_1}$  и  $V_{P_2}$  — пластовые скорости;

$\gamma_{P_1}$  и  $\gamma_{P_2}$  — направления смещений выше и ниже исследуемой границы.

На глубине 1560 м (кровля слоя), характеризующейся скачком скоростей от 3,0 до 4,4 км/с, углы  $\psi$ , определенные по значениям  $\gamma_P$  для ПВ  $7^{00}$ ,  $10^{00}$  и  $18^{60}$ , равны соответственно 5, 7 и  $10^\circ$ . На подошве слоя при скачке скоростей от 3,45 до 4,5 км/с значения углов  $\psi$  возрастают соответственно до 25, 17 и  $15^\circ$ . Поскольку направление пункта взрыва — устье скважины не совпадает с простиранием пород, углы  $\psi$  характеризуют кажущийся угол наклона границ. Поэтому в значениях угла  $\psi$ , вычисленных для разных ПВ, отмечается некоторое различие. Тем не менее они близки к результатам построений с использованием кинематики отраженных волн.

Для получения сведений о строении среды существенный интерес представляют также азимуты направлений смещений, которые определяются как наклоном границ, так и их пространственным залеганием. В связи с тем что наблюдения выполнены снарядом без датчика ориентировки, при их интерпретации использованы не абсолютные значения, а разность азимутов для двух ПВ ( $1^{00}$  и  $7^{00}$ ), отработанных при одном и том же положении скважинного зонда. По полученной зависимости  $\Delta\omega(H)$  в разрезе выделен ряд интервалов (0...950, 950...1550, 1700...2100 и 2450...2800 м), характеризующихся относительной стабильностью величин  $\Delta\omega$  — 20, 100...120, 170...200, 220...260 и  $140...180^\circ$ . Для верхней части разреза (глубины 0...950 м) разность азимутов направлений на пункты взрыва на дневной поверхности  $\Delta\omega = 27^\circ$ , что связано с отсутствием здесь наклонных преломляющих границ. Систематические азимутальные отклонения, наблюдаемые по  $P$  волне в более глубоких интервалах разреза, отражают в целом несогласное поведение границ, проявляющееся не только в углах наклона, но и в направлениях их простирания.

Таким образом, использование траектории движения частиц показало возможность получения дополнительных сведений о среде и строении разреза, что особенно важно в условиях сложнопостроенных сред, где интерпретация сейсмических волн по кинематическим признакам не всегда однозначна.

**Структурные построения.** В результате построений с учетом данных бурения получен разрез по линии  $A-A$ , проходящий через все пункты взрыва и устье скв. 10—Угрице (рис. 11). На разрезе в общих чертах освещается строение толщи пород от эоцен-олигоцена до карбона. Наиболее глубокие отражающие границы связываются с девонскими отложениями, не вскрытыми скважиной. Годографы этих волн имеют небольшую протяженность (не более 400 м)

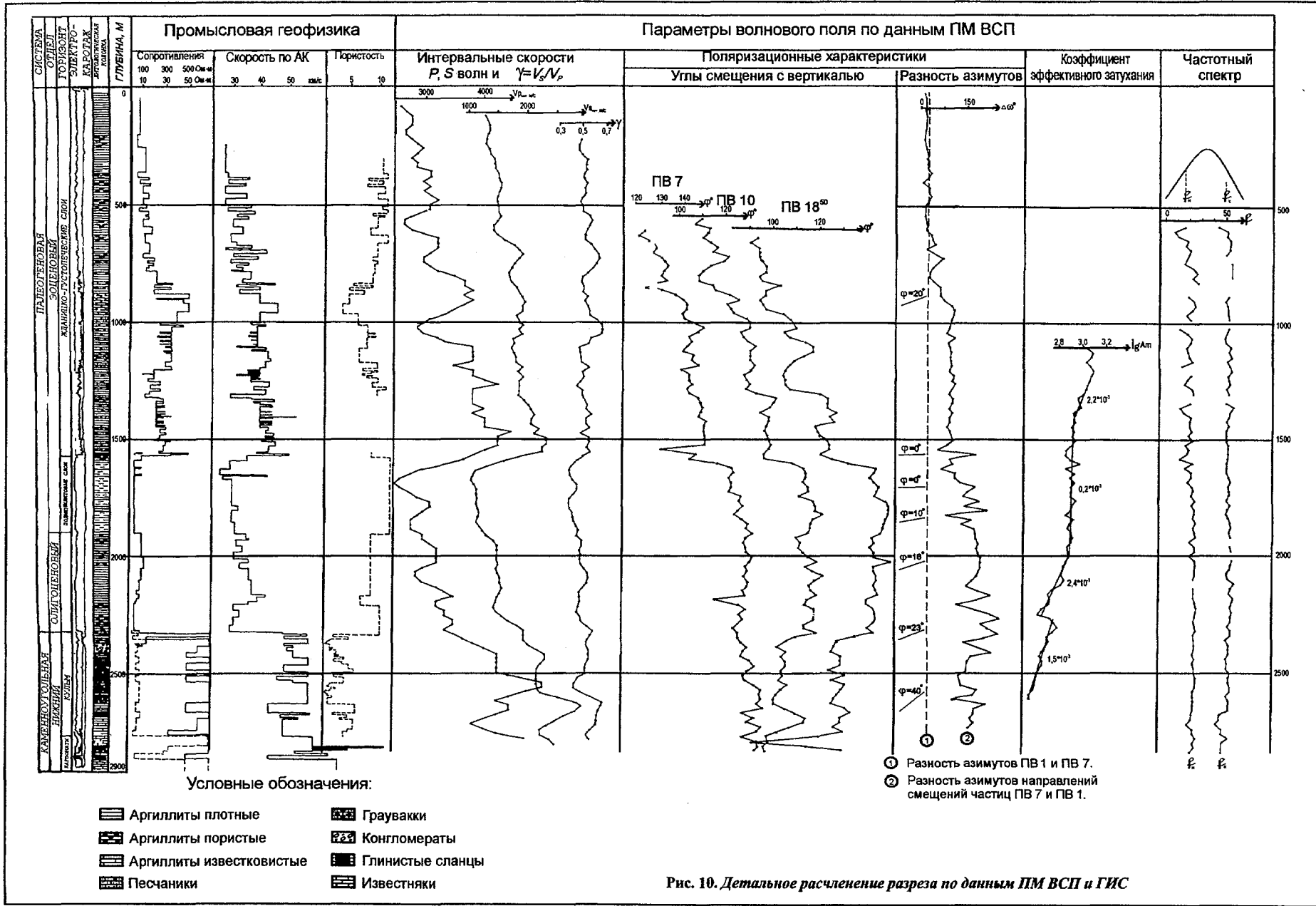
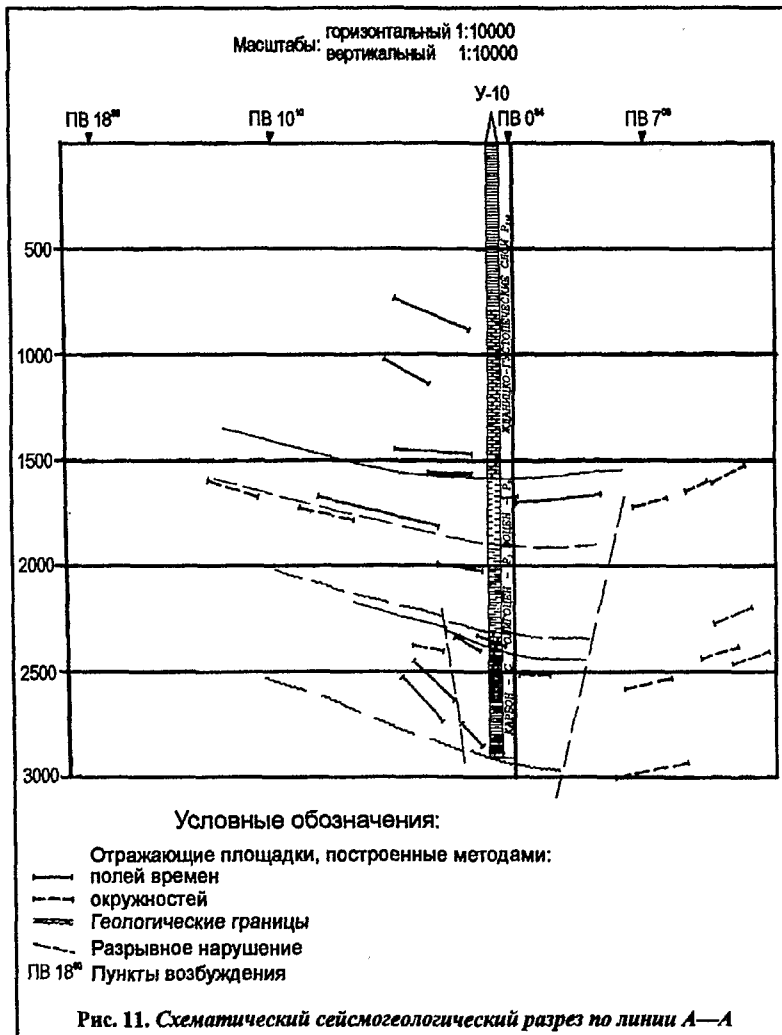


Рис. 10. Детальное расчленение разреза по данным ПМ ВСП и ГИС



и отображают, прежде всего, сложное внутреннее строение девона. Такой же характер прослеживания наблюдается для волн, отраженных от более мелких границ. В целом же, судя по поведению отражающих границ (см. рис. 11), среда имеет блоковое строение несогласно залегающих разновозрастных пород, образованное совокупностью разрывных нарушений типа сброса и надвига. Так, в интервале глубин 1000...1400 м углы наклона границ достигают 20°, в подменилитовых отложениях углы наклона уменьшаются до 5°. В центральной части профиля, в районе расположения скв. 10—Угрице, по всем отложениям отмечается синклинальный прогиб слоев, который подтверждается данными о поляризации сейсмических волн. Несколько круче залегает поверхность автохтонного олигоцена (линия надвига). Размытая поверхность карбона залегает с углами наклона до 20°.

Значения углов из разных ПВ близки между собой и совпадают с углами наклона построенных границ. Эти данные также хорошо согласуются с направлениями смещений в вертикальной плоскости на графике  $\gamma(H)$  для ПВ 7 (глубина 2320 м, см. рис. 10), где прямая Р волна пересекает отражающую границу практически под прямым углом. На глубине 2320 м значение угла  $\gamma$  составляет 163°, что соответствует

углу наклона отражающей границы, равному 17°. В толще карбона в юго-восточном и северо-западном направлениях по всем отражающим границам наблюдается воздымание слоев под углом 5°. Одновременно с этим на разрезе в его нижней части (девон) выделяются отдельные элементы со значительно большими углами наклона, что характеризует несогласное залегание отложений карбона и девона (см. рис. 11). Можно отметить, что скв. 10—Угрице, по всей видимости, расположена в неблагоприятных структурных условиях. Для решения задачи изучения структурного плана в окрестности глубокой скважины, прежде всего, необходимо развитие более плотных пространственных систем наблюдений.

**Совместный анализ данных бурения, промысловой геофизики и сейсмологии.** Совместное рассмотрение геологических, промыслово-геофизических и сейсмических параметров позволяет получить более полное представление об исследуемом разрезе, в частности о литологии и толщине пород, наличии коллекторов и их продуктивности.

Поэтому, кроме сейсмических данных, при интерпретации были использованы имеющиеся материалы промысловой геофизики, в частности данные БКЗ и БК, кривые  $\rho_x$  и ПС, ГК и НГК, ГГК, АК, кавернометрии и удельных сопротивлений глинистого раствора, по которым были определены интервальные скорости, кажущиеся сопротивления и пористость (качественно).

При анализе кинематических и поляризационных характеристик (см. рис. 10), прежде всего, были отмечены в разрезе наиболее резкие границы раздела пластов. К ним относятся кровля (780 м) и подошва (1560 м) плотных песчаников эоцена, а также поверхность карбона (2320 м). Достоверность выполненного расчленения разреза подтверждается тем, что как по интервальным скоростям, так и по углам смещений с вертикалью эти границы совпадают между собой и с данными промысловой геофизики и акустики. Вместе с тем изучение параметров поляризации показывает, что имеются возможности для более детального расчленения разреза в пределах выделенных толщ карбона, эоцена и олигоцена. В частности, в интервале глубин 2750...2800 м залегают высокоомные известняки, проявляющиеся на графиках  $\gamma(H)$  из ПВ 10<sup>00</sup> и 18<sup>60</sup> резкими изменениями направлений смещений (уменьшением углов). На глубинах 2650...2750 м относительно низкоскоростные глинистые сланцы отмечаются увеличением значений  $\gamma$ .

Глинистые сланцы карбона (2400...2550 м) характеризуются как менее плотные и сравнительно

низкоскоростные породы по сравнению с выше- и нижележащими песчаниками и граувакками.

Породы автохтонного олигоцена и подменилитовые слои эоцена определяются на графиках общим значительным возрастанием углов  $\gamma$ . Однако и в этой низкоскоростной толще аргиллитов средю можно разбить на ряд отдельных плотных слоев небольшой толщины, связанных с глубинами 1920...1980 и 2160...2200 м. На глубине 1560 м отмечается резкое уменьшение углов  $\gamma$ , обусловленное в этой части разреза повышенными значениями скоростей. С глубины 1560 м и выше разрез представлен чередованием тонких пластов с разными физическими свойствами. В интервале глубин 1300...1400 м по  $V_{\text{инт.}}$  и углам смещений с вертикалью можно выделить пористые аргиллиты, на глубине 1220...1250 м — плотные песчаники.

Очевидно, что по наблюдениям ПМ ВСП в скв. 10—Угрице, выполненным с шагом 20 м, невозможно обеспечить изучение геологического разреза с детальностью, характерной для промыслово-геофизических исследований. Тем не менее сравнительный анализ полученных данных позволяет считать, что по сейсмическим параметрам (поляризация,  $V_{\text{инт.}}$  и др.) возможно выделение пластов, отличающихся упругими характеристиками.

В целом совместное рассмотрение данных промысловой геофизики и сейсмоки (коэффициенты  $\lambda_{\text{эф.}}$ ,  $\gamma = V_S/V_P$ , ширина спектра,  $V_{\text{инт.}}$  и направление смещений в  $P$  волне) показывает, что в разрезе скв. 10—Угрице, по-видимому, отсутствуют высокоперспективные зоны нефтегазонасыщения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опробование поляризационного метода ВСП с целью изучения строения околоскважинного пространства в условиях Западного склона Предкарпатского краевого прогиба на площади Угрице (скв. 10) показало, что зарегистрированное волновое поле характеризуется большой сложностью, обусловленной интерференцией волн различной природы и типов, распространяющихся в пространстве с разными скоростями. Выделены и прослежены основные группы сейсмических волн ( $P$ ,  $S$ ,  $PP$ ,  $PS$  и др.).

В результате их изучения и детального анализа установлено, что вертикальная  $Z$ -составляющая не всегда является доминирующей для продольных волн, особенно для глубинных отражений, связанных с палеозойскими отложениями. Основными помехами, нарушающими корреляцию целевых  $PP$  волн на вертикальном профиле, являются колебания поперечного типа, среди которых наиболее интенсивны прямые поперечные и обменные волны. Весьма существенное влияние на волновое поле оказывает низкоскоростная эоцен-олигоценовая толща, в которой распространяется большое количество восходящих и нисходящих волн обменного типа, занимающих практически весь временной интервал записи.

Показана возможность прослеживания  $PP$  волн, представляющих разведочный интерес, по наблюдениям из всех пунктов взрыва. Во вскрытой части разреза выделены продольные отражения, связанные с кровлей и подошвой карбона. От границ, расположенных ниже забоя скважины, прослежены  $PP$  волны, относимые условно к горизонтам в девонской толще и к поверхности кристаллического фундамента.

Установлено, что границы обмена  $PS$  волн и границы отражения  $PP$  волн, особенно в глубинной части разреза, совпадают. Комбинированная селекция волн по признакам поляризации, частоты и скорости позволяет проследить отраженные волны непосредственно до границ их формирования и тем самым повысить надежность стратиграфической привязки отражающих горизонтов.

При совместной интерпретации выделенных волн ( $P$ ,  $S$ ,  $PS$ ) обеспечивается возможность получения дополнительных данных о среде. Изучены упругие характеристики разреза и установлена разная дифференциация по скоростям  $V_P$  и  $V_S$ . Показано, что перепады скоростей на границах разновозрастных пород достигают по продольным волнам 2500 м/с, а по поперечным — 500...600 м/с.

При этом выявлена сильная анизотропия скоростей  $V_S$ , что является причиной образования двух типов поперечных волн —  $SV$  и  $SH$ .

Коэффициент анизотропии скоростей ( $\alpha = V_{SH}/V_{SV}$ ) меняется вдоль вертикального профиля (сверху вниз) от 0,67 до 1,3, что отражает наличие в разрезе разновозрастных пород с отличающимися физическими свойствами.

Показано, что в условиях исследуемого разреза затухание сейсмических волн в диапазоне частот 20...60 Гц невелико и изменяется в пределах  $0,2...2,4 \cdot 10^{-3}$ .

Подтверждено, что поляризация колебаний сейсмических волн тесно связана со строением среды и тонко реагирует на его изменения. В частности, изучение направлений смещений в первой продольной волне позволило выделить в разрезе участки со сменной физическими свойствами и оценить углы наклона отражающих границ.

Построенные по данным кинематики  $PP$  и  $PS$  волн временные и глубинный разрезы позволяют предполагать, что скв. 10—Угрице расположена не в оптимальных структурных условиях. Результаты совместного анализа данных промысловой геофизики и сейсмического волнового поля свидетельствуют об отсутствии во вскрытой части разреза нефтегазонасыщенных коллекторов. Таким образом, выполненными работами показана эффективность поляризационного метода ВСП при изучении сложнопостроенной площади Угрице.

Полученные результаты позволяют рекомендовать продолжение опытно-методических работ ПМ ВСП в сложных средах (как в скважинных условиях, так и на дневной поверхности) с целью детального изучения перспективных геологических разрезов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гальперин Е.И. Азимутальный метод сейсмических наблюдений. — М.: Гостотехиздат, 1955. — 80 с.
2. Гальперин Е.И. Вертикальное сейсмическое профилирование. — М.: Недра, 1971. — 263 с.
3. Гальперин Е.И. Поляризационный метод сейсмических исследований. — М.: Недра, 1977. — 267 с.
4. Динамические характеристики сейсмических волн в реальных средах / И. С. Берзон, А. М. Етинатьева, Г. Н. Парийская, С. П. Стародубровская. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 511 с.
5. Способ построения отражающих границ по данным ВСП в сложнопостроенных средах / Ю. Д. Мирзоян, Г. Е. Руденко, В. Я. Ойфа, Б. И. Яблоновский // Ядерно-геофизические и геоакустические исследования скважин на нефть и газ. — М.: ОНТИ, 1977. — С. 116—129.
6. Построение временных разрезов по данным скважинных сейсмических наблюдений / Г. Е. Руденко, Л. Л. Худзинский, Ю. Д. Мирзоян, Э. Я. Куценко // Изв. вузов. Геология и разведка. — 1975. — № 6.

## РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 622.276.4

### ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПАВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ЭМУЛЬСИОННЫХ МЕТОДАХ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ

А.Н. Шакиров, О.З. Исмагилов, В.Г. Козин, Н.Ю. Башкирцева, Л.А. Гараев  
(ОАО "Татнефтеотдача", Казанский государственный технологический университет)

Мицеллярные растворы, используемые в технологиях увеличения нефтеотдачи пластов, должны обладать высокой устойчивостью и хорошей моющей способностью. Исследованы коллоидно-химические свойства промышленно выпускаемых поверхностно-активных веществ:

- оксизетилированных алкилфенолов,
- оксизетилированных высших спиртов,
- оксизетилированных жирных кислот.

Определены изотермы межфазного натяжения на границе водный раствор ПАВ — воздух, водный раствор ПАВ — нефть. Выявлена область критической концентрации мицеллообразования растворов (ККМ), характеризующая эмульгирующую способность ПАВ. Подобраны ПАВ, максимально снижающие межфазное натяжение.

В связи с тем что добываемые нефти подразделяются по типу основания на парафинистые и смолисто-асфальтеновые, была исследована смачивающая способность растворов ПАВ асфальтосмолистой и парафиновой поверхностей. Изучено изменение фазовой проницаемости модели пласта при закачке мицеллярного раствора. Растворы показали хорошую смачивающую способность, обусловленную высокой адсорбционной способностью ПАВ.

Применение мицеллярных растворов на основе неионогенных поверхностно-активных веществ, обладающих высокой смачивающей и моющей способностью, позволит эффективно извлекать капиллярно-удерживаемую и пленочную нефть, что было доказано при исследовании нефтewытесняющей способности мицеллярных растворов на моделях пласта. Их закачка в лабораторных условиях позволяет достичь 95 % нефтеотдачи.

The micellar solutions used in technologies of increase of oil-extruding of layers, should have high stability and good washing ability. Colloid-chemical properties of some industrially let out surface-active substances are investigated:

- hydroxyethylated alkyl phenol,
- hydroxyethylated fat spirits,
- hydroxyethylated fat acids.

Isotherms of an interphase tension on border a water solution of surfase-active substances (SAS) — air, a water solution of SAS — petroleum are determined. The area of critical concentration of micelle-formation of solutions (CCM), describing emulsifying ability of SAS is revealed. SAS as much as possible lowering an interphase tension are picked up.

Taking into account that fact, that extracted petroleum are subdivided as the basis on paraffinaceous and asphaltene-resinous, moistening ability of solutions of SAS of a asphaltene-resinous and paraffin surface was investigated. Change of phase permeability of model of a layer is investigated at injection of the micellar solution. Solutions have shown good moistening ability, caused by high adsorptive ability of SAS.

Application of the micellar solutions on a basis of the nonionic SAS having high moistening and washing ability, will effectively allow to take capillary-confined and film petroleum that was proved by research of oil-extruding abilities of the micellar solutions on models of a layer. The injection of them in laboratory conditions allows to reach 95 % oil-extraction.

В последнее десятилетие большинство месторождений вступило в позднюю или завершающую стадию эксплуатации. Постепенное ухудшение структуры разведанных запасов, выработка и истощение разрабатываемых месторождений приводят к неуклонному увеличению доли запасов трудноизвлекаемой нефти в общем балансе сырьевой базы. Происходит снижение дебитов нефти в добывающих скважинах с неуклонным ростом обводненности добы-

ваемой продукции. Вследствие этого доизвлечение остаточных запасов углеводородов с использованием традиционных систем разработки, применяемых на промыслах методов повышения нефтеотдачи пластов и интенсификации добычи нефти становится затруднительным.

Поддержание текущих темпов добычи обеспечивается за счет геолого-разведочных работ, разработки более мелких месторождений и залежей, для вы-