

## СЕЙСМИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### Развитие сейсморазведки

В современной сейсмической разведке используются записи преломленных и отраженных упругих волн. Мысль об использовании преломленных волн для целей разведки явилась следствием развития науки о землетрясениях — сейсмологии. Русскими учеными достигнуты наибольшие успехи в области сейсмологии, которая развита до уровня подлинной науки в начале XX века русским ученым акад. Б. Б. Голицыным.

В Советском Союзе записи преломленных волн, возникающих при искусственных землетрясениях-взрывах, стали производиться с 1925 г. Некоторые основы теории интерпретации годографов преломленных волн дали в то время П. П. Лазарев и А. И. Заборовский.

С целью поисков нефтяных месторождений сейсмические исследования впервые были применены в 1929 г. Сейсмологическим институтом АН СССР (П. М. Никифоров, Е. А. Коридалин и Н. В. Райко) в Грозненском нефтеносном районе. В течение ряда последующих лет, до 1935 г., проведено несколько десятков сейсмических работ с целью поисков нефтяных месторождений. Большая часть этих работ была направлена на изучение поверхности соляных ядер куполов в Прикаспийской депрессии и на изучение поверхности гидрхимических осадков в Башкирском и Молотовском Приуралье.

Несмотря на то, что названные объекты наиболее благоприятны для применения метода первых вступлений преломленных волн, техническое несовершенство сейсморазведки того времени приводило к тому, что получаемые сведения о геологическом строении были весьма скудными, а нередко и ошибочными.

Слабая эффективность сейсморазведки того времени обусловила медленный рост числа сейсмических партий и стимулировала поиски новых путей усовершенствования метода, включая развитие метода отраженных волн.

Мысль об использовании записей отраженных сейсмических волн для изучения геологического строения была высказана в 1923 г. советским изобретателем В. С. Воюцким. Однако в то время не были разработаны способы записей отраженных волн, так как существовавшие тогда аппаратура и методы производства записей не позволяли выделять последующих вступлений, кроме первых вступлений прямых или преломленных волн.

Исследования, имевшие целью запись отраженных волн, начаты в Советском Союзе в 1934 г. созданной в этом году специализированной геофизической организацией — Всесоюзной конторой геофизических разведок — ВКГР (с 1939 г. Государственный союзный геофизический трест — ГСГТ) под руководством С. Ф. Больших и Сейсмологическим институтом АН СССР под руководством Е. А. Коридалина. В ходе этих исследований были записаны отраженные волны и намечены пути развития аппаратуры и разработки методики для получения записей, пригодных для геологической интерпретации.

В 1935 г. ВКГР были построены и применены для поисков нефтяных месторождений сейсморазведочные станции на автомашинах. Аппаратура этих станций обеспечивала производство записи отраженных волн. Объем работ и качество записей, выполненных в 1935 г., позволили провести геологическую интерпретацию сейсмических исследований. Сейсморазведочные станции в 1935 г. были созданы при активном участии Г. А. Гамбурцева, Л. А. Рябинкина, В. Ф. Шаскольского и др. Одновременно были созданы самоходные буровые агрегаты.

В связи с недостатками сейсмических станций первых образцов и отсутствием опыта в проведении сейсмических работ по методу отраженных волн производительность партий была незначительной: сейсморазведочная партия выполняла 20—30 км профилей за сезон. Результаты сейсмической разведки также не удовлетворяли запросам нефтяной промышленности. Работы по дальнейшему усовершенствованию техники и методики записей отраженных волн были сосредоточены в ВКГР—ГСГТ.

Выделение отраженных волн представляет значительные трудности потому, что к сейсмограммам совместно с этими волнами приходят многие другие, поэтому запись совокупности сейсмических волн имеет очень сложную форму. С целью ее упрощения принимаются специальные меры, важнейшими из которых являются следующие.

1. Производство взрывов в скважинах. Это позволяет поместить взрывчатое вещество в такие породы, в которых сила взрыва используется наиболее эффективно. Благоприятными породами оказываются влажные глины, менее благоприятными — суглинки. К числу пород, не благоприятных для производства взрывов, относятся сухие пески, супеси, лёссовидные суглинки, галечники, а также песчаники, известняки и т. п. Насыщение породы водой почти всегда улучшает условия возбуждения сейсмических волн. В то же время помещение заряда

в скважину способствует уменьшению некоторых волн-помех в связи с удалением точки взрыва от земной поверхности.

2. Частотная селекция. Во многих случаях разные волны имеют разную частоту. Построив аппаратуру с регулируемой частотной избирательностью, можно записать волны определенной частоты, а волны, имеющие другие частоты, будут при этом ослаблены или вовсе не записаны.

3. Выбор целесообразных пространственных соотношений между точками взрывов и местами установки сейсмографов. Это мероприятие основано на различии в скорости распространения волн различных типов и на неодинаковом их затухании.

После 1935 г. работы по усовершенствованию техники и методики записей отраженных волн проходили следующие этапы.

1. Создание сейсморазведочной аппаратуры, снабженной регулятором амплитуд и обладающей переменной частотной избирательностью. Значительные результаты в этом отношении были достигнуты в 1939 г. (В. С. Воюцкий, А. А. Дроздов, Л. А. Рябинкин и др.).

2. Постройка многоканальных сейсмических станций с использованием электромагнитного затухания в гальванометрах и сейсмографах. Эти работы были выполнены при активном участии инженеров А. А. Дацкевича, В. Д. Завьялова, Д. В. Цветкова и др. Организация серийного изготовления многоканальных сейсмостанций (А. А. Дроздов, А. П. Петров, В. П. Червонабаб, Л. К. Шведчиков и др.).

Одновременно с совершенствованием аппаратуры разработаны рациональные системы наблюдений и методы обработки записей. К числу первых принадлежат: непрерывное профилирование с короткими и удлиненными годографами; система с двойным прослеживанием отражающего горизонта; крестовые сейсмозондирования, позволяющие определять элементы залегания отражающего горизонта в пространстве. В число усовершенствованных методов обработки входят: разработка способов определения средних скоростей по записям отраженных волн и развитие способов измерения этих скоростей при помощи скважинных сейсмографов; использование скважинных сейсмографов для определения элементов залегания преломляющих поверхностей; учет кривизны сейсмических лучей, анизотропии слоев и пр. Видная роль в разработке этих вопросов принадлежит инженерам и научным работникам А. И. Богданову, И. К. Купалову-Ярополку, Н. Н. Пузыреву, В. Н. Рудневу, С. Д. Шушакову и другим.

Успехи, достигнутые в технике и методике записей отраженных волн, послужили основанием для усовершенствования метода преломленных волн; последнее шло по пути выделения не только первых, но и последующих вступлений этих волн.

Общее значение сейсмических методов столь возросло, что отдельные проблемы, связанные с развитием этих методов, были включены в тематику институтов АН СССР. В сейсмиче-

ской лаборатории Института теоретической геофизики АН СССР под руководством Г. А. Гамбурцева изучались вопросы распространения упругих волн в слоистых средах и были разработаны основы корреляционного метода преломленных волн (КМПВ) (Гамбурцев Г. А., Ризниченко Ю. В. и др.). Этот метод был широко опробован нефтепоисковыми сейсмическими партиями в различных нефтеносных районах страны.

Благодаря произведенным усовершенствованиям сейсмический метод разведки очень быстро стал весьма эффективным и во многих нефтеносных районах с успехом применяется для поисков и разведки нефтяных месторождений.

Из большого числа выполненных сейсморазведочных работ лишь незначительная часть не могла быть использована для геологической интерпретации.

Большая часть неэффективных работ относится к Башкирскому Приуралью, где сейсморазведка встретила с непреодолимыми трудностями.

К числу сейсморазведочных работ, результаты которых имеют большое экономическое значение, принадлежат работы, выполненные на Апшеронском полуострове. В Урало-Эмбенском нефтеносном районе результаты сейсморазведки в корне изменили существовавшие представления о строении куполов и позволили правильно ориентировать глубокое бурение.

В результате сейсморазведки значительно расширены перспективы месторождений Туркмении.

Значительная часть сейсмических работ была проверена глубоким бурением.

### **Применение метода к решению геолого-разведочных задач в нефтеносных районах**

По результатам, практически достигнутым сейсморазведкой при решении геолого-разведочных задач, нефтеносные районы могут быть разделены на следующие четыре группы:

1) районы, в которых сейсморазведка в настоящее время решает основные вопросы поисков и подготовки структур к промышленной разведке;

2) районы, для которых доказана применимость сейсморазведки, но где она еще не проявила себя как основной метод поисков и подготовки структур к промышленной разведке;

3) районы, в которых применение сейсморазведки затруднено, а возможности ее применения не выяснены;

4) районы, в которых выяснилась неприменимость сейсморазведки.

К первой группе относятся следующие районы: Закаспийская низменность; Азербайджан (с прилегающей к нему прибрежной полосой Каспийского моря), за исключением предгорной части Кировабадского нефтеносного района; Дагестан, кроме предгорной части; Терская нефтеносная область, кроме

передовых хребтов; Ставропольское плато; Кубанская депрессия; Прикаспийская депрессия, зона распространения тортонских слоев Предкарпатского прогиба и др.

За исключением Прикаспийской депрессии, геологическое строение перечисленных районов в общем весьма сходно. Оно определяется принадлежностью районов к геосинклинальным областям, отличающимся большой мощностью третичных осадков, слои которых образуют различные складки. Существенно, что вся толща третичных слоев представлена преимущественно мягкими песчано-глинистыми отложениями, незначительно различающимися по скоростям сейсмических волн.

В этих районах верхняя часть разреза также не содержит твердых пород. Исключением в этом отношении является Апшеронский полуостров, в некоторых местах которого на поверхности развиты известняки.

Прикаспийская депрессия отличается проявлением соляной тектоники. Слои, покрывающие соль и сложенные в куполовидные складки, здесь также состоят из мягких пород.

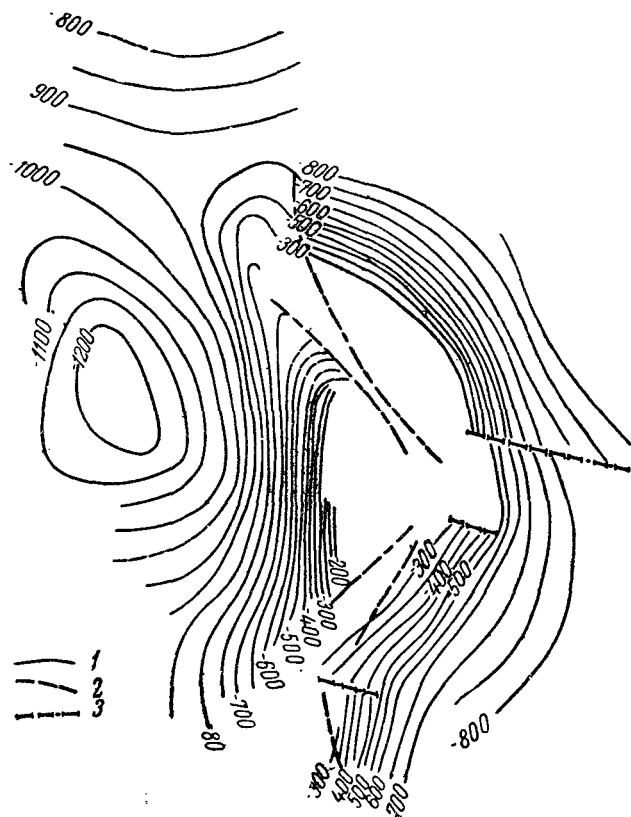
Наиболее полные результаты сейсморазведки дает в Прикаспийской депрессии, где этим методом изучена весьма большая территория, включающая как купола, так и межкупольные области. Методом отраженных волн почти повсеместно хорошо прослеживается подошва неокомских отложений. Запись сейсмических волн, отраженных от этого горизонта, настолько отчетлива и своеобразна, что по ней довольно легко опознается этот геологический горизонт даже при нарушении непрерывности его прослеживания вдоль профиля. Возможность опознавания на сейсмических записях волн, отраженных от подошвы неокомских отложений на разных полях купола, отделенных сбросами, позволяет строить полную структурную карту всего купола в целом. Ограничение в этом отношении наблюдается для тех сводовых частей куполов, где подошва неокома находится ближе чем на 150 м от земной поверхности и где слои значительно раздроблены. По этой причине сводовые участки куполов освещаются методом отраженных волн не всегда достаточно полно.

В качестве примера результата сейсморазведки в Прикаспийской депрессии на фиг. 1 представлена структурная карта купола по подошве неокома. По данным сейсморазведки составляют также структурные карты по поверхности соли. Карты по подошве неокома и поверхности соли в совокупности с сейсмическими профилями представляют в большинстве случаев необходимые данные для заложения разведочных скважин.

Для некоторых куполов из-за сложного строения не удается построить структурную карту по подошве неокома для всех полей купола. В этих случаях для отдельных полей составляют карты по разным горизонтам. Примером сложного строения может служить купол, изображенный на фиг. 2. Профиль этого купола составлен по сейсморазведочным данным. Этот профиль

показывает резко несогласное залегание юрских и меловых отложений.

Сейсмическая разведка в Прикаспийской депрессии освещает весь комплекс надсолевых отложений, поверхность соли и в отдельных случаях подсолевые отложения до глубины 5 км



Фиг. 1. Структурная карта солянокупольной структуры по сейсмическому горизонту, соответствующему подошве несокомских отложений.

1 — изоглубины опорного горизонта; 2 — линии сбросов грабена (по сейсмическим данным); 3 — проекции радиальных дизъюнктивных нарушений.

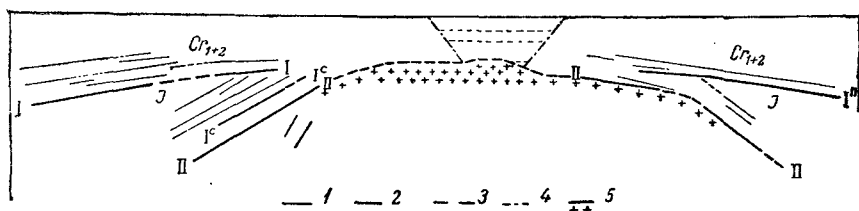
и более. Развитие сейсмического метода в Прикаспийской депрессии обязано работам геофизиков-нефтяников.

В Закаспийской низменности сейсморазведкой изучены большие площади в Прибалханской депрессии между полуостровом Челекен и Кумдагом. В этом районе отраженные волны отчетливо записываются и хорошо прослеживаются. Интерпретация этих записей позволяет строить структурные карты по сейсмическим горизонтам. На сводовых частях антиклинальных скла-

док вследствие раздробленности слоев отраженные волны записываются не всегда.

Заслуживает внимания практическая возможность проведения в некоторых частях Закаспийской низменности сейсморазведки методом отраженных волн без бурения скважин. Запись отраженных волн здесь возможна при взрывах в шурфах. Такая разведка проведена на одном из поднятий, структурная карта которого, составленная по данным сейсморазведки, представлена на фиг. 3а. На фиг. 3б представлен профиль через то же поднятие.

Азербайджан отличается большой неоднородностью сейсмогеологических условий. Значительная часть Апшеронского полуострова благоприятна для сейсморазведки. Здесь записаны и прослежены волны, отраженные от многочисленных горизонтов, расположенных на глубинах от 0,5 до 6 км, а иногда и более. После интерпретации записей отраженных волн стро-



Фиг. 2. Сейсмический профиль через солянокупольную структуру.

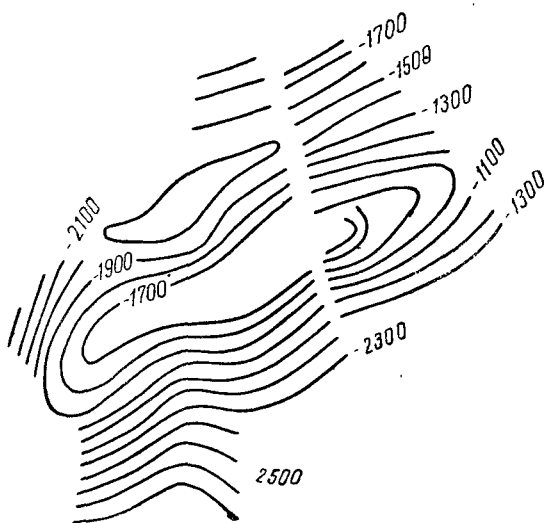
1 — отражающие горизонты; 2 — опорные отражающие горизонты; 3 — сбросы грабена по геологическим данным; 4 — стратиграфические границы по данным бурения; 5 — поверхность соли.

ятся структурные карты по сейсмическим горизонтам. Запись отраженных волн на Апшеронском полуострове затрудняется наличием известняков, развитых в некоторых местах у земной поверхности. Однако это не помешало изучить сейсмическим методом весь полуостров. Помимо поисков и разведки антиклинальных складок сейсморазведка на Апшеронском полуострове позволяет определять места вероятного выклинивания слоев, непосредственно покрывающих отложения понтического яруса.

В Кировабадском нефтеносном районе можно производить поиски структур и их разведку методом отраженных волн. Исключение составляет предгорная часть этого района, на которой близ земной поверхности развиты галечники, весьма затрудняющие запись отраженных волн. В результате интерпретации записей сейсмических волн, получаемых в равнинной части Кировабадского района, могут быть построены структурные карты по сейсмическим горизонтам.

В Прикуринской низменности интерпретация сейсмических записей также завершается построением структурных карт по сейсмическим горизонтам.

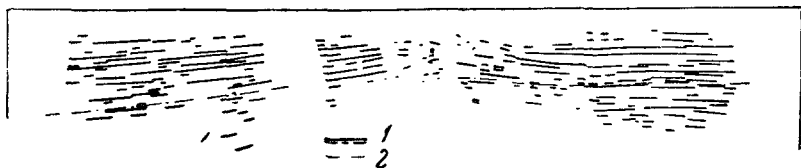
Прикаспийский нефтеносный район Азербайджана мало изучен сейсморазведкой. По имеющимся данным в этом районе условия для сейсморазведки неблагоприятны, за исключением



Фиг. 3а. Структурная карта антиклинального поднятия по условному сейсмическому горизонту.

низменной Приморской части, где получены хорошие записи отраженных волн.

Особое место в Азербайджане занимает морская сейсморазведка. Разработка метода сейсморазведки на море является



Фиг. 3б. Сейсмический профиль через складку.

1 — отражающие горизонты; 2 — условный сейсмический горизонт.

одним из выдающихся достижений нефтяной геофизики. Большую роль в этом деле сыграли инж. В. А. Дмитриев, С. А. Рапопорт, В. Н. Руднев, Н. И. Шапировский, С. Д. Шушаков и другие. За несколько лет сейсмическим методом изучена большая площадь прибрежной полосы моря. По полноте данных результаты морской сейсморазведки не уступают результатам, получаемым на суше.



Терская нефтеносная область и Дагестан сходны между собой как по геологическому строению, так и по сейсмогеологическим условиям и получаемым результатам сейсморазведки. На большей части этих территорий отраженные волны записываются весьма отчетливо. Затруднения при записи отраженных волн встречаются в предгорной части Дагестана и на передовых хребтах и в долинах между ними в Грозненской области. Эти затруднения вызываются наличием близ земной поверхности мощного слоя галечников и сухих лёссовидных суглинков.

Использование скважин глубиной до 100 м и более для взрывов позволяет в некоторых случаях получать удовлетворительные записи отраженных волн и в области передовых хребтов.

В результате работ на Ставропольском плато получены хорошие записи отраженных волн. При этом запись некоторых из них отличается своеобразием, позволяющим опознавать горизонты и при отсутствии непрерывного прослеживания. Это даст возможность строить структурные карты по опорным сейсмическим горизонтам.

В Кубанской депрессии интерпретация записей отраженных волн весьма надежна и завершается построением структурных карт по сейсмическим горизонтам. В этом районе наблюдается существенное несоответствие складчатости нижнетретичных и вышележащих слоев.

Сейсморазведка с большой отчетливостью выявляет взаимоотношения этих складок. На фиг. 4 представлена структурная карта двух складок, открытых сейсморазведкой в Кубанской депрессии. На фиг. 5 представлен меридиональный профиль через складку, показывающий, что она скрыта на глубине более 2 км под моноклинально залегающими слоями.

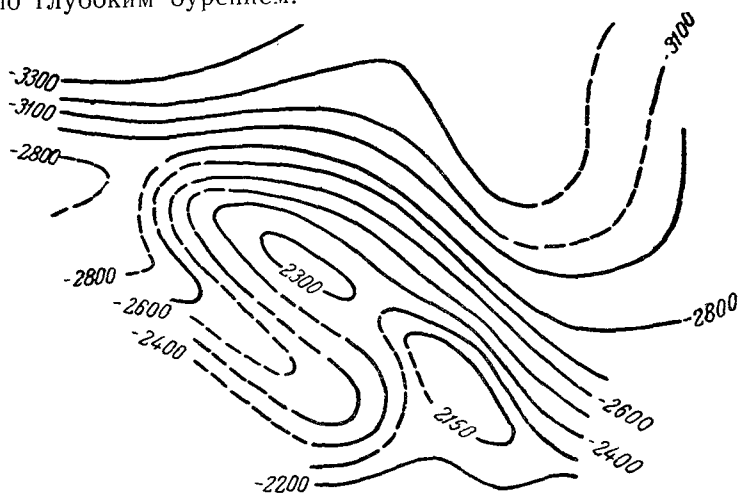
В Днепровско-Донецкой впадине отраженные волны записываются не так хорошо, как в Кубанской депрессии, геологическая интерпретация этих записей не позволяет составлять надежных и полных структурных карт по сейсмическим горизонтам, расположенным в каменноугольных и, возможно, в девонских отложениях.

Однако и в этой геологической провинции сейсморазведка дает существенные результаты в виде схем строения куполов и пологих структур в каменноугольных и девонских отложениях.

В зоне распространения тортонских слоев в Предкарпатском прогибе по данным сейсморазведки можно составлять схемы геологического строения по условным, а в некоторых случаях и по опорным горизонтам.

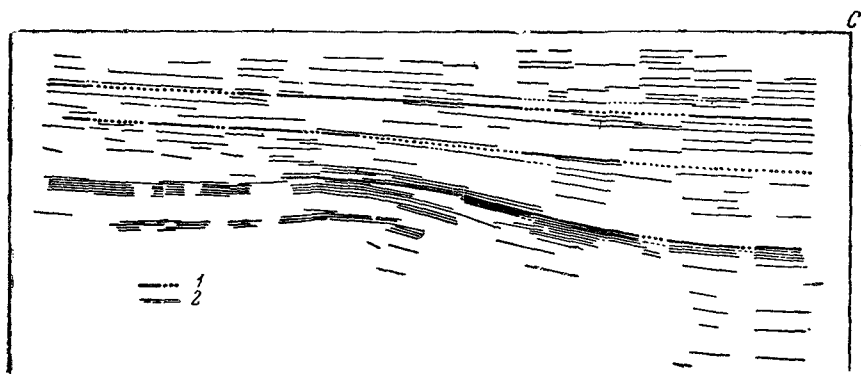
Превосходные записи отраженных и преломленных волн получены сейсмическими партиями на обширных исследованных сейсморазведкой площадях Западно-Сибирской низменности. Точность и надежность интерпретации этих записей не имеют себе равных в других районах. В Западно-Сибирской низмен-

ности углы падения слоев определяются сейсморазведкой с точностью до  $0,5^\circ$ , а глубины залегания горизонтов для интервала 1000—1200 м определены с ошибкой около 10 м, что подтверждено глубоким бурением.



Фиг. 4. Структурная карта погребенных брахантиклинальных складок по опорному сейсмическому горизонту.

К районам второй группы могут быть отнесены Сталинградская, Саратовская, Куйбышевская, Чкаловская и Мо-



Фиг. 5. Сейсмический профиль через складку.

1 — основной отражающий горизонт; 2 — отражающие горизонты.

ловская (Прикамье) области, а также Туймазинский нефтеносный район.

В эту группу включены районы, имеющие (за исключением Сталинградской области) общие черты геологического строения и сходные сейсмогеологические условия. Кроме того, общим для

них является либо небольшой объем выполняемых сейсморазведочных работ, либо неполная проверка бурением результатов этих работ.

Геологическое строение Сталинградской области отличается от строения других областей второй группы. Она включена в данную группу по одному второму признаку. Имеющиеся данные позволяют думать, что почти на всей территории Сталинградской области могут быть получены записи отраженных и преломленных волн, годные для уверенной геологической интерпретации.

Особенностью геологического строения остальных районов второй группы является наличие в разрезе мощной толщи твердых карбонатных пород, среди которых в разных районах в различной степени встречаются пласты мягких осадков. При этом у днсовой поверхности на карбонатной толще обычно залегает сравнительно маломощный слой мягких пород. Следовательно, в разрезе данных районов существуют резкие сейсмические границы раздела. Подобные границы, находясь близ земной поверхности, затрудняют обычно сейсмическую разведку. Такой особенностью как раз и отличаются районы второй группы. Вместе с тем для них характерно непостоянство верхней части разреза, где среди различных пород часто встречаются также известняки, песчаники, гипсы и пески. Эти породы создают неблагоприятные условия для возбуждения сейсмических волн, затрудняют их прохождение и нарушают регулярность прослеживания на поверхности земли отраженных и преломленных волн. Вместе с тем необходимо указать, что поиски структур в девоне осложняются еще и тем, что эти структуры имеют весьма пологие крылья и погружения, измеряющиеся долями градуса, что требует весьма точной и уверенной интерпретации получаемых отражений.

Таким образом, в районах второй группы имеют место условия, затрудняющие проведение сейсморазведки. Вопрос об эффективности метода в этих условиях может быть уверенно решен только на основании большого объема сейсморазведочных работ и проверки их результатов бурением.

В настоящее время геологическая интерпретация сейсмических записей возможна для всех районов второй группы.

В Молотовском Прикамье отраженные волны записываются вполне отчетливо, при этом записи волн, отраженных от угленосной свиты и от горизонта в среднем девоне, отличаются от записей других волн большей амплитудой и регулярностью.

Туймазинский нефтеносный район также характеризуется мощной толщей твердых пород, залегающей на кристаллическом основании. Верхняя часть разреза Туймазинского района составлена гидрохимическими осадками кунгура, над которыми залегают песчаники казанского и татарского возрастов. Все эти породы крайне неблагоприятны для возбуждения сейсмических волн и способствуют их затуханию. Изменчивость верх-

ней части разреза по площади и сложный рельеф затрудняют корреляцию сейсмических волн. Несмотря на это, в Туймазинском районе на значительной площади получены отчетливые записи отраженных волн, вполне пригодные для геологической интерпретации. В этом районе производятся также записи последующих вступлений преломленных волн. Эти записи могут явиться дополнением к данным, получаемым методом отраженных волн.

Работами сейсмических партий доказана практическая возможность использования сейсморазведки для поисков структур в девонских отложениях Туймазинского района.

Существенное для сейсморазведки отличие геологического строения Куйбышевской и Чкаловской областей от строения Туймазинского нефтеносного района состоит в большей мощности осадочной толщи, достигающей, по видимому, 3 км. В этих областях также имеются условия, затрудняющие сейсморазведку. Они заключаются в наличии неглубоко залегающих гидротимических осадков и в развитии на поверхности земли третичных отложений, неблагоприятных для возбуждения сейсмических волн. Однако эти затруднения не так значительны, как в Туймазинском районе.

В Бугурусланском районе отраженные волны записываются почти повсеместно с отчетливостью, позволяющей производить геологическую интерпретацию, в результате которой могут быть составлены и составляются структурные карты по условным сейсмическим горизонтам в каменноугольных и девонских отложениях. Построенные структурные карты требуют проверки их бурением.

Примером результата сейсморазведки в Куйбышевской области является структурная карта поднятия, составленная по условному горизонту в среднем девонс. Сопоставление этой карты со структурной картой по пермским отложениям указывает на некоторое несоответствие складок в пермских и девонских слоях.

В Саратовской области геологический разрез отличается от разреза Куйбышевской и Чкаловской областей в верхней части тем, что третичные отложения в этой области более развиты как по площади, так и по мощности. Кроме того, в Саратовской области под мягкими породами неглубоко залегают известняки каменноугольного возраста. Поверхность этих известняков, по видимому, достаточно ровная, — от нее хорошо отражаются сейсмические волны, затрудняющие сейсмическую разведку горизонтов, залегающих ниже этой поверхности. Это затруднение вызывается, с одной стороны, экранирующим действием поверхности известняков и, с другой стороны, интерференцией сильной волны, отраженной от этой поверхности, с волнами, отраженными от горизонтов в каменноугольных и девонских отложениях.

Однако и в Саратовской области получены записи волн,

отраженных от горизонтов в девоне. Интерпретация этих записей может быть доведена до построения структурных карт по условным сейсмическим горизонтам.

Вследствие встречных трудностей в Куйбышевской, Чакаловской и Саратовской областях необходимо частичное применение удлиненных годографов и двойное прослеживание отражающих горизонтов.

К третьей группе отнесены следующие районы: предгорная часть Кировабадского нефтеносного района, передовые хребты Грозненской области, моноклинал северного склона Кавказского хребта в пределах Краснодарской области, зона соленосной формации Предкарпатья, Ферганская долина и др.

Геологическое строение персчисленных районов не одинаково. Трудности применения сейсморазведки в этих районах определяются также различными причинами. Кроме того, не во всех районах этой группы достаточно выяснились условия применения сейсморазведки. Например, в Предкарпатья, в Ферганской долине и других районах проведен еще небольшой объем сейсморазведочных работ, что не позволяет полностью выяснить возможности метода, а также и возникающие трудности.

Затруднения для сейсморазведки в предгорной части Кировабадского района связаны с развитием близ поверхности земли галечников и с наличием сложного рельефа дневной поверхности. По этим причинам сейсмические записи отличаются большой сложностью, очень сильно затрудняющей выделение отраженных волн.

В этом районе производятся исследования также по записи последующих вступлений преломленных волн.

Геологический разрез передовых хребтов Грозненской области и долин между ними в общем такой же, как и разрез Притеречной и Затеречной равнин. Отличие заключается в строении верхней части разреза, которая на передовых хребтах и в долинах между ними сложена лёссовидными суглинками и иногда галечниками. Слой этих осадков, достигая по мощности 100 м, сильно затрудняет запись сейсмических волн. Суглинки и галечники, являясь породами, обладающими плохой упругостью, затрудняют возбуждение сейсмических волн и к тому же вызывают сильное их затухание. Условия для применения сейсморазведки на хребтах хуже, чем в долинах между ними, так как строение верхней части разреза на хребтах отличается значительным непостоянством.

Основываясь на новейших усовершенствованиях техники и методики сейсморазведки, можно рассчитывать на возможность более эффективного применения этого метода на рассматриваемых площадях, чем это имело место в прошлом.

Условия применения сейсморазведки на моноклинали северного склона Кавказского хребта в пределах Краснодарского края различны. Но даже в тех случаях, когда они благо-

приятны, что встречается нередко, сейсмическим методом могут быть изучены только формы складок. Поиски же песчаных линз и пачек среди моноклинально залегающих слоев не могут производиться сейсмическим методом потому, что не имеется достаточно ясных признаков, указывающих на наличие таких линз и пачек.

К четвертой группе районов можно отнести только Прибельскую зону Башкирского Приуралья. На этой территории в течение многих лет проведены многочисленные сейсмические исследования с целью поисков рифовых массивов артинских известняков. Положительного результата эти работы не дали по причине главным образом невозможности регистрации волн, отраженных от поверхности рифовых массивов. По всей вероятности, эти волны не существуют. Достигнутые в настоящее время усовершенствования методики и техники сейсморазведки не дают основания рассчитывать получить в этом районе положительный результат при поисках рифовых массивов. В то же время можно надеяться на успехи при поисках структур в каменноугольных и девонских слоях.

Из изложенного следует, что на большей части площадей различных геологических провинций сейсморазведка в современном ее состоянии может быть с большой эффективностью применена к поискам и разведке структур.

Повышение степени полноты данных, получаемых сейсморазведкой, и расширение условий, при которых она может быть применена, частично уже обеспечены достигнутыми усовершенствованиями метода.

Дальнейшее развитие метода требует расширения научно-исследовательских работ.