

Совершенствование методики прогнозирования рудной минерализации по данным высокоразрешающей сейсморазведки

Колесов С.В.¹, Кузин А.М.², Кондрашков В.В.³

¹ВНИИГеофизика, г. Москва, e-mail: servask@bk.ru

²Институт проблем нефти и газа РАН, г. Москва, e-mail: amkouzin@ya.ru

³ОАО Пангея, г. Москва

Одним из перспективных направлений совершенствования методики рудной сейсморазведки является проведение на рудных полях и месторождениях высокоразрешающей сейсморазведки с нелинейным свипом [3]. На примере виброрейсмического профиля, отработанного по рудному полю, показано расширение возможностей сейсморазведки на основе обработки данных (ММП) по комплексу преломленных и отраженных сейсмических волн.

Для наблюдений использовалась центральная система из 240 каналов с шагом пунктов приема (ПП) – 12,5м, шагом пунктов возбуждения (ПВ) – 25м, с длиной годографа 3000м и кратностью 60. Плотный шаг ПП позволил рассчитывать на расширение спектра принимаемой записи, вследствие чего при вибрационном возбуждении использовался нелинейный свип «дециБелл-на-октаву» в диапазоне «установочных» частот 15 – 160Гц, при длительности 16с и возрастании энергии к высоким частотам на 6дБ/окт, с интервалами «конусования» по 0,5с, обрабатываемый 2-мя вибраторами при 6 накоплениях. Прижим (% силы, устанавливаемый на вибраторах) был подобран равным 50%, что позволило удерживать ошибку фазы и коэффициент нелинейных искажений в допустимых пределах во всём частотном диапазоне. При обработке ПВ вибраторы СВ 14/150 МТК (в высокочастотном варианте) ставились в группе друг за другом почти вплотную.

Из сейсмических параметров наиболее универсальным параметром является скорость продольных упругих колебаний, которую можно измерить в любой среде и метрологически обосновать измерения. При этом в методическом плане ее относительные определения не менее значимы, чем абсолютные [4, 6]. Одним из достоинств обработки ПРО (параметрической развёртки отражений) является анализ скорости [1]. Применительно к данной геологической задаче он позволил выявить скоростную зональность разреза по латерали и глубине (рис.1). Были подтверждены общие закономерности локализации месторождений флюидного генезиса по сейсмическим данным [5]: 1 - в зонах гидротермально-метасоматически измененных пород (рудных интервалов) значения скорости

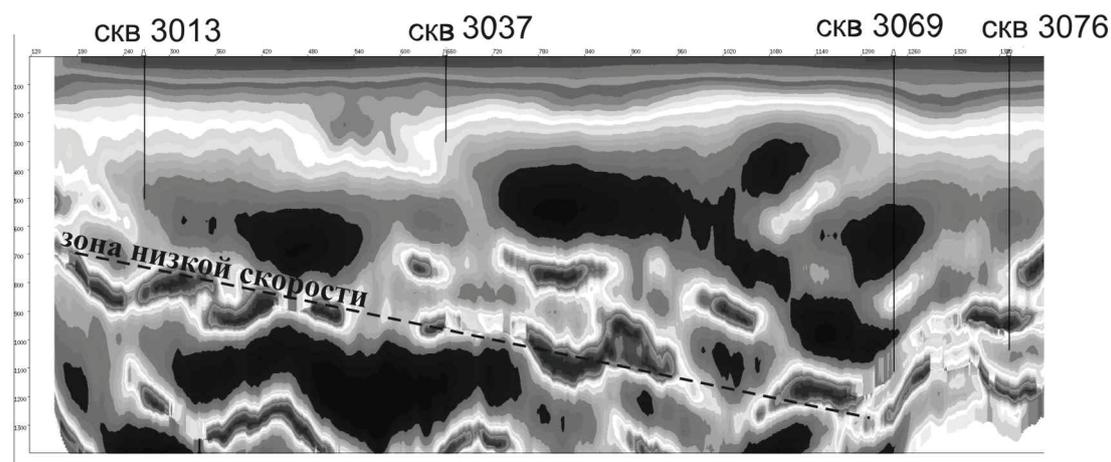


Рис.1. Разрез интервальной скорости по методу ПРО.

продольной волны находятся в интервале между скоростями неизменённых и сильнотрещиноватых пород; 2 - коэффициенты отражения для гидротермально изменённых пород лежат в большинстве случаев в пределах от 0,008 до 0,07 и, соответственно, характеризуются как слабые сейсмические границы (рис. 2). С учетом шероховатости таких границ, вероятность регистрации зеркального от-

ражения крайне мала; 3 - залежи отсутствуют в зонах вертикальных и наклонных разрывных нарушений, которые трассируются до рыхлых отложений самой верхней части разреза и характеризуются anomalously низкими значениями скорости преломленной волны и/или наличием отражающей границы; 4 - зоны градиентных (промежуточных) значений скорости преломленных волн, в основном, соответствуют рудным структурам.



Рис. 2. Значения коэффициентов отражения продольных волн для пород, подвергнувшихся гидротермально-метасоматическим изменениям [5].

Эти закономерности соблюдаются в самых разных по возрасту и геологическому строению рудных районах. На рис.3 представлен сейсмогеологический разрез и график граничной скорости по медноникелевому месторождению на Воронежском кристаллическом массиве [2]. Местоположение рудной минерализации на разрезе четко коррелируется с градиентной зоной граничной скорости.

В теории поисков месторождений полезных ископаемых рассматриваются две тесно взаимосвязанные совокупности процессов: это процессы, обуславливающие условия образования, и процессы сохранения месторождений. В то же время в интерпретации геофизических данных несопоставимо мало внимания уделяется изучению взаимосвязи двух этих процессов с механически жесткими геологическими образованиями, которые выступают важнейшим фактором стационарности геодинамической обстановки, необходимой для накопления и сохранения залежей и месторождений. Например, на нефтеносных и рудоносных блоках фиксируются землетрясения; - большинство очагов землетрясений расположено на границе жестких блоков; - месторождения или залежи флюидного генезиса залегают на жестких образованиях или на их границах. Перечисленные явления позволили прийти к выводу о фундаментальной роли механически жестких образований в геологических процессах [3, 4, 6]. К их важнейшим геомеханическим свойствам можно отнести следующие.

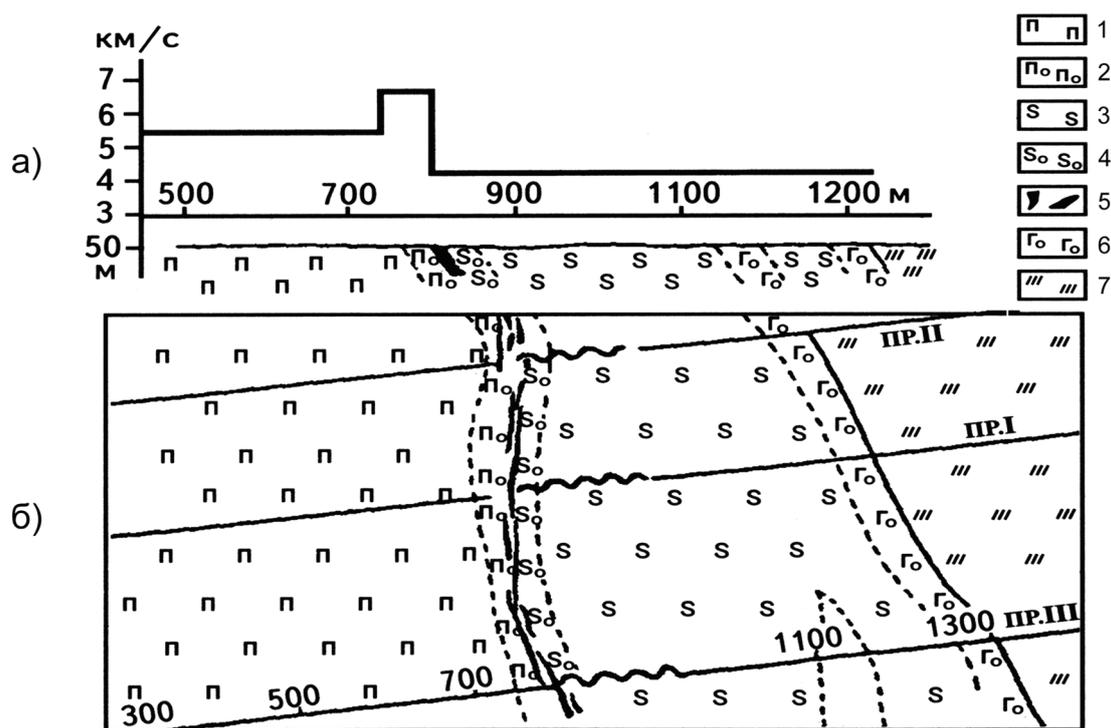


Рис. 3. Мамонское медно-никелевое месторождение (Воронежский массив) [2]:

а – график граничной скорости; б – данные геокартирования.

1 – перидотиты; 2 – оливиновые пироксениты; серпентиниты; 4 – серпентиниты апооливинитовые; 5 – зона с богатой сульфидной медно-никелевой рудой; 6 – габбро, 7 – метасланцы (по А.П. Таркову, Л.Н. Калмыковой, В.И. Дубянскому).

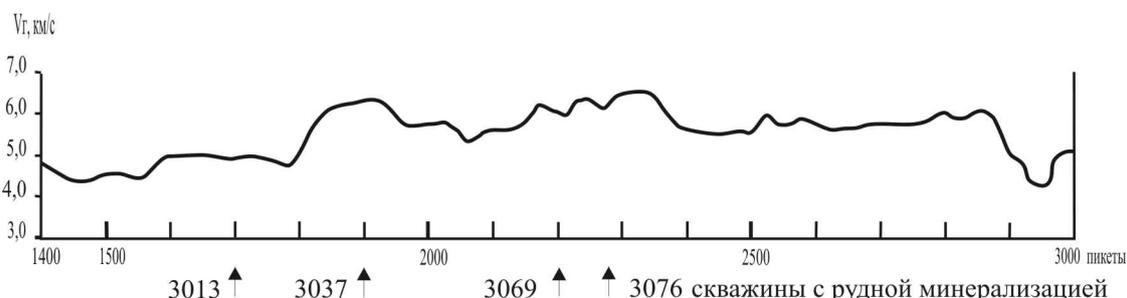


Рис. 4. График граничной скорости (база осреднения 300 метров).

Помимо процессов накопления и диссипации упругой энергии при высокой скорости деформации происходит увеличение жесткости твердого тела, а в некоторых случаях - увеличение его эффективной прочности, обеспечивающей его устойчивость по отношению к волнам деформаций и напряжений. В статическом состоянии жесткое тело формирует разность вертикальных напряжений между его кровлей и подошвой. Незначительная разница в упругости приводит к тому, что в кровле, в бортовом обрамлении напряжения более чем на 10 % меньше, а в самом массиве напряжения, наоборот, возрастают. Это способствует созданию термодинамического градиента и, соответственно, миграционного потенциала для флюидных потоков вдоль границы жесткого тела и вмещающей среды.

Из представленных данных видно, что скоростные неоднородности (ПРО) в верхней части разреза согласуются с распределением скорости преломленной волны вдоль профиля. Так, например, повышение скорости интервальной скорости ПРО хорошо согласуется с повышением скорости преломленной волны (рис. 1 и рис.4). По данным комплексного анализа распределений скорости преломленной и отраженной волн была выявлена зона градиентного изменения скорости (на 20%-40%), к которой по геологическим данным приурочена рудная минерализация.

Таким образом, повышение латеральной разрешённости сейсмической записи позволило: получить детальное распределение скорости ПРО по разрезу, по динамическим параметрам выделить сетку «тонкой» трещиноватости. Картина ее изменения вдоль профиля дала возможность оценить характер изменения вещественного состава в геологическом разрезе.

На Балтийском щите, в особенности в рудных районах выполнен значительный объем сейсморазведочных работ. По сети сейсмических профилей во многих этих районах можно построить площадные схемы граничной скорости, дополнив их результатами переобработки отраженных волн, позволит выделить новые перспективные зоны рудной минерализации.

Литература

1. Анискович Е.М., Кондрашков В.В., Дёмушкин А.И. О принципах накапливания и определения скоростей: сравнение методов ОГТ, ДМО и ПРО // Технологии сейсморазведки, № 2, 2005. С. 60-79.
2. Караев Н.А., Рабинович Г.Я. Рудная сейсморазведка, М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000, 366 с.
3. Колесов С.В., Потапов О.А., Иноземцев А.Н., Захарова Г.А. Использование нелинейных свипов при высокоразрешающей вибросейсморазведке // Геофизика, № 1, 2002. С. 18-28.
4. Кузин А.М. Разработка методики прогноза залежей флюидального генезиса по данным сейсмических методов // Прикладная геофизика, вып 131, М., Недра, 1994. С. 396-406.
5. Кузин А.М. Некоторые особенности интерпретации волновых полей в зонах разрывных нарушений // Геофизика, № 5, 1999. С. 3–15.
6. Кузин А.М. О физических и геологических основах прогнозирования месторождений флюидного генезиса по сейсмическим данным // Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезисы. Мат-лы Всероссийской конф., М.: ГЕОС, 2008. С. 251-255.

Сквозные структурные парагенезы фундамента и чехла северо-восточной части Восточно-Европейской платформы

Колодяжный С.Ю.

Геологический институт РАН, г. Москва, e-mail: kolod@ginras.ru

В плейтектонических реконструкциях литосферные плиты рассматриваются в качестве монолитных структур, испытывающих значительные латеральные перемещения без существенных преобразований внутренней инфраструктуры. Активные границы тектонических плит (коллизийные пояса, зоны спрединга и др.) принимаются в качестве главных источников тектонических процессов и, естественно, именно они привлекают основное внимание исследователей. Однако практика показывает, что крупнейшие месторождения углеводородов, полиметаллов, алмазов и многих других полезных ресурсов локализованы во внутриплитных областях. Может быть, именно поэтому существует разрыв между практикой и теорией в современной геотектонике, когда прикладная геология развивается на основе иных интересов и понятий, нежели тех, что господствуют в теоретической базе новой глобальной геотектоники.

В последнее время все больше появляется данных, отражающих внутриплитную подвижность литосферных плит, в том числе, с древней континентальной корой. Эти данные не противоречат глобальной концепции геодинамики плит, а существенно ее дополняют, придавая ей характер тектоники объемного течения. В новой парадигме (объемная подвижность плит) появились и практические наработки, связанные, в частности, с развитием представлений о формировании месторождений углеводородов в кристаллических комплексах в связи с их объемной деформацией [3].

Восточно-Европейская платформа (ВЕП) является одним из важнейших объектов исследований внутриплитной тектоники. В последние годы были проведены структурные исследования в СВ части ВЕП, включая ЮВ окраину Балтийского щита и обширную прилегающую территорию Русской плиты. В основу исследований легли материалы по дешифрированию цифровых карт рельефа, анализ геофизических полей и полевые заверочные работы с использованием кинематического анализа. Исследования позволили выявить сложный ансамбль структур, имеющих долгоживущий и