

А.А. Мухарёв, С.С. Кубрин

ВОПРОСЫ ДЕТАЛЬНОЙ РАЗВЕДКИ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ЕЕ МАРКШЕЙДЕРСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ НА ШЕЛЬФЕ АРКТИКИ

Предложено решение задач промышленной оценки запасов твердых полезных ископаемых на арктическом шельфе с использованием морской сейсмоакустической разведка и высокоточного позиционирования с помощью фазовых измерений. Данная задача актуальна в настоящее время и соответствует приоритетам государственной политики в области социально-экономического развития Арктики, а также целям устойчивого обеспечения экономики страны запасами минерального сырья и геологической информацией о недрах.

Ключевые слова: Арктика, шельф, сейморазведка, сейсмоакустическая разведка, государственная программа, маркшейдерское обеспечение, навигационное обеспечение, полезные ископаемые.

В рамках выполнения мероприятия «Модернизация, проектирование и строительство научно-исследовательских судов и технологического оборудования для работ в Мировом океане и в пределах континентального шельфа, Арктики и Антарктики» планируется осуществление модернизации 4 научно-исследовательских судов, а также строительства 2 новых научно-исследовательских судов. Реализация принципов максимальной ресурсоэффективности и максимального природосбережения хозяйственного освоения Арктической зоны Российской Федерации требует проведения широкомасштабных научно-практических и геологоразведочных работ.

Из всего спектра твердых минеральных ресурсов Арктика в наибольшей степени обеспечена цветными металлами. На шельфе и арктических архипелагах установлены запасы стратегически важных для Российской Федерации твердых полезных ископаемых олова, золота, платины, алмазов, минералов титана, железа, циркония, марганца, и т. д. [1, 2]. Обнаруженные

объемы золота в прибрежной зоне России сопоставимы с запасами золотоносных районов континентальной части страны. Запасы стратегически важных твердых полезных ископаемых на Арктическом шельфе составляют: золото 205,8 т, минералы титана, железа, циркония (Ti, Fe, Zr, Fe + TiO₂) 19,5 млн т, олово 132 тыс. т [1, 2].

В последние годы силами ВНИИОкеангеология, Морская арктическая геологоразведочная экспедиция, «Севморгео», «Сейсмо-Шельф» произведена морская региональная и поисковая сейсморазведка на шельфе Арктики. Для детального изучения свойств, строения, состояния и особенности массива горных пород и оценки промышленных запасов для последующей их разработки перспективным геофизическим методом является анализ сейсмоакустической эмиссии массива горных пород. Частотный диапазон сейсмоакустической эмиссии вмещающих пород по сравнению с сейсмической эмиссией более широк и информативен. В ИПКОН РАН разработана технология сейсмоакустического просвечивания массива горных пород, включающая апробированные методики проведения наблюдений, позволяющая детально изучить геологические и стратиграфические особенности, физико-технические свойства и параметры массива горных пород [3–6]. Разработанная

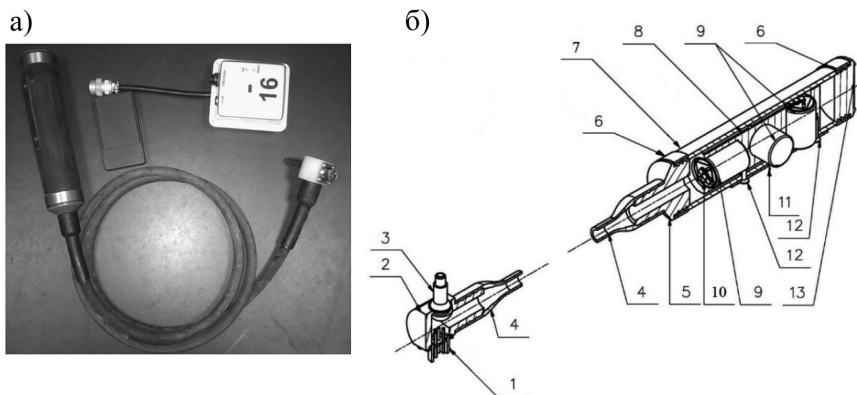


Рис. 1. а) сейсмоакустическая станция беспроводная шахтная; б) трехкомпонентный зонд: 1 – разъем для подключения регистратора; 2 – корпус разъема и ниппеля; 3 – ниппель; 4 – термоусадочная трубка; 5 – заглушка; 6 – стальное кольцо; 7 – резиновая трубка; 8 – корпус датчиков; 9 – датчики GS-20DX; 10 – плата диодной защиты; 11 – крепежная пластина; 12 – винт А2; 13 – заглушка

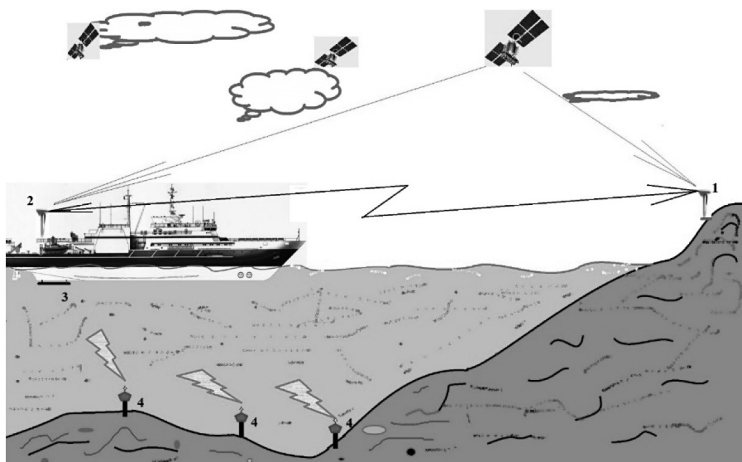


Рис. 2. Геодезическое обеспечение подводного сейсмоакустического полигона

технология и комплект оборудования (рис. 1) может быть применен для детальных донных сейсмоакустических изыскательских работ.

Определение геодезических координат (рис. 2) подводного сейсмоакустического полигона производится с помощью стандартной гидроакустической навигационной системой [7]. Для этого все подводные сейсмоакустические датчики оснащаются гидроакустическим маяком — ответчиком, расположение которого определяется относительно судна. Координаты судна (базовой станции гидроакустической навигационной системы) определяются с помощью технология оперативного позиционирования движущихся объектов «КП Альгаир-1» [8, 9] с использованием фазовых измерений сигналов. Проведенные испытания на территории ИПКОН РАН в 2012 г. свидетельствуют что требования к точности проведения маркшейдерских работ полигонометрическими ходами 4-го класса [10] выполняются (ошибка по плоскости составляет 1 см, по вертикале 2 см). Комплекс технических средств представляется в виде Системы оперативного позиционирования (СОП) на основе GPS/GLONASS, состоящего из двух или более приемных модулей. Один приемный модуль размещается на точке с известными координатами, второй приемный блок размещается на судне в месте размещения корабельного комплекта гидроакустической навигационной системы.

Таким образом, используя сейсмоакустический полигон и геодезическое обеспечение, состоящие из гидроакустической навигационной системы и спутниковой системы оперативно-го позиционирования с использованием фазовых измерений сигналов можно решить задачу детальной оценки промышленных запасов на арктическом шельфе Российской Федерации.

Работа выполнена в научной школе 2918-2014.5.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванова А.М., Смирнов А.Н., Ушаков В.И.* Минерально-сырьевая база твердых полезных ископаемых шельфовых областей России: ресурсная значимость, перспективы наращивания и освоения // Горный журнал. – 2012. – № 3. – С. 42–49.

2. *Смирнов А.Н., Иванова А.М., Пашковская Е.А.* Подводные месторождения твердых полезных ископаемых в шельфовых областях России // Горный журнал. – 2013. – № 11. – С. 51–58.

3. *Рубан А.Д., Захаров В.Н., Аверин А.П., Вартанов С.А.* Программный комплекс итерационного линейного восстановления строения и нарушенности угольного пласта на основе информативных параметров при сейсмопросвечивании // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – № 3. – С. 177–182.

4. *Захаров В.Н., Аверин А.П., Вартанов С.А.* Анализ алгоритмов лучевой томографии для прогноза нарушенности выемочного столба // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2010. – № 3. – С. 183–190.

5. *Аверин А.П., Зубков В.М.* Система контроля состояния массива горных пород при подземных горных работах. Патент на полезную модель RUS 122119 от 05.05.2012.

6. *Кубрин С.С.* Комплексный синтезирующий геофизический мониторинг горного массива // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 5. – С. 85–92.

7. http://www.edboe.ru/products/gans_ukb_np.htm

8. *Базовая технология создания БНК системы координатного и временного позиционирования. Руководство по эксплуатации. ФШРА 468353.001РЭ.*

9. <http://www.altair1.ru/prod/sop/>

10. *Инструкция по производству маркшейдерских работ.* РД 07-603-03. – М.: ФГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России». – 2004. – 117 с. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Мухарев Александр Александрович – программист,
e-mail: sailorcat-00@mail.ru,

Кубрин Сергей Сергеевич – доктор технических наук, профессор,
зав. лабораторией, e-mail: s_kubrin@mail.ru,

Институт проблем комплексного освоения недр РАН.

**QUESTIONS DETAILED EXPLORATION
OF SOLID MINERALS AND SURVEYING
ITS SUPPORT ON THE ARCTIC SHELF**

The article provides a solution to problems of industrial stock assessment of solid minerals in the Arctic shelf using marine seismic acoustic exploration and high-precision positioning using phase measurements. This problem is relevant in the present and consistent with the priorities of the state policy in the field of socio-economic development in the Arctic, as well as the objectives of sustainable ensure the country's economic reserves of minerals and geological information on mineral resources.

Key words: Arctic, sea shelf, seismic exploration, seismoacoustic exploration, government program, surveying provision, navigation provision, minerals.

AUTHORS

*Mukharev A.A.*¹, Developer, e-mail: sailorcat-00@mail.ru,

*Kubrin S.S.*¹, Doctor of Technical Sciences, Professor,

Head of Laboratory, e-mail: s_kubrin@mail.ru,

¹ Institute of Problems of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of Russian Academy of Sciences, 111020, Moscow, Russia.

REFERENCES

1. Ivanova A.M., Smirnov A.N., Ushakov V.I. *Gornyy zhurnal*. 2012, no 3, pp. 42–49.
2. Smirnov A.N., Ivanova A.M., Pashkovskaya E.A. *Gornyy zhurnal*. 2013, no 11, pp. 51–58.
3. Ruban A.D., Zakharov V.N., Averin A.P., Vartanov S.A. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2010, no 3, pp. 177–182.
4. Zakharov V.N., Averin A.P., Vartanov S.A. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2010, no 3, pp. 183–190.
5. Averin A.P., Zubkov V.M. *Utility model patent RUS 122119*, 05.05.2012.
6. Kubrin S.S. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2012, no 5, pp. 85–92.
7. http://www.edboe.ru/products/gans_ukb_np.htm
8. *Bazovaya tekhnologiya sozdaniya BNK sistemy koordinatnogo i vremennogo pozitsionirovaniya. Rukovodstvo po ekspluatatsii. FShRA 468353.001RE* (The basic technology for creating BNK coordinate system and the positioning time. Operating Instructions. FSHRA 468353.001RE).
9. <http://www.altair1.ru/prod/sop/>
10. *Instruktsiya po proizvodstvu marksheyderskikh rabot. RD 07-603-03* (Instructions for mine surveys. RD 07-603-03), Moscow, Federal State Unitary Enterprise «Scientific and Technical Center for Industrial Safety Gosgortekhnadzor Russia, 2004, 117 p.

