

УДК 622+528

*к.т.н. Ларченко В. Г.,
Коваленко Е. В.
(ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР)*

МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ СО ДНА МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

Приведена усовершенствованная методика геометризации подводных месторождений полезных ископаемых (МПИ) на стадиях разведки и разработки. Рекомендовано одновременно с плавсредства спутниковым приемником определять плоские координаты, длиномером ДА-2 — глубину моря, а дночерпателем — пробы полезного ископаемого.

Ключевые слова: *маркшейдерское обеспечение, подводная разведка и разработка МПИ, спутниковый приемник, длиномер ДА-2, методика работ.*

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Более 70 % поверхности Земли занимают моря и океаны, донные отложения которых богаты залежами полезных ископаемых. Наиболее доступные для разработки залежи находятся на континентальном шельфе глубиной до 200 м и на материковом склоне глубиной от 200 м до 2400 м. На шельфовых россыпях в мире добывают около 80 % редкоземельных полезных ископаемых, значительную часть нефти и газа, железомарганцевых конкреций. США добывают со дна моря около 90 % платины. Индонезия, Таиланд добывают более 40 % касситерита (руда на олово) [1].

Разработка наиболее доступных континентальных залежей полезных ископаемых истощается. Ускорение освоения подводных залежей полезных ископаемых требует разработки особых приборов и методик маркшейдерских работ для обеспечения разведки и добычи глубоководных залежей полезных ископаемых на всех его этапах, то есть создания «морской маркшейдерии».

Основными этапами освоения подводного морского месторождения твердых полезных ископаемых являются: геологоразведочные работы, проектирование и строительство горнодобывающего предприятия (портового хозяйства, добычных плавсредств, обогатительной фабрики, бытовых и природоохранных сооружений);

разработка залежи; ликвидация горных работ.

Используемая методика маркшейдерских работ [1] при обеспечении освоения залежей полезных ископаемых при открытой разработке требует существенной доработки и применения современных маркшейдерских приборов, что является научной и практической задачей при подводной добыче полезных ископаемых.

Постановка задачи. Задачей работы является усовершенствование методики маркшейдерского обеспечения освоения залежей полезных ископаемых со дна морей и океанов.

Изложение материала и его результаты. Решение многих задач при разработке морских залежей требует применения методов морской геодезии, гидрографии, звуколокации, геофизики, навигации, гидроакустики и их маркшейдерского обеспечения. Акваториальные геологоразведочные работы выполняются с плавсредств и платформ геофизическим и буровым способами. Опробование донных залежей выполняют с помощью дночерпателей, гидрожелонок, вибротрубок и других устройств.

Добычу твердых полезных ископаемых подводным способом производят полигонами, разрезами, траншеями, добычными устройствами и установками: земснарядами, плавучими самоподъемными платформами с грейферным или землесосным обо-

рудованием, самоотвозными землесосными или грейферными земснарядами, подводными самоходными установками, драгами.

Для успешного обеспечения освоения подводных залежей полезных ископаемых на всех этапах маркшейдерской и геодезической службе необходимо создать прибрежную и мористую опорную сеть для решения инженерных задач: выноса с проекта в натуру и съемки фактического положения разведочных скважин, геометрических элементов сооружений; выполнения проектно-изыскательских работ при строительстве причалов, пульповодов, гидротехнических и природоохранных объектов; проектирования горных работ и мер охраны сооружений и окружающей среды от вредного влияния горных подводных разработок; подготовки маркшейдерской графической документации при съемке вскрышных и добычных горных выработок; подсчета и учета добычи, потерь и разубоживания полезного ископаемого.

Знаки на пунктах маркшейдерской акваториальной сети (МАС) применяются различной конструкции: свайные из труб в мелководной зоне; из металлических ферм; донные с гидроакустическим оборудованием.

Плановые координаты пунктов МАС определяют методом трилатерации IV класса или 1-го и 2-го разрядов. Расстояния между пунктами измеряют светодальномерами, высокоточными радионавигационными (РНС) и радиогеодезическими системами (РГС), позволяющими определять координаты акваториальных точек с погрешностью $\pm 1...3$ м. При глубоководных разработках залежей полезного ископаемого (ПИ) координаты X , Y донных центров, промерных точек на направлениях (галсах), добычных плавсредств, подводных горных выработок определяют гидроакустическим способом, суть которого состоит в том, что посылаемый от объекта съемки (драга, плавсредства) ультразвуковой сигнал принимается гидромяком на заданной частоте. Определяется время прохождения прямого и обрат-

ного сигнала, по которому вычисляют расстояние с погрешностью $\pm 1...10$ м.

Высотной основой на прибрежных акваториях служат пункты геометрического нивелирования I–IV классов. Средняя квадратическая погрешность определения высотных отметок прибрежных пунктов МАС относительно реперов высших классов не должна превышать $\pm 0,02$ м. [1].

Плановые координаты X , Y акваториальных точек определяют традиционными способами: прямыми, обратными, комбинированными угловыми или линейными засечками; при глубоководных разработках (более 500 м) — гидроакустическим.

Но с появлением спутниковых систем ГЛОНАСС, GPS, GALILEO и др., спутниковых приемников задача определения плановых координат геологоразведочных скважин, добычных плавсредств и иных объектов многократно упростилась ввиду явного преимущества их применения в сравнении с традиционной методикой [1].

При разработке подводных месторождений полезных ископаемых (МПИ) маркшейдерская служба горного морского предприятия должна иметь специальную документацию отведенного района работ [2]: схему прибрежных и акваториальных геодезических и маркшейдерских сетей; схему уровневых постов; каталог координат пунктов маркшейдерского обоснования и геологоразведочных выработок; проектно-плановую документацию развития горных работ; основные планы морских горных работ в масштабах 1:5000 и 1:2000 с показанными разведочными выработками, рельефом дна (в горизонталях, на морских участках в изобатах), надводной ситуации.

Эффективность подводной добычи ПИ зависит от точности изображения рельефа морского дна, подводных горных выработок, то есть необходимо знать с большей точностью высотную отметку Z точек морского дна и горных подводных выработок с определенными плановыми координатами X , Y .

$$Z = Z_y - H, \text{ м}, \quad (1)$$

где Z_y — высотная отметка уровня поверхности воды моря, определяется синхронно с измерением H по береговым футштокам и уровненным постами (м) с учетом отливов и приливов; H — глубина моря в определенной точке, м.

Глубина при съемке подводных объектов определялась лотом [1], а при больших глубинах — звуколокационным способом с погрешностью от 0,7 до 1,5 % H , что при глубине 500 м составляет $\pm 3,5 \div 7,5$ м. Такая погрешность не позволит обеспечить полноту добычи донных залежей полезных ископаемых.

Поэтому предлагаем для съемки рельефа морского дна (1) (рис. 1), разведки и оконтуривания залежи ПИ, подводных горных выработок (2) использовать длиномер ДА-2 (3) и спутниковый приемник (4), установленные на плавсредстве (катере) (5). Вместо груза-рейки на нижний конец проволоки (6) ДА-2 подвешивается башмак (7) массой 10 кг. Глубину моря H определим по разности отсчетов N по счетчику ДА-2 с точностью до 1 см из двух положений: N_0 — башмак (7) совпадает с уровнем воды (8), N_D — башмак (7) лег на дно моря (1).

$$H = N_D - N_{II} + \sum \Delta H, \text{ м}, \quad (2)$$

где $\sum \Delta H$ — сумма поправок, вычисляемая $\sum \Delta H = \Delta H_n + \Delta H_t + \Delta H_D + \Delta H_K$, м;

ΔH_n — поправка за диаметр проволоки d ДА-2

$$\Delta H_n = 0,001 \cdot \pi \cdot d(N_{II} - N_D), \text{ м}, \quad (3)$$

где d — диаметр проволоки, мм.; ΔH_t — поправка за тепловое расширение проволоки, вызванное разностью температуры при компарировании t_K и воды t_B при измерении

$$\Delta H_t = \alpha_{II}(N_{II} - N_D) \cdot (t_{CP} - t_K), \text{ м}, \quad (4)$$

где $t_{CP} = \frac{t_{II} + t_B}{2}$; t_{II} , t_B — температура

воздуха и воды при измерении; α_{II} — коэффициент линейного расширения металла проволоки (для стали $\alpha_{II} = 0,0000115$).

Поправка за тепловое расширение окружности диска, вызванное разностью температуры диска при компарировании и в момент измерений ΔH_{tD}

$$\Delta H_{tD} = \alpha_D(N_{II} - N_D) \cdot (t_D - t_K), \text{ м}, \quad (5)$$

где t_D и t_K — температура диска ДА-2 при измерении и при компарировании; ΔH_K — поправка за компарирование диска

$$\Delta H_K = (N_{II} - N_D) \cdot (l - 1), \text{ м}, \quad (6)$$

где l — длина окружности мерного диска по паспорту завода, м.

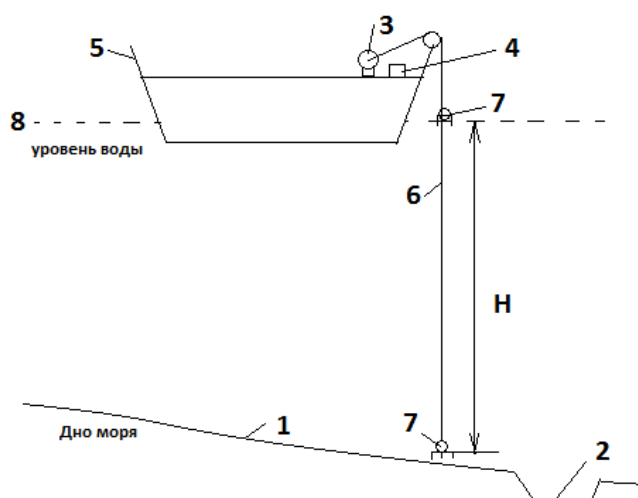


Рисунок 1 Схема измерения глубины моря

Точность измерения глубины дальномером ДА-2 составит до 10 см и зависит от плотности морского дна и формы башмака. Одновременно с измерением глубины определяем координаты точек X, Y, Z спутниковым приемником, точность которых зависит от количества отслеживаемых сигналов и конструктивных особенностей приемника. Приемник Niper SR позволяет определять плановые координаты с точностью 10 мм + 1,0 мм/км от базового приемника, по высоте 15 мм + 1,0 мм/км. Для опробования донных отложений в точках замера одновременно целесообразно использовать дночерпатели или землесосное оборудование.

Передвигаясь на плавсредстве по направлениям (галсам) с заданным интервалом, определяем координаты точек морского дна X, Y, Z исследуемого участка и по анализу проб определяем наличие донных залежей полезных ископаемых. По этим данным традиционным способом [3] построим план рельефа морского дна с горизонталями (изобатами), где изолиниями отразим наличие или качественные параметры донных полезных ископаемых, оконтурим залежь. Анализ таких планов позволит сделать вывод о целесообразности бурения скважин, сгущения разведочной сети, перспективности участка.

Библиографический список

1. Ушаков, И. Н. *Маркшейдерское дело [Текст] : учеб. для вузов / И. Н. Ушаков, Д. А. Казаковский и др. — М. : Недра, 1989. — 311 с.*
2. *Инструкция по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ [Текст] / Минприроды РФ. — Новосибирск, СНИИГиМС, 1997. — 106 с.*
3. Букринский, В. А. *Геометризация недр. Практический курс [Текст] : учеб. для вузов / В. А. Букринский. — М. : Издательство Московского государственного горного университета, 2004. — 333 с.*

© Ларченко В. Г.

© Коваленко Е. В.

*Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. РМПИ ДонГТИ Леоновым А. А.,
главным маркшейдером шахты им. XIX съезда КПСС Чабаном И. И.*

Статья поступила в редакцию 02.09.2020.

PhD in Engineering Larchenko V. G., Kovalenko E. V. (DonSTI, Alchevsk, LPR)

SURVEYING SUPPORT FOR THE DEVELOPMENT OF MINERAL DEPOSITS FROM THE BOTTOM OF THE SEAS AND OCEANS

There has been given the improved method of geometrization of prospecting and development of subsea mineral deposits (MD). It is recommended to simultaneously determine the plane coordinates from the watercrafts with a satellite receiver, by the length gage ДА-2 — the sea depth, and by the bottom grab identify mineral samples.

Key words: *surveying support, subsea prospecting and development of mineral deposits, satellite receiver, length gage ДА-2, work technique.*