

УДК 553.81:550.812

М. Г. МЕЩЕРЯКОВ, Н. Н. ГОЛОВИН, Е. М. ВЕРИЧЕВ (ОАО «Архангельскгеолдобыча»)

ОТКРЫТИЕ, ОЦЕНКА И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛМАЗОВ им. В. ГРИБА



М. Г. МЕЩЕРЯКОВ,
генеральный директор



Н. Н. ГОЛОВИН,
начальник отдела –
главный геолог,
канд. геол.-минерал. наук



Е. М. ВЕРИЧЕВ,
зам. начальника
геологического отдела,
канд. геол.-минерал. наук

Показаны история открытия месторождения алмазов им. В. Гриба в Архангельской области, этапы его оценки и геологоразведки, методики и объемы выполненных работ, их технико-технологическое оснащение.

Ключевые слова: кимберлитовое поле, алмазы, магнитная аномалия, оценка, разведка и доизучение месторождения, керновое и крупнообъемное опробование, обогащение проб.

Месторождение алмазов им. В. Гриба расположено в Мезенском районе Архангельской области, в 125 км к северо-востоку от г. Архангельска и в 30 км северо-восточней месторождения им. М. В. Ломоносова, с которыми оно связано автомобильной дорогой круглогодичного действия. Месторождение находится в пределах Беломорско-Кулойского плато на водоразделе озерной Мегорской и озерно-речной Соянской систем. Открытие месторождения было предопределено всей предыдущей деятельностью ГП «Архангельскгеология» и его правопреемника ОАО «Архангельскгеолдобыча». Для целенаправленного и эффективного ведения геологоразведочных работ на алмазы были разработаны прогнозно-поисковый комплекс (ППК) и на его основе программа работ предприятия на 1992–2000 гг. Следуя изложенным в ППК и программе принципам прогнозирования, геологической службой ГП «Архангельскгеология» (В. П. Гриб,

Н. Н. Головин) в пределах Верхотинского кимберлитового поля был выделен наиболее перспективный участок и обоснована целесообразность проведения на нем поисковых работ на алмазы. В конце 1993 г. ГП «Архангельскгеология» (генеральный директор А. Г. Казаков) получило лицензию на недропользование на этом участке (400 км²) с целевым назначением геологического изучения, разведки и последующей разработки выявленных месторождений алмазов. Геологоразведочные работы было поручено проводить структурному подразделению ГП «Архангельскгеология» — Новодвинской геолого-геофизической экспедиции, преобразованной позднее в ЗАО «Архангельскгеолразведка» (начальник А. А. Заостровцев).



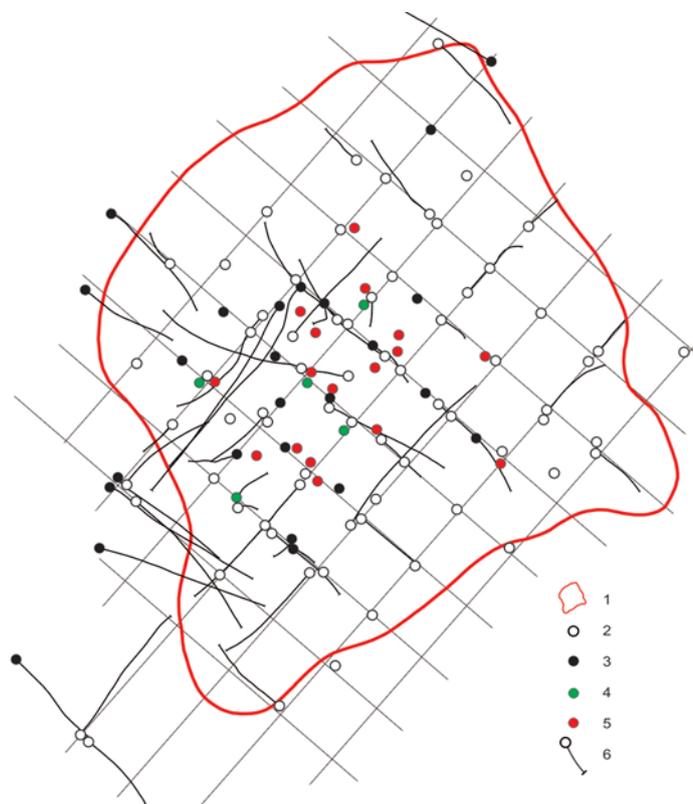
Промышленная площадка на месторождении им. В. Гриба

© Мещеряков М. Г., Головин Н. Н., Веричев Е. М., 2014

К началу лицензионных работ на Верхотинской площади была выполнена геологическая съемка масштаба 1:50 000 и проведен комплекс специализированных поисковых работ на алмазы, в ходе которых было заверено бурением 58 магнитных аномалий, открыто шесть трубок оливиновых меллититов и две трубки слабоалмазоносных кимберлитов. Следует отметить, что все трубки кимберлитов и родственных им пород как на Верхотинской площади, так и в целом в Зимнебережном алмазоносном районе открыты при заверке бурением магнитных аномалий, выявленных при проведении аэромагнитных съемок масштаба 1:10 000 — 1:5 000. По результатам анализа геолого-геофизических материалов проведенных ранее работ и их обработки по новым более прогрессивным методикам работниками ЗАО «Архангельскгеолразведка» (главным геологом Е. М. Веричевым и главным геофизиком В. И. Сотниковым) было предложено повторно изучить несколько ранее заверенных наземными геофизическими работами и бурением магнитных аномалий, в числе которых аэромагнитная аномалия 441, где в 1987 г. при геологической съемке масштаба 1:50 000 Кепинской площади была пробурена заверочная скважина № 906, вскрывшая отложения верхнего венда.

В 1995 г. на аномалии 441 были повторно проведены наземная магнитная съемка масштаба 1:5 000 и профильные электроразведочные работы двухпетлевым индуктивным методом. При обработке данных наземной магниторазведки методом «скользящего» окна была выделена слабоконтрастная аномалия интенсивностью 4 нТл с проводящим объектом глубинного заложения, эпицентр которой располагался в 150 м к западу от скважины № 906. Заверочной скважиной № 441/1, заложенной 19 февраля 1996 г. в центре проводящего объекта, в 100 м к югу от магнитного эпицентра аномалии, на глубине 69 м, под толщей четвертичных и среднекаменноугольных отложений были вскрыты песчано-глинистые породы бурого цвета, внешне похожие на выветрелые породы верхнего венда. В пробе, отобранной из этих пород и проанализированной затем в лаборатории ОАО «Архангельскгеолдобыча», выделены минералы-спутники алмаза и 20 мелких кристаллов алмаза. При дальнейшем бурении скважины были вскрыты кимберлитовые туфы, что однозначно свидетельствовало об открытии новой алмазоносной трубки. В ноябре 1996 г. трубка 441 была переименована в трубку им. В. Гриба.

В период 1996–2001 гг. на трубке силами Верхотинской геологоразведочной партии (начальник партии А. Н. Штырков, главные геологи А. М. Машкара, А. Н. Буюн, технический руководитель В. М. Сироштан) выполнены оценочные работы путем формирования системы горизонтальных и вертикальных разведочных сечений посредством бурения вертикальных и наклонных (оконтуривающих) колонковых скважин. Верхние горизонты месторождения до глубины 310 м изучены буровыми сква-



Геологоразведочный план месторождения им. В. Гриба:

1 — контур трубки под перекрывающимися отложениями; 2 — оценочные скважины (диаметром 112 мм); 3 — разведочные скважины (112 мм); 4 — контрольные скважины (224 мм); 5 — скважины большого диаметра (560 и 610 мм); 6 — наклонные скважины и их проекции на горизонтальную плоскость

жинами по сети 56×56 м, глубокие — единичными скважинами. Максимальная глубина вскрытия месторождения составила 920 м. Принятая разведочная сеть обеспечивала разведанность месторождения до глубины 310 м по категории С₁. Пробурены 103 скважины (26,8 тыс. м), из них 69 оценочных (20,2 тыс. м), 27 специальных для изучения гидрогеологических и горно-геологических условий месторождения (4,4 тыс. м) и 7 скважин большого диаметра (2,1 тыс. м).

Для изучения морфологии, особенностей внутреннего строения и характера распределения алмазов, отбора представительного суммарного объема проб для определения содержания алмазов по разведочной сети пробурены 41 вертикальная и 28 наклонных скважин (см. рисунок). Глубины вертикальных скважин — от 105 до 920 м. Наклонные (оконтуривающие) скважины глубиной от 120 до 535 м задавали с выходом из рудного тела во вмещающие породы по углом 75° к горизонту. Бурение вертикальных и наклонных скважин осуществляли станками СКБ-4 и ЗИФ-650 с твердосплавными коронками и с применением глинистых растворов. Перекрывающие отложения закрепляли трубами диаметром 146 и 127 мм. С отбором керны для изучения геологического разреза перекрывающих от-

ложений пройдено 30 % скважин, в остальных верхний 50-метровый интервал проходили без отбора керна шарошечными долотами. По рудному телу и вмещающим породам бурение осуществляли с полным отбором керна, в основном диаметром 112 мм. Средний линейный выход керна по породам кратера — 80 %, по породам жерла — 87 %. Изучение алмазности и особенностей распределения алмазов проведено по данным керна опробования. Пробы по рудному телу отбирали 20-метровыми интервалами с учетом литолого-петрографических разновидностей пород; по вмещающим и перекрывающим отложениям — 10-метровыми. Масса отобранных керновых проб по рудному телу составила 106,4 т при средней массе одной пробы 148 кг.

Для оценки представительности кернового опробования и отбора валовых проб с целью наработки партии алмазов для их сертификации и стоимостной оценки пробурено семь скважин большого диаметра глубиной по 300 м. Скважины в контуре трубки расположены сравнительно равномерно и совмещены в плане с вертикальными колонковыми скважинами. Для их проходки использовали самоходные буровые установки 1БА-15К на шасси автомобиля МАЗ. Бурение по перекрывающим отложениям осуществляли с прямой промывкой специально сконструированными шарошечными долотами диаметром 1200 и 960 мм. Интервалы закрепляли трубами диаметром 1020 и 720 мм, затрубное пространство цементировали. Бурение по рудному телу проводили с обратновсасывающей промывкой трехлопастным долотом диаметром 560 мм с твердосплавными насадками скальвующего типа. Крупнообъемные пробы крупностью +1 мм выделяли на виброгрохоте и после обезвоживания загружали в металлические контейнеры и направляли

на обогатительную фабрику. Интервалы отбора проб совпадали с интервалами по сопряженным колонковым скважинам. Для расчета объемов выбуренного материала и массы проб после каждого интервала опробования проводили кавернометрию всего ствола скважины, определяли средний диаметр ствола по интервалу опробования и вычисляли его объем; рассчитывали также объем материала, поступившего в нижний интервал опробования из каждого вышележащего. Масса выбуренного рудного материала при крупнообъемном опробовании составила 1031 т. Указанная масса керновых проб обеспечила их представительность и достоверность оценки содержания алмазов класса $-2+0,5$ мм и с некоторым занижением достоверности — класса $-4+0,5$ мм, а крупнообъемных проб класса $-8+0,5$ мм — с допустимой погрешностью. Запасы алмазов по результатам оценки утверждены в 2002 г. ГКЗ МПР РФ по категориям C_1 и C_2 до глубины 610 м для условий комбинированной (открыто-подземной) разработки.

Детальную разведку месторождения в период 2002–2004 гг. проводили силами Верхотинской геологоразведочной партии ЗАО «Архангельскгеолразведка» (начальник партии А. Н. Штырков, главный геолог А. Н. Буюн, технический руководитель В. М. Сироштан). Основной задачей являлось изучение средних и глубоких горизонтов месторождения по разведочной сети $(28 \div 56) \times 56$ м — до глубины 310 м, 56×56 м — до глубины 810 м. Пробурено 39 скважин (21,8 тыс. м), из них 29 вертикальных и наклонных разведочных (около 18 тыс. м), 5 специальных для изучения гидрогеологических и горно-геологических условий месторождения (2,4 тыс. м) и 5 контрольных колонковых скважин диаметром 224 мм (1,4 тыс. м). Глубина вертикальных разведочных скважин — от 343 до 1032 м,



Буровая установка BF 800

наклонных — от 300 до 711 м. Наклонные скважины задавались под углом 75–81°. В зависимости от проектной глубины скважины бурение осуществляли станками СКБ-4, ЗИФ-650 и ЗИФ-1200 с твердосплавными коронками. Основной диаметр бурения по рудному телу 112 мм, средний выход керна по породам кратера 81 %, по породам жерла 86 %. Масса отобранных керновых проб составила 116,2 т при средней массе одной пробы 160 кг.

Контрольные колонковые скважины диаметром 224 мм и глубиной от 387 до 597 м закладывали в радиусе не более 5 м от пробуренных при оценке кустов скважин (112 и 560 мм). Перекрывающие отложения и породы кратера проходили с помощью буровой установки 1БА-15К с шарошечными долотами диаметром 490 мм и обсаживали трубами. По породам жерла бурение проводили буровым станком ЗИФ-1200МР с полным отбором керна твердосплавными коронками диаметром 224 мм, разработанными и изготовленными в ТулНИИГП. Средний выход керна по контрольным скважинам составил 92 %. Опробование керна проводили 20-метровыми интервалами с учетом литолого-петрографических разновидностей пород. Отобрано 78,9 т керновых проб при средней массе одной пробы 940 кг. Сопоставление результатов опробования разведочных и контрольных скважин показало занижение оценок содержания алмазов по рядовым пробам относительно оценок по пробам контрольных скважин на уровне 35 % в классе –8+4 мм и 16 % в классе –4+2 мм. По

результатам выполненных разведочных работ в 2005 г. в ГКЗ МПР России утверждены запасы алмазов по категориям С₁ и С₂ до глубины 1010 м для условий подземной разработки.

В 2005–2008 гг. существенно изменились технико-экономические условия реализации проекта: при стабильной средней стоимости добываемых алмазов значительно повысились цены на различные материалы и услуги, а главное, значительно сократился потенциал горно-строительных предприятий. В связи с этим руководством ОАО «Архангельскгеолдобыча» было принято решение о переработке технико-экономического обоснования кондиций и переоценке запасов, что потребовало проведения дополнительных геологоразведочных работ по изучению месторождения, уточнению горно-геологических и гидрогеологических условий, а также технологической схемы переработки руд.

В 2008–2010 гг. в рамках программы крупнообъемного опробования с целью наработки представительной партии алмазов для достоверной оценки их качества, сортности и стоимости было пробурено 10 скважин диаметром 610 мм и глубиной 600 м каждая. Предварительно в точках их заложения проходили пилотные скважины с целью изучения геологического разреза и выделения интервалов опробования. Бурение пилотных скважин диаметром 76–112 мм проводили специалисты ФГУП «Урангео» (г. Москва) с использованием установок Voart Longyear LF-70 и LF-90, обеспечивающих



Модульная обогатительная установка

высокую (50–60 м/сут) скорость проходки. Средний выход керна составил по перекрывающим отложениям 60 %, по породам кратера — 80 %, по кимберлитам и туфоксенотуфобрекчиям — 95 %. Бурение основных скважин (диаметром 610 мм) осуществляла французская фирма FORACO буровой установкой BF 800. Скважину глубиной 600 м проходили за 10–14 дней. Бурение осуществляли сплошным забоем трехшарошечным долотом с обратной промывкой. Перекрывающие отложения закрепляли обсадными трубами диаметром 710 мм. Извлеченный при бурении материал поступал на вибросито с размером ячейки 1 мм, отделялся от промывочной жидкости и загружался в контейнеры «биг-бэг». Подрешетный материал крупностью —1 мм направляли в гидроциклон, шлам которого сбрасывали в шламовый амбар, а промывочную жидкость после добавки реагентов использовали для бурения. Масса выбуренного рудного материала составила около 4 тыс. т. Обогащение проб проводили на модульной установке тяжелосредней сепарации (компания Bateman), смонтированной непосредственно на участке работ.

Для уточнения горно-геологических и гидрогеологических условий месторождения пробурены 23 специальные скважины глубиной от 70 до 600 м. Проведены опытно-фильтрационные работы, инженерно-геологическое опробование и геотехническая документация керна, а также лабораторные исследования. На основе анализа полученных результатов разработана численная геофильтрационная модель месторождения и прибортового массива, выполнены расчеты устойчивости и параметров бортов и уступов карьера.

Геолого-гидрогеологическое и технологическое сопровождение работ по доизучению месторождения осуществляли совместно специалисты ОАО «Архангельскгеология», компании SRK Consulting (UK) Ltd. и Санкт-Петербургского горного института. ЗАО «Механобр инжиниринг» были проведены исследования по уточнению технологической схемы переработки руд месторождения. Для отбора технологических проб были пройдены три скважины глубиной по 400 м. На основании проведенных исследований уточнены параметры промышленного оборудования и технологическая схема тяжелосреднего обогащения, определены удельный расход электроэнергии, состав шламов и коэффициент извлечения алмазов при переработке руд.

По результатам выполненных работ в 2010 г. были утверждены постоянные разведочные кондиции и запасы алмазов по месторождению для условий его комбинированной разработки: открытым способом — до глубины 460 м, с доработкой запасов до глубины 810 м — подземным способом. В марте 2011 г. начаты горно-капитальные работы по вскрытию месторождения. **ГЖ**

*Мещеряков Максим Георгиевич,
e-mail: MMeshcheryakov@agd.lukoil.com
Головин Николай Николаевич,
e-mail: NGolovin@agd.lukoil.com
Веричев Елисей Михайлович,
e-mail: EVerichev@agd.lukoil.com*

DISCOVERY, APPRAISAL AND EXPLORATION OF GRIB DIAMOND DEPOSIT

Meshcheryakov M. G.¹, Chief Executive Officer

Golovin N. N.¹, Head of Department, Chief Geologist, Candidate of Geologo-Mineralogical Sciences

Verichev E. M.¹, Deputy Head of Geological Department, Candidate of Geologo-Mineralogical Sciences, e-mail: EVerichev@agd.lukoil.com

¹ "Arkhangel'skgeoldobycha" JSC (Arkhangelsk, Russia)

Grib Kimberlite Pipe was discovered in 1996. The pipe appraisal was accomplished in 1996–2001. To this effect 69 appraisal wells (total length of 20.2 thou m) and 27 water wells (total length of 4.4 thou m) were drilled. Representativity of core sampling was estimated with the help of bulk sampling in 7 wells 560 mm in diameter. Diamond reserves were demonstrated down to 610 m. In 2000–2004 exploration was performed by means of drill wells. The check core-sampling wells 224 mm in diameter were drilled. In total there were 39 exploratory wells (total length of 21.8 thou m) and 5 water wells (total length of 2.4 m). The category C₁ and C₂ diamond reserves were demonstrated down to 1010 m. In 2008–2010 the deposit was additionally evaluated in order to refine cost estimate of diamonds as well as to specify mining-and-geological and hydrogeological conditions for the technical and economic substantiation of quality requirements. With this end in view, 10 wells 610 mm in diameter and 600 m long and 23 water wells and soil bores 70 to 600 m in length were drilled. Based on the exploration data, the constant exploratory quality requirements and diamond reserves were confirmed for the combined open-pit and underground mining technology: down to 460 m depth—open-pit mining that is then transferred in the underground mining to the depth of 810 m below surface. Since March 2011 striping of the deposit has been carried out.

Key words: kimberlite field, diamonds, magnetic anomaly, evaluation, exploration and additional exploration of deposit, core sampling and bulk sampling, sample beneficiation.