

УДК 551.48.018

Ф.Г. Атрошенко, К.А. Лопатин, В.А. Астапова, А.М. Петряков
СОЗДАНИЕ БЕЗЛЮДНОЙ РЕЖИМНОЙ СЕТИ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ
ПУНКТОВ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ИМ. В. ГРИБА

Рассмотрены основные гидрогеологические и физико-географические условия месторождения алмазов им. В. Гриба. Освещены проектные решения по созданию режимной сети в процессе разработки месторождения, связанные с необходимостью ведения режимных наблюдений на более чем 120 наблюдательных точках, расположенных в радиусе от 1 до 7 км от центра карьера. При разработке проекта выявлена необходимость создания на месторождении безлюдной системы съема и передачи информации с каждого наблюдательного пункта. Исходя из опыта работы с подобными системами предлагается использовать для режимных наблюдений за природными водами комплекс метрологического оборудования и программного обеспечения.

Ключевые слова: Архангельская алмазоносная провинция, гидрогеологические условия, водопонижающие скважины, наблюдательная сеть, дистанционный автоматизированный контроль.

Месторождение алмазов им. В. Гриба расположено в западной части Мезенского района Архангельской области, в 115 км к северо-востоку от г. Архангельска, и в 25 км к северо-востоку от месторождения алмазов им. М.В. Ломоносова (рис. 1).

Район месторождения представляет собой заболоченную и залесенную пологоволнистую равнину, пересеченную речными долинами и многочисленными карстовыми логами, осложненную озерными и болотными впадинами и карстовыми воронками. Преобладающие абсолютные высоты поверхности составляют 110–125 м. Максимальные отметки до 140 м наблюдаются на юго-западе, по левому берегу р. Падун.

В северной и северо-восточной части территории распространены обширные болотистые понижения с отметками 95–105 м. Речные долины узкие (50–200 м), склоны, высотой 10–25 м (на р. Падун – до 50 м), кру-

тые (до 30–40°), изрезаны многочисленными логами. Днища озерно-речных систем, как правило, заболочены. Склоны карстовых логов крутые (до 10–20°), высотой до 10 м. На водоразделе рек Падун и Черная часто встречаются карстовые воронки и впадины диаметром от 2–3 до 30–50 м и глубиной до 1–3 м (отдельные карстовые воронки достигают в диаметре до 100 м при глубине 10–15 м). Болота, вместе с заболоченными участками леса, занимают около 65% площади.

Гидрографическая сеть района относится к бассейнам семужьих нерестовых рек Сояна и Мегра и представлена небольшими по протяженности (до 20–30 км) реками и ручьями. Основными реками района являются р. Падун, протока Ерна, протока Черная и реки Кукомка и Волчья. На площади работ расположены пять крупных озер: Волчье Мертвое, Черное, Сев. и Южн. Басурманы. Происхождение озер Волчье, Черное, Сев. Басурманы, Юж.



Масштаб 1:1000 000

Рис. 1. Обзорная карта района



– Падунская площадь



– грунтовая дорога

К – месторождение алмазов:

1 – им. В. Гриба

К 2 – месторождение им. М.В. Ломоносова

--- – зимник

Басурманы, смешанное – тектонически ослабленная зона подверглась воздействию карстовых процессов и ледника. Озеро Мертвое – ледникового происхождения [1].

Сложные гидрогеологические условия и наличие в зоне воздействия горных работ двух бассейнов смежных рек (реки Мегра и Сояна) и Соянского биозаказника, потребовали

разработки в проекте режимной наблюдательной сети, ориентированной не только на оценку изменения гидрогеологических условий в районе месторождения, но, в первую очередь, на изучение и предотвращение влияния открытой отработки алмазонной трубки на экологическую безопасность сложившейся в регионе экосистемы [2, 3, 6]. В связи с этим в проекте разработки месторождения предусмотрено, чтобы пункты наблюдений режимной сети в плане равно-

мерно располагались по всем сторонам света, а в разрезе охватывали все значимые гидрогеологические пласты (рис. 2). В частности, наблюдательные пункты режимной сети, состоящие из 2–3 скважин, распространены с севера от оз. Мертвого на юг до Ернинских озер и с востока от Басурмановых озер до реки Падун на западе. Кроме того, для оценки влияния горных дренажей на условия обмеления и степени возможного загрязнения бассейнов смежных рек в проекте

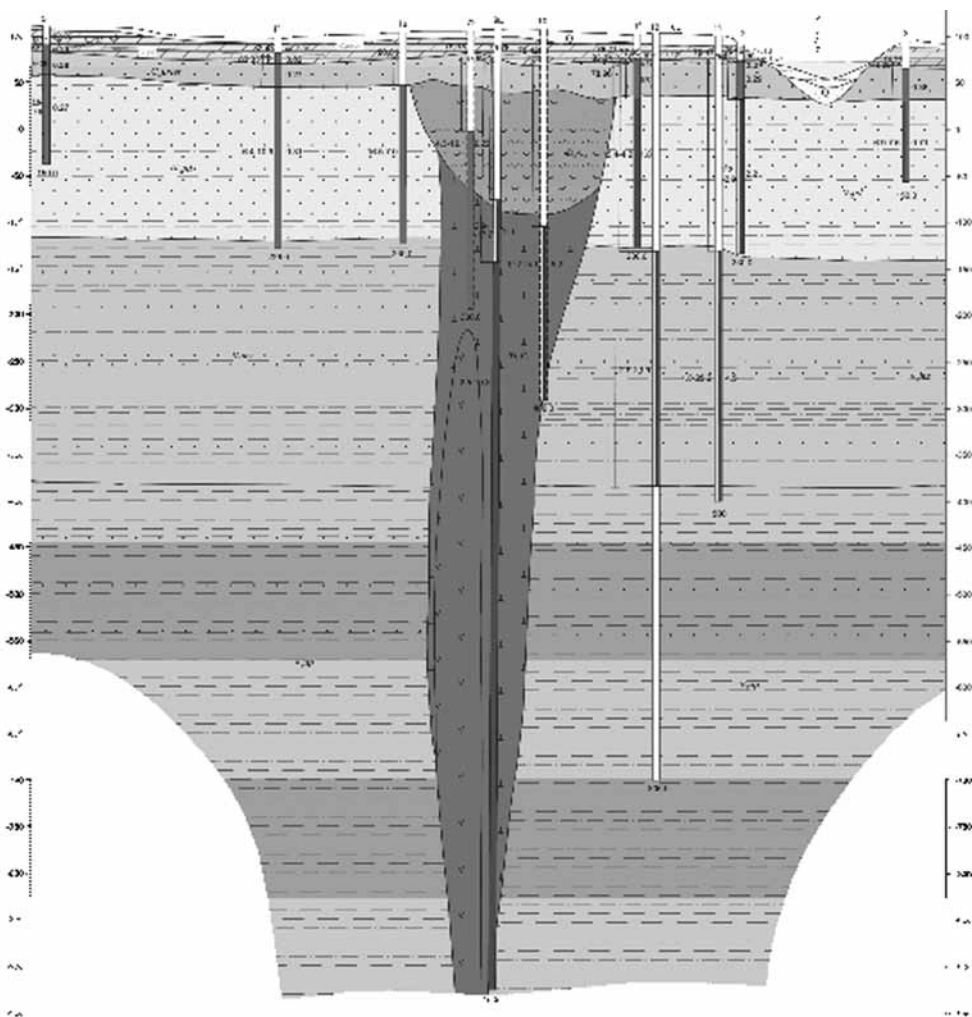


Рис. 2 Схематический гидрогеологический разрез участка работ в районе месторождения им. В. Гриба

предусмотрено организация гидропостов (ГП) на реках Волчья, Кукомке (2 гидропоста), Ерне, Падуне и протоке Черной. На всех озерах также будут созданы уровенные посты (УП) для наблюдений за колебаниями уровня и составом вод. В целом на месторождении кроме водопонизительных скважин (ВПС) дренажного контура (75 шт.) будет создана сеть наблюдательных пунктов, состоящая из более 50 скважин различной глубины, 6 гидропостов на реках и 5 уровенных постов на озерах.

В пределах месторождения выделены следующие гидрогеологические подразделения (рис. 2).

1. В разрезе четвертичных отложений, распространенных на изучаемой территории повсеместно, выделено и изучено 11 водоносных и водоупорных горизонтов различного происхождения.

2. Среднекаменноугольная – нижнепермская водоносная серия (C_2-P1) распространена на всей территории района на междуречных пространствах. На участке месторождения она представлена олмугской и окуневской свитами (C_2ol-ok), сложенными карбонатами, местами интенсивно закарстованными, породами, объединенными в олмуго-окуневский водоносный горизонт.

3. Урзугский (урзуго-воереченский) водоносный комплекс (C_2ur-vr) широко распространен на территории участка. Перекрывается карбонатными породами, а также отложениями валдайской морены, а залегает на отложениях падунской свиты венда и на кратерных образованиях трубок взрыва. Под четвертичные отложения выходит узкими полосами, окаймляющими карбонатную толщу C_2-P_1 возраста.

4. Воды трубок взрыва ($i-nD_3-C_2$) связаны с туфогенно-осадочной толщей кратерной фации и кимберлитами жерловой фации.

5. Падунский водоносный комплекс (V_2pd) распространен на всей территории участка. Под четвертичные отложения выходит на западе участка и в пределах палеодолин. На остальных участках месторождения комплекс перекрывается отложениями урзугской свиты среднего карбона. Водовмещающие породы представлены мелко-среднезернистыми песчаниками с прослоями алевролитов и аргиллитов.

6. Мезенский слабоводоносный комплекс (V_2mz) распространен повсеместно. На территории участка перекрывается отложениями падунской свиты, а подстилается терригенной толщей усть-пинезской свиты. Водовмещающие породы представлены тонким переслаиванием алевролитов, аргиллитов и песчаников.

7. Усть-пинезский слабоводоносный комплекс (V_2up) развит повсеместно. В связи с большой глубиной залегания водоносный комплекс изучен слабо.

Из анализа гидрогеологических условий территории месторождения трубки им. В. Гриба следует, что преимущественное влияние на условия обводнения горных выработок окажут, в первую очередь, падунский и урзугский водоносные комплексы [2, 3]. На устойчивость уступов и бортов карьера при его разработке до глубины 450 м будет влиять не только степень осушенности указанных водоносных пластов, но и остаточные напоры в слабо водоносном мезенском комплексе. Учитывая, что защита горных выработок от обводнения в проекте ориентирована, главным образом, на защиту от падунского водоносного комплекса как наиболее мощного и водообильного. При ведении горных работ в его пределах существенное значение имеет оценка условий взаимосвязи падунского комплекса с вышележащими горизонтами

и речными водотоками и водоемами. Наличие высокочувствительных (водотдача 10–15%) горизонтов в переуглубленных древних долинах и в современных долинах рек обеспечит сокращение радиуса воронки депрессии в верхнем регионально развитом горизонте. При этом происходит существенное сглаживание и растягивание во времени процесса обмеления рек в меженные периоды под влиянием работы горных дренажей [6, 7].

Проект осушения горных выработок с помощью водопонижающих скважин (ВПС) и связанный с ним проект создания наблюдательных пунктов режимной сети (рис. 3) для

оценки изменений эколого-гидрогеологической ситуации в области влияния горных работ отражает сложности ведения режимных наблюдений на территории месторождения [4, 5]. В частности, основные трудности ведения режимных наблюдений заключаются в следующем:

1. Наличие более чем 120 наблюдательных точек, расположенных в радиусе от 1 до 7 км от центра карьера;
2. Частота наблюдений от 2–3 раз в сутки по ВПС и ближним наблюдательным скважинам, до 1 раза в 1–7 суток по удаленным пунктам;
3. Наблюдения будут вестись в условиях сложной пересеченности

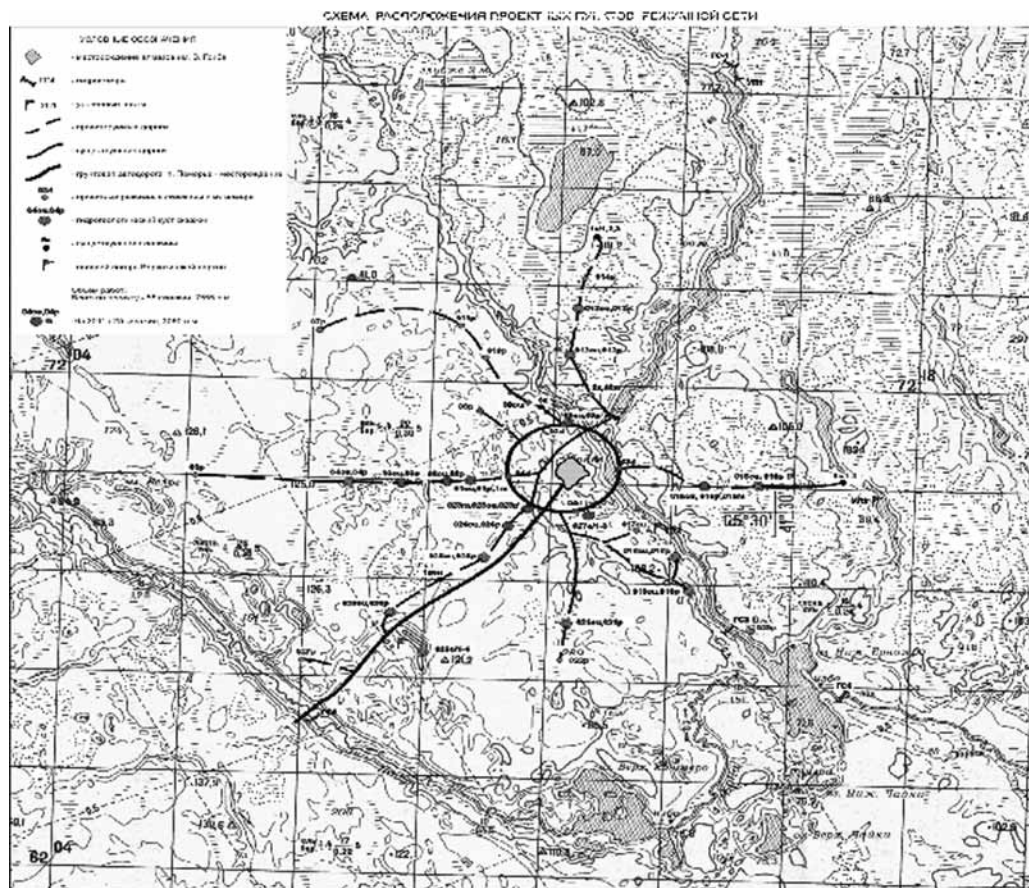


Рис. 3. Карта проектной режимной сети наблюдательных пунктов на месторождении им. В. Гриба



Рис. 4. Система дистанционного контроля

местности, заболоченности и залесенности территории;

4. Необходимость ведения наблюдений при слабой оснащенности (технической и кадровой) гидрогеологической службы строящегося ГОКа.

Все вышесказанное вынудило руководство компании обратиться к опыту создания безлюдной системы съема и передачи информации с каждого наблюдательного пункта. Предлагаемая система дистанционного контроля и передачи данных наблюдений за уровнями, температурой, минерализацией в наблюдательных и эксплуатационных скважинах, на гидропостах в реках и водоемах в общем виде представляет собой регистратор данных для измерения уровня (температуры, минерализации), накопительную систему и передающую систему (рис. 4).

Передача данных осуществляется путем GSM, GPRS, радиосвязью, спутниковой связью. Измерительный комплекс состоит из аккумулятора, передающего устройства (модем), даталоггера (накопитель данных) и измерительного устройства.

Предлагаемое оборудование для организации безлюдной режимной сети наблюдений изготавливается на заводах Швейцарии, там же тестируется и может сразу же устанавливаться на скважинах режимной сети. При этом датчики в отличие от датчиков струнного типа, имеют регистрирующий пьезоэлемент, который более надежен в эксплуатации и имеет более высокую точность измерений, так как начальный столб воды компенсируется выводом измерителя на ноль (рис. 5). Кроме того, датчики могут устанавливаться напрямую в глинистый раствор: скелет породы влиять на измерение уровня (порового давления) не будет. В струнных же датчиках требуется создание песчаной оболочки и проведения др. дополнительных операций, чтобы устранить возможное влияние породы на мембрану датчика.

Точность в диапазоне измерения уровней от 0 до 250 м. Необходимо учесть, что при установке датчика уровня столб воды над ним компенсируется (показания датчика выводятся на ноль), поэтому при эксплуатации ведутся из-



Рис. 5. Регистратор данных для измерения уровня с модулем проводимости (минерализации) и температуры DL/N

мерения только изменения уровня. Модуль проводимости ($20\mu\text{S}/\text{cm}$ - $20\text{mS}/\text{cm}$) со встроенным температурным измерением (опционально). Температурное измерение: -50 – $+50$ °C.

Тара: регистратор сохраняет высоту столба воздуха, а не давление на датчике. Тарировка измеряемого значения: определение пороговых значений. Пороговое значение сигнализации, сохранение всей информации измерений внутри заданного диапазона.

Заключение

1. На горных предприятиях РФ, в том числе и алмазодобывающих, базирующихся преимущественно в северных регионах страны, основной экологической проблемой является сохранение хрупкого экологического равновесия, характерного для северных регионов.

2. Охраняемыми объектами являются водотоки и водоемы (искусственные и естественные, имеющие статус рыбохозяйственного значения высшей категории), осушаемые водоносные горизонты питьевых вод (падунский и др.), биозаказник «Соянский», прилегающие к карьерам лесные и болотные массивы. В частности, осушение верхней части разреза (особенно почвенного слоя) может привести не только к смене растительности, но

и к смене климата на обширной территории в районе воздействия горных работ. Согласно требованиям Министерства природных ресурсов РФ на каждом из указанных месторождений в процессе разработки должна быть создана сеть наблюдательных пунктов (скважин, гидропостов и т.д). При этом необходимо контролировать характер развития воронки депрессии в первом от поверхности водоносном горизонте, степень нарушенности гидрохимического и гидробиологического режима в водоносных горизонтах, содержащих питьевую воду, водотоках и водоемах региона.

3. На месторождении им. В. Гриба реализуется разработанная в стране концепция создания гидрогеологического мониторинга регионального уровня. В век компьютерной техники и высоких технологий создание информационной базы с помощью хлопущек уже не отвечает требованиям, предъявляемым к качеству информационной поддержки численного моделирования изучаемого объекта. В общем виде авторами предлагается создание системы дистанционного способа съема и передачи информации с наблюдательных пунктов, с необходимой для расчетов частотой наблюдений с последующим построением гидродинамических (температурных, гидрохимических) моделей объекта, на которых будет проводиться обработка полученных данных и составление прогнозных оценок развития ситуации на объекте в процессе его эксплуатации.

4. В результате на объекте будет решаться комплексная задача: материальное обеспечение наблюдательных пунктов соответствующими системами дистанционного съема и передачи данных, изучение объекта с последующим уточнением проекта разработки месторождения, к примеру, с гидрогеологической точки зрения.

1. Архангельская алмазоносная провинция / Под ред. Богатикова О.А. М.: Изд-во МГУ, 1999. 522 с.


2. Атрошенко Ф.Г. Опыт эффективного решения гидрогеоэкологических проблем при проектировании ГОКа на месторождении алмазов им. М.В. Ломоносова / Современные проблемы гидрогеологии и гидрогеомеханики. СПб. Изд-во СПб. гос. ун-та, 2002. С. 215–227.

3. Венд Юго-Восточного Беломорья / Станковский А.Ф., Веричев Е.М., Гриб В.П., Добейко И.П. // Известия АН СССР, 1981. Сер. геол., № 2. С. 78–88.

4. Концепция государственного мониторинга подземных вод Российской Федерации. М., 1992.

5. Королев В.А. Мониторинг геологической среды. М.: Изд-во МГУ, 1995. 272 с.

6. Малов А.И. Подземные воды Юго-Восточного Беломорья. Екатеринбург, 2003. 234 с.

7. Мироненко В.А., Атрошенко Ф.Г. Гидрогеологические условия освоения месторождения алмазов Архангельского региона // Экологические проблемы региона и основные направления рационального природопользования. Архангельск, 1991. С. 67–69. 

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Атрошенко Федор Григорьевич – кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник ВНИМИ, г. Санкт-Петербург, e-mail: fatroschenko@mail.ru,

Лопатин Константин Александрович – заместитель директора ООО «ПОЛТРАФ-СНГ», г. Санкт-Петербург, e-mail: lopatin@poltraf.ru,

Астапова Виктория Андреевна – аспирант, e-mail: vikkiu@mail.ru,

Петряков Алексей Михайлович – аспирант, e-mail: aleksiss@dr.com, Московский государственный горный университет.

UDC 551.48.018

DEPLOYMENT OF UNATTENDED OPERATION MONITORING NETWORK AT THE GRIB MINE

Atroshchenko F.G., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Researcher VNIMI, e-mail: fatroschenko@mail.ru,

Lopatin K.A., Deputy Director POLTRAF-SNG Ltd., e-mail: lopatin@poltraf.ru,

Astapova V.A., Graduate Student, e-mail: vikkiu@mail.ru,

Petryakov A.M., Graduate Student, e-mail: aleksiss@dr.com, Moscow State Mining University.

The author describes geological, physical and hydrogeological conditions at the Grib diamond open pit mine and presents design approaches to deployment of an operation monitoring network composed of over 120 observation points arranged within a radius of 1 to 7 km relative to the open pit center. The project engineering has highlighted the need of the unattended information retrieval and transition to cover all observation points. On the basis of the experience gained in operation of networks of the same kind, the outfit of metrological equipment and programming support is recommended for the operation monitoring of natural waters.

Key words: Arkhangelsk diamond province, hydrogeological conditions, dewatering wells, monitoring network, automated remote control.

REFERENCES

1. Bogatkov O.A. (Ed.). Arkhangelsk Diamond Province. Moscow: MGU, 1999. 522 p.

2. Atroshchenko F.G. Effective Practical Approach to Hydrogeoecological Problems in Projecting Mining and-Processing Plant at the Lomonosov Diamond Deposit. In: Current Problems in Hydrogeology and Hydro-mechanics. Saint-Petersburg: SPbGU, 2002. pp. 215–227.

3. Stankovsky A.F., Verichev E.M., Grib V.P., Dobeiko I.P. The Wend of the Southeastern White Sea Region. Izvestia AN SSSR-USSR Academy of Sciences Bulletin, Series Geology, 1981, no. 2, pp. 78–88.

4. Concept of Government Monitoring of Underground Water in Russian Federation. Moscow, 1992.

5. Korolev V.A., Subsurface Monitoring. Moscow: MGU, 1995. 272 p.

6. Malov A.I. The Underground Waters of the Southeastern White Sea Region. Ekaterinburg, 2003. 234 p.

7. Mironenko V.A., Atroshchenko F.G. Hydrogeoecological Conditions of Diamond Mining in the Arkhangelsk Region. In: Ecological Problems of the Region and the Mainstreams of the Rational Subsoil Use. Arkhangelsk, 1991. pp. 67–69.