

УДК 622.5:622.271

В. Н. ЗАОСТРОВЦЕВ, И. А. МИНЯЕВА (ОАО Архангельскгеолдобыча)
О. И. БАБАДУСТОВ (ООО «Веир Минералз РФЗ»)
М. Ю. ШАПОРЕВ (ООО «Инжиниринг Комплект»)

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ВОДООТЛИВА В КАРЬЕРЕ ГОКа им. В. ГРИБА



В. Н. ЗАОСТРОВЦЕВ,
зам. генерального директора —
главный инженер



О. И. БАБАДУСТОВ,
территориальный
менеджер



М. Ю. ШАПОРЕВ,
главный
инженер



И. А. МИНЯЕВА,
ведущий
инженер

Показана строящаяся в настоящее время инновационная автоматизированная трехступенчатая система откачки загрязненных вод из карьера ГОКа им. В. Гриба. В составе водоотливного комплекса использованы лучшие мировые достижения техники и технологии в этой области: насосные установки Multiflo компании «Веир Минералз», пластиковые и резиноармированные трубопроводы, частотные преобразователи, контроллеры, средства связи, информации и автоматики.

Ключевые слова: карьер, притоки подземных и поверхностных вод, карьерный водоотлив, насосные установки, трубопроводы, автоматизированное управление.

Первоочередной и масштабной проблемой освоения месторождения алмазов им. В. Гриба стали сложные гидрогеологические условия в районе проектируемого карьера, обусловленные наличием нескольких водоносных горизонтов и природных водоемов рыбохозяйственного назначения — р. Кукомки, озер Волчье и Черное. В связи с этим для осушения карьерного поля от подземных и поверхностных вод осуществлены: отвод р. Кукомки, строительство отсечной дамбы и перекачной насосной станции на оз. Черном, а также поэтапное формирование контура водопонижающих скважин по периметру карьера.

Тем не менее неизбежные и возрастающие по мере углубления карьера «проскоки» фильтрационных подземных вод и атмосферные осадки потребовали проектирования, строительства и поэтапного развития системы внутрикарьерного водоотлива, позволяющей обеспечить защиту карьера от затопления даже при аварийных ситуациях, например при отказе или плановой остановке нескольких водопонижающих скважин.

На начальном этапе построения карьера отсутствовали фактические данные по перекачиваемой воде (содержание взвешенных веществ в воде, гранулометрический состав, абразивность твердых включений и др.), что не позволяло провести обоснованный выбор типа насосного оборудования. В связи с этим было принято решение использовать в начальный период вскрытия месторождения и развития карьера насосные станции

водоотлива на основе недорогих и широко применяемых на горных предприятиях России насосов типа Д, а затем с учетом полученных данных и опыта эксплуатации определить оптимальный технико-технологический комплекс карьерного водоотлива на длительный период.

Для первого этапа развития карьера были закуплены пять блок-боксов карьерного исполнения на салазках, укомплектованных насосами 1Д630 с двигателями мощностью 350 кВт и преобразователями частоты. Эксплуатация насосов предполагалась до достижения глубины карьера 80 м. На основе гидрогеологических исследований и полученных данных по водоотливу I очереди определены основные исходные данные для обоснования будущей системы карьерного водоотлива: средний водоприток в карьерное пространство — 1300 м³/ч, максимальный — 2300 м³/ч; суммарная производительность системы водоотлива с учетом нормативного резерва — не менее 3300 м³/ч; ожидаемая концентрация примесей (взвесей) в карьерной воде — до 20 г/л (при этом по мере углубления горных работ прогнозируется уменьшение концентрации взвешенных веществ). Сформированы также основные требования к системе карьерного водоотлива:

- износостойкость насосов должна быть достаточной, чтобы избежать строительства промежуточных резервуаров осаднения и других мер предварительной очистки карьерных вод;

- управление комплексом водоотлива должно быть централизованным и осуществляться в автоматическом режиме;
- развитие системы должно покрывать весь период эксплуатации карьера;
- число промежуточных подъемов необходимо минимизировать, исходя из оптимального напора насосов 150–200 м;
- численность обслуживающего сервисного и технологического персонала должна быть минимальной за счет надежности и высокой степени автоматизации процесса.

Поставщик решения должен быть готов осуществить полный сервис поставленного оборудования, создать консигнационный склад запасных частей в г. Архангельске либо непосредственно на месторождении.

В 2012 г. по результатам рассмотрения технико-коммерческих предложений от поставщиков, проектировщиков и производителей насосного оборудования была выбрана компания «Инжиниринг Комплект» — партнер известного мирового производителя «Веир Минералз» в области автоматизации и агрегатирования комплексных решений для горной промышленности. В первой половине 2013 г. в сотрудничестве со специалистами ОАО «Архангельскгеолдобыча» разработан проект уникального комплекса водоотлива для карьера ГОКа им. В. Гриба.

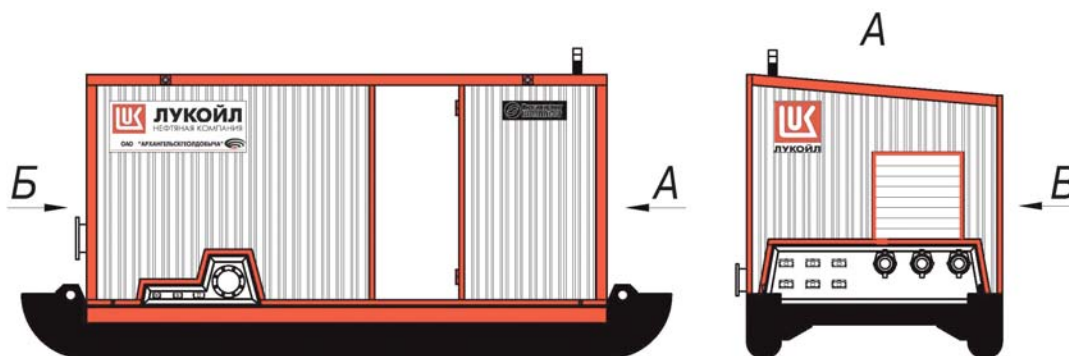
Базовые параметры системы карьерного водоотлива позволяют обеспечить откачку карьерных вод на поверхность по четырем независимым трубопроводам диаметром 400 мм и длиной до 2000 м в конце периода эксплуатации карьера. Подача воды на один трубопровод — до 900 м³/ч, что обеспечивает 100%-ный резерв при среднем водопитоке и более 50 % при максимальном. Система включает три подъема воды насосами с напором до 160 м, таким образом, суммарный напор системы достигает 480 м. Всего в состав системы водоотлива входят 12 насосных установок — по три на каждый трубопровод.

Напряжение питания преобразователей частоты, двигателей насосов и другого оборудования комплекса составляет

0,4 кВ. Каждая установка с насосом Multiflo комплектуется собственной комплектной трансформаторной подстанцией мощностью 1000 кВА карьерного исполнения. Управление установками осуществляется в автоматическом режиме по радиоканалу из диспетчерского пункта, расположенного в карьере. Вся информация передается в операторную комбината. Установки на базе насосов Multiflo идентичны, за исключением систем всаса, установленных на четырех насосных установках первого подъема.

Комплектация оборудования в карьере ГОКа им. В. Гриба приведена ниже.

<i>Оборудование операторной комбината, комплект</i>	1
<i>Диспетчерский пункт</i>	1 блок-бокс с 100%-ным резервом по основному оборудованию и системам обеспечения
<i>Оборудование насосной станции:</i>	
<i>трубопровод всаса резиноканевый, армированный, с понтоном и поплавками (только для первого подъема)</i>	4
<i>трубопровод всаса резиноканевый, армированный, высоконапорный</i>	8
<i>трубопровод напорный, резиноканевый, армированный, высоконапорный</i>	12
<i>установка с насосом Multiflo</i>	12
<i>Блок-бокс преобразователя частоты с радиосвязью и пультом местного управления</i>	12
<i>Комплектная трансформаторная подстанция</i>	12
<i>Арматура по трассе</i>	4 комплекта на каждый трубопровод
<i>Комплект пластиковых трубопроводов и отводов Ду400 Ру25 на одну линию</i>	4



Блок-бокс преобразователя частоты

Климатическое исполнение оборудования предусматривает эксплуатацию в условиях низких температур, а где необходимо — прямой контакт с водой. Запорная арматура и приборы дополнительно обогреваются лентой ЭНГЛ. Арматура и приборы находятся либо в павильоне насосной установки, либо защищены кожухами от воздействий внешней среды.

Для демпфирования гидроударов первые 10 м нагнетательного трубопровода после каждой насосной установки выполнены из резиноармированного трубопровода Linatex специального исполнения с рабочим давлением 2,5 МПа и давлением разрыва до 5 МПа. В случае гидроудара труба расширяется, снижая вероятность разрушения оборудования насосной установки. За 10 м до насосной установки установлен обратный клапан с рабочим давлением 4 МПа. Для слива остатков воды при закрытии клапана установлен байпас с дистанционно управляемой задвижкой с рабочим давлением 4 МПа.

Управление комплексом водоотлива осуществляется централизованно. АСУ водоотлива реализована в виде диспетчерского пункта в утепленном блок-боксе со степенью защиты УХЛ1, укомплектованном шкафами управления и радиооборудования. Все системы жизнеобеспечения оборудования блок-бокса (электропитание, отопление, вентиляция) дублированы на системном и/или аппаратном уровне. АСУ комплекса водоотлива с помощью направленной радиосвязи полностью интегрирована в систему управления комбината. Управление комплексом возможно осуществлять по месту, из диспетчерского пункта или операторной АСУ комбината. Оборудование водоотлива оснащено датчиками для дистанционного контроля параметров оборудования.

Централизованная система управления комплексом оборудования водоотлива осуществляет следующие функции:

- полностью автоматическое регулирование числа работающих установок с насосами Multiflo и параметров работы агрегатов в зависимости от уровня заборного приемка (зумпфа), показаний расходомеров и токовой нагрузки двигателей насосов;
- автоматические пуск и останов насосных агрегатов с реакцией входящей в комплекс арматуры;
- переключение между автоматическим, полуавтоматическим и ручным режимами работы;

- реагирование на критические для работы системы параметры: низкое давление всаса насосов первого и второго подъемов, «сухой» ход насосов, выход из строя компонентов, перегрев оборудования, перегрузки по току;

- поддержание температурных режимов и влажности в блок-боксах;

- контроль всех параметров комплекса в диспетчерском пункте и передача данных в АСУ комбината

В настоящее время осуществляется монтаж и подготовка к пуску оборудования насосной станции первого подъема, ед. (см. ниже и рис. 1).

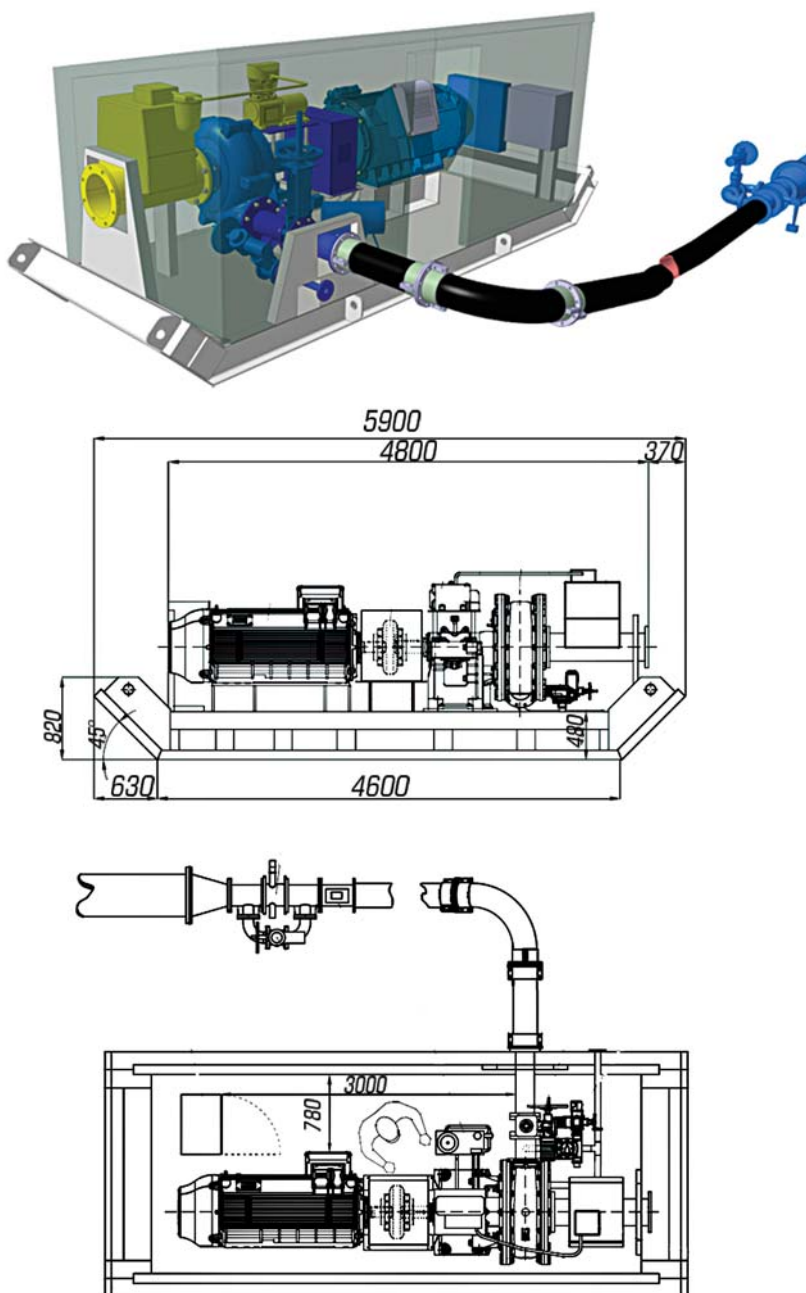


Рис. 1. Общий вид и габаритные размеры водоотливной установки первого подъема на базе насоса Multiflo 420EX

Установка с насосом Multiflo 420EX	4
Блок-бокс преобразователя частоты	4
Комплектная трансформаторная подстанция	4
Нагнетательный резиномармированный трубопровод	1
Трубопровод всаса с автоматизированным понтоном и поплавками, комплект	4
Внешний комплект арматуры на нагнетательном трубопроводе	4

Масса одной установки составляет около 10 т. В ее состав входят:

- рама с салазками и съемным павильоном; пол рамы покрыт негорючим утеплителем и выстлан текстурированным металлическим листом; стены павильона изготовлены из сэндвич-панелей с негорючим утеплителем и облицованы профилированным листом толщиной не менее 1,5 мм; допускается подъем установки как с павильоном, так и без него;

- центробежный шламовый одноступенчатый насос Multiflo 420EX компании «Веир Минералз» (рис. 2), предназначенный для использования в системах карьерного и шахтного водоотлива; массивная проточная часть изготовлена из специального дисперсионно-твердеющего хромоникелевого сплава, содержащего 15–17,7 % хрома и 3–4,6 % никеля твердостью до 375 НВ; корпус насоса способен выдерживать значительные давления, что позволяет использовать несколько последовательно соединенных насосов для достижения большего совокупного напора;

- пост местного управления, два датчика давления Cerebar, ультразвуковой датчик заполнения резервуара производства Siemens;
- задвижки нагнетания (Ду200 Ру40) и отвода (Ду50 Ру40) воды с электроприводом, устанавливаемые внутри павильона;
- вакуумная система заполнения водой насоса Multiflo 420EX перед его запуском — резервуар и вакуум-насос ротационно-пластинчатого типа;
- освещение, пожарная сигнализация, климат-контроль и др.

Техническая характеристика насосного агрегата Multiflo 420EX для карьерного водоотлива приведена ниже.

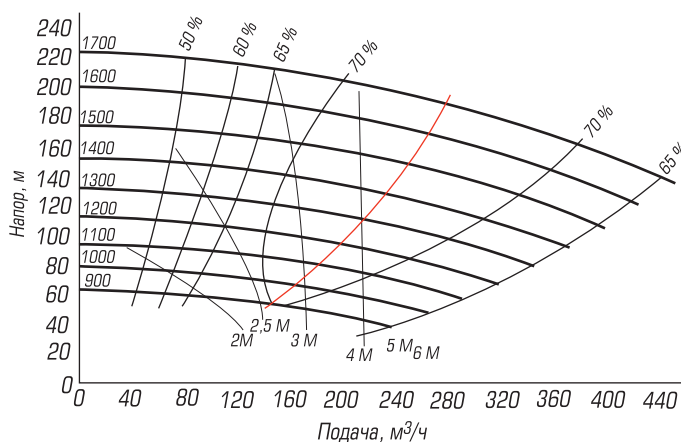


Рис. 2. Напорная характеристика насоса Multiflo 420EX



Станция на карьерном водоотливе, оснащенные насосами 1Д630

Подача, м ³ /ч	До 900
Напор, м.	До 170
Кавитационный запас, м	3–5
КПД, %	65–70
Частота вращения, мин ⁻¹	1300–1600
Уплотнение	Сальниковая набивка

Для обеспечения всаса воды из заборного приямка применяется резиновый трубопровод Ду250 длиной 12 м производства компании Linatex. Трубопроводы Linatex выполнены из специальной резиновой смеси, обладают высокой износостойкостью и эксплуатируются при температурах от –40 до +75 °С. Предполагается, что трубопроводы прослужат до конца эксплуатации карьера. Конец трубопровода всаса соединен с отводом, закрепленном на понтоне, с помощью которого осуществляется регулирование глубины забора воды из приямка. На понтоне установлена автоматизированная лебедка, регулирующая глубину погружения конического патрубка, охватывающего вертикальную часть отвода. Погруженная в воду часть отвода обогревается, предотвращая обледенение в зимний период эксплуатации.

В качестве магистральных используются пластиковые ПНД-трубопроводы производства компании «Техстрой». На верхних уровнях и по борту карьера установлены трубопроводы Ру16 Ду409, в нижней части карьера — трубопроводы Ру25 Ду360.

Блок-бокс преобразователя частоты представляет собой переоборудованный утепленный морской 10-футовый контейнер на салазках с установленными инженерными системами отопления, освещения, вентиляции, контроля температуры в помещении, контроля и сигнализации о загазованности или

пожаре. В блок-боксе преобразователя частоты расположены шкаф преобразователя частоты — комплектный преобразователь частоты Schneider Electric ATV61CBL5C50N4 мощностью 630 кВт, с напряжением статорных обмоток 400 В, пульт местного управления (ПМУ), шкаф радиооборудования. Назначение шкафа ПМУ — обеспечить автоматическое и ручное управление комплекса технологического оборудования и КИ-ПиА одной насосной установки с частотным приводом Schneider Electric Altivar61. Сбор информации с датчиков и приборов КИПиА, а также автоматическое управление частотным приводом осуществляются информационно-вычислительным алгоритмическим комплексом на базе контроллера Schneider Electric Modicon серии 340 (ВМХР). Шкаф радиооборудования предназначен для передачи данных по радиоканалу с целью ретрансляции, управления, сигнализации и регистрации. В качестве устройств связи использована радиостанция Motorola GM340, работающая в двух режимах: информационном и речевом. Частотный диапазон 400–470 МГц, модуляция FFSK (F2D).

В комплект арматуры на нагнетательном трубопроводе входят: отвод резиноармированный Ду20 Ру25 90°; трубопровод резиноармированный Ду200 Ру25 Linatex — 10 м; обратный клапан Ду200 Ру40; байпасный трубопровод Ду100 и задвижка Ду100 Ру40 с электроприводом. Арматура обогревается лентой ЭНГЛ. Все оборудование укрыто защитным кожухом. Управляющие сигналы подаются из шкафа ПМУ насосной станции ниже по трубопроводу. Логика управления определяется из диспетчерского пункта.

Диспетчерский пункт представляет собой утепленный контейнер с салазками и предназначен для сбора информации о состоянии насосных установок, расположенных на разных уров-

Зумпф карьерного водоотлива в начале отработки



нях водоподъема; отображения состояния оборудования по каждой насосной установке на панели оператора и формирования команд комплексного управления системой. Выработка команд управления осуществляется как в автоматизированном, так и в ручном режиме. Обмен информацией между диспетчерским пунктом и насосными установками осуществляется по радиоканалу в УКВ-диапазоне. Один шкаф радиооборудования предназначен для сбора и обмена информацией с насосными установками, второй — для передачи информации в операторную. Сбор и алгоритмическая обработка информации, а также автоматическое управление осуществляются информационно-вычислительным комплексом на базе контроллера Schneider Electric Modicon серии 340 (ВМХР). В шкафу также применено

релейное и коммутационное оборудование Schneider Electric, Phoenix Contact, АBB, Муха. Контроллерное оборудование и оборудование связи обеспечены источником бесперебойного питания. **ГЖ**

*Заостровцев Виктор Николаевич,
e-mail: VZaostrovtssev@agd.lukoil.com
Бабадустов Олег Игоревич,
oleg.babadustov@weirminerals.com
Шаповров Михаил Юрьевич,
тел.: +7 (495) 788-09-64
Миняева Ирина Анатольевна,
e-mail: IMinyaeva@AGD.lukoil.com*

WATER DRAINAGE TECHNOLOGY AND EQUIPMENT IN V. GRIB MINING AND PROCESSING COMBINE

Zaostrovtssev V. N.¹, Deputy Chief Executive Officer, Chief Engineer
Minyaeva I. A.¹, Leading Engineer, e-mail: IMinyaeva@AGD.lukoil.com
Babadustov O. I.², District Manager
Shaporev M. Yu.³, Chief Engineer

¹ "Arkhangelskgeoldobycha" JSC (Arkhangelsk, Russia)
² "Weir Minerals RFW" LLC. (Voronezh, Russia)
³ "Engineering Komplekt" Ltd. (Moscow, Russia)

The top-priority and large-scale challenge of Grib diamond deposit development has become the complicated hydrogeological conditions due to the presence of several aquifers and natural water bodies of commercial fishing importance, namely, the Kukomka river and Volchye and Chernoe lakes. The underground and surface water drainage in the open pit mine field involved: the Kukomka river channel change, construction of the cutoff embankment and pumping station at the Chernoe lake and stage-by-stage formation of the line of dewatering wells along the open pit mine perimeter. In spite of these actions, the underground water breakthroughs, increasing as the open pit mine gets deeper, and the atmospheric fall-outs demanded designing and construction of internal water drainage to prevent the open pit mine from flooding.

In the first half of 2013, the unique automated water drainage plant had been designed for the open pit mine of V. Grib Mining and Processing Combine (MPC). The water drainage plant embraces the world's highest achievements of the technique and technology in the related range of interest: Multiflo pumps manufactured by Weir Minerals, plastic and rubber-reinforced pipes, frequency converters, controllers, communication facilities, communication media and automation equipment. The plant control is local, from a dispatching point or an automated control system operator's room of MPC. Currently, the first water lifting pump station is under assembly and launch preparation.

Key words: open pit mine, underground and surface water inflow, open pit mine water drainage, pumping stations, pipelines, automated control.

