
**НАДЕЖНОСТЬ, ПРОЧНОСТЬ, ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ
МАШИН И КОНСТРУКЦИЙ**

УДК 621.671.22

**О ПРИЧИНАХ НИЗКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ
СЕКЦИОННЫХ НАСОСОВ ПОДЗЕМНЫХ КИМБЕРЛИТОВЫХ РУДНИКОВ**

© 2019 г. Н. П. Овчинников

*ФГАОУ ВО “Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова”, г. Якутск, Россия
e-mail: ovchinnlar1986@mail.ru*

Поступила в редакцию 25.06.2017 г.

После доработки 20.04.2018 г.

Принята к публикации 24.12.2018 г.

По результатам проведенных научных исследований был найден и в достаточной степени обоснован один из путей повышения долговечности секционных насосов, используемых на подземных кимберлитовых рудниках Российской Федерации.

Ключевые слова: подземный кимберлитовый рудник, секционные насосы, долговечность, узел гидропаты, гидроабразивный износ

DOI: 10.1134/S023571191902010X

Шахтный водоотлив является одним из сложных и ответственных технологических процессов, сопровождающих подземную добычу твердого полезного ископаемого, нагрузка на который с течением некоторого промежутка времени может заметно вырасти, что в свою очередь может вызвать аварийную ситуацию на руднике.

К примеру, в 2016 г. фактический объем шахтной воды, поступающей в горные выработки подземного кимберлитового рудника “Мир”, превысил проектный практически в три раза, что в последующем способствовало к затоплению рудника.

Такой скачок в объеме шахтной воды был вызван образованием в горных выработках данного подземного кимберлитового рудника множества локальных водопроявлений, являющихся результатом растворения солевых прослоек горного массива при его контакте с шахтной водой.

Так как характеристики шахтных вод, откачиваемых из горных выработок подземного кимберлитового рудника “Мир”, практически аналогичны характеристикам шахтных вод, откачиваемых из подземных кимберлитовых рудников “Удачный”, “Ай-хал” и “Интернациональный” [1], а горные выработки последних также имеют солевые прослойки [2, 3], то проблема значительного повышения водопритока в краткосрочной перспективе может стать отличительной чертой всех действующих подземных кимберлитовых рудников Российской Федерации.

В связи с такими возможными неблагоприятными событиями решение проблемы низкой долговечности насосного оборудования, занятого в системах шахтного водоотлива, становится одной из первостепенных задач для руководства АК “АЛРОСА” (далее – Компания), в состав которой и входят рассматриваемые рудники.

Практика показывает, что одной из основных причин низкой долговечности секционных насосов, являющихся наиболее распространенным типом насосного оборудования на подземных кимберлитовых рудниках Компании, является частый отказ узла гидропаты [1].

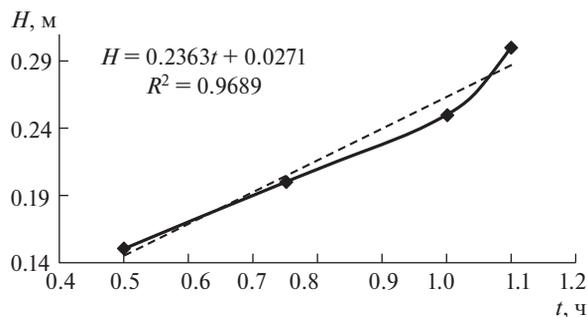


Рис. 1. Зависимость рабочей глубины водосборника (H) от времени осаждения в нем механических примесей (t).

Исходя из вышеизложенного, констатируем, что установление причин частых отказов узла гидропята секционных насосов, используемых на рудниках Компании и нахождение различных путей повышения долговечности данного проблемного узла, являются востребованными научно-практическими задачами в настоящее время.

Наиболее распространенной причиной частых отказов узла гидропята секционных насосов, в том числе, и работающих на подземных кимберлитовых рудниках, является большой гидроабразивный износ его элементов [4–9]. Высокая скорость протекания износа такого рода вызвана значительным содержанием механических примесей в откачиваемой шахтной воде [1].

Опросы работников Компании свидетельствуют, что основной причиной высокой концентрации механических примесей в шахтных водах, откачиваемых из водосборников подземных кимберлитовых рудников, является их недостаточный рабочий объем.

Проведенные экспериментальные испытания шахтных вод, взятых из водосборника (осветляющего резервуара) подземного кимберлитового рудника “Удачный”, позволили установить зависимость его рабочей глубины от времени осаждения в нем механических примесей (рис. 1). На основании аппроксимации данной зависимости и известной формулы (1) можно рассчитать рабочий объем водосборника, необходимый для эффективного осветления шахтной воды, а соответственно и более результативной борьбы с гидроабразивным износом узла гидропята.

$$V = Qt, \quad (1)$$

где V – рабочий объем водосборника, м^3 ; Q – водоприток в водосборник, $\text{м}^3/\text{ч}$; t – время осаждения механических примесей, ч.

В свою очередь, эффективное осветление шахтных вод приведет к более частому заливанию водосборников рудников Компании, что без оперативного вмешательства может повлечь за собой работу секционных насосов в нестационарных режимах.

Для эффективной борьбы с механическими примесями, осевшими на дно водосборников рудников Компании, было предложено два технических решения, принцип работы и устройство которых защищены патентами.

Секционные насосы, работающие на рудниках Компании, отличаются друг от друга тем, что одни обладают недостаточной напорностью ($H/h < 1.5$), а другие обладают избыточной напорностью ($H/h > 1.7$), где H, h – номинальный и полный напоры насоса соответственно (таблица 1).

Техническое решение № 1 было разработано для секционных насосов с недостаточной напорностью, а техническое решение № 2 – для секционных насосов с избыточной напорностью.

Таблица 1. Степень напорности секционных насосов рудников Компании

Водоотливная установка, расположение	Модель секционного насоса	H/h
КГВУ, гор. “-580 м”, рудник “Удачный”	JSH-200	1.19
	НЦС(К) 350-1100	1.19
КГВ-1, гор. “-210 м”, рудник “Мир”	НЦС(К) 180-700	1.21
КГВ-2, гор. “-210 м”, рудник “Мир”	НЦС(К) 400-660	1.14
УНС-310, гор. “-310 м”, рудник “Мир”	ЦНС 180-200	1.61
	ЦНС 180-255	2.05
ВНС-210, гор. “-210 м”, рудник “Мир”	ЦНС 300-180	7.5
	ЦНС(К) 300-120	5
УНС-615, гор. “-615 м”, рудник “Интернациональный”	ЦНС 63-1050	1.04
ГНС-100, гор. “+100 м”, рудник “Айхал”	ЦНС 63-1100	2.3
ВНС-163, гор. “+163 м”, рудник “Айхал”	ЦНС(К) 300-480	1.51
	ЦНС(К) 300-490	1.545
УНС-100, гор. “-100 м”, рудник “Айхал”	НЦС(К) 180-255	1.14
ВНС-0, гор. “0 м”, рудник “Айхал”	ЦНС(К) 38-132	1.12

Принцип работы технического решения № 1 [10]. Устройство работает следующим образом (рис. 2).

Закрепленный на подставке погружной насос 5 откачивает осевшие механические примеси (шламовые отложения) по всей площади водосборника путем своего передвижения с помощью кран-балки 8, которая перемещается по рельсам 10, закрепленным вдоль бортов водосборника. Погружной насос 5 соединен с кран-балкой 8 при помощи металлической штанги 9, обеспечивающей их жесткую сцепку. Шламовые отложения от всасывающего трубопровода 6 погружного насоса 5 подаются в его напорный трубопровод 7. Трубопровод 7 выполнен в виде гибкого шланга, наконечник

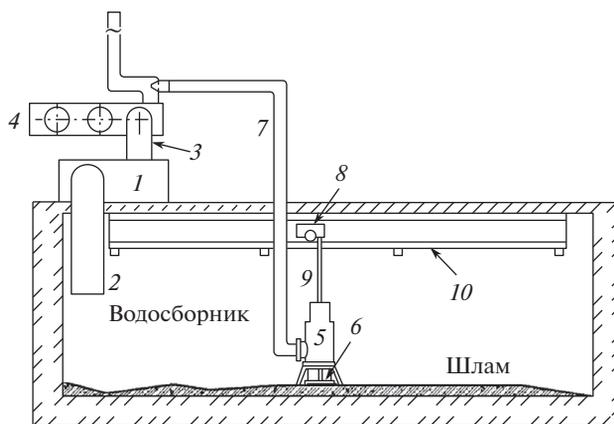


Рис. 2. Рудничная водоотливная установка: 1 – центробежный секционный насос; 2, 3 – всасывающий и напорный трубопроводы центробежного секционного насоса; 4 – общий напорный коллектор, 5 – погружной насос с подставкой, 6, 7 – всасывающий и напорный трубопроводы погружного насоса, 8 – кран-балка, 9 – штанга, 10 – рельсы.

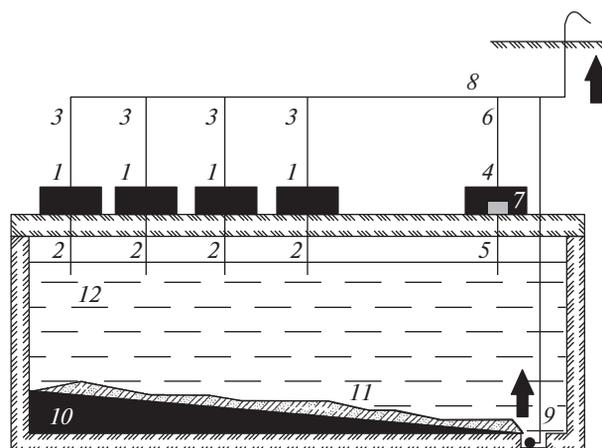


Рис. 3. Гидромеханизированный комплекс рудничного водоотлива: 1 – центробежные секционные насосные агрегаты; 2, 3 – всасывающие и напорные трубопроводы; 4 – центробежный секционный насосный агрегат; 5, 6 – всасывающие и напорные трубопроводы; 7 – гидроциклон; 8 – общий напорный коллектор; 9 – устройство для взмучивания шлама; 10 – параллельные наклонные пластины; 11 – шлам; 12 – приемный колодец водосборника.

которого имеет коническую форму и врезан в колено трубы общего напорного коллектора 4, которая отходит на вышележащий горизонт подземного рудника. Откачиваемый из водосборника погружным насосом 5 шлам транспортируется на вышележащий горизонт подземного рудника через трубу общего напорного коллектора 4, минуя центробежный секционный насос 1, а также его трубопроводы 2 и 3, снижая тем самым, скорость их гидроабразивного изнашивания.

Принцип работы технического решения № 2 [11]. Устройство работает следующим образом (рис. 3).

Поступающие в приемный колодец водосборника 12 подземные воды предварительно осветляются за счет оседания на наклонных пластинах 10 механических примесей 11 (шлам). Под действием силы тяжести осевшие механические примеси 11 перемещаются по наклонным пластинам 10 в специальную канаву, где установлено устройство для взмучивания шлама 9, направленное на его поднятие. Стоит отметить, что необходимый подпор для поднятия шлама обеспечивает избыточное давление общего напорного коллектора 8, в который врезан один из двух трубопроводов устройства для взмучивания шлама 9. Поднятый шлам удаляется с помощью гидроциклона 7, установленного на всасывающем трубопроводе 5 центробежного секционного насосного агрегата 4. Благодаря этому, остальные центробежные секционные агрегаты 1, оборудованные трубопроводами 2 и 3, откачивают уже осветленную воду, что положительно сказывается на их долговечности.

Заключение. По результатам проведенных научных исследований был найден и обоснован один из путей повышения долговечности секционных насосов, работающих на подземных кимберлитовых рудниках Российской Федерации.

Предлагаемые технические решения могут быть полезны инженерно-техническому персоналу, отвечающему за функционирование водоотливных хозяйств различных подземных рудников и угольных шахт.

Работа была выполнена в рамках инициативной научно-исследовательской работы СВФУ “Обеспечение эффективности эксплуатации водоотливных установок в условиях Севера”, № 07-03Г.216 от 15.09.2014 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Овчинников Н.П., Зырянов И.В. Оценка долговечности секционных насосов подземных кимберлитовых рудников АК “АЛРОСА” // Горный журнал. 2017. № 10. С. 41–44.
2. Дроздов А.В. Оценка возможности закачки дренажных рассолов карьера и рудника “Удачный” в среднекембрийский водоносный комплекс // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 7(28). С. 32–40.
3. Дроздов А.В., Крамсков Н.П., Гензель Г.Н. Особенности гидромеханического мониторинга под водными объектами на алмазных месторождениях Западной Якутии // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2011. № 1(48). С. 72–79.
4. Vikulov M.A., Ovchinnikov N.P., Makhno D.E. Measurements of section pump rotor axial position at Udachny mine // Advances in Engineering Research. 2017. V. 133. P. 884–891.
5. Долганов А.В., Еслентьев А.О., Чериков Е.О., Торопов Э.Ю. Анализ эффективности разгрузочных устройств шахтных центробежных секционных насосов // Известия Уральского государственного горного университета. 2014. № 2(34). С. 31–35.
6. Тимухин С.А., Долганов А.В., Попов Ю.В., Чериков Е.О., Еслентьев А.О., Торопов Э.Ю. О разработке шахтных центробежных секционных двухпоточных насосов // Известия Уральского государственного горного университета. 2014. № 2(34). С. 41–44.
7. Долганов А.В. Влияние гидроабразивного износа элементов проточной части на эксплуатационные качества центробежных насосов медно-колчеданных рудников // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № 8. С. 181–186.
8. Patsera S., Protsiv V., Kosmin V. Feasible Ways To Improve The Durability Of The Pumps’ Parts Operating With Hydroabrasive Mixtures // Mechanics, Materials Science & Engineering, 2015. V. 1. P. 133–137.
9. Долганов А.В. Шламы медно-колчеданных рудников: проблемы и пути решения // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2013. № 4. С. 10–14.
10. Патент № 154173 РФ. Рудничная водоотливная установка / Н.П. Овчинников, М.А. Викулов, Г.Д. Довиденко, Ю.С. Бочкарев. Оpubл. 20.08.2015. Бюл. № 23.
11. Патент № 2649198 РФ. Гидромеханизированный комплекс рудничного водоотлива / Н.П. Овчинников, М.А. Викулов. Оpubл. 30.03.2018. Бюл. № 10.