DOI: *10.25515/PMI.2018.3.317*

УДК 621.671.22

СПОСОБ БОРЬБЫ С ЗАИЛИВАНИЕМ ВОДОСБОРНИКОВ УЧАСТКОВЫХ ВОДООТЛИВНЫХ УСТАНОВОК КИМБЕРЛИТОВЫХ РУДНИКОВ

Н.П.ОВЧИННИКОВ
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К.Аммосова, Якутск, Россия

Высокая загрязненность шахтной воды приводит к интенсивному заиливанию водосборников участковых водоотливных установок кимберлитовых рудников России, из-за чего их насосное оборудование периодически работает в нестационарных режимах. В настоящее время для ограничения работы насосного оборудования в нестационарных режимах используется ряд известных способов: оснащение насоса ручной талью для регулирования глубины опускания его всасывающего трубопровода в заиленный водосборник; предварительный демонтаж одного из двух сетчатых фильтров, смонтированных во всасывающем трубопроводе насоса, который имеет более мелкие ячейки. Опыт эксплуатации водоотливных хозяйств кимберлитовых рудников свидетельствует, что эти два способа позволяют предотвращать работу насосного оборудования в нестационарных режимах лишь на непродолжительный период времени.

Предложена рудничная водоотливная установка, техническим результатом применения которой является эффективная борьба с заиливанием водосборников участковых водоотливных установок кимберлитовых рудников страны.

***Ключевые слова*:** механические примеси, заиливание, водосборник, рудник, насосное оборудование, разрушение, водоотливная установка

***Как цитировать эту статью*:** Овчинников Н.П. Способ борьбы с заиливанием водосборников участковых водоотливных установок кимберлитовых рудников // Записки Горного института. 2018. Т. 231. С. 317-320. DOI: 10.25515/PMI.2018.3.317

Введение. Практика показывает, что наличие механических примесей в шахтной воде с течением некоторого промежутка времени приводит к заиливанию водосборников водоотливных хозяйств рудников и шахт, что, в свою очередь, без оперативного вмешательства ведет к работе их насосного оборудования в нестационарных режимах. Под работой насосного оборудования в нестационарных режимах следует понимать откачку шахтной воды при пониженных гидравлических параметрах [10-12]. Работа при пониженных гидравлических параметрах особенно негативно влияет на долговечность секционных насосов, так как при работе с такими параметрами наблюдается рост осевой силы, повышение которой до критических значений обычно приводит к активному трению между роторными и корпусными деталями насоса.

Результатом такого трибоконтакта является обширное разрушение роторных деталей, в первую очередь, рабочих колес (рис.1) [1, 4, 8, 9, 13-16].

Таким образом, видно, что разработка эффективных способов борьбы с заиливанием водосборников водоотливных хозяйств рудников и шахт является актуальной научно-практической задачей, так как ее решение позволит повысить долговечность секционных насосов, являющихся наиболее распространенным видом центробежных насосов, занятых при подземной разработке месторождений полезных ископаемых, в частности, кимберлитовых руд [13, 16].

Постановка задачи и методика исследования. В настоящее время наиболее распространенным способом борьбы с заиливанием водосборников является их механизированная чистка с привлечением самоходной техники. В тоже время этот способ является весьма трудо- и капиталоемким процессом.

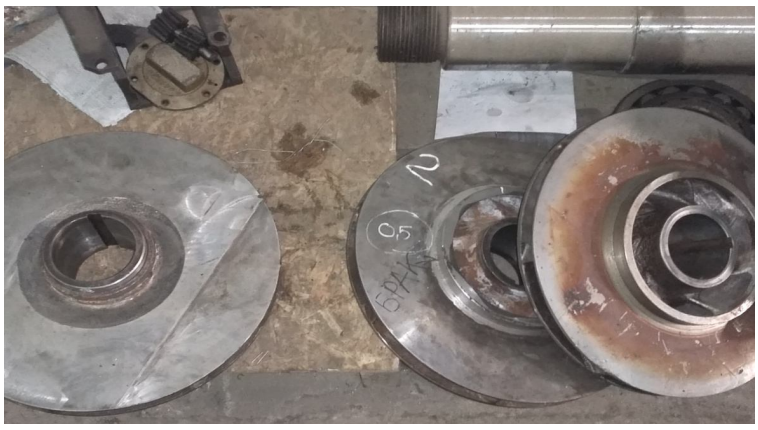


Рис.1. Последствия работы секционного насоса модели НЦС(К)400-660 в нестационарном режиме (Мирнинский ГОК, АК «АЛРОСА»)

Опыт эксплуатации водоотливных хозяйств кимберлитовых рудников России, находящихся в ведении градообразующего предприятия северо-востока страны – АК «АЛРОСА» (далее – Компания), свидетельствует,

DOI: *10.25515/PMI.2018.3.317*



Рис.2. Секционный насос модели ЦНС 180-200, насосная станция УНС-380 (кимберлитовый рудник «Мир», АК «АЛРОСА»)

что чистку водосборников главных водоотливных установок от механических примесей производят намного чаще (обычно через 7-30 сут.), чем чистку водосборников участковых водоотливных установок, так как в отличие от них, главные водоотливные установки отвечают за откачку суммарного шахтного водопритока, и ухудшение их функционирования может повлечь за собой катастрофические последствия.

В связи со сложившейся ситуацией, для ограничения работы секционных насосов участковых водоотливных установок кимберлитовых рудников Компании в нестационарных режимах используется ряд известных способов, а именно: оснащение насоса ручной талью с целью регулирования глубины опускания его всасывающего трубопровода в заиленный водосборник (рис.2); предварительный демонтаж одного из двух сетчатых фильтров, смонтированных во всасывающем трубопроводе насоса, имеющим более мелкие ячейки.

Практика показывает, что эти два способа позволяют предотвращать работу насосного оборудования в нестационарных режимах лишь на непродолжительный период времени. Таким образом, видно, что для руководства Компании в настоящее время являются востребованными исследования, посвященные разработке технических решений по эффективной борьбе с заиливанием именно водосборников участковых водоотливных установок.

Выполненный автором анализ литературных источников показал, что разработке технических решений по борьбе с заиливанием водосборников участковых водоотливных установок посвящен ряд работ российских ученых [2, 6, 7]. Несмотря на неоспоримые достоинства этих технических решений, их внедрение в систему участкового водоотлива кимберлитовых рудников Компании столкнется с рядом определенных проблем.

Установка, описанная в работе [2], может быть внедрена на рудники, где реализуется технология закладки выработанного пространства. Однако, не во всех рудниках Компании реализуется приведенная технология. К тому же, шланговый (перистальтический насос), являющийся важным звеном в рассмотренном техническом решении, не предназначен для откачки химически активных натурных жидкостей с температурой 0 °С и ниже (температура шахтной воды, откачиваемой из кимберлитовых рудников Компании, может быть отрицательной и достигать – 5 °С).

Явным недостатком, сдерживающим практическое применение технического решения [6] на кимберлитовых рудниках Компании, является тот факт, что при последовательной схеме работы секционных насосов их отдельные узлы со стороны всасывания (например, уплотнительные элементы) оказываются под давлением выше критического значения (более 0,2 МПа), что обязательно в дальнейшем приведет к внеплановым отказам этих конструкционных элементов.

В техническом решении [7] откачка осевшего шлама (ила) реализуется с помощью его предварительного взмучивания. Практический опыт на кимберлитовом руднике «Удачный» показал, что предварительное взмучивание, кроме плюсов, имеет и существенный минус. Как оказалось, предварительное взмучивание осевшего шлама ведет к более интенсивному гидроабразивному изнашиванию проточной части насосного оборудования, что отрицательно сказывается на его долговечности.

Техническое решение. Для более эффективной борьбы с заиливанием водосборников участковых водоотливных установок кимберлитовых рудников Компании сотрудниками Горного института Северо-Восточного федерального университета им. М.К.Аммосова была разработана рудничная водоотливная установка (рис.3), устройство которой защищено патентом на полезную модель [5].

DOI: 10.25515/PMI.2018.3.317

Устройство работает следующим образом. Погружной насос 10, закрепленный на подставке, откачивает шлам по всей площади водосборника путем его передвижения с помощью кран-балки 6, перемещающейся по рельсам 8, закрепленным вдоль бортов водосборника, с которой он жестко закреплен через штангу 7. Шламовые отложения от всасывающего трубопровода 5 погружного насоса 10 подаются в его напорный трубопровод 9, представляющий собой гибкий шланг, наконечник которого имеет коническую форму и врезан в колено трубы общего напорного коллектора 3, которая отходит на вышележащий горизонт, при этом шлам откачивается из водосборника, минуя центробежный секционный насос 2, напорный трубопровод 4 которого вмонтирован в общий напорный коллектор 3.

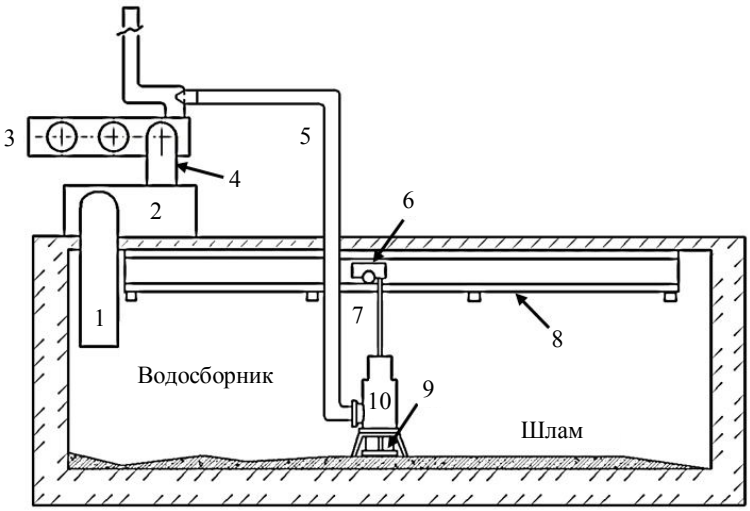


Рис.3. Рудничная водоотливная установка [5]
1, 4 – всасывающий и напорный трубопроводы центробежного секционного насоса; 2 – центробежный секционный насос; 3 – общий напорный коллектор; 5, 9 – всасывающий и напорный трубопроводы погружного насоса; 6 – кран-балка; 7 – штанга; 8 – рельсы; 10 – погружной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



Рис.4. Погружной насос фирмы «Flyght» (кимберлитовый рудник «Удачный», АК «АЛРОСА»)

Область назначения технического решения. В условиях кимберлитовых рудников Компании рассмотренная рудничная водоотливная установка в настоящее время может быть внедрена на горизонты – 650 м рудника «Удачный» и 0 м рудника «Айхал», что объясняется следующим. В связи с высокой агрессивностью шахтной воды [13], откачиваемой из горных выработок кимберлитовых рудников Компании, в качестве гибкого шланга разработанного устройства рекомендуется применять напорный пожарный рукав, максимальное рабочее давление которого достигает величины в 1,6 МПа [3]. В настоящее время на кимберлитовых рудниках Компании насосное оборудование с напорностью менее 160 м. вод. ст. смонтировано именно на названных горизонтах.

В качестве погружного насоса в разработанном техническом решении (рис.3) рекомендуется использовать насос «Flyght» серии BIBO 2400, максимальный напор которого достигает величины 180 м вод. ст. Выбор насоса фирмы «Flyght» объясняется тем, что эти погружные насосы уже хорошо себя зарекомендовали в Компании, в частности, на руднике «Удачный» (рис.4).

Выводы. По результатам проведенных научных исследований была разработана рудничная водоотливная установка, позволяющая откачивать осевший шлам со дна водосборника, минуя рабочие колеса насосного оборудования, повышая тем самым его долговечность. Внедрение данного технического решения позволит эффективно бороться с заиливанием водосборников участковых водоотливных установок кимберлитовых рудников Компании, что в конечном итоге положительно скажется на технико-экономических показателях предприятия.

DOI: *10.25515/PMI.2018.3.317*

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ эффективности разгрузочных устройств шахтных центробежных секционных насосов / А.В.Долганов, А.О.Еслентьев, Е.О.Чераков, Э.Ю.Торопов // Известия Уральского государственного горного университета. 2014. № 2(34). С. 31-35.

2. *Горелкин И.М.* Гидромеханизированный комплекс оборудования для очистки воды в системах шахтного водоотлива // Записки Горного института. 2014. Т. 209. С. 170-172.

3. *Елфимова М.В.* Обслуживание пожарных рукавов // Вестник Восточно-Сибирского института МВД России. 2010. № 3(54). С. 55-61.

4. О разработке шахтных центробежных секционных двухпоточных насосов / С.А.Тимухин, А.В.Долганов, Ю.В.Попов, Е.О.Чераков, А.О.Еслентьев, Э.Ю.Торопов // Известия Уральского государственного горного университета. 2014. № 2(34). С. 41-44.

5. Патент № 154173 РФ. Рудничная водоотливная установка / Н.П.Овчинников, М.А.Викулов, Г.Д.Довиденко, Ю.С.Бочкарев. Опубл. 20.08.2015. Бюл. № 23.

6. Патент № 2472971 РФ. Шахтная водоотливная установка / С.А.Тимухин, А.В.Угольников, Л.В.Петровых, Д.С.Стожков, А.Ю.Лубинский. Опубл. 20.01.2013. Бюл. № 2.

7. *Попов В.М.* Рудничные водоотливные установки. М.: Недра, 1983. 304 с.

8. *Стюфляев С.С.* Сравнительный анализ многоступенчатого насоса типа ЦНС с оппозитным расположением рабочих колес и гидропятой / С.С.Стюфляев, О.Г.Шипулин // Молодой ученый. 2017. № 3. С. 165-171.

9. *Amolkumar D.L.* Optimization and FEA of centrifugal pump shaft / D.L.Amolkumar, V.K.Anurag // International Journal for Scientific Research & Development. 2016. Vol. 4. № 5. P. 18-19.

10. *Arun M.* Cavitation Modelling and Characteristic Study of a Centrifugal Pump Impeller // International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering. 2014. Vol. 1. № 10. P. 268-273.

11. *Kesler R.* Considerations is selecting a positive displacement slurry pump // Mining World. 2016. Vol. 13 (4), p. 34-37.

12. *Kranzler T.* Improwing pump materials for harsh environments / T.Kranzler, R.Arola // Sulzer Technical Review. 2013. Vol. 2. P. 10-12.

13. *Ovchinnikov N.P.* Dependence of the mean time failure a hydraulic balancing machine unit on different factors for sectional pumps of the Alrosa JSC / N.P.Ovchinnikov, V.V.Portnyagina, M.P.Sobakina // AIP Conference Proceedings. 2017. Vol. 1915, UNSP. 040043. DOI: 10.1063/1.5017391

14. *Patsera S.* Feasible ways to improve the durability of the pumps' parts operating with hydroabrasive mixtures / S.Patsera, V.Protsiv, V.Kosmin // Mechanics, Materials Science & Engineering. 2015. Vol. 1. P. 133-137.

15. *Pramod J.* Finite element analysis of shaft of centrifugal pump / J.Pramod, R.Bachche, M.Tayade // IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering. 2013. Vol. 7. № 3. P. 37-42.

16. *Vikulov M.A.* Measurements of section pump of rotor axial position at Udachny mine / M.A.Vikulov, N.P.Ovchinnikov, D.E.Makhno // Advances in Engineering Research. 2017. Vol. 133. P. 884-891. DOI:10.2991/aime-17.2017.143

Автор **Н.П.Овчинников**, *канд. техн. наук*, *доцент*, *ovchinnlar1986@mail.ru* (*Северо-Восточный федеральный университет им. М.К.Аммосова*, *Якутск*, *Россия*).

Статья поступила в редакцию 06.01.2018.
Статья принята к публикации 18.02.2018.