
**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕХАНИКА.
ДИАГНОСТИКА ИСПЫТАНИЯ**

УДК 621.671.22

**К ВОПРОСУ НИЗКОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ НАСОСОВ
В УСЛОВИЯХ КИМБЕРЛИТОВОГО РУДНИКА**

© 2024 г. Н. П. Овчинников

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

Поступила в редакцию 08.11.2023 г.

После доработки 01.12.2023 г.

Принята к публикации 15.12.2023 г.

Низкая долговечность химических насосов при эксплуатации в условиях кимберлитового рудника обусловлена частыми отказами их подшипников. На основании результатов выполненных исследований была установлена основная причина преждевременного выхода из строя подшипников и предложены рекомендации, направленные на ее устранение.

Ключевые слова: кимберлитовый рудник, водоотлив, химический насос, подшипник, отказ, технологическое решение

DOI: 10.31857/S0235711924020102, **EDN:** QVQVIL

Рудничный водоотлив является технологическим процессом, от уровня надежности которого во многом зависит безопасность ведения подземных горных работ [1–3].

Многолетний опыт эксплуатации секционных насосов кимберлитовых рудников свидетельствует, что их деталям проточной части характерно интенсивное гидроабразивно-коррозионное изнашивание [4]. Результатом работы насосов в таких сложных условиях эксплуатации является их низкая наработка на отказ [5–9].

Для повышения степени надежности функционирования участковой водоотливной установки кимберлитового рудника «Удачный» секционные насосы со временем были заменены на одноступенчатые консольные насосы типа Х (далее — химические насосы).

Практика показывает, что в сравнении с секционными насосами детали проточной части химических насосов более износостойки в условиях гидроабразивно-коррозионного изнашивания. Несмотря на достаточную коррозионную стойкость и износостойкость элементов корпусных и роторных элементов химических насосов, ресурс их подшипников достаточно мал и имеет тренд к снижению. За последние 4 года он снизился с 550 до 400 ч.

В соответствии с теорией и практикой эксплуатации одноступенчатых насосов, основной причиной преждевременного отказа подшипников является увеличение на них нагрузки со стороны ротора из-за разбалансировки рабочего колеса [10, 11]. В горнодобывающей промышленности разбалансировка рабочего колеса насоса преимущественно вызвана его истиранием твердой фазой перекачиваемых жидкостей [12].

Выполненные визуальные осмотры рабочих колес химических насосов в процессе замены подшипников свидетельствуют об их удовлетворительном техническом состоянии.

Целью исследования является установление причины преждевременных отказов подшипников химических насосов водоотливной установки рудника «Удачный» с последующей разработкой рекомендаций по повышению их ресурса, что позволит повысить уровень надежности функционирования водоотливного хозяйства рудника.

Анализ результатов исследований. Проведенные многочисленные наблюдения за работой насосного оборудования рассматриваемой водоотливной установки свидетельствуют, что они регулярно работают в нештатных режимах – предкавитационных режимах вследствие ухудшения их всасывающей способности по причине сильного заилиenia водосборников.

Статистическая обработка данных, полученных в ходе выполнения лабораторных исследований (рис. 1), показала, что средние квадратичные значения (далее – СКЗ) виброскорости подшипника одноступенчатого консольного насоса v с новым рабочим колесом в предкавитационных режимах превышают его вибрационный уровень при работе с изношенным колесом при подачах от $0.8Q$ и ниже, где Q – номинальная подача, $\text{м}^3/\text{ч}$.

В реальных условиях эксплуатации негативное влияние работы исследованных химических насосов в предкавитационных режимах на средний ресурс их подшипников T подтверждается линейной зависимостью $T = -0.0689V + 1033.1$, где V – количество выводимых продуктов заилиenia из водосборников, от величины которых зависит интенсивность возникновения такого рода нештатных режимов работы (рис. 2).

Рекомендации по повышению долговечности исследованных насосов. Одной из причин преждевременного заилиenia водосборников рассматриваемой водоотливной установки является регулярное поступление в них ило-шламовой пульпы с основного горизонта рудника [2]. Ило-шламовая пульпа представляет собой просыпанную горную массу, смешавшуюся с технической водой, используемой при орошении кимберлитовой руды.

Для снижения интенсивности ее образования рекомендуется смонтировать на основном горизонте рудника «Удачный» механизированный комплекс по сбору просыпанной горной породы (рис. 3) [2].

Принцип работы такого технологического решения заключается в следующем. При перегрузке горной массы (руды) с вибропитателя 1 на ленточный конвейер 2 просыпанная горная масса скапливается в месте, огороженном от остальной подконвейерной зоны перегородкой 3. Погрузочное устройство типа «нагребающая звезда» 4, смонтированное в зоне просыпа горной массы, в процессе своего вра-

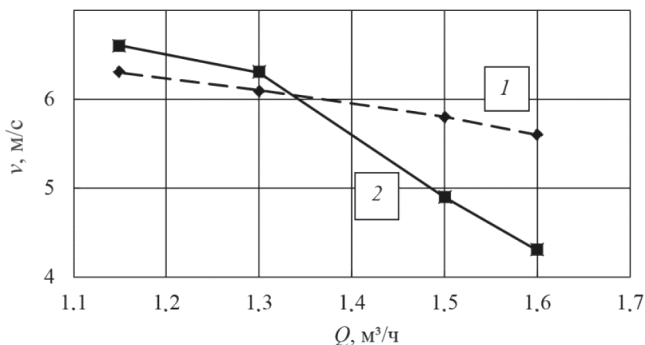


Рис. 1. Зависимость СКЗ виброскорости подшипника одноступенчатого консольного насоса v от его подачи Q : 1 – при работе насоса с изношенным рабочим колесом; 2 – при работе насоса с новым рабочим колесом в предкавитационных режимах.

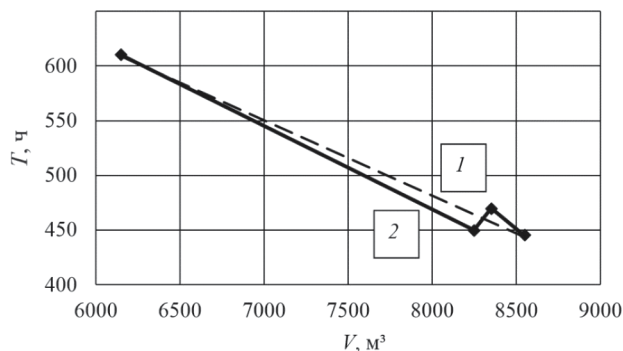


Рис. 2. Зависимость среднего ресурса подшипников химических насосов T от количества вывозимых продуктов заиливания из водосборников V : 1 – расчетная, 2 – экспериментальная.

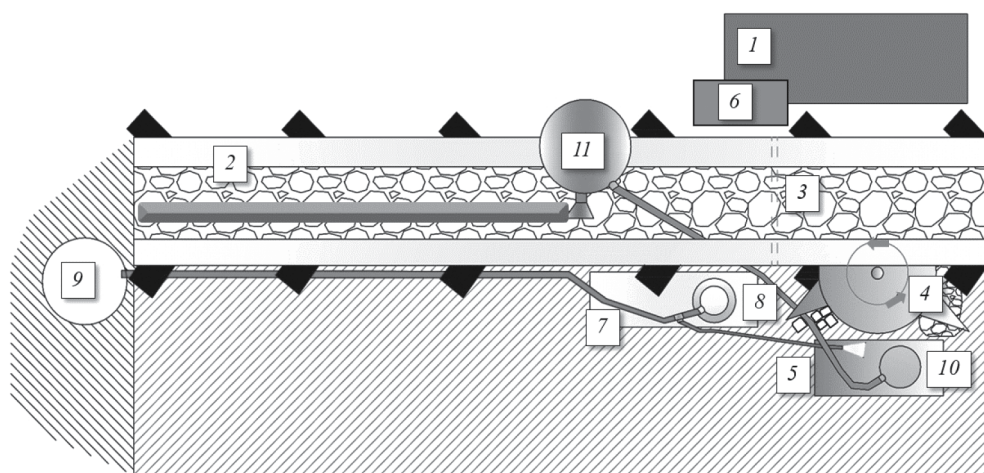


Рис. 3. Механизированный комплекс по сбору просыпанной горной массы: 1 – вибропитатель; 2 – ленточный конвейер; 3 – перегородка; 4 – загребаящая звезда; 5 – шламоборник; 6 – система орошения руды; 7 – водосборник; 8 – погружной насос; 9 – скиповый ствол; 10 – погружной насос с агитатором; 11 – емкость для сбора ило-шламовой пульпы.

шения перемещает в специальный шламоборник 5 образовавшиеся отложения лучами, закрепленными на ее втулке. Проливающаяся на почву горной выработки вода при работе системы орошения руды 6 стекает в специальный водосборник 7, откуда она затем погружным насосом 8 перекачивается в зумпф скипового ствола 9. Часть воды из нагнетательного трубопровода насоса 8 периодически поступает в шламоборник 5 через его ответвляющуюся часть. Поступившая в шламоборник вода перемешивается с накопившейся горной массой с помощью агитатора (мешалки) погружного насоса 10, образуя ило-шламовую пульпу, которая затем этим же насосом перекачивается в емкость 11, расположенную над конвейером. Через сливной кран емкости 11 ило-шламовая пульпа равномерно подается на ленту конвейера.

Кроме этого, также необходимо футеровать накопительный бункер и подъемный сосуд (скип) материалами с антифрикционными характеристиками, так как это позволит снизить риск залипания руды в их конструкциях, тем самым сократив количество используемой технической воды на орошение алмазосодержащего сырья.

Выводы. Лабораторными исследованиями установлено, а статистическими исследованиями подтверждено, что основной причиной преждевременных отказов подшипников химических насосов участковой водоотливной установки рудника «Удачный» является их работа в предкавитационных режимах, вызванная ухудшением всасывающей способности насосного оборудования по причине сильного заиливания водосборников. Предложены рекомендации по снижению интенсивности заиливания водосборников участковой водоотливной установки.

Финансирование. Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыбникова Л. С., Рыбников П. А., Смирнов А. Ю. Затопление шахт и разрезов Челябинского угольного бассейна: последствия, проблемы и решения // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2023. № 3. С. 167.
2. Овчинников Н. П. Об обеспечении безопасной эксплуатации главной водоотливной установки рудника «Удачный» // Безопасность труда в промышленности. 2023. № 5. С. 41.
3. Dominique P., Aochi H., Morel J. Triggered seismicity in a flooded former coal mining basin (Gardanne Area, France) // Mine Water Environ. 2022. V. 41. P. 317.
4. Овчинников Н. П. Системный анализ влияния факторов внутренней и внешней среды на периодичность капитальных ремонтов секционных насосов // Горный журнал. 2022. № 9. С. 74.
5. Shen Z., Li R., Han W., Quan H. Erosion wear in impeller of double-suction centrifugal pump due to sediment flow // J. of Applied Fluid Mechanics. 2020. V. 13. № 4. P. 1131.
6. Долганов А. В. Гидроабразивный износ и экономичность водоотливных установок шахт и рудников // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2019. № S9. С. 3.
7. Долганов А. В. Повышение энергоэффективности при эксплуатации комплексов шахтного водоотлива // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2019. № S9. С. 16.
8. Shishlyannikov D., Zvonarev I., Rybin A., Zverev V., Ivanchenko A. Assessment of Changes in the Abrasiveness of Solid Particles in Hydraulic Mixtures Pumped with ESPs // Applied Sciences. 2023. V. 13 (3). P. 1.
9. Шишлянников Д. И., Лавренко С. А., Зверев В. Ю., Муравский А. К., Микрюков А. Ю. Исследование гидроабразивного износа рабочих ступеней скважинных электроцентробежных насосов, перекачивающих жидкости с высоким содержанием механических примесей // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2023. № 7. С. 5.
10. Мустафин А. Х., Кабылкайыр Д. Н., Исакова Т. А., Гребенкин В. В., Кайролла Б. К. Разработка методов защиты насосных агрегатов от вибрационных нагрузок // Наука и техника Казахстана. 2019. № 2. С. 6.
11. Поветкин В. В., Керимжанова М. Ф., Орлова Е. П., Зукаева А. З. Совершенствование оборудования для транспортировки гидросмеси в обогательном производстве // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. № 6. С. 161.
12. Брусова О. М. К вопросу повышения срока службы грунтовых насосов // Вестник Пермского научно-исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2014. № 10. С. 98.