

УДК 622.7.002



В.В. Поветкин,
д-р техн. наук,
профессор



М.Ф. Керимжанова,
канд. техн. наук, доцент



Е.С. Андрищенко,
магистрант

Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева КазНТУ им. К.И. Сатпаева

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ГИДРОАБРАЗИВНОГО ИЗНОСА ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ ГРУНТОВЫХ НАСОСОВ

Мақалада тау-кен өндірісінде пайдаланатын топрақтық сорғыштың жұмыс бөлшектерінің гидроабразивті тозуы бойынша зерттеу сараптамасының нәтижелері зерттелген. Топрақтық сорғыштарды пайдалану кездеріндегі ресурстарды арттыру жолдары қарастырылған, сонымен бірге техникалық шешу жолдары келтірілген.

В статье представлены результаты анализа исследований по гидроабразивному износу рабочих деталей грунтовых насосов, применяемых в горнорудной промышленности. Определены основные пути повышения эксплуатационного ресурса работы грунтовых насосов, приведены отдельные технические решения.

In article analysis results of researches on hydroabrasive wear of working details of the soil pumps applied in the mining industry are provided. The main ways of increase of an operation life of operation of soil pumps are defined, separate technical solutions are given.

Түйінді сөздер: топрақтық сорғыш, гидроабразивті тозуы, ресурс, кавитация, пульпа, конструкция, жұмысшы дөңгелек.

Ключевые слова: грунтовый насос, гидроабразивный износ, ресурс, кавитация, пульпа, конструкция, рабочее колесо.

Key words: soil pump, hydroabrasive wear, resource, cavitation, pulp, construction, working wheel.

Грунтовые насосы, выпускаемые заводами-изготовителями, должны удовлетворять определенным техническим требованиям. Детали насоса, отделяющие перекачиваемую пульпу от внешней среды, должны быть прочными и плотными. У насосов в сборе не допускается просачивание жидкости при всех режимах работы в местах неподвижных соединений. На необработанных поверхностях деталей из неметаллических материалов допускается не более пяти раковин площадью до 3 мм² каждая на площади 1 дм². Вращающиеся детали насоса должны быть отбалансированы.

Конструкция насоса и его деталей должна предусматривать возможность удобного и надежного захвата их стропами и специальными устройствами для подъема при сборке, монтаже и ревизии. Основные детали насоса и детали, идущие в запасные части, должны быть взаимозаменяемыми.

Основной особенностью эксплуатации грунтовых насосов является то, что они перекачивают неоднородные пульпы – гидросмеси, представляющие собой в большинстве случаев смесь твердого материала с водой. Специфические свойства перекачиваемых насосами жидкостей – абразивность и наличие крупных твердых включений – обуславливают те основные требования, которые предъявляются к насосам.

Перемещая в процессе работы значительное количество грунта, насосы оказываются под разрушительным действием движущихся в потоке твердых частиц и

подвергаются интенсивному изнашиванию. При перекачивании гидросмесей с крупными твердыми включениями эти детали подвергаются также и ударным воздействиям [1]. В связи с этим, особое значение приобретают меры, способствующие максимальному снижению износа деталей и увеличению срока их службы. Наиболее интенсивно изнашиваются лопасти рабочих колес на входе и выходе, внутренние поверхности дисков рабочих колес (рис. 1), поверхности отвода в зоне расчетного сечения, входа в диффузор, а также в зоне языка отвода.

Катастрофические размеры гидроабразивного разрушения рабочих колес насосов свидетельствуют о большой разрушающей способности потока воды, содержащей абразивные частицы [2]. При наличии в воде большого их количества разрушенная поверхность металлической детали становится чешуйчатой, при малом количестве разрушение носит кавитационный характер. Наружная поверхность диска рабочего колеса показана на рис. 2.

Рабочие органы насосов изнашиваются за счет контакта твердых частиц, движущихся в жидкости, со стенками каналов проточной части насоса. В рабочем колесе происходит разделение частиц по крупности. Более крупные частицы, траектории которых круче линий потоков жидкости, вообще на рабочую поверхность лопастей не попадают. Лопасть обтекает только потоком со взвешенными в нем твердыми частицами малых размеров [3].



Рис. 1. Виды изношенного рабочего колеса грунтового насоса 8Гр-8.

Основным недостатком грунтовых насосов является низкий срок службы деталей их проточной части в результате действия гидроабразивного и кавитационного износа [4].

Целью проведенных исследований являлась разработка конструкторско-технологического обеспечения повышения ресурса работы центробежных грунтовых насосов за счет увеличения износостойкости и ремонтпригодности рабочих деталей и разработка новой конструкции центробежного грунтового насоса.

Основными факторами, которые определяют эксплуатационные характеристики грунтовых насосов, являются: гидроабразивное изнашивание узлов проточной части, приводящее к разбалансировке роторов и росту вибрации, потере напора; кавитационное изнашивание, приводящее к скачкообразному росту вибрации и разрушению деталей проточной части грунтовых насосов; работа грунтовых насосов

в зоне ненормируемой вибрации, которая вызвана конструктивными особенностями и неуравновешенностью вращающихся деталей проточной части, несовершенствами сборки.

Для достижения поставленной цели требуется решение ряда задач:

- разработка технологии и способов повышения ресурса работы центробежных грунтовых насосов в условиях гидроабразивного износа;
- разработка новой конструкции центробежного грунтового насоса;
- исследование влияния физических полей на гидроабразивную смесь, перекачиваемую насосами, с целью увеличения ее жидкотекучести и снижения гидроабразивных свойств, что позволит повысить ресурс работы грунтовых насосов и получить значительный экономический эффект.

К настоящему моменту предложены основные направления повышения рабочего ресурса грунтовых насосов:

- 1) снижение процесса кавитации;
- 2) снижение скорости протекания гидроабразивной смеси в полости рабочего колеса, позволяющее уменьшить поверхностный износ конструктивных элементов колеса, и повышение всасывающей способности насоса;
- 3) снижение влияния вибрации как гидроабразивной смеси, так и насоса в целом в процессе перекачки пульпы;
- 4) выделение твердой части гидросмеси до момента ее поступления в полости рабочего колеса и его лопастей.

Устранить отмеченные недостатки возможно с помощью следующих технических решений.

Снижение гидроабразивного износа основных рабочих поверхностей корпуса насоса возможно обеспечить предлагаемой конструкцией грунтового насоса (рис. 3). Эта конструкция прошла предварительную экспериментальную проверку в лабораторных условиях. Целью создания такой конструкции центробежного грунтового насоса является повышение



Рис. 2. Характер разрушения рабочего колеса насоса 2Гр 8000/71.

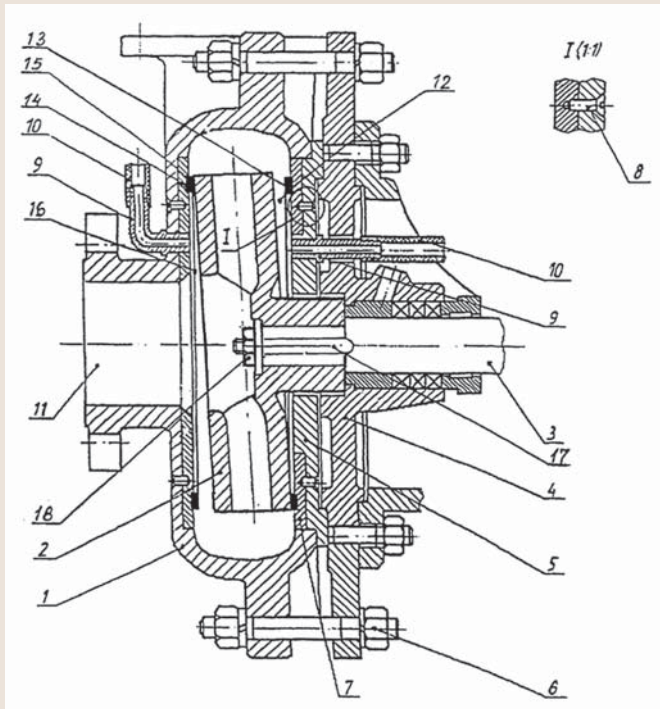


Рис. 3. Грунтовый насос с качающимся рабочим колесом.

эксплуатационного ресурса грунтового насоса и снижение износа поверхностей деталей рабочего колеса, за счет организации поперечного колебательного движения пульпы в полости рабочего колеса насоса.

Повышение ресурса данного грунтового насоса обеспечивается тем, что в грунтовом насосе рабочее колесо установлено под некоторым углом к оси вала привода, например $1-3^\circ$, что обеспечивает на лопатках рабочего колеса поперечное перемещение пульпы в осевом направлении от стенок дисков рабочего колеса в двух противоположных направлениях за его один оборот, а в зазорах между дисками рабочего колеса и бронедисками установлены манжеты, обеспечивающие герметичность соединения при перемещении стенок рабочего колеса за счет их упругих свойств. Причем, для предотвращения попадания твердых частиц в полость между наружными стенками колеса и бронедисками, подводится чистая вода под давлением, превышающим выходной напор насоса не менее, чем на $0,05$ МПа [5].

Грунтовый насос (рис. 3), состоит из корпуса 1, в котором расположено рабочее колесо 2, насаженное на вал 3 ротора посредством шпонки 17 и гайки 18 под некоторым углом ($1-3^\circ$). Рабочее колесо совершает колебания в осевом направлении к валу ротора. Корпус насоса 1 соединен с фланцем 4, внутри которого расположен бронедиск 5, причем последний скреплен с корпусом 1 посредством шпилек 6, а бронедиск 5 имеет сменное износостойкое кольцо 7, соединенное с бронедиском 5 посредством резьбового соединения 8. Через фланец 4 и бронедиск 5 проходит подводящая магистраль чистой воды 9 с резиновым шлангом 10. В зазоре 12 между рабочим колесом 2 и кольцом 7 установлена упругая манжета 13, ограничивающая проникновение твердых частиц в зазор 12. С передней стороны

насоса 1 установлены бронедиск 14 и упругая манжета 15 в зазоре между рабочим колесом и бронедиском 16. Упругие манжеты 13 и 15 обеспечивают герметичность соединения и предотвращают попадание твердых частиц в зазоры между рабочим колесом и бронедисками.

Экспериментальная проверка ориентации потока пульпы по центру рабочей лопатки путем установки рабочего колеса под небольшим углом к оси вала ротора выполнялась в лабораторных условиях.

Другим техническим решением является конструкция грунтового насоса, в котором повышение его эксплуатационного ресурса и износостойкости рабочих деталей обеспечивается за счет улучшения кавитационных свойств насоса и снижения частоты вращения рабочего колеса (рис. 4). Повышение кавитационных свойств насоса обеспечивается установкой на валу ротора шнекового устройства концентрично в канале подающего трубопровода, что обеспечивает непрерывную подачу пульпы в полость рабочего колеса; установка криогенной системы, которая обеспечивает охлаждение пристеночного слоя жидкости пульпы в пределах от 0°C до $+4^\circ\text{C}$, а площадь навивки криогенной трубопроводной системы на всасывающий трубопровод выбирается из расчета обеспечения заданного предела температур охлаждаемой жидкости экспериментально. Охлажденная жидкость, концентрируясь на поверхностях проточной части насоса за счет гравитационных и аэродинамических сил потока жидкости (пульпы), будет служить защитным слоем от проникновения твердых частиц.

Предложена конструкция насосного агрегата, который может быть использован в горной и горно-обогатительной промышленности, а также может быть применен для транспортировки жидкости с твердыми абразивными включениями. Работа насосного агрегата осуществляется в системе: «отстойник чистой воды – центробежный насос – струйный грунтовый насос – отстойник». Повышение эксплуатационного ресурса агрегата, в том числе струйного грунтового насоса, обеспечивается за счет введения в систему

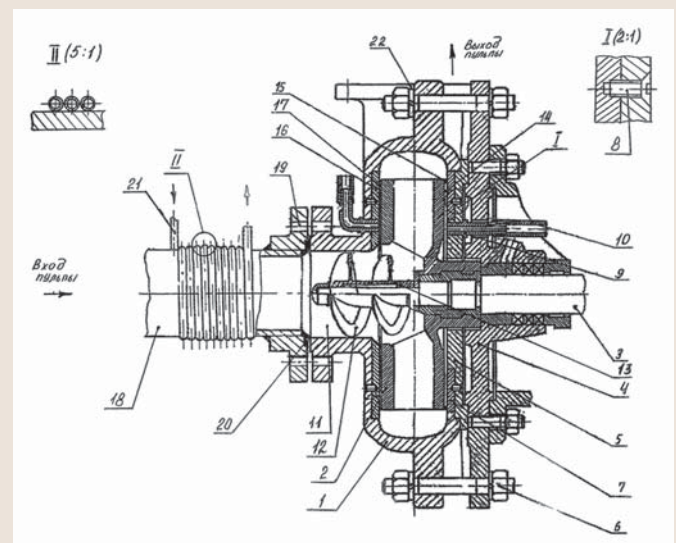


Рис. 4. Грунтовый насос с криогенной системой.

транспортировки абразивной жидкости центробежного насоса для подачи чистой воды из отстойника в струйный грунтовый насос в качестве активной жидкости, создающей давление для всасывания гидравлической пульпы из магистрали подачи и, в дальнейшем, ее транспортировки по трубопроводам в отстойник, причем струйный грунтовый насос имеет поворотное устройство в виде револьверной головки для замены соплового аппарата при его износе [6].

Техническим результатом предложенной конструкции насосного агрегата является повышение надежности и долговечности работы за счет введения в систему центробежного насоса для транспортировки чистой воды и струйного грунтового насоса и повышение

износостойкости рабочего сопла струйного грунтового насоса путем выполнения «револьверной» поворотной головки со сменными рабочими соплами.

Значительный гидроабразивный износ основного элемента конструкции грунтового насоса – рабочего колеса – вызывает дополнительные возмущающие динамические силы, что приводит к повышенной вибрации агрегата и, следовательно, к преждевременному выходу его из строя. Поэтому необходимы дальнейшие исследования в области обеспечения повышения эксплуатационных параметров грунтовых насосов, а именно, в области вибрационного воздействия на перемещаемую гидросмесь в насосе, а также на корпус насоса с выполнением экспериментальной проверки конструкций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лем В.П. Анализ изнашивания поверхностей рабочих деталей грунтовых насосов // Международная научно-практическая конференция. Архитектура и строительство в новом тысячелетии. – Алматы, 2008. – С. 227-231.
2. Поветкин В.В., Лем В.П. Гидроабразивный износ грунтовых и песковых насосов // Вестник КазНТУ. – Алматы, 2008, №6(69). – С.51-54.
3. Донченко А.С., Донченко В.А. Справочник механика рудообогатительной фабрики. – М.: Недра, 1975. – 559 с.
4. Поветкин В.В., Лем В.П. Проблема гидроэрозии рабочих деталей грунтовых насосов / Первая международная научно-техническая конференция. Новое в станкостроении, материаловедении и автоматизированном проектировании машиностроительного производства, том 1. – Алматы, 2010. – С.53-55.
5. Поветкин В.В., Коваленко И.В., Керимжанова М.Ф., Татыбаев М.К. Заключение о выдаче инновационного патента на изобретение. №4663 от 17.02.2014г. по заявке №2013/0989.1.
6. Поветкин В.В., Коваленко И.В., Керимжанова М.Ф., Лем В.П. Заключение о выдаче инновационного патента на изобретение. №5022 от 20.02.2014г. по заявке №2013/0734.1

Статья публикуется по члена редакционной коллегии, доктора технических наук И.Н. Столповских

СПМ РК СОЮЗ ПРОЕКТНЫХ МЕНЕДЖЕРОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



ОБУЧЕНИЕ

Project Management Institute Global Education Provider (PMI® Global REP)

Управление проектами, программами, портфелями проектов. Сбалансированная система показателей. Офис управления проектами и пр.

СЕРТИФИКАЦИЯ

Международная, казахстанская. Управление проектами по стандарту ANSI PMI PMBOK® Guide.



КОНСАЛТИНГ-АУТСОРСИНГ-КОУЧИНГ

Project Management Institute Registered Consultant Program (PMI® RCP)

Стратегия развития компании. Корпоративная система управления проектами. Сбалансированная система показателей.

Оптимизация и проектирование бизнес-процессов.

тел.: +7 (727) 279 33 05, т/ф. +7 (727) 266 86 93, e-mail: info@spmrc.kz, spmrc.kz@gmail.com, web: http://spmrc.kz

г. Алматы, ул. Чайковского, 144-а, оф. 506