

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 621.65.03

Кутлубаев И.М., Макаров А.Н., Мельников И.Т., Садыков В.Х.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ НАСОСА ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ ШЛАМОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Статья посвящена подходам к совершенствованию насосов для перекачки металлургических шламов. За счет конструктивных изменений обеспечивается повышение производительности и напора.

Ключевые слова: шламы, насос, металлургическое производство.

The article is devoted to approaches to improving pumps for metallurgical slurries. Due to design changes provided increased productivity and pressure.

Key words: Sludges, pump, metallurgical production.

В процессе металлургического производства образуются большие объемы шламов в электросталеплавильных и кислородно-конверторных цехах основным источником шламов являются электрофильтры, оснащенные периодической или непрерывной промывкой. Значительный объем шламов образуется при смыве окалины в цехах горячей прокатки. Все шламы перекачиваются в шламоохранилища с использованием грунтовых насосов высокой производительности. Возрастающие объемы производства определяют необходимость модернизации системы гидротранспортирования. При этом определяющим фактором является повышение эксплуатационных характеристик насосов.

В настоящее время на рынке достаточно широко представлены шламовые насосы различных фирм [1], обеспечивающих как высокую производительность, до 11 тыс. м³/ч, так и высокий технический ресурс деталей, подверженных абразивному и кавитационному износу. Однако высокая стоимость насосов, ремонтного комплекта к ним являются сдерживающими факторами для их широкого применения. Насосы, выпускаемые в России и Белоруссии, существенно уступают конкурентам по производительности и техническому ресурсу. В связи с этим актуальным является проблема совершенствования насосов отечественного производства.

Увеличение толщины стенок корпусных деталей в проточной части насоса находится в прямой зависимости с увеличением их срока службы. Именно по этому пути в основном идут известные зарубежные фирмы. Это в первую очередь касается внутреннего корпуса и бронедисков.

Кроме того, повышение технического ресурса деталей насоса может быть достигнуто за счет оптимизации химического состава сплавов, используемых для их изготовления, совершенствования технологии литья, применения различных способов упрочнения рабочих поверхностей и т.д. [2]. Однако за счет совершенствования конструкции можно одновременно наращивать и технический ресурс, и повышать паспортные характеристики землесосов.

Для типовой конструкции насоса 2 ГрТ 8000–71 (28 Гр–8Т) основными факторами, снижающими эксплуатационные показатели, являются: наличие пере-

токов внутри насоса, потеря герметичности в соединениях, использование гидроотжима.

Анализ конструкции позволил выявить основные причины снижения его эффективности. Основной причиной перетоков является наличие всасывающего патрубка, сопряженного одним торцом с подводным трубопроводом, а другим – с рабочим колесом. Положение всасывающего патрубка определяется подводным трубопроводом, а рабочего колеса, через вал, корпусом. Как следствие, возникает осевая и радиальная несоосность всасывающего патрубка с рабочим колесом. Между сопряженными торцами образуется значительный зазор. При этом располагается он в зоне пониженного давления. Результатом данного факта является значительный переток шлама через пространство между покрывным диском рабочего колеса и передним бронедиском и далее в зазор между всасывающим патрубком и торцом рабочего колеса.

Следствием перетока шлама, при значительной относительной скорости поверхностей образующих зазор, является их интенсивный износ. Результат – снижение напорной характеристика насоса. Для уменьшения влияния данного фактора в насосе создается встречный поток чистой воды, подаваемой в корпус, через специальный подвод, размещенный в зоне сопряжения. Расход чистой воды через гидроотжим составляет до 20% от подачи насоса.

Следующим существенным фактором является техническое решение, принятое в базовой конструкции шламового насоса, касающееся соединения переднего бронедиска с внутренним спиральным корпусом, осуществляемое по цилиндрической поверхности диаметром 2000 мм. Герметичность данного узла является невысокой. Только допуск на линейный размер каждой из соединяемых деталей составляет 1,1 мм (по 11 качеству). Фактическая величина зазора достигает 2,5–3 мм. Попытки уплотнения с использованием различных материалов малоэффективны, т.к. при монтаже по цилиндрической поверхности длиной до 50 мм уплотнения не удерживаются в исходном положении. Кроме того, соединение находится в зоне максимального избыточного давления, что также способствует нарушению герметичности.

С целью повышения эксплуатационных характеристик была выполнена модернизация насоса [3]. В конструкцию внесены следующие качественные изменения:

1. Из конструкции насоса исключен подводный патрубков. Реализована новая схема соединения подводящий трубопровод – корпус насоса. Соединение деталей в проточной части осуществляется по торцевым поверхностям в последовательности: подводящий трубопровод – передний бронедиск – рабочее колесо. Это обеспечивает базирование переднего бронедиска и рабочее колеса по общей детали – корпусу насоса. При этом уменьшается длина колеса в осевом направлении, что ведет к уменьшению консоли и способствует уменьшению нагрузки на подшипники.

2. Сопряжение переднего бронедиска и внутреннего корпуса осуществляется по конической поверхности.

3. Обеспечение гидравлических щелевых уплотнений в подвижных соединениях.

На рисунке представлено конструктивное исполнение модернизированного шламового насоса.

Центробежный насос содержит корпус 1, на котором закреплены бронедиски 2 и 3. Передний бронедиск 2 является съемным, задний бронедиск 3 крепится к корпусу с помощью сварного шва. В корпусе 1 размещается рабочее колесо 4. Основной диск 5 и бронедиск 3 образуют равномерный зазор 7. Аналогично покрывной диск 6 и бронедиск 2 образуют равномерный зазор 8.

Торцевая поверхность 9 бронедиска 2 и торцевая поверхность 10 покрывного диска 6 образуют щелевое уплотнение 11. Щелевое уплотнение 11 перпендикулярно оси вращения 12 рабочего колеса 4.

На торцевой поверхности 10 выполнены концентрические проточки 13. Число концентрических проточек 13 зависит от ширины торцевой поверхности 10.

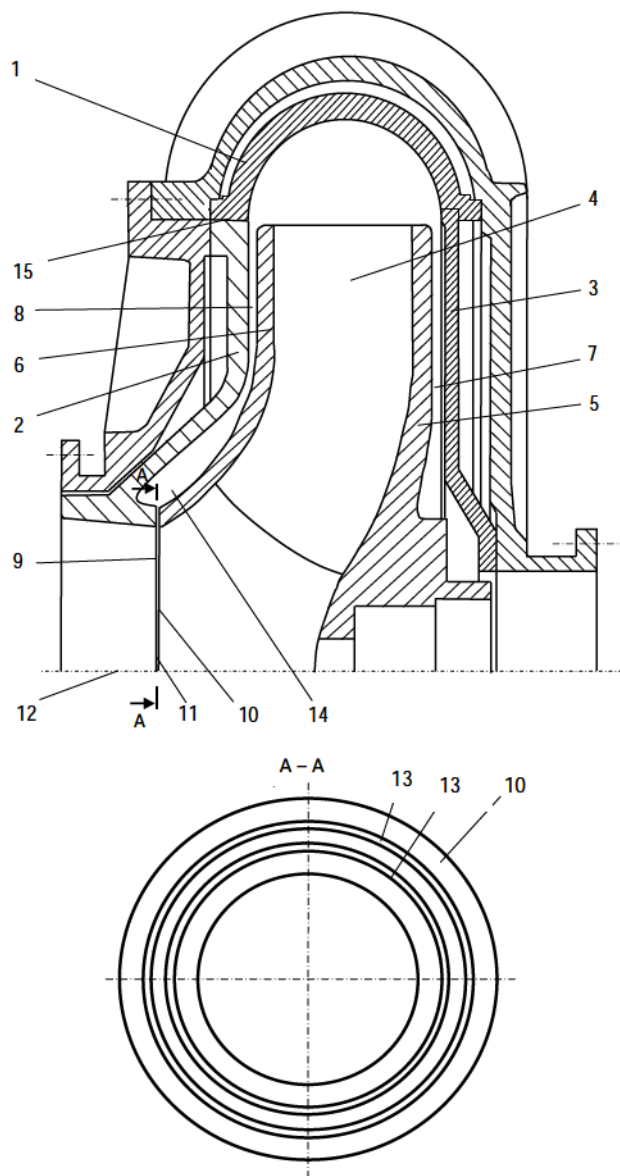
Над щелевым уплотнением 11 поверхности покрывного диска 6 и бронедиска 2 образована объемная камера 14.

Сопряжение бронедиска 2 с корпусом 1 выполнено по конической поверхности 15. При этом ее вершина направлена в сторону рабочего колеса 4. Угол наклона образующей конической поверхности 15 составляет 2–3°. Выбор величины угла наклона обусловлен тем, что, при меньшей величине имеет место неполное сопряжение по поверхности контакта бронедиска 2 и корпуса 1. Это обусловлено имеющимися отклонениями допусков формы соединяемых поверхностей. В местах неполного сопряжения появляются зазоры, через которые происходит выдавливание перекачиваемой среды. Нарушается герметичность соединения бронедиск 2 корпус 1. При угле свыше 3° возрастает усилие, необходимое для обеспечения соединения по конической поверхности 15. Увеличивается диаметр крепежных винтов (на рисунке условно не показаны), возрастают габариты корпуса 1.

Центробежный насос работает следующим образом.

При вращении рабочего колеса 4 перекачиваемая среда захватывается и перемещается между основным 5 и покрывным диском 6 в радиальном направлении. В результате ускоренного движения перекачиваемой среды на периферии рабочего колеса создается избыточное давление, под действием которого перекачиваемая среда движется по отводящему трубопроводу (на

рисунке не показан). Под действием избыточного давления часть перекачиваемой среды через равномерные зазор 8 выдавливается в объемную камеру 14, где за счет центробежных сил отбрасывается на периферийную часть камеры, образованную бронедиском 2. В результате в объемной камере 14 создается циркуляция рабочей среды, что препятствует ее вытеканию через щелевое уплотнение 11. Как следствие, непродуцируемый поток перекачиваемой среды через щелевой канал снижается, увеличиваются эффективность работы центробежного насоса и КПД.



Конструктивное исполнение модернизированного шламового насоса

Рабочая среда, попавшая в щелевое уплотнение 11, достигает концентрических проточек 13, где за счет циркуляции внутри них создается дополнительное местное сопротивление, препятствующее дальнейшему движению рабочей среды в зону всасывания. В результате, объем перекачиваемой среды, проходящей по

щелевому уплотнению 11, уменьшается, а отводящему трубопроводу увеличивается. Данное обстоятельство позволяет увеличить расход центробежного насоса, тем самым повысить его эффективность.

Сопряжение между подвижным рабочим колесом 3 и бронедиском 2 осуществляется через плоские торцевые поверхности 9 и 10, которые образуют щелевое уплотнение 11, перпендикулярное оси вращения 12 рабочего колеса 4. В силу того, что поверхности 9 и 10 являются плоскими и перпендикулярными оси вращения, обеспечивается надежное сопряжение с минимально возможным зазором, что дает минимальные перетоки рабочей среды через щелевое уплотнение 11 и увеличивает напор и расход центробежного насоса.

При неизменных габаритах диаметр входного сечения колеса увеличивается с 640 до 700 мм, что обеспечивает соответствующий рост площади на 9,8% и снижение гидравлических потерь.

Данное исполнение конструкции проточной части позволяет выполнить над сопряженными торцами полость, благодаря которой достигается турбулизация перетекающего потока шлама. Тем самым создает дополнительное сопротивление его истечению через зазор. Перечисленные мероприятия были реализованы в конструкции насоса, эксплуатируемого в условиях ССГПО (г.Рудный). Длительная эксплуатация модернизированного насоса подтвердила эффективность принятых решений. Производительность уве-

личилась с 8000 до 10000–12000 м³/ч, подача жидкости на гидрооджим уменьшилась с 1200 до 630 м³, а развиваемый напор увеличился с 69–71 до 85–92 м. Это позволило отказаться от строительства дополнительной пульпонасосной станции IV подъема и 7 проектной нитки пульпллпровода, снизить энергоёмкость процесса гидротранспортирования хвостов.

Выводы

Найденные и апробированные технические решения, направленные на повышение эффективности шламовых насосов, могут быть использованы в аналогичных конструкциях.

Список литературы

1. Лодерер П., Торопов О.А. Шламовые насосы Warman нового поколения // Горный журнал. 2005. № 1. С.69–70.
2. Замотаев Н.Г., Потапов Г.М., Потапов М.Г. Опыт повышения износостойкости деталей грунтовых насосов 8 Гр // Литейщик России. 2004. №10. С. 7–8.
3. Патент РФ на полезную модель № 106679.БИПМ. / Садыков В.Х., Мачихин А.Н., Шорников А.Н., Кутлубаев И.М. Центробежный насос.

Bibliography

1. Loderer P., Toropov O.A. Warman slurry pumps are the new generation // Mountain Journal of Math. Universities, 2005, № 1–8, p. 69–70.
2. Zamotaev N.G., GM Potapov Potapov, MG The experience of raising groundwater pump parts iznosostoykosti 8 Gr// Foundry in Russia. № 10, 2004. p.7–8.
3. Sadykov V.H, Machikhin A.N, Shomikov A.N. Kutlubayev I.M. A centrifugal pump. Patent RF for useful model № 106679.BIPM. УДК 621.65.03

УДК 658.51

Дерябин И.П., Носов В.Д.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ШТИФТОВЫХ ОТВЕРСТИЙ В РАЗНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛАХ

В статье рассматривается проблема совместной обработки отверстий под штифты в деталях с разными свойствами материалов. Показано, как обеспечить одинаковую точность отверстий в деталях на основе компьютерного моделирования.

Ключевые слова: точность обработки отверстий, компьютерное моделирование, штифтование отверстий.

The problem of co-processing of the holes for the pins in the details of materials with different properties. It is shown how to provide the same accuracy holes in details based on computer modeling.

Key words: precision machining of holes, computer modeling, nailing holes.

Обработка штифтовых отверстий при сборке различных механизмов является достаточно распространенной операцией.

Как правило, особых трудностей при обработке штифтовых отверстий не возникает, о чем свидетельствует практическое отсутствие исследований и публикаций на эту тему. Однако в некоторых случаях возникает проблема обеспечения точности этих отверстий, например изделия для контроля околоземного космического пространства (рис. 1). Расстояние между телескопом и исследуемым объектом достаточно большое, поэтому малейшие погрешности, связанные с установкой, сборкой, изготовлением отдельных узлов и агрегатов, исполнительных механизмов телескопа значительно влияют на точность достижения цели. Отклонение в одну угловую секунду приводит к необходимости увеличения «поля зрения» телескопа на десятки метров, что недопустимо при

наблюдении за точечными объектами. Достаточно сказать, что в опорно-поворотном устройстве (ОПУ) телескопа нет ни одного редуктора для поворота изделия массой несколько тонн. Для обеспечения заданной точности перемещений используются высокомоментные двигатели, для контроля перемещений – оптические датчики. Точность работы двигателей и датчиков напрямую связана с соосностью между вращающимися и неподвижными элементами. Для обеспечения точности взаимного положения двигателей, датчиков, подшипниковых и опорных узлов в процессе сборки осуществляется непрерывный геодезический контроль. В собранном узле производится обработка отверстий под штифты. Поэтому погрешности обработки отверстий могут привести к нарушению положения деталей при сборочной операции штифтования.

Для штифтования ОПУ применяются цилиндрические и конические штифты. На практике в основ-