

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ СВОБODНОВИХРЕВОГО НАСОСА

А. С. Мандрыка, канд. техн. наук, доцент,
Сумский государственный университет,
ул. Римского-Корсакова, 2, г. Сумы, 40007, Украина;
E-mail: *dasha.hodeeva@mail.ru*

Рассматриваются проблемы абразивного износа проточной части свободновихревого насоса, перекачивающего гидросмесь с твердыми включениями. Приводятся результаты экспериментального исследования износа проточной части свободновихревого насоса, работающего на загрязненной свекловодяной смеси. Анализируются причины, вызывающие износ.

Ключевые слова: абразивный износ, проточная часть, свободновихревой насос, гидросмесь с твердыми включениями.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно [1, 2], все лопастные насосы, перекачивающие гидросмеси со значительным содержанием твердых включений, подвержены абразивному износу. Не являются исключением и свободновихревые насосы (СВН) [3]. А если учесть, что СВН преимущественно используют для гидротранспорта различных твердых материалов в горнорудной промышленности, черной и цветной металлургии, угольной промышленности и др. [4, 5, 6], то становится понятным, что проблема износа СВН приобретает важное народнохозяйственное значение.

Решение этой проблемы позволило бы увеличить ресурс работы насосного оборудования, уменьшить затраты на ремонт и восстановление проточной части, повысить энергоэффективность насосной установки, а равно гидросистемы в целом за счет исключения влияния износа проточной части на к.п.д. СВН.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование абразивного износа проточной части проводилось на натурном образце СВН [6, 7], который в это время проходил промышленные испытания [8] на П-м Олымском сахарном заводе, Курской обл. (Россия). Насос был установлен в технологической линии подачи свеклы от гидрантов в моечное отделение завода.

Конструктивно СВН был выполнен по схеме Туро с рабочим колесом, утопленным в нише корпуса (рис. 1). Насос имел следующие расчетные параметры: подача $Q_p=900 \text{ м}^3/\text{ч}$, напор $H_p=20 \text{ м}$, частота вращения ротора $n=450 \text{ об/мин}$. Внешний диаметр рабочего колеса $D_2=0,9 \text{ м}$. Радиальный зазор между рабочим колесом и корпусом СВН равнялся $0,008 \cdot D_2$.

Подвод жидкости к рабочему колесу – осевой, отвод – кольцевой с тангенциальным выходным патрубком. Диаметр входного патрубка $D_{вх.}=0,50 \text{ м}$, диаметр выходного патрубка $D_{вых.}=0,35 \text{ м}$. Ширина свободной камеры равнялась диаметру выходного патрубка, а ее внешний диаметр $D_k=1,25 \text{ м}$.

На тыльной стороне рабочее колесо имело восемь равнорасположенных по окружности лопаток импеллера, для уравнивания действующей на ротор СВН гидравлической осевой силы.

В свободной камере, перед рабочим колесом располагался защитный диск, предназначенный для предохранения транспортируемой сахарной свеклы от поврежденных лопатками рабочего колеса [6, 7, 9]. Защитный диск был жестко закреплен на валу СВН и синхронно вращался с рабочим колесом. Осевое расстояние между защитным диском и колесом равнялось $0,025 \cdot D_2$.

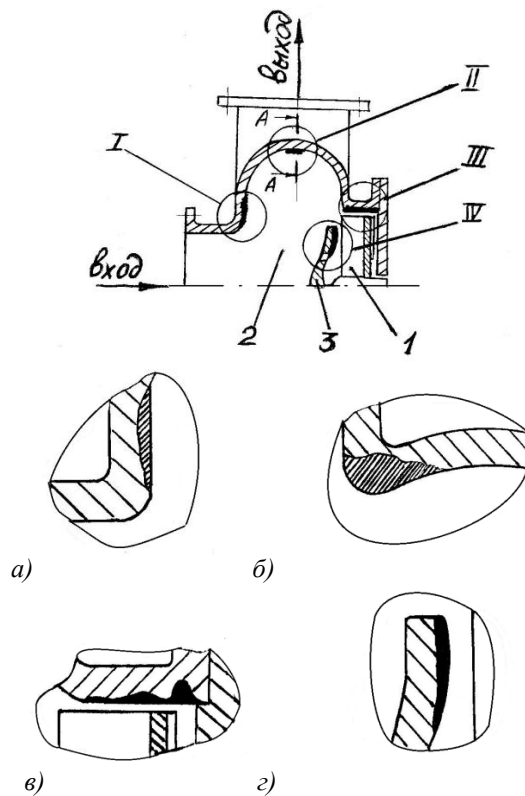


Рисунок 1 – Зоны наибольшего износа проточной части СВН
 1 – рабочее колесо, 2 – свободная камера, 3 – защитный диск

Лицевая сторона защитного диска (со стороны свободной камеры) имела форму обтекателя. Для улучшения подтекания жидкости к рабочему колесу в защитном диске были выполнены сквозные отверстия специальной формы, которые располагались на концентричных диаметрах. Суммарная площадь сквозных отверстий составляла ~15 % площади лицевой поверхности защитного диска. Форма и размеры сквозных отверстий в защитном диске, равно как его диаметр D_d и расстояние до рабочего колеса были определены ранее экспериментальным путем [9], исходя из лучших энергетических показателей СВН.

К сказанному следует добавить, что корпус насоса и защитный диск были отлиты из серого чугуна. Рабочее колесо представляло собой сварную конструкцию, выполненную из углеродистой стали.

Во время исследований насос работал на режимах, незначительно отличающихся по подаче от расчетного ($Q_p=900 \text{ м}^3/\text{ч}$). Перекачиваемой средой являлась загрязненная свекловодная смесь с соотношением свекла-вода 1:7. Содержание твердых примесей (в основном в виде песка) в воде составляло примерно 4 % по объему. Суммарное количество часов, наработанных СВН, равнялось 720. При этом не учитывались периодические остановки насоса на обслуживание. После этого был произведен демонтаж и тщательная ревизия СВН.

В процессе ревизии были выявлены основные зоны износа проточной части СВН (см. рис. 1). Наибольший износ был обнаружен в месте сопряжения свободной камеры с выходным патрубком насоса, т. е. в области так званого «языка» отвода (зона II, рис. 1 б). По всей видимости, это связано с тем, что в этой области происходит сильное торможение потока, в силу чего содержащиеся в потоке твердые включения на большой скорости ударяются о корпус СВН, вызывая его разрушение. Особенно опасны в этом отношении места, где образуются большие пики скоростей.

Примерно такой же степени разрушение (износ) проточной части наблюдалось между периферией рабочего колеса и корпусом (зона III, рис. 1 в). Причем износ был неравномерен по глубине. Чем ближе к свободной камере, тем износ поверхности корпуса был меньше. По мере удаления от свободной камеры он увеличивался, достигая своего максимального значения у задней тыльной поверхности рабочего колеса, где расположены лопасти импеллера. Причиной, надо полагать, являлось наиболее интенсивное круговое течение жидкости в данной области, на которое накладывалось вихревое течение, вызываемое лопатками импеллера.

Износ передней стенки свободной камеры в зоне I (рис. 1 а) заметно меньше по глубине в сравнении с зонами II, III, что можно объяснить сравнительно меньшими скоростями течения в этой области. Само же появления износа в этой зоне, видимо, было вызвано циркуляционным вихрем, выходящим из рабочего колеса и замыкающимся на поверхности свободной камеры.

Тыльная сторона защитного диска (обращенная к рабочему колесу) также была подвержена износу (зона IV, рис. 1 г). Более изношенной оказалась периферийная часть диска. Отмеченное, надо полагать, было вызвано сильным циркуляционным течением в зазоре между рабочим колесом и защитным диском. Интенсивность этого течения на периферийной части диска больше, чем у втулки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспериментальным путем выявлены зоны наиболее интенсивного износа проточной части свободновихревого насоса, транспортирующего загрязненную свекловодную смесь в технологической линии сахарного завода.

Приведен сравнительный анализ зон износа по степени разрушения поверхности проточной части. Проанализированы причины, вызывающие износ.

Обнаруженные зоны наиболее интенсивного износа могут быть использованы для прогнозирования ресурса работы СВН, эксплуатирующихся в подобных условиях. Полученная информация может заинтересовать специалистов, занимающихся разработкой нового насосного оборудования для нужд промышленности.

RESEARCH OF DETERIORATION OF THE VORTEXES PUMP FLOWING PART

A. S. Mandryka,

Sumy State University,

2 R.-Korskov Str., 40007 Sumy, Ukraine

There are investigated problems of abrasive deterioration of a flowing part of the vortex pump which is pumping over a hydromix with solid inclusions. The results of industrial tests of the prototype of the vortex pump, operating on a beet and water mixture are expounded. Reasons of deterioration are analysis.

Key words: abrasive deterioration, flowing part, vortex pump, hydromix with solid inclusions.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Животовский Л. С. Лопастные насосы для абразивных гидросмесей /Л. С. Животовский, Л. А. Смойловская. – М. : Машиностроение, 1978. – 223 с.
2. Карелин В. Я. Износ лопастных гидравлических машин от кавитации и наносов / В. Я. Карелин. – М. : Машиностроение, 1977(0). – 184 с.
3. Опыт эксплуатации свободновихревых багерных насосов /Л. С. Щербаковский, В. П. Косарев и др. // Изв. вузов. Энергетика. – 1979. – № 3.
4. Капелюш А. Н. Анализ рабочего процесса свободновихревого насоса. Вопросы гидравлической добычи угля // Труды ВНИИ гидромаш. - 1966. – Вып. 7. – С. 65-77.
5. Ковалев И. А. Свободновихревые насосы: учебное пособие / И. А. Ковалев, В. Ф. Герман. – К. : УМК ВО, 1990. – 60 с.
6. Мандрыка А. С. Разработка и исследование свободновихревого насоса для гидравлического транспорта сахарной свеклы /А. С. Мандрыка, С. В. Сапожников, А. И. Котенко // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. – 2012. – № 2. – С. 60-66.
7. А.с. №1343110, СССР, кл. F04D7/04. Свободновихревой насос, 1987.
8. Мандрыка А. С. Результаты промышленных испытаний свободновихревого насоса для свекловодной смеси /А. С. Мандрыка // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. – 2012. – № 4. – С.40-44.

9. Мандрыка А. С. Исследование вращающихся защитных устройств на энергетические показатели свободновихревого насоса / А. С. Мандрыка, С. В. Сапожников // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. – 2011. – № 4. – С. 77-82.

Поступила в редакцію 5 марта 2013 г.