

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ГРУНТОВЫХ НАСОСОВ

Поветкин В.В., Керимжанова М.Ф., Альпеисов А.Т., Андриющенко Е.С.
(Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева,
г.Алматы, Республика Казахстан)
Тел./8 (727) 292-69-19; E-mail: katerina_23_a@mail.ru

Abstract: *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.*

Keywords: *soil pump, hydroabrasive wear, resource, pulp, construction, working wheel.*

Центробежные грунтовые насосы, перемещая в процессе работы значительное количество грунта, оказываются под разрушительным действием движущихся в потоке твердых частиц и подвергаются интенсивному изнашиванию [1].

Существующие промышленные грунтовые насосы недостаточно стойки к абразивному изнашиванию при перекачивании сильноабразивных гидросмесей. Исследования показывают, что потеря из-за абразивного изнашивания первоначальной массы деталей на 25-30% вызывает потребность замены их новыми запасными частями. Затраты, вызываемые изнашиванием, складываются не только из стоимости износостойких деталей, но и в значительной степени являются следствием непроизводительных простоев насосных установок, которые могут продолжаться более суток. Кроме того износ снижает энергетические показатели насосов [2]. В связи с этим, особое значение приобретают меры, способствующие максимальному снижению износа деталей и увеличению срока их службы.

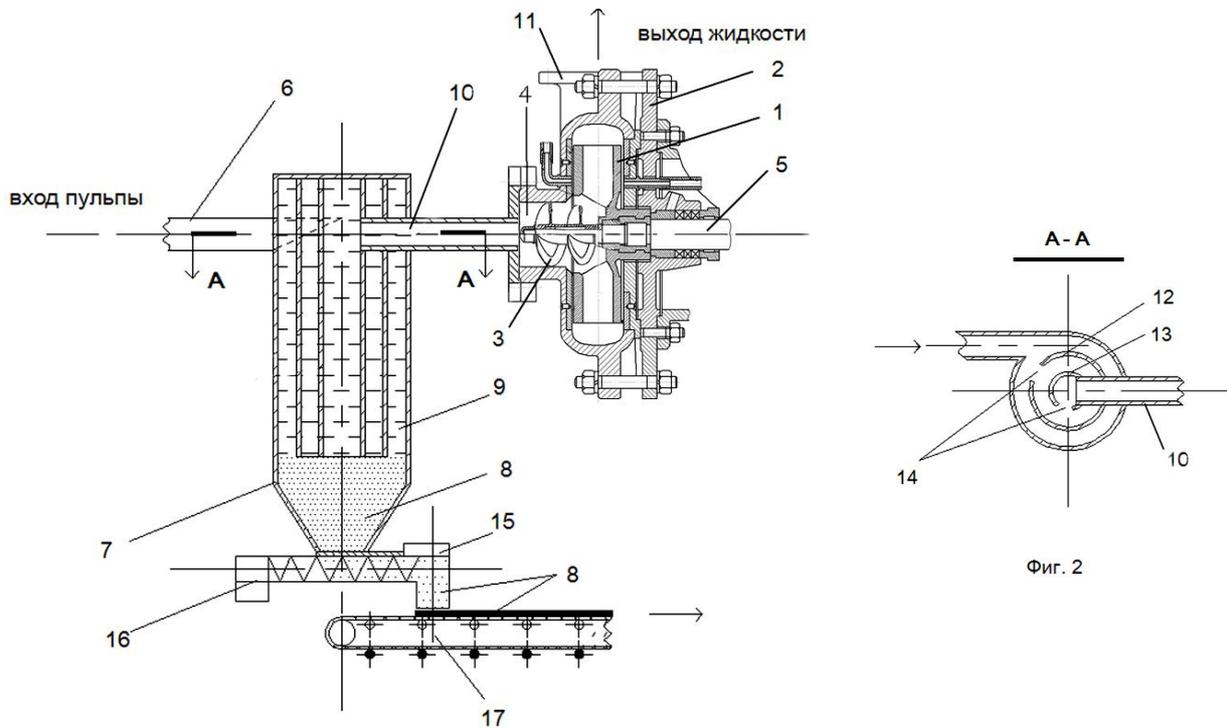
Наиболее интенсивно изнашиваются лопасти рабочих колес на входе и выходе, внутренние поверхности дисков рабочих колес, поверхности отвода в зоне расчетного сечения, входа в диффузор, а также в зоне языка отвода.

К числу главных направлений, повышающих износостойкость деталей, следует отнести применение для деталей насосов, соприкасающихся с абразивной гидросмесью, различных износостойких материалов, снижение скоростей протекания гидросмеси, использование рабочих органов, обладающих повышенными износостойкими показателями, применение узлов и деталей, приспособленных для работы в условиях абразивной среды.

Одним из важных факторов повышения износостойкости является снижение скоростей потока гидросмеси, которые зависят от частоты вращения вала насоса. Таким образом, исходя из соображений повышения износостойкости рабочих колес, целесообразно применять насосы с пониженной частотой вращения, т.е. с меньшими коэффициентами быстроходности при требуемой подаче и напоре. Однако, при снижении коэффициента быстроходности увеличиваются размеры машины, ухудшается к.п.д. [2].

Снижение гидроабразивного износа основных рабочих поверхностей насоса возможно обеспечить предлагаемой конструкцией грунтового насоса (рисунок 1).

Повышение ресурса грунтового насоса обеспечивается тем, что в полости насоса установлен шнек, для создания дополнительного давления в межлопаточных лопастях рабочего колеса насоса, тем самым увеличивается величина всасывания, также насос снабжен гидравлическим циклоном трубчатой конструкции, расположенным на всасывающей магистрали, позволяющим отделять из пульпы твердые абразивные частицы [3].



Фиг. 1

1 – рабочее колесо, 2 – насос, 3 – шнек, 4 –падающая полость, 5 – приводной вал, 6 – падающая магистраль, 7 – гидроциклон-фазоразделитель, 8 – твердые частицы, 9 – жидкость, 10 –магистраль, 11 – улитка, 12 и 13 – трубопроводы, 14 – окна, 15 – шиберный затвор, 16 – шнековый податчик, 17 – ленточный конвейер

Рис. 1. Устройство грунтового насоса

Напор шнека $H_{ш}$ можно определить по формуле (1) [4]:

$$H_{ш} = \eta_{г.ш} c_{2усп} u_{сп} \quad (1)$$

где $\eta_{г.ш}$ – гидравлический КПД шнека ($\eta_{г.ш} = 0,4 \dots 0,7$);
 $c_{2усп}$ – закрутка потока на выходе из шнека на среднем диаметре $D_{сп}$, м/с;
 $u_{сп}$ – окружная скорость на входе в шнек на среднем диаметре, м/с.

Производительность $Q_{ш}$ определяется по формуле (2) [5]

$$Q_{ш} = 47 D^2 t n \psi \rho C \quad (2)$$

где D – диаметр шнека, м;

t – шаг шнека, м;

n – частота вращения, об/мин;

ψ – коэффициент наполнения поперечного сечения шнека, зависящий от свойств пульпы:

легкие и необразивные	0,4
легкие и малообразивные.	0,32
тяжелые и малообразивные	0,25
тяжелые и абразивные	0,125

ρ – плотность пульпы, кг/м³;
 C – поправочный коэффициент, равен 1.

Таким образом, производительность Q и напор H насоса, путем применения шнека, повысится на величины $Q_{ш}$ и $H_{ш}$, это позволит снизить частоту вращения вала n без изменения первоначальных характеристик насоса (рисунок 3, рисунок 4), благодаря чему снизится интенсивность гидроабразивного износа ξ и, как следствие, повысится срок службы деталей насоса (рисунок 5, рисунок 6).

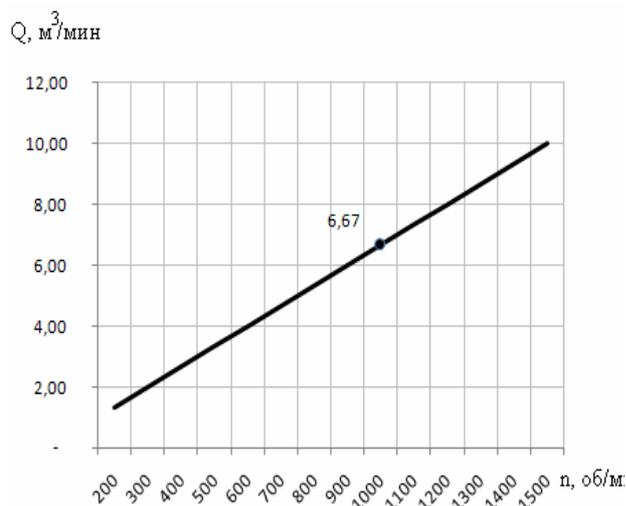


Рис. 3. График зависимости производительности Q от числа оборотов n (ГрТ 400/40)

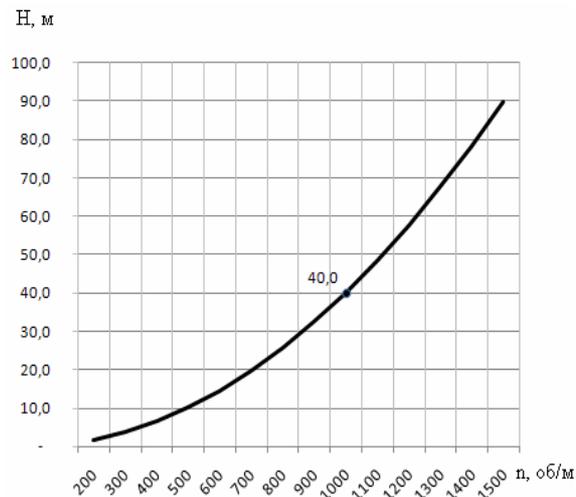


Рис. 4. График зависимости напора H от числа оборотов n (ГрТ 400/40)

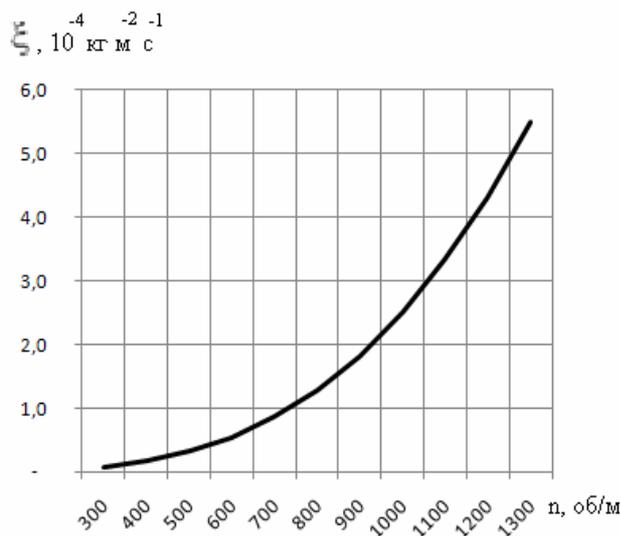


Рис. 5. График зависимости гидроабразивного износа от числа оборотов n (ГрТ 400/40)

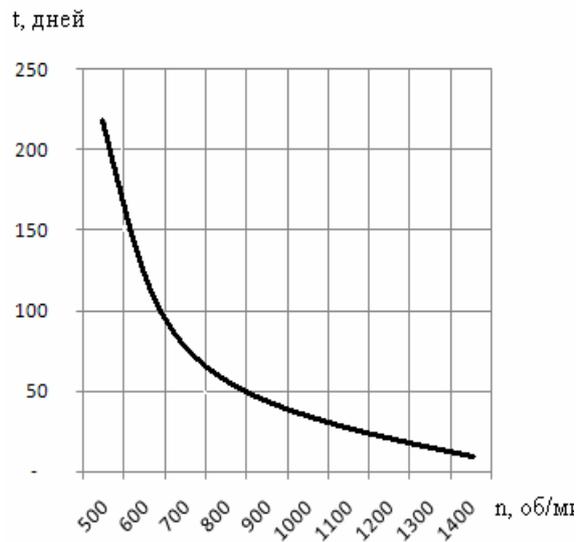


Рис. 6. График зависимости время наработки t от числа оборотов n (ГрТ 400/40)

Интенсивность гидроабразивного износа ξ определяется по формуле (3)

$$\xi = 0,125 \omega^3 D_{\text{рк}}^{0,35} \left(\frac{d_{\text{ср}}}{c_v} \right)^{2,65}, \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}) \quad (3)$$

где ω - частота вращения рабочего колеса грунтового насоса, Гц;

$D_{\text{рк}}$ - диаметр рабочего колеса, м;

$d_{\text{ср}}$ - средний диаметр частиц твердой фазы гидросмеси, м;

c_v - объемное содержание твердой фазы в перекачиваемом потоке гидросмеси.

Время наработки грунтового насоса определяется по формуле (4) [6]

$$t = 0,008 k_{\text{и}} \frac{m}{\xi} \left(\frac{D_{\text{рк}}}{d_{\text{ср}}} \right)^{2,35} \left(\frac{c_v}{d_{\text{ср}}} \right)^{2,65}, \text{ ч} \quad (4)$$

где m – предельно допустимая потеря массы рабочего колеса, м;

$k_{\text{и}}$ – коэффициент износостойкости материала рабочего колеса.

Другим техническим решением является установка на всасывающей магистрали перед насосом гидравлического циклона (рисунок 1), позволяющего отделять из пульпы твердые абразивные частицы.

Устройство работает следующим образом. При вращении рабочего колеса 1 в насосе 2, также приводится во вращение и шнек 3, происходит всасывание пульпы по падающей магистрали 6 и, проходя через гидроциклон-фазоразделитель 7 уже в виде очищенных от твердых частиц 8, жидкость 9 всасывается по магистрали 10 в полость 4 насоса и под давлением выбрасывается через улитку 11 в отводящую магистраль. Пульпа попадая в гидроциклон 7 по трубопроводу 6 тангенциально расположенному к обечайке гидроциклона 7, вращаясь вокруг концентрически расположенных трубопроводов 12 и 13 и очищаясь от твердых частиц уже в виде очищенной жидкости 9 через окна 14 всасывается через трубопровод 10 попадает в полость 4 насоса, где шнеком 3 создается дополнительная тяга жидкости, то есть значительно повышается высота всасывания насоса 2, попадает в межлопаточную полость вращающегося рабочего колеса 1. Твердые частицы 8, выпавшие в осадок, скапливаются в нижней части гидроциклона 7, затем удаляются из гидроциклона 7 через шиберный затвор 15 и транспортную систему, состоящую из шнекового податчика 16 и ленточного конвейера 17 [3].

Производительность гидроциклона по осветленной воде может быть определена по формуле [7]:

$$q_{\text{осв}} = 0,24 \quad (5)$$

где $d_{\text{п}}$, $d_{\text{сл}}$ – соответственно эквивалентные диаметры питательного (входного) и сливного (выходного) патрубков гидроциклона, м;

a – коэффициент, учитывающий потерю воды с осадком ($a = 0,85-0,9$);

ω – площадь живого сечения входного отверстия, м^2 ;

g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$;

ΔH – потеря напора в гидроциклоне, м.

При установке гидроциклона перед насосом наблюдается падение напора в гидроциклоне ΔH , которое компенсируется применением шнекового преднасоса и установкой насоса ниже уровня подачи гидросмеси. А снижение гидроабразивного износа насоса и повышение ресурса работы наблюдается в результате того, что в полость насоса поступает значительно очищенная жидкость, с пониженным содержанием твердой фазы c_v .

Применение в конструкции насоса шнека и гидроциклона позволит значительно сократить износ грунтового насоса, повысить его эксплуатационный ресурс. А удаляемая твердая фракция пульпы из гидроциклона может быть использована для приготовления строительных материалов, например, цементных блоков.

Список литературы: 1. Поветкин В.В., Керимжанова М.Ф., Андрющенко Е.С. Технические решения по снижению гидроабразивного износа основных деталей грунтовых насосов // Горный журнал Казахстана №10, 2014. – С.36-39. 2. Поветкин В.В., Альпеисов А.Т., Бектибай Б.Ж., Татыбаев М.К., Лем В.П. Методы повышения ресурса работы грунтовых насосов. Материалы Международной научно-практической конференции «Нанотехнологии в материаловедении - новый вектор индустриализации Казахстана», посвященной 85-летию юбилею академика А.К. Омарова. — Алматы: КазНТУ, 2014. - 334 с.-С.154-164. 3. Инновационный патент РК № 29439 опубл. 25.12.2014, бюл. 2, Грунтовый насос / Поветкин В.В., Керимжанова М.Ф., Андрющенко Е.С., Ибрагимова З.А. 4. Овсянников Б.В., Селифонов В.С., Черваков В.В. Расчет и проектирование шнекоцентробежного насоса: Учебное пособие. – Изд-во МАИ, 1996. – 72 с.: ил. 5. Спиваковский А.О., Дьяченко В.К. транспортирующие машины: Учеб пособие для машиностроительных вузов. – 3-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1983. – 487 с., ил. 6. Заверткин П.С. Повышение ресурса грунтовых насосов снижением интенсивности гидроабразивного изнашивания их элементов в системах гидротранспорта хвостов обогащения. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Специальность 05.05.06 – Горные машины, Санкт-Петербург, 2009 г. 7. <http://clickpilot.ru/canaliz.php?wr=496>