

УДК 671.65

РАБОЧИЕ ОРГАНЫ ГРУНТОВЫХ НАСОСОВ – ОТДЕЛЬНЫЙ ВИД РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДИНАМИЧЕСКИХ НАСОСОВ

І.О. Ковальов к.т.н.,
А.О. Євтушенко к.т.н.,
С.М. Яхненко к.т.н.,
Д.С. Кобизський асп.*
Сумський державний університет
Тел. (0619) 42-04-42

Аннотация – данная статья посвящена особенностям проточной части грунтовых насосов, обусловленными характерными условиями эксплуатации таких насосов и стремлением продлить их срок службы. Предлагается рассматривать рабочие органы грунтовых насосов как отдельный вид рабочих органов динамических насосов. В подтверждение приводятся результаты исследований подобных рабочих органов и выявленные особенности, которые характерны исключительно для данного типа насосов, такие как: малое число лопастей рабочих колес и особенная конструкция боковых пазух рабочего колеса.

Ключевые слова – рабочие органы, грунтовые насосы, динамические насосы.

Динамические насосы наиболее распространенный вид насосного оборудования, находящий применение практически во всех отраслях промышленности, сельском и жилищно-коммунальном хозяйствах. Как следствие, практически все промышленно развитые страны имеют свои насосостроительные промышленности. Не является исключением и Украина. Вместе с тем, в советские времена сложилось своеобразное разделение труда в сфере насосостроения, при котором специализацией Украины в области динамических насосов стали насосы для тепловой и атомной энергетики, нефтегазового комплекса. Особенность этого вида насосного оборудования – большие мощности насосных агрегатов. Как следствие, критерием оптимизации при их разработке стал коэффициент полезного действия (КПД) – геометрия проточной части насосов подбиралась из условия получения максимального КПД в ущерб другим показателям качества

насосного обладнання. Після розпаду СРСР Україна зберегла свій експортний потенціал в області динамічних насосів з тією ж спеціалізацією. Одночасно була проведена значительна робота по освоєнню широкого ряду нових типорозмірів динамічних насосів, які раніше в Україні не вироблялись. В їх число практично не ввійшли насоси для перекачування абразивних гідросмісей, використання яких в Україні характеризується значительним об'ємом як в кількісному, так і в грошовому вираженні.

Основною причиною останнього положення стало відсутність в Україні проектно-конструкторських організацій, які б систематично займалися створенням насосного обладнання для перекачування гідросмісей, як в цілому, так і гідросмісей типу жидкість - тверді частинки (ЖТС) в частині. Останні в радянські стандарти ввійшли під назвою "ґрунтові" і "піскові" насоси, іноді використовується термін "шламові" насоси. На кафедрі прикладної гідроаеромеханіки (ПГМ) Сумського державного університету (СумГУ) давно і послідовно ведуться роботи по створенню динамічних насосів для перекачування гідросмісей. Собственный досвід і дані аналізу інформаційних джерел показали, що створення насосів для перекачування ЖТС повинно вестися з іншими пріоритетами, ніж в разі енергетичних насосів. Основною задачею проєктанта в цьому разі є мінімізація втрат від абразивного зносу. Термін служби проточної частини насоса на абразивній гідросмісії вимірюється тижнями і втрати від низького ККД насоса суттєво поступають втратам від абразивного зносу.

Кафедрою ПГМ СумГУ спільно з Норильським гірничо-обогатительним комбінатом було виконано значительний об'єм робіт по перевірці можливості використання вільновихрових насосів (СВН) типу "Туго" [1] для перекачування абразивних гідросмісей. Досвід виявився успішним – термін служби СВН на абразивній гідросмісії, порівняно з традиційним центробіжним насосом виявився в три рази вище [2]. Основною перешкодою подальшого розвитку цього напрямку стало обмеження по діапазону параметрів, забезпечуваних СВН. Для розглянутого обладнання діапазон забезпечуваних параметрів характеризується значенням $60 \leq n_s \leq 140$, де n_s – коефіцієнт швидкості насоса. В той же час більшість використовуваних типорозмірів ґрунтових насосів має $n_s > 140$.

На кафедрі ПГМ СумГУ ці роботи розвивалися в двох напрямках:

- первое: создание СВН с $n_s > 140$. Определенные результаты были достигнуты – создан СВН с $n_s = 182$ [4], но найти универсальный способ расширения диапазона рабочих параметров СВН пока не удалось;

- второе: сосредоточены усилия по анализу геометрических особенностей проточной части применяемых грунтовых насосов с $n_s > 140$.

В результате проведенных работ по второму направлению было установлено, что проточная часть и рабочий процесс выпускаемых грунтовых насосов, как в ближнем, так и в дальнем зарубежье, имеют особенности не описанные в существующей литературе по динамическим насосам. Указанные особенности, со своей очевидностью, обусловлены попытками создать проточные части насосов, устойчивые против абразивного износа.

Кратко остановимся на выявленных нами особенностях:

- применение центробежных рабочих колес с малым числом лопастей ($z=1...4$); об этом указано в работе [5], где дается следующее пояснение данному техническому решению – малое число лопастей позволяет делать их массивными (толстыми), что увеличивает их срок службы до полного износа. Очевидно, что это один из пассивных методов борьбы с абразивным износом. Укажем, что в литературе мы не нашли данных о методике проектирования центробежных рабочих колес с малым числом лопастей.

- специальное конструктивное исполнение пазух рабочего колеса. В данном случае используются рабочие колеса, названные в работе [3] рабочими колесами с закрытыми импеллерами (рис.1). Такое исполнение рабочих колес для грунтовых насосов обусловлено стремлением защитить их от интенсивного абразивного износа [6], при этом очевидно, что указанное исполнение не является оптимальным по КПД.

Необходимо отметить, что в литературе отсутствуют пояснения, каким образом указанное исполнение пазух рабочего колеса защищает его от абразивного износа, также как и данные о методике проектирования таких пазух.

На кафедре ПГМ СумГУ проведены экспериментальные исследования проточных частей динамических насосов с рассмотренным конструктивным исполнением рабочих колес грунтовых насосов. Указанные исследования дали следующие основные результаты:

- установлено, что областью применения насосов с однолопастным рабочим колесом является диапазон параметров $n_s = 140..170$ при величине КПД на уровне 50..55%;

- розроблена методика проектування однолопастних центробежних робочих колес [7];

- встановлено, що робочі колеса з $z=2, 3, 4$ можна проектувати як однолопастні ($z=1$), при цьому учеть, що збільшення кількості лопастей на одну (перехід від однолопастного до двуплопастного колеса і т.д.) дає збільшення КПД на 5% (кожна нова лопасть) за рахунок відповідного збільшення напора [8];

- встановлено, що розглянуте конструктивне виконання пазух робочого колеса ґрунтових насосів забезпечує рух рідини в пазухах в нетрадиційному (по відношенню до звичайних центробежних насосів) напрямку – рух від центру до периферії проти традиційного напрямку – від периферії до центру [8];

- зроблено висновок, що спеціальне конструктивне виконання пазух колеса має своєю метою захист щелевих ущільнень колеса від інтенсивного абразивного износу шляхом розділення перекачуваної середовища на фази (рідина, тверді частинки) і формування умов течения, що забезпечують рух твердих частинок (твердої фази) по основним міжлопастним каналам колеса, минувши пазуху колеса [9].

Базуючись на вищеизложеному і враховуючи дані роботи [10] нижче пропонується науково-методическі підходи до розрахунку і конструювання пазух розглянутих робочих колес ґрунтових насосів, які зводяться до наступного.

1. При створенні розглянутої методики розрахунку і проектування слід розглядати випадок центробежного насоса з трьома одночасно працюючими колесами, одним підводом і одним відводом, т.е. можна розглядати випадок наявності трьох центробежних насосів (рис.1):

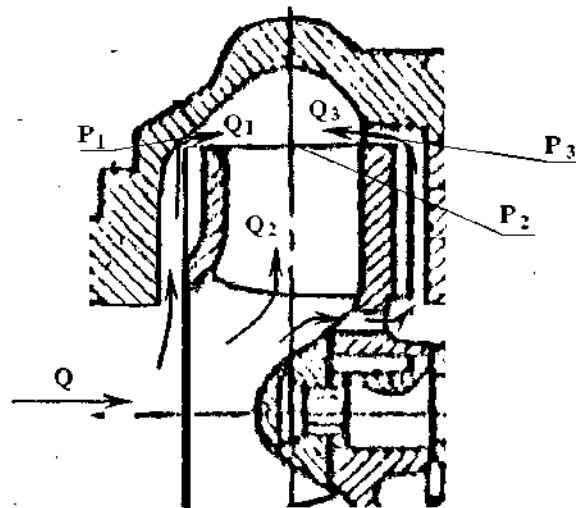


Рисунок 1. Ескіз ступени

- первый, имеющий рабочее колесо в виде конструктивного исполнения передней пазухи основного однолопастного рабочего колеса с параметрами (давление P и подача Q) P_1 и Q_1 ;

- второй, имеющий рабочее колесо с малым числом лопастей, с параметрами P_2 и Q_2 ;

- третий, имеющий рабочее колесо в виде отверстий в основном диске рабочего колеса и конструктивного исполнения задней пазухи основного рабочего колеса с параметрами P_3 и Q_3 .

2. При выборе величины параметров рассматриваемых насосов должны выполняться условия:

$$n_{s \text{ расч}} = n_{s \text{ треб}}; P_1 > P_2 \text{ и } P_3 > P_2; Q_{\text{насоса}} = Q_1 + Q_2 + Q_3.$$

Дополнительное условие для определения соотношений Q_1/Q_2 и Q_3/Q_2 вытекают из условия обеспечения реализации гидродинамического эффекта разделения фаз [12] на входе в переднюю и заднюю пазухи основного рабочего колеса.

С учетом вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

- рабочие органы грунтовых и песковых насосов являются отдельным видом рабочих органов динамических насосов;

- целесообразно продолжить работу по созданию высокорасходных СВН;

- после некоторой доработки, разработанные научно-методические рекомендации по расчету и конструированию рабочих органов грунтовых насосов могут стать основой для освоения в производстве отечественного типоразмерного ряда динамических насосов для перекачивания абразивных гидросмесей;

- целесообразно развивать исследования по применению гидродинамического эффекта разделения фаз гидросмесей для динамических насосов [13].

Литература

1. Ковалев И.А. Свободновихревые насосы: Учебное пособие / И.А. Ковалев, В.Ф. Герман. – Киев: УМК ВО, 1990. – 60с.
2. Соляник В.А. Рабочий процесс и энергетические качества свободновихревых насосов типа “Туго”: Диссер. канд. тех. наук 05.05.17 / Соляник В.А. // Сумский государственный университет. – Сумы, 1999. – 217с.
3. Михайлов А.К. Лопастные насосы / А.К. Михайлов, В.В. Малюшенко. – М.: Машиностроение, 1977. – 288с.
4. Евтушенко А.А. Модернизация проточной части СВН типа “Туго” с целью использования комбинированного рабочего колеса / А.А. Евтушенко, А.С. Моргаль, В.А. Панченко та ін. // Вісник

Східноукраїнського нац. університету ім. В. Даля. – №3(109). – Ч.1. – 2007. – С. 82-85.

5. *Животовский Л.С.* Лопастные насосы для абразивных гидросмесей / *Л.С. Животовский, И.А. Смойловская.* – М.: Машинстроение, 1978. – 223с.

6. *Караханьян В.К.* Основы методологии усовершенствования нового поколения центробежных насосов общепромышленного применения: Диссер. на соискание уч. ст. докт. техн. наук в форме доклада 05.04.13 МГТУ им. Баумана / *В.К. Караханьян.* – М, 1986. – 32 с.

7. *Евтушенко А.А.* Область применения и основные положения методики проектирования проточной части динамических насосов с однолопастным рабочим колесом / *А.А. Евтушенко, С.М. Яхненко* // Вісник СумДУ. – Суми: Ви-во СумДУ, 1998, №2(10) – С. 75–81.

8. *Яхненко С.М.* Влияние числа лопастей рабочего колеса центробежного насоса на его напорную и энергетическую характеристики / *С.М. Яхненко* // Труды 8-ой межд. науч.-техн. конференции “Насосы 96”. – Сумы: ЛТД “Мрія”. – Т.1. – С. 314-323.

9. *Евтушенко А.А.* Насосный аспект дисков рабочего колеса центробежного насоса / *А.А. Евтушенко, О.В. Алексеенко, С.М. Яхненко* // Сборник науч. тр. “Технологія і техніка друкарства”. – Київ: Ви-во НТУУ “КПІ”, 2004. – №2-3(4-5). – С. 88-93.

10. *Яхненко С.М.* Гидродинамические аспекты блочно-модульного конструирования динамических насосов: Диссер. канд. тех. наук 05.05.17 / *С.М. Яхненко.* – Сумы: СумДУ, 2003. – 210 с.

11. *Бойко Н.З.* Совершенствование очистителей рабочих жидкостей насосов и использованием гидроэлектрических технологий: Диссер. канд. тех. наук 05.05.17 / *Н.З. Бойко.* – Алчевск: ДДТУ, 2009. – 158 с.

12. *Филькиштейн З.Л.* Применение и очистка рабочих жидкостей для горных машин / *З.Л. Филькиштейн* – М.: Недра, 1986. – 232с.

13. *Бойко Н.З.* О необходимости и целесообразности использования электрогидравлических технологий очистки рабочих жидкостей применительно к динамическим насосам / *Н.З. Бойко* // Вісник СумДУ. “Технічні науки №7”. – Сумы: ви-во СумДУ, 2009. – С. 14-20.

РОБОЧІ ОРГАНИ ГРУНТОВИХ НАСОСІВ ЯК ОКРЕМИЙ ВИД РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДИНАМІЧНИХ НАСОСІВ

І.О. Ковальов, А.О. Євтушенко, С.М. Яхненко, Д.С. Кобизський

Анотація - дана стаття присвячена особливостям проточної частини ґрунтових насосів, зумовленими характерними умовами

експлуатації таких насосів та прагненням продовжити їх строк служби. Пропонується розглядати робочі органи ґрунтових насосів як окремий вид робочих органів динамічних насосів. В підтвердження надаються результати досліджень подібних робочих органів та виявлені особливості, що характерні виключно для даного типу насосів, зокрема мале число лопатей робочих коліс і особлива конструкція бокових пазух робочого колеса. Як висновок доводиться важливість вивчення робочих органів ґрунтових насосів як окремого виду робочих органів динамічних насосів для створення вітчизняних зразків ґрунтових насосів.

GROUND PUMP'S WORK AGENCIES AS INDIVIDUAL KIND OF DINAMIC PUMP'S WORK AGENCIES

I. Kovalyov, A. Yevtushenko, S. Yahnenko, D. Kobizskiy

Summary

This article is devoted to singularities of hydraulic parts of solid pumps, caused with specific operational conditions of such pumps and with aim of prolonging pumps' working life. We propose the idea to study executive elements of solid pumps as separate type of dynamic pumps executive elements. To prove this statement we offer results of such executive elements scientific research and found during this singularities, which are extremely specific only for such pump type. Among them: impeller blades small quantity and specific design of impeller side chambers. As conclusion we state the importance of studying executive elements of solid pumps as separate type of dynamic parts executive elements for designing and manufacturing domestic solid pump samples.