

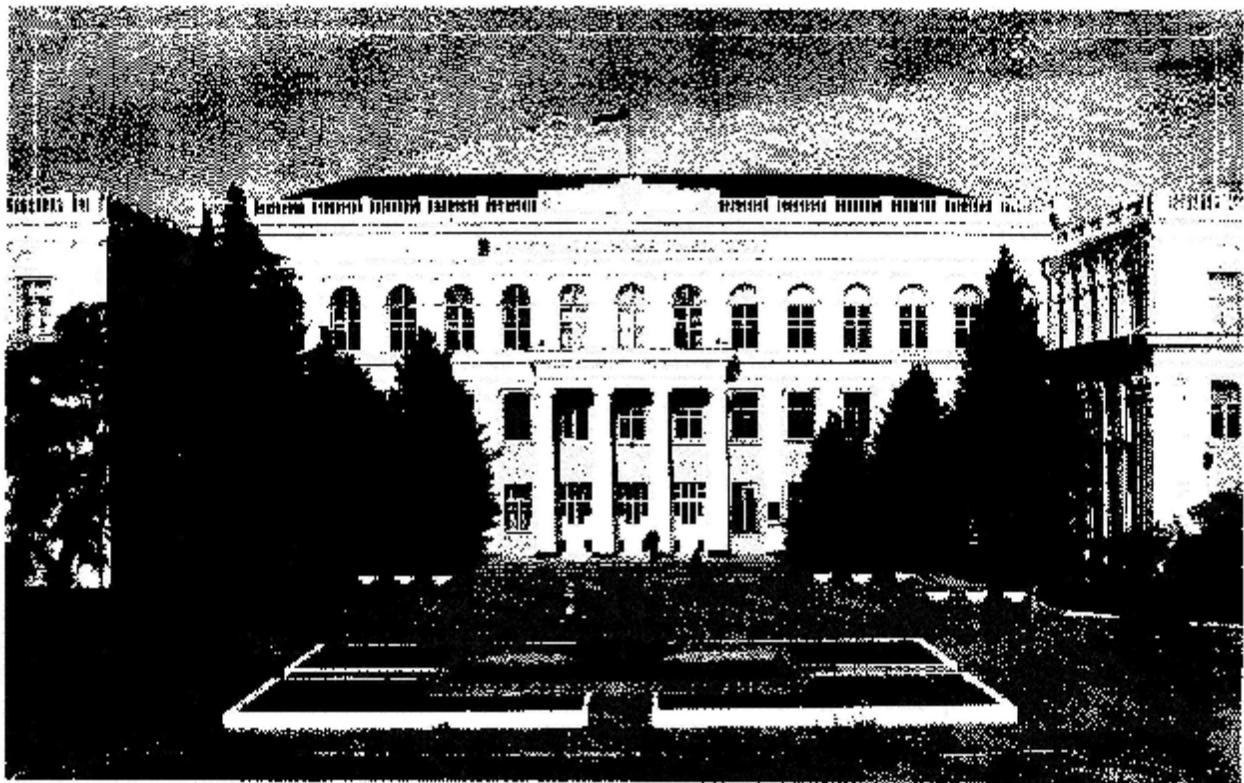
Міністерство аграрної політики України
Таврійський державний агротехнологічний
університет

ПРАЦІ
Таврійського
державного
агротехнологічного
університету



Випуск 10
Том 9

*До 75-річчя кафедри
«Мобільні енергетичні засоби»*



м. Мелітополь

Міністерство аграрної політики України



ПРАЦІ
Таврійського державного
агротехнологічного університету

Випуск 10 Том 9

Наукове фахове видання

Мелітополь – 2010 р.

УДК 621.311:631

ПЗ.8

Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет. –
Вип. 10. Т. 9. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – 286 с.

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,
Протокол № 3 від 28 вересня 2010 р.

У випуску наукових праць друкуються матеріали в галузі механізації сільського господарства, енергетики та автоматизації процесів сільськогосподарського виробництва за результатами доповідей вчених на XI Міжнародній науково-технічній конференції АС ПГП «Промислова гідравліка і пневматика», присвяченій 75-річчю кафедри «Мобільні енергетичні засоби» Таврійського державного агротехнологічного університету.

Редакційна колегія праць ТДАТУ:

Кюрчев В.М. – к.т.н., професор, ректор ТДАТУ (головний редактор);
Надикто В.Т. – д.т.н., професор (заст. головного редактора);
Діордієв В.Т. – к.т.н., професор, (відповідальний секретар); Дідур В.А. –
д.т.н., професор; Кушнар'єв А.С. – чл.-кор. УААН, д.т.н., професор;
Найдіш А.В. – д.т.н., професор; Овчаров В.В. – д.т.н., професор;
Панченко А.І. – д.т.н., професор; Рогач Ю.П. – к.т.н., професор;
Скляр О.Г. – к.т.н., доцент; Тарасенко В.В. – д.т.н., професор;
Яковлев В.Ф. – к.т.н., професор; Ялпачик Ф.Ю. – к.т.н., доцент.

Відповідальний за випуск – д.т.н., професор Панченко А.І.
(кафедра «Мобільні енергетичні засоби»)

Адреса редакції: ТДАТУ
Просп. Б. Хмельницького 18,
м. Мелітополь, Запорізька обл.,
72312 Україна

ISSN 2078-0877

© Таврійський державний
агротехнологічний університет, 2010.

ЗМІСТ

| | |
|--|-----|
| <i>Лурье З.Я., Панченко А.И., Гасюк А.И.</i> Математическая модель гидроприводного насосного агрегата для разрыва нефтяных пластов | 5 |
| <i>Сахно Ю.О., Сахно Є.Ю., Шевченко Я.В.</i> Стабілізація положення кривошипа під навантаженням в гідростатичній опорі | 26 |
| <i>Емельянова И.А., Непорожнев А.С., Гузенко С.А.</i> Определение условий минимального отскока крупного заполнителя при торкретировании (шприц-бетонировании) малогабаритным оборудованием | 36 |
| <i>Панченко А.И., Волошина А.А., Кюрчев С.В., Засядько А.И.</i> Методика определения рабочего объема гидромашин с циклоидальной формой вытеснителей | 42 |
| <i>Лурье З.Я., Андренко П.И.</i> Влияние параметров осцилляции запорно-регулирующего элемента гидрораспределителя на величину гидродинамической силы | 50 |
| <i>Бойко А.І., Очертько І.В.</i> Визначення показників надійності відновлюємих нерезервованих підсистем секцій для прямого посіву | 60 |
| <i>Панченко А.И., Кюрчев В.Н., Волошина А.А., Титов Д.С.</i> Методика определения геометрических параметров вытеснителей гидромашин планетарного типа | 66 |
| <i>Пастушенко С.І., Огієнко М.М.</i> Польові випробування лінії для виділення і доробки насіння овоче-баптанних культур | 75 |
| <i>Калихан О., Ковалшин С.</i> Корозійна тривкість металевих поверхонь сільськогосподарської техніки після різних видів струминно-абразивної обробки | 82 |
| <i>Панченко А.И., Волошина А.А., Обернихин П.В., Панченко И.А.</i> Влияние конструктивных параметров планетарных гидромашин на их выходные характеристики | 89 |
| <i>Ремарчук М.П., Овсянніков С.І.</i> Підвищення ефективності мініагротехніки на всіх стадіях життєвого циклу | 97 |
| <i>Струтинський В.Б., Федориненко Д.Ю.</i> Динамічні характеристики шпindelних вузлів на регульованих гідростатичних опорах | 105 |
| <i>Алущин А.В., Бурков П.В., Каримов В.Г., Колеватов Ю.В.</i> Моделирование динамических нагрузок гидростойки | 119 |
| <i>Мельник І.І., Савсай В.І., Барабаш Г.І., Зубко В.М.</i> Математична модель обґрунтування кількості агрегатів для виконання механізованих робіт | 125 |

- Зуев А.А., Степанов П.П.* Тенденции развития машинно-тракторного парка Украины 130
- Лозня С.В., Пустовой С.А., Ясиницкий Э.П., Ясиницкая И.Э.* Опыт применения имитационной модели гидромеханических агрегатов при разработке цифровой САУ ГТД 135
- Болтянский О.В., Иванов Г.И., Стефановский О.Б.* Проблема додання води при згорянні моторних палив та її висвітлення в мережі Internet 145
- Ванеев С.М., Бережной А.С., Королев С.К.* Основные коэффициенты, характеризующие режим работы струйно-реактивных турбин 151
- Дмитрієва Т.В., Бурдейний Д.В., Грешнова Н.М.* Дослідження густини та в'язкості гліцеринового осаду при зміні температурного фактора 159
- Зуев О.О., Степанов П.П.* Системи безпосереднього впорскування палива у сучасних автомобільних двигунах 167
- Ковальов І.О., Євтушенко А.О., Яхненко С.М., Кобизський Д.С.* Рабочие органы грунтовых насосов – отдельный вид рабочих органов динамических насосов 171
- Левченко Д.А., Арсеньев В.М., Мелейчук С.С., Ванеев С.М.* Экспериментальные характеристики предвключенных воздушных эжекторных ступеней вакуумного агрегата 178
- Діордієв В.Т., Кашикар'єв А.О.* Методика експериментальних досліджень АСУ комплексом виробництва комбікормів 187
- Гусак А.Г., Иванюшин А.А., Луговая С.О., Руденко А.А., Твердохлеб И.Б.* Перспективы использования магистральных насосов с направляющими аппаратами 194
- Фучаджи Н.О., Побігун А.М.* Моделювання процесу подрібнення зерна 201
- Гульий А.Н., Поклад А.А.* Повышение эффективности насосного оборудования за счет применения эжекторов в качестве предвключенных насосов для высокооборотных насосных агрегатов 205
- Стефановский А.Б., Болтянский О.В.* О целесообразности улучшения показателей двигателя с искровым зажиганием путем регулирования состава горючей смеси 213
- Сотник М.І., Ганич Л.В.* Про досвід застосування предметно-орієнтованого моделювання роботи гідравлічних мереж при проектуванні напірних каналізаційних колекторів 219
- Степаненко Д.С., Проскурня Т.О.* Проблемные вопросы ограничения выбросов диоксида углерода автотранспортными средствами 229

| | |
|---|-----|
| <i>Бакарджиев Р.О., Буніна Л.М.</i> Дослідження мікромеханізму руйнування кованих сталей | 237 |
| <i>Болтянська Н.І., Болтянський О.В.</i> Методика визначення показників продуктивності зернозбирального комбайна | 242 |
| <i>Брагінець А.М., Брагінець С.М.</i> Молочне тваринництво може бути високорентабельним | 249 |
| <i>Милаєва І.І.</i> Усовершенствованиє дизелей легковых и грузовых автомобилей | 256 |
| <i>Колєватов Ю.В., Сабельников В.И., Куликов Э.Н., Серьезнов А.Н.</i> Направления совершенствования приводов систем нагружения ластательных аппаратов при испытаниях в лабораториях прочности | 260 |
| <i>Холод И.М., Холод А.П.</i> Двигатель внутреннего сгорания, работающий на водороде | 266 |
| <i>Іванов О.М.</i> Гідравлічна корекція моменту подачі палива та її вплив на якісні показники процесу впорскування | 274 |

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

© к.т.н. І. О. Ковальов, к.т.н. А. О. Євтушенко, к.т.н. С. М. Яхненко, асп. Д. С. Кобизський

* Науковий керівник - к.т.н. І. О. Ковальов

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 вошли 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 частини (ЖТС) в частині. Останні в радянські стандарти вошли 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 КПД 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 "Туро" [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 однолопатних центробежних робочих колес [7];

- встановлено, що робочі колеса з $z=2, 3, 4$ можна проектувати як однолопатні ($z=1$), при цьому учесть, що збільшення кількості лопастей на одну (перехід від однолопатного до двулопатного колеса і т.д.) дає збільшення КПД на 5% (каждя 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) напрямленні – рух від центра до периферії проти традиційного напрямленні – від периферії до центра [8];

- зроблено висновок, що спеціальне конструктивне виконання пазух колеса має своєю метою захист шельових ущільнень колеса від інтенсивного абразивного износа шляхом розділення перекачуваної середою на фази (рідина, тверді частини) і формування умов течею, забезпечуючих рух твердих частиц (твердої фази) по основним міжлопатним каналам колеса, минуя пазухи колеса [9].

Базируючись на вищеизложеному і учитывая дані роботи [10] нижче пропонується науково-методическі підходи до розрахуку і конструюванню пазух розглянутих робочих колес ґрунтових насосів, які зводяться до наступного.

1. При створенні розглянутої методики розрахуку 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):

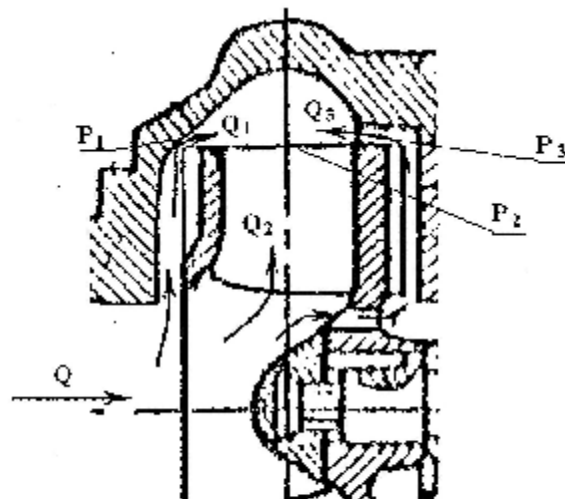


Рисунок 1. Ескиз ступени

- 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:

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

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. Малышенко. – 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. Папченко 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.: Машиностроение, 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”. – Суми: 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.* – Суми: 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. *Филькинтштейн З.Л.* Применение и очистка рабочих жидкостей для горных машин / *З.Л. Филькинтштейн* – 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”. – Суми: ви-во СумДУ, 2009. – С. 14-20.

РОБОЧІ ОРГАНИ ГРУНТОВИХ НАСОСІВ ЯК ОКРЕМИЙ ВИД РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДИНАМІЧНИХ НАСОСІВ

І.О. Ковальов, А.О. Евтушенко, 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.