

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

На правах рукопису

Лебедев Антон Юрійович

УДК 66.023

ПІДВИЩЕННЯ ВИХІДНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАБІРИНТНО-ГВИНТОВИХ
НАСОСІВ ШЛЯХОМ ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ

Спеціальність 05.05.17 – Гідравлічні машини та гідропневмоагрегати

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник
Андренко Павло Миколайович,
доктор технічних наук, професор

Харків – 2016

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	8
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. ПОСТАНОВКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ ЗАДАЧІ. ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ЇЇ РОЗВ’ЯЗАННЯ.....	14
1.1. Область досліджень. Основні технічні характеристики насосів та області їх використання.....	14
1.2. Аналітичний огляд існуючих методик розрахунку та проектування лабіринтно-гвинтових насосів. Постановка науково-практичної задачі.....	16
1.2.1. Урахування параметрів робочої рідини в методиках розрахунку лабіринтно-гвинтових насосів.....	16
1.2.2. Методики розрахунку робочих параметрів лабіринтно-гвинтових насосів.....	22
1.2.3. Аналіз конструкцій лабіринтно-гвинтових насосів. Вплив форми гвинтової канавки на його характеристики.....	29
1.2.4. Постановка науково-практичної задачі.....	35
1.3. Основні етапи та шляхи розв’язання поставленої науково-практичної задачі.....	36
1.4. Висновки.....	38
2. МОДЕЛЬ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ЛАБІРИНТНО-ГВИНТОВОГО НАСОСА. ТЕОРІЯ ЙОГО РОЗРАХУНКУ.....	40
2.1. Уточнення фізичної моделі робочого процесу лабіринтно-гвинтового насоса.....	40
2.2. Удосконалення конструкції лабіринтно-гвинтового насоса..	41
2.3. Розрахунок робочих характеристик лабіринтно-гвинтового насоса.....	44

2.3.1. Методика розрахунку витратної характеристики лабіринтно-гвинтового насоса.....	48
2.3.2. Врахування форми гвинтової канавки в характеристиках лабіринтно-гвинтового насоса.....	50
2.3.3. Визначення характеристик потужності та ККД лабіринтно-гвинтового насоса.....	54
2.3.4. Визначення нерівномірності подачі лабіринтно-гвинтового насоса.....	54
2.3.5. Критерії для порівняння характеристик лабіринтно-гвинтового насоса.....	58
2.3.6. Визначення граничного значення критерію кавітації лабіринтно-гвинтового насоса.....	60
2.4. Розробка трьохмірної математичної моделі та дослідження течії робочої рідини в проточній частині лабіринтно-гвинтового насоса.....	64
2.5. Висновки.....	69
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛАБІРИНТНО-ГВИНТОВОГО НАСОСА.....	72
3.1. Експериментальний стенд для дослідження лабіринтно-гвинтових насосів.....	72
3.1.1. Прилади й контрольно-вимірювальна апаратура.....	75
3.1.2. Планування експерименту. Оцінка достовірності отриманих результатів.....	76
3.1.3. Математична модель стенда для дослідження лабіринтно-гвинтових насосів.....	86
3.2. Дослідження впливу конструкції робочих органів лабіринтно-гвинтового насоса на його вихідні характеристики.....	92
3.3. Дослідження лабіринтно-гвинтового насоса, як вхідної ланки відцентрового насосного агрегату.....	93

3.4. Дослідження впливу типу лабіринтно-гвинтового насоса на пульсації тиску.....	94
3.5. Дослідження впливу газовмісту робочої рідини на характеристики лабіринтно-гвинтового насоса.....	97
3.6. Висновки.....	98
4. МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ ЛАБІРИНТНО-ГВИНТОВИХ НАСОСІВ.....	100
4.1. Визначення герметичності торцевого ущільнення ЛГН при гармонічних вимушених коливаннях корпусу.....	100
4.2. Прогнозування надійності лабіринтно-гвинтового насоса...	108
4.2.1. Прогнозування надійності лабіринтно-гвинтового насоса методом експертних оцінок.....	108
4.2.2. Прогнозування надійності лабіринтно-гвинтового насоса методом марковської апроксимації.....	113
4.2.3. Прогнозування надійності лабіринтно-гвинтового насоса методом структурних схем.....	116
4.3. Багатокритеріальна оптимізація параметрів лабіринтно-гвинтового насоса.....	119
4.4. Оцінка показників технічного рівня лабіринтно-гвинтового насоса.....	125
4.5. Загальна методика розрахунку і проектування лабіринтно-гвинтових насосів.....	129
4.6. Висновки.....	131
ВИСНОВКИ.....	133
ДОДАТКИ.....	136
ДОДАТОК А. Технічні характеристики стенду для досліджень лабіринтно-гвинтового насоса та його контрольно-регулюючої апаратури. Загальний вид експериментальної установки.....	136
ДОДАТОК Б. Робочі креслення лабіринтно-гвинтового насоса.....	141
ДОДАТОК В. Блок-схема розрахунку витратної характеристики лабіринтно-гвинтового насоса.....	146

ДОДАТОК Д. Програма розрахунку витратної характеристики лабіринтно-гвинтового насоса.....	147
ДОДАТОК Е. Програма оптимізації параметрів лабіринтно-гвинтового насоса.....	149
ДОДАТОК Ж. Програма розрахунку надійності торцевого ущільнення лабіринтно-гвинтового насоса.....	155
ДОДАТОК З. Програма розрахунку амплітудно- і фазочастотних характеристик лабіринтно-гвинтового насоса.....	158
ДОДАТОК І. Опис програми для трьохмірного моделювання течії робочої рідини в лабіринтно-гвинтовому насосі.....	166
Акти впровадження в виробництво та навчальний процес результатів дисертаційної роботи.....	169
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	177