

Науковий журнал

4.2008

ВІСНИК

**Хмельницького
національного
університету**

Технічні науки

Хмельницький 2008

ВІСНИК

Хмельницького національного університету

Затверджений як фахове видання
Постановою президії ВАК України
від 19.01.2006 № 2-05/1 (бюл. ВАК № 2'2006 р.)

Засновано в липні 1997р.

Виходить 6 разів на рік

Хмельницький, 2008, №4 (113)

**Засновник і видавець: Хмельницький національний університет
(до 2005 р. – Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький)**

Головний редактор	Скиба М. Є. , заслужений працівник народної освіти України, д. т. н., професор, академік МАІ, УТА, ректор Хмельницького національного університету
Голова редакційної колегії	Сілін Р. І. , заслужений працівник народної освіти України, д. т. н., професор, академік МАІ, АІН, УТА України
Заступник головного редактора	Параска Г.Б. , д. т. н., професор, проректор Хмельницького національного університету
Відповідальний секретар	Гуляєва В. О. , завідувач відділом інтелектуальної власності Хмельницького національного університету

Ч л е н и р е д к о л е г і ї

Технічні науки

д.т.н. Кіницький Я.Т., к.т.н. Баннова І.М., д.т.н. Гладкий Я.М., к.т.н. Домбровський А.Б., к.т.н. Драпак Г.М., д.т.н. Калда Г.С., д.т.н. Камбург В.Г., д.т.н. Ковтун В.В., д.т.н. Костогрив С.Г., д.т.н. Кузьменко А.Г., д.т.н. Локазюк В.М., д.т.н. Мазур М.П., к.т.н. Мандзюк І.А., д.т.н. Мичко А.А., д.т.н. М'ясищев О.А., д.т.н. Параска Г.Б., д.т.н. Ройзман В.П., д.т.н. Рудницький В.Б., д.т.н. Семенюк М.Ф., д.т.н. Славинська А.Л., д.т.н. Стечишин М.С., к.т.н. Троцишин І.В., д.т.н. Шевеля В.В., д.т.н. Либа В.П., д.ф.-м.н. Качурик І.І.

Відповідальні за випуск

Локазюк В.М., д. т. н., Поморова О.В., д. т. н.

Технічний редактор к. т. н. Горященко К. Л.

Редактор-коректор Броженко В. О.

Адреса редакції: Україна, 29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11, Хмельницький національний університет
редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету"
(8-03822) 2-51-08
e-mail: patent_1@beta.tup.km.ua
web: <http://visniktup.narod.ru> <http://vestnik.ho.com.ua>
http://library.tup.km.ua/visnyk_tup.htm

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації.
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 9722 від 29 березня 2005 року (перереєстровано)
Бюлетень ВАК №2, 2006

© Хмельницький національний університет, 2007
© Редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету", 2007

ЗМІСТ

B. BOROWIK, M. MIKULSKI, V. KARPINSKYI TRACING AND BUILDING OF TOPOLOGY IN WIRELESS NETWORK SENSORS	7
KOUROSH ESLAMI WIMAX NETWORK STANDARDS AND DRAFTS	12
KATERYNA LOBACHOVA, VYACHESLAV KHARCHENKO A CONCEPTUAL APPROACH TO ASSESSING COMPOSITE COMPONENT-BASED SOFTWARE SYSTEM RELIABILITY	17
О.Д. АЗАРОВ, В.А. ГАРНАГА, С.В. БОГОМОЛОВ ДВОТАКТНІ ПІДСИЛЮВАЧІ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ІЗ СИМЕТРИЧНОЮ СТРУКТУРОЮ	20
О.Д. АЗАРОВ, О.О. РЕШЕТНИК АЦП ЗІ ЗМІННОЮ ТРИВАЛІСТЮ ТАКТИВ ВРІВНОВАЖЕННЯ НА ОСНОВІ НПСЧ $\{0, 1\}$ ТА $\{1, -1\}$	24
С.Т. БАРАСЬ, О.В. ОНИЩУК, В.Ф. ЯБЛОНСЬКИЙ ВИКОРИСТАННЯ ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ ДОПЛЕРІВСЬКОГО СИГНАЛУ ДЛЯ ОЦІНКИ ПОХИБКИ ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТИ ЙОГО ЗАПОВНЕННЯ ПРИ ЧАСОВІЙ ФРАГМЕНТАЦІЇ	27
О.М. БЕРЕЗЬКИЙ, Ю.М. БАТЬКО, Г.М. МЕЛЬНИК ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ ПУХЛИННИХ КЛІТИН НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЇХ ЗОБРАЖЕНЬ	33
М.Ф. БИРКА, А.О. САЧЕНКО КОМБІНОВАНИЙ АЛГОРИТМ ЗЛИТТЯ СЕНСОРНИХ ДАНИХ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ДИСТРИБУТИВНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ	42
Ю.Г. ВЕДМІЦЬКИЙ ВИМІРЮВАЛЬНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ І КОНТРОЛЬ МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ МЕХАНІЧНИХ ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ В ПРОЦЕСІ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ. ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА	47
Є.Г. ГНАТЧУК ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОДАВАННЯ ТА ОПРАЦЮВАННЯ ЗНАТЬ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМАХ ДІАГНОСТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ	55
Т.О. ГОВОРУЩЕНКО ОЦІНКА ДОСТОВІРНОСТІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРИХОВАНИХ ПОМИЛОК ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	62
К.Л. ГОРЯЩЕНКО, О.І. ПОЛІКАРОВСЬКИХ, В.Є. ГАВРОНСЬКИЙ, Ю.І. СНІЖКО РИЗИКИ ЦІЛІСНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ НА ПЕРЕНОСНИХ НОСІЯХ ІНФОРМАЦІЇ	66
В.М. ДЖУЛІЙ, А.В. ДЖУЛІЙ ЙМОВІРНІСНА МОДЕЛЬ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ	70
В.М. ДЖУЛІЙ, К.В. ІВАНОВ КРИПТОГРАФІЧНІ МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ	75
А.В. ДУДАТЬЄВ, О.П. ВОЙТОВИЧ, Ю.В. БАРИШЕВ МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ВРАЗЛИВОСТЕЙ	78
О.В. ЗАХАРКЕВИЧ, Є.М. РЕШЕТНИК РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ КОКЕТОК, ЩО ЗМІЩЕНІ ВІДНОСНО ЦЕНТРУ ГРУДЕЙ ..	84

В.Г. КАПЛУН, П.В. МАТВІЙШИН, В.А. ГОНЧАР ДОСЛІДЖЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ І НАДІЙНОСТІ ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТА ДБ-33-28 ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ПЛАСТМАС	87
Г.В. КИЦУН СИСТЕМА ТЕСТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ТРАКТУ УНІВЕРСАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА	91
Г.С. КОВАЛЬЧУК, І.Г. ДЕЙНЕКА, А.А. МИЧКО ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УТВОРЕННЯ З'ЄДНАНЬ З ДОПОМОГОЮ КЛЕЇВ	95
В.А. КУЛАНОВ, В.С. ХАРЧЕНКО МОДЕЛЬ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СИСТЕМ ОБРОБОТКИ ІНФОРМАЦІЇ НА ПРОГРАММУЄМОЇ ЛОГІКЕ ПРИ ІСПОЛЬЗУВАННІ АВТОМАТНО-ЯЗЫКОВОЇ ДИВЕРСНОСТІ	98
В.В. КУХАРЧУК, В.В. УСОВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ ВІРОГІДНОСТІ КОНТРОЛЮ КУТОВИХ ПОЛОЖЕНЬ КРОКОВИХ ДВИГУНІВ	102
Є.Ф. ЛІСЦИН, С.Й. ШАМАНСЬКИЙ, В.В. ПОЧТОВЕНКО ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ ОСАДУ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ СТОКІВ З ОТРИМАННЯМ БІОГАЗУ У БАГАТОСЕКЦІЙНИХ МЕТАНТЕНКАХ	107
Є.Ф. ЛІСЦИН, С.Й. ШАМАНСЬКИЙ, А.О. ІВАНОВ ШНЕКОВИЙ НАСОС З ВИСОКИМ ОБ'ЄМНИМ ККД	110
В.М. ЛОКАЗЮК, Д.М. МЕДЗАТИЙ ВИКОРИСТАННЯ АПРІОРНОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ПРОЦЕСІ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРИСТРОЇВ ТА СИСТЕМ	115
М.В. МАТІЙШИН, Н.М. МАРКУНЕЦЬ АНАЛІЗ НЕВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ	120
А.О. МЕЛЬНИК, І.Д. ЯКОВЛЄВА ПОДАННЯ ПОТОКОВОГО ГРАФА АЛГОРИТМУ СТРУКТУРНОЮ МАТРИЦЕЮ	124
С.В. МЕЛЬНИЧУК, В.Я. ЛЯШКЕВИЧ, Є.В. РАТУШ ЗАСТОСУВАННЯ СЕМАНТИЧНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕКСТОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ПОШУКУ ІНФОРМАЦІЇ	129
І.І. МІТАСОВ СХЕМОТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ КОМІРКИ ДАТЧИКА В <i>TIMING</i> -СИСТЕМІ ЗБОРУ ІНФОРМАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОКОНТРОЛЕРА PIC10F204	132
О.А. МИХАЙЛОВСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ СПЕЦІАЛЬНОГО ДИТЯЧОГО ВЗУТТЯ ДЛЯ ЗАНЯТЬ СПОРТИВНИМИ БАЛЬНИМИ ТАНЦЯМИ	137
Д.Н. МОАМАР, Т.Ю. УТКИНА, Л.А. ШУВАЛОВА МЕТОД МОДЕЛЮВАННЯ АЛГОРИТМІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛЕННЯ ФАСОВОЧНО-УПАКОВОЧНИМИ МАШИНАМИ	140
С.В. МОСТОВИЙ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ВХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ПРОЦЕСІВ В ПЕРСОНАЛЬНОМУ КОМП'ЮТЕРІ	145
І.В. МУЛЯР ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПОШУКУ ІНФОРМАЦІЇ В СЕРЕДОВИЩІ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ	148

Висновки

Існуючі на сьогодні конструкції метантенків як одноступеневих, так і двоступеневих, мають багато недоліків. Безперервне чи періодичне завантаження свіжого та вивантаження зброженого осаду призводить до так званих «проскоків», тобто наявності у знезараженому осаді частини патогенних мікроорганізмів та незброжених органічних речовин. Такий осад не можна вважати абсолютно екологічно безпечним. Крім того через «просоки» недоотримується частина біогазу. Результати відомих на сьогодні досліджень різних стадій процесу бродіння дозволяють формувати відповідні вимоги до нових конструкцій метантенків, позбавлених згаданих недоліків. Це дозволить суттєво скоротити терміни бродіння при забезпеченні високих санітарно-гігієнічних характеристик отриманих добрив, а отже значно зменшити об'єми споруд для бродіння. Надана структурна схема прохідного багатосекційного метантенка, що значною мірою відповідає цим вимогам.

Література

1. Анаэробное сбраживание осадков городских сточных вод и утилизация образующегося биогаза // Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического семинара. Москва, 14-16 октября 1986 г. / ЦП НТО КХиБО. – М., 1986.
2. Strauch D. Mikrobiologische Untersuchungen zur Hygienisierung von Klarschlamm // GWF – Wasser – Abwasser. 1980, № 3.
3. Гюнтер Л. И., Гольдфарб Л. Л. Метантенки. – М.: Стройиздат, 1991.
4. Ткаченко С. Й., Степанов Д. В., Резидент Н. В. Залежності для оцінки значень коефіцієнта тепловіддачі в системах термостабілізації біогазового реактора // Вісник ВПІ. – 2004. – № 1. – С. 54-62.
5. Moller U. Entseuchung von Klarschlamm. Eine Standardbestimmung 1987 // Korrespondenz Fbwasser. 1988. № 1.
6. Parkin G. F. Fundamentals of Anaerobic Digestion of Waste – Water Stages // Environ. Eng., 1986, № 5.
7. McCarty P. L. Anaerobic Waste Treatment Fundamentals // Public Works, 1964, № 9-12.
8. Chosh S. Improved Sludge Gasification By Two-Phase Anaerobic Digestion // Environ. Eng., 1987, № 6, P. 1265-1284.

Надійшла 24.5.2008 р.

УДК 628.1

Є.Ф. ЛІСЦИН, С.Й. ШАМАНСЬКИЙ, А.О. ІВАНОВ
Вінницький національний технічний університет

ШНЕКОВИЙ НАСОС З ВИСОКИМ ОБ'ЄМНИМ ККД

В статті запропоновано нову конструкцію шнекового насоса з високим об'ємним ККД. Розраховано повний ККД цього насоса та показано ефективність і перспективність його застосування для піднімання забруднених рідин на порівняно невелику висоту.

Вступ

Шнекові насоси використовують для піднімання забруднених рідин на невелику висоту. Такі насоси наряду з деякими недоліками мають багато переваг [1]. В європейських країнах вони широко використовуються для перекачування стічних вод на каналізаційних насосних станціях та очисних спорудах каналізації. Через досить значний прохідний переріз вони не засмічуються, тому на каналізаційних насосних не вимагають встановлення решіток для попереднього очищення стоків. Не вимагають влаштування приймальних резервуарів через те, що мають властивість саморегулювання – подача відповідає надходженню. В каналізаційному господарстві України ці насоси, на жаль, не знайшли широкого застосування. Використовуються переважно спеціальні каналізаційні відцентрові насоси. За даними [1], відповідно до ГОСТ 11379, промисловість випускає фекальні відцентрові насоси серії Ф на подачу $16 \div 9000 \text{ м}^3/\text{год}$ напором від 8 до 95 метрів водяного стовпа. Фекальні відцентрові насоси характеризуються тим, що вимагають попереднього очищення стічних вод. Крім того, з метою зменшення вірогідності їх засмічення відцентрові колеса виготовляють з меншою кількістю лопаток ніж насоси для чистої води (найчастіше 1÷3 лопатки). Менша кількість лопаток призводить до зниження коефіцієнта корисної дії. Наприклад, занурюваний відцентровий каналізаційний насос ЦМК-6,3-14 при подачі $6,3 \text{ м}^3/\text{год}$ та напорі 11 м в оптимальному режимі працює з повним ККД лише 0,33 [1]. Відхилення від оптимального режиму (зміна подачі) додатково знижують ККД. Необхідність підняти стічну воду на висоту до 5 метрів, яка часто виникає при експлуатації каналізаційних систем міста, призводить до того, що відцентрові фекальні насоси працюють з надлишковими напорами, для гасіння яких необхідно встановлювати пристрої дроселювання або споруджувати спеціальні камери гасіння. Шнекові насоси не створюють надлишкових напорів, крім того вони зберігають майже постійним ККД при зміні витрати рідини, що перекачується. Завдяки цьому, за даними [2, 3], питоме споживання енергії при використанні шнекових насосів замість традиційних відцентрових може бути знижено у 1,5 – 2 рази.

Аналіз ефективності роботи шнекового насоса традиційної конструкції

Шнекові насоси являють собою одно-, чи кілька-заходний гвинт, який обертається з невеликою частотою у відкритому лотку спеціальної конструкції або у закритій трубі. За рахунок витиснення порцій рідини, яка знаходиться між двома сусідніми лопатками шнека, здійснюється її піднімання на деяку висоту. Окрім згаданих переваг, така конструкція має ряд суттєвих недоліків. Літературні джерела, зокрема [1], інформують про те, що повний коефіцієнт корисної дії шнекових насосів є досить високим і досягає 0,7-0,8. З огляду на викладене нижче, такі значення ККД для насоса традиційної конструкції можуть бути досить сумнівними.

Проаналізуємо роботу шнекового насоса з точки зору використання енергії, яку він споживає. Ця енергія використовується на [2]:

- 1) піднімання рідини витратою Q на висоту H (корисна енергія);
- 2) механічні втрати у передачах, підшипниках тощо;
- 3) втрати на перетікання рідини через зазор між шнеком і лотком;
- 4) втрати на тертя рідини об стінки лотка;
- 5) втрати на тертя рідини об поверхню маточини шнека та його лопатки;
- 6) втрати на перемішування рідини у просторі між лопатками.

Втрати, зазначені у пункті 2, характеризуються механічним ККД, у пункті 3 – об'ємним, а у пунктах 4-6 – гідравлічним ККД. В роботах [2, 3] наводяться результати експериментальних досліджень роботи шнекових насосів з діаметрами шнека 390 та 500 мм на спеціальній дослідній установці. На підставі цих експериментальних результатів в роботі [4] розраховано гідравлічний та об'ємний ККД цих насосів. Показано, що гідравлічний ККД є досить високим (більш ніж 0,9) і суттєво знижується лише при частотах обертання шнека більше 95 хв⁻¹. Це можна пояснити тим, що суттєво зростають швидкості руху рідини у корпусі і, як результат, значно зростають втрати напора на тертя та перемішування. Об'ємний же ККД отримано у межах 0,5-0,7 залежно від діаметра та частоти обертання і є досить низьким. З цього можна зробити висновок, що одним з головних недоліків у роботі шнекового насоса є перетікання рідини між шнеком і лотком, що суттєво знижує його повний ККД. Для досліджуваної установки механічний ККД склав 0,85, тому повний ККД роботи насосів виявився навіть у лабораторних умовах у межах лише 0,43-0,55 (а не 0,7-0,8) залежно від діаметра для оптимальних частот обертання, тобто до 95 хв⁻¹.

Для того, щоб перетікання рідини були мінімальними, а повний ККД зберігався на належному рівні, дуже важливим є забезпечення під час роботи насоса необхідного зазору між лопатками шнека та корпусом. В реальних умовах це є важким завданням, оскільки вимагає дуже ретельного монтажу та постійного контролю під час експлуатації. Збільшення цього зазору призводить до збільшення витоків і, як наслідок, до зменшення об'ємного ККД, а зменшення зазору може призвести до тертя між шнеком та корпусом і в результаті до значного зниження механічного ККД. Існують також технологічні обмеження на довжину самого шнека, а отже і на висоту піднімання рідини. Сам шнек, який являє собою порівняно тонку маточину з лопатками, має невелику жорсткість. При збільшенні його довжини він провисає, що також викликає тертя об корпус. Для збільшення довжини шнека без його провисання і тертя було запропоновано окрім двох крайніх (нижньої та верхньої) опор додатково підтримувати шнек в кількох проміжних точках підшипниками, які з'єднати кронштейнами зі спеціально спорудженою над ним несучою рамою [5]. Але для монтажу підшипників на маточині шнека необхідно розривати суцільність його гвинтових лопатей. Це призводить до додаткових перетікань рідини в місцях розриву, а отже до зниження об'ємного ККД.

Для перекачування активного мулу на очисних спорудах каналізації міста Вінниці підприємством «Вінницяводоканал» деякий час назад було закуплено малогабаритний шнековий шламовий насос марки «УВА 280-720» виробництва чеської фірми «Sigma Hranice». Але саме через згадані недоліки використати його не вдалося. До цього часу перекачування мулу здійснюють за допомогою відцентрових насосів. Використання їх не є оптимальним, оскільки вони працюють з надлишковими напорами, крім того через значну швидкість виходу активного мулу (живі мікроорганізми) з робочого колеса і удар об стінки равликподібного корпусу погіршується його якість.

У цій статті пропонується нова конструкція шнекового насоса, яка повністю виключає можливість перетікання рідини між шнеком та корпусом, тим самим збільшує об'ємний ККД практично до 1 (розрахункове значення 0,98), і не вимагає ретельного монтажу та постійного контролю під час експлуатації. Крім того нова конструкція має більшу жорсткість, не провисає та завдяки новій системі опор не має теоретичних обмежень щодо довжини шнека та висоти піднімання рідини.

Нова конструкція шнекового насоса та розрахунок його повного ККД

Нова конструкція шнекового насоса (рис. 1), як і традиційні конструкції, містить електропривід 5 з редуктором для регулювання частоти обертання. Замість відкритого шнека на двох опорах пропонується інша конструкція. Шнек з центральним валом та гвинтовими гелікоїдальними лопатями 2, який приєднано до електропривода з редуктором за допомогою підшипникової опори 3 (радіальноупорний підшипник), розміщується в циліндричному корпусі 1. Замість нижньої опори корпус підтримується однією чи кількома парами опорних катків 4 (залежно від довжини). Лопаті шнека жорстко з'єднані з циліндричним корпусом без зазорів і утворюють з ним одне ціле. Разом з внутрішнім валом вони утворюють ротор-корпус з одним чи декількома (по числу заходів шнека) безперервними спіральними наскрізними отворами. Ротор-корпус разом з

приводом встановлено на рухомій частині рами 11, яка підтримується у вибраному положенні за допомогою пристрою для зміни кута нахилу 6.

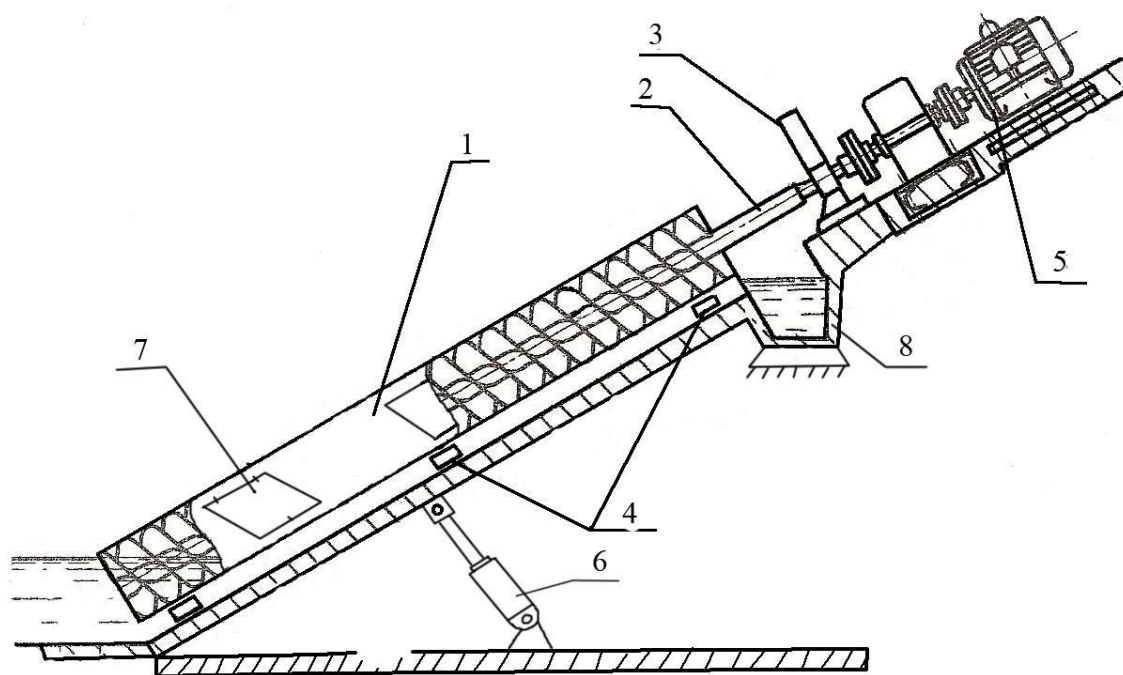


Рис. 1. Нова конструкція шнекового насоса з високим об'ємним ККД

Насос працює таким чином. Нижня частина ротора корпусу занурюється у резервуар з рідиною 10 так, щоб вона вільно входила у спіральний отвір і максимально заповнила першу секцію міжлопатевого простору. Після запуску привода ротор-корпус починає обертатися, а рідина, що заповнила першу секцію міжлопатевого простору, починає переміщуватися (рухаючись «як білка у колесі») спіральним каналом, одночасно зміщуючись вздовж вісі ротора-корпуса у бік піднімання доки не опиниться у верхньому резервуарі 8. Зазорів між лопатями шнека та циліндричним корпусом немає, тому перегікань так само немає. Оскільки ротор-корпус є закритим, для можливості очищення необхідно забезпечити доступ до міжлопатевого простору. Для цього у циліндричному корпусі влаштовано герметичні люки 7, які при роботі насоса знаходяться в закритому стані.

При підніманні рідини таким насосом усе осьове навантаження і невелику частину радіального сприймає підшипникова опора 3, а основну частину радіального – опорні катки 4. Через наявність зовнішнього циліндричного корпусу шнек є набагато жорсткішим і прогинається значно менше, тому пар опорних катків може бути небагато. Їх кількість потрібно визначати додатковим розрахунком. При цьому відпадає необхідність у влаштуванні нижньої опори як у традиційної конструкції шнекового насоса. Це дає насосу значну перевагу, оскільки нижня опора має працювати, будучи постійно зануреною у рідину, через що її виконують у вигляді підшипника ковзання з примусовим змащенням прес-масляною. Це, у свою чергу, вимагає встановлення додаткового масляного насоса. Відсутність нижньої опори дає можливість зробити шнековий насос не стаціонарним, як традиційні конструкції, а пересувним. Для цього раму 11 можна розміщувати на шасі і переміщувати за допомогою тягача чи відразу монтувати насос на шасі автомобіля.

Покажемо як співвідноситься ККД традиційної та нової конструкції шнекового насоса, скориставшись методом запропонованим у [4]. Об'єм однієї секції насоса при максимальному її заповненні запишемо у вигляді

$$W_{\max} = \frac{c}{2}(F_1 + F_2 - f_1 - f_2), \quad (1)$$

де F_1, F_2, f_1, f_2 – відповідно площі змоченої поверхні нижньої та верхньої лопатки секції (включаючи площу зайняту внутрішнім валом – маточиною) та площі умовно змочених поверхонь нижньої та верхньої основ частини маточини, зануреної у рідину.

З врахуванням того, що при максимальному заповненні секції насоса матимемо співвідношення [2].

$$H_{\max} = \frac{D+d}{2}, \quad h_{\max} = d, \quad (2)$$

де H_{\max}, h_{\max} – максимальне заповнення секції по діаметру шнека та по діаметру маточини відповідно, D, d – діаметри шнека та маточини.

Записавши вирази з врахуванням (2)

$$\frac{2H_{\max}}{D} - 1 = \frac{2(D+d)}{2D} = \frac{d}{D}, \quad \frac{2h_{\max}}{d} - 1 = 1, \quad (3)$$

а також

$$\frac{2(H_1 - c \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{D} - 1 = \frac{d - 2c \cdot \operatorname{tg} \alpha}{D}, \quad \frac{2(h_1 - c \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{d} - 1 = 1 - \frac{2c \cdot \operatorname{tg} \alpha}{d}, \quad (4)$$

виразимо площі, що входять у формулу (1), отримані у [4], через діаметри шнека та маточини. Матимемо

$$F_1 = \frac{D^2}{8} \cdot \left[2\pi - 2 \arccos \frac{d}{D} + \sin 2 \arccos \frac{d}{D} \right],$$

$$F_2 = \frac{D^2}{8} \cdot \left[2\pi - 2 \arccos \left(\frac{d - 2c \cdot \operatorname{tg} \alpha}{D} \right) + \sin 2 \arccos \left(\frac{d - 2c \cdot \operatorname{tg} \alpha}{D} \right) \right], \quad (5)$$

$$f_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4},$$

$$f_2 = \frac{d^2}{8} \cdot \left[2\pi - 2 \arccos \left(1 - \frac{2c \cdot \operatorname{tg} \alpha}{d} \right) + \sin 2 \arccos \left(1 - \frac{2c \cdot \operatorname{tg} \alpha}{d} \right) \right].$$

Теоретичну подачу насоса визначимо за формулою

$$Q_{\text{теор.}} = W_{\text{max}} \cdot a \cdot n, \quad (6)$$

де a – число заходів шнека,
 n – частота обертання (c^{-1}).

Скориставшись дослідним значенням подач для традиційної конструкції насоса $Q_{\text{досл.}}$, отриманих у [2], об'ємний ККД можна визначити за формулою

$$\eta_{\text{об'ємн.}} = \frac{Q_{\text{досл.}}}{Q_{\text{теор.}}} \quad (7)$$

Повний ККД насоса знайдемо як добуток механічного, об'ємного та гідравлічного ККД:

$$\eta_{\text{повн}} = \eta_{\text{мех}} \cdot \eta_{\text{об'ємн}} \cdot \eta_{\text{гідр}} \quad (8)$$

Як уже зазначалося, зниження об'ємного ККД традиційної конструкції відбувається переважно через перетікання рідини через зазор між лопатками та корпусом. Якби це було єдиною причиною, то для нової конструкції насосу з повною відсутністю зазорів (а тому і переткань) можна було б прийняти $\eta_{\text{об'ємн}} = 1$. Проте існує ще одна причина зниження об'ємного ККД. Поняття теоретичної подачі для шнекового насоса передбачає піднімання рідини секцією з максимальним наповненням, тобто з максимально високим горизонтальним рівнем рідини в ній – зі статичним рівнем. Під час руху води секцією динамічний рівень відхиляється від статичного. Поверхня рідини набуває складної увігнутої форми, піднімаючись з одного боку секції і опускаючись з іншого. В результаті такої зміни форми ємність секції трохи знижується. Очевидно слід очікувати, що це зниження буде тим більшим, чим більша частота обертання шнека. При малих частотах вплив зниження динамічного рівня буде незначним.

Для розрахунку повного ККД нової конструкції шнекового насоса приймемо значення механічного та гідравлічного ККД на рівні значень для традиційної конструкції [4]. Об'ємний ККД для частот обертання, які розглянуті в цій роботі можна прийняти 0,98. Розрахуємо повний ККД традиційної та нової конструкції насоса діаметром шнека 390 і 500 мм використовуючи формули (5 – 8) та дані [2-4]. Результати розрахунків наведено на рисунках 2 та 3 у вигляді графічних залежностей від повного ККД від частоти обертання.

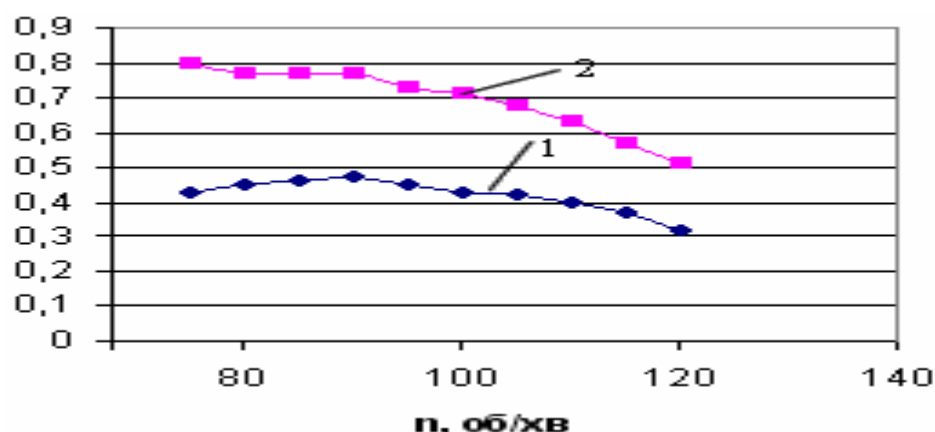


Рисунок 2 – Залежність ККД традиційної та нової конструкції шнекового насоса діаметром 390 мм від частоти обертання: 1 – ККД традиційної конструкції шнекового насоса; 2 – ККД нової конструкції шнекового насоса.

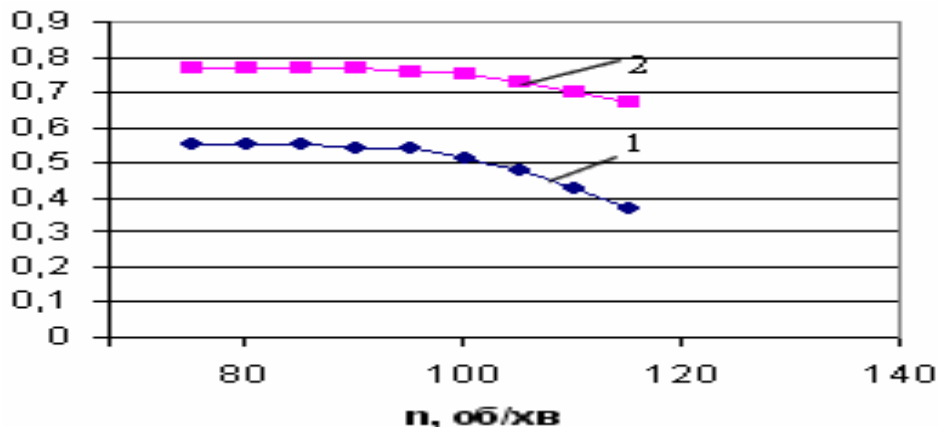


Рис. 3. Залежність ККД традиційної та нової конструкції шнекового насоса діаметром 500 мм від частоти обертання: 1 – ККД традиційної конструкції шнекового насоса; 2 – ККД нової конструкції шнекового насоса.

Аналізуючи ці залежності, можна зробити такі висновки. Для шнека діаметром 390 мм зі зростанням частоти обертання від 75 до 120 хв⁻¹ відношення $\frac{\eta_{повн.1}}{\eta_{повн.2}}$ зменшується з 1,86 до 1,59, тобто перевага нової конструкції над традиційною зменшується. Це може бути пояснено тим, що при збільшенні частоти обертання шнека традиційної конструкції збільшується подача насоса і відносна величина перетікань зменшується, тобто його об'ємний ККД зростає. Для шнека діаметром 500 мм під час експериментальних досліджень [2] спостерігалось зниження об'ємного ККД зі зростанням частоти обертання. Це можна пояснити тим, що при великих діаметрах шнека розвиваються значні швидкості на периферії, що призводить до збільшення впливу на об'ємний ККД зниження динамічного рівня рідини в секціях. З рисунка 3 видно, що при збільшенні частоти обертання з 75 до 115 хв⁻¹ відношення $\frac{\eta_{повн.1}}{\eta_{повн.2}}$ збільшується з 1,4 до 1,81. Це очевидно видається сумнівним з огляду на те, що у розрахунках не враховано додаткове зниження динамічного рівня в секціях викликане збільшенням швидкостей на периферії. Можна очікувати, що значення повного ККД нової конструкції насоса діаметром 500 мм, особливо при частотах обертання більше 95 хв⁻¹ будуть трохи меншими. Можна припустити, що визначення впливу динамічного рівня на ККД насосів великих діаметрів при значних частотах обертання потребує додаткових експериментальних та теоретичних досліджень.

Загалом оптимальними частотами обертання роторів-корпусів шнекових насосів нової конструкції можна вважати 75 ÷ 95 хв⁻¹. При цьому досягається максимальне значення повного ККД (для діаметра 390 мм $\eta_{повн. \max} = 0,8$; для діаметра 500 мм – $\eta_{повн. \max} = 0,77$), а перевага нової конструкції насоса над традиційною складає 1,4 ÷ 1,8 разів.

Для демонстрації роботи насоса нової конструкції зібрано його діючу модель, роботу якої продемонстровано на науковому семінарі кафедри теплогазопостачання ВНТУ 11.12.2007 року (рис. 4).



Рис. 4. Діюча модель шнекового насоса нової конструкції

Модель складається з рухомої та нерухомої частин рами 1, яка обладнана пристроєм зміни кута нахилу 2, електродвигуна з понижуючим редуктором 3 частотою обертання вала 96 хв^{-1} (живиться від джерела змінного струму напругою 220 В), ротора корпусу 4 (виконано з металевого однозаходного шнека та прозорої поліетиленової трубки, надтої на шнек з невеликим натягом) пари опорних катків 5 для підтримки ротора корпусу, а також нижнього 6 та верхнього 7 резервуарів, які з'єднано між собою зливною трубою 8. Для стабілізації роботи та запобігання розбризкування води на виході з насоса на роторі корпусу розміщено конічний відбійний козирок 9, вирізаний з тонкої гуми. Робота моделі демонструвалась для наочності за допомогою підфарбованої водопровідної води. Демонстрація показала стійку та безперебійну роботу моделі. Протягом демонстрації вода забиравалась з нижнього резервуара 6, подавалась у верхній резервуар 7 та самоплином стікала назад у нижній резервуар трубою 8. Розбризкувань та переривів у подачі води не спостерігалось.

Висновки

Шнекові насоси мають добрі перспективи використання у комунальному господарстві нашої країни. Проте повний ККД традиційної конструкції насосів є досить низьким і для насосів з середніми діаметрами шнеків його можна оцінити у $0,43 \div 0,55$. Нова конструкція шнекового насоса має багато переваг у порівнянні з традиційною. Новий насос може стійко працювати при частотах обертання ротора-корпусу $75 \div 95 \text{ хв}^{-1}$. Завдяки повній відсутності зазорів між шнеком та корпусом досягається високе значення об'ємного ККД (прийнято 0,98). При цьому повний ККД зростає у $1,4 \div 1,8$ разів і досягає 0,8. Це покращує перспективи використання цих насосів для потреб піднімання рідин на невелику висоту.

Література

1. Усаковский В. М. Водоснабжение в сельском хозяйстве. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 280 с.
2. Научный отчет № 6171623 Тема: Применение шнековых насосов для канализационных сооружений. Раздел: Основные параметры шнековых насосов на основании испытаний экспериментального образца (стенда). – М.: Научно-исследовательский институт коммунального водоснабжения и очистки воды, Академия коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1970. – 35 с.
3. Научный отчет № 6171623 Тема: Применение шнековых насосов для канализационных сооружений. Раздел: Техническое задание на проектирование промышленностью опытных образцов шнековых насосов в соответствии с выбранными типоразмерами и параметрами: его согласование с промышленностью. – М.: Научно-исследовательский институт коммунального водоснабжения и очистки воды, Академия коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1970. – 16 с.
4. Лісідин С. Ф., Шаманський С. Й., Іванов А. О. Розрахунок складових ККД шнекових насосів // Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. – № 3. – С. 50-56.
5. А. с. СССР № 1312251, Кл. F 04 D 3/02, 1986.

Надійшла 12.5.2008 р.

УДК 004.3.: 004.891.3

В.М. ЛОКАЗЮК, Д.М. МЕДЗАТИЙ
Хмельницький національний університет

ВИКОРИСТАННЯ АПРІОРНОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ПРОЦЕСІ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРИСТРОЇВ ТА СИСТЕМ

В роботі розглянуто прогнозування технічного стану комп'ютерних пристроїв та систем як засіб підвищення їх надійності та ефективності експлуатації. Доведено, що прогнозування є одним із найбільш доцільних засобів підвищення ефективності експлуатації та надійності комп'ютерних пристроїв і систем, працездатність яких є середньо- та малокритичною. Розглянуто питання можливості та доцільності використання апріорної діагностичної інформації в процесі прогнозування працездатності сучасних комп'ютерних пристроїв та систем. Визначено загальні принципи її використання на різних етапах нейромережного методу прогнозування працездатності комп'ютерних пристроїв та систем.

Вступ

Використання комп'ютерних пристроїв (КП) та систем (С) в більшості сфер діяльності сучасної людини вимагає підвищення їх надійності. Існуючі надійні методи забезпечення безвідмовної роботи комп'ютерних засобів базуються на резервуванні, як одному з підходів, що забезпечує побудову надійних систем із ненадійних складових [1]. В свою чергу, резервування вносить надлишковість. Незалежно від форми надлишковості (інформаційна, часова, структурна) вона вимагає додаткових витрат в процесі проектування та