

УДК 621.52: 631.624.001.2

Філіпович Ю. Ю., к.т.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

**СИСТЕМИ ЗАЛИВУ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ
АВТОМАТИЗОВАНИХ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ
(УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ І МЕТОДИКИ
РОЗРАХУНКУ)**

Оцінено вплив параметрів вакуумних установок на характер технологічного процесу вакуумної системи. Розроблено принцип подібності для перерахунку характеристик робочого циклу вакуумних установок.

Ключові слова: вакуумна установка, залив насоса, робочий цикл вакуумної системи, живильна труба вакуумного котла, принцип подібності.

Успішна експлуатація автоматизованих насосних станцій (АНС) залежить від підтримання їх основного та допоміжного обладнання у справному стані, роботи насосів у режимах високих к.к.д., дотримання контролю за витратою насосів, впровадження засобів автоматики і телемеханіки. Ефективним видом заливу та подальшого підтримання у залитому стані відцентрових насосів автоматизованих насосних станцій є використання вакуумних систем.

Кожна сучасна насосна станція є гідроенергетичним вузлом, що складається із гідротехнічних, енергетичних і будівельних споруд, гідромеханічного і енергетичного обладнання. Кожен елемент вузла забезпечує безвідмовну роботу обладнання, тому від роботи вакуум-системи залежить робота всієї насосної станції [1]. Вакуумні системи належать до допоміжного обладнання АНС, але забезпечують безперебійну роботу основних насосних агрегатів, отже вивчення їх технологічних процесів є актуальним питанням.

Досить детально проблему заливу відцентрових насосів розглянули Вишневський К. П., Карелін В. Я., Мінаєв А. В., Кривченко Г. І., Лисов К. І., Назаров М. Т., Петрик О. Д., Євренко Ю. П., Турк В. І., Подласов О. В., Палішкін М. А., Ричагов В. В., Чебаєвський В. Ф. Дослідження систем заливу відцентрових насосів, зокрема вакуумних систем, останнім часом є одним із напрямків робіт, що виконуються на кафедрі гідроенергетики і гідромашин НУВГП.

Наукове завдання, що розглядається у роботі, полягає у вивченні

технологічних процесів систем заливу відцентрових насосів, удосконаленні методики розрахунку технологічних процесів вакуумних установок та їх конструкцій. Робота продовжує дослідження, що проводяться на кафедрі гідроенергетики і гідромашин Національного університету водного господарства та природокористування, згідно із загально-кафедральним планом та планом держбюджетних і госпдоговірних робіт університету і є продовженням науково-дослідної роботи “Удосконалення існуючих типів вакуумних систем автоматизованих насосних станцій” (№ ГР 01900013852).

Об’єктом досліджень є робочі цикли вакуумних установок, а предметом досліджень – конструкції вакуумних установок, тривалість робочого циклу вакуум-систем та вплив параметрів вакуумної установки на характер її роботи. При вивченні технологічних процесів вакуумних установок використовувався метод експериментальних досліджень складних систем за їх окремими елементами, а при обробці отриманих матеріалів – методи математичної статистики, фізичного та математичного моделювання.

Метою досліджень є удосконалення існуючих та розробка нових аналітичних та чисельних методик розрахунку технологічних процесів вакуумних систем АНС та розробка нових пристроїв для заливу відцентрових насосів. Для досягнення поставленої мети були сформульовані такі **задачі**: провести аналіз фізичних процесів та явищ, що відбуваються у вакуумних комунікаціях і вакуум-котлі під час технологічних процесів вакуумних систем АНС; проаналізувати та удосконалити моделі і методи аналітичних та чисельних розрахунків робочих циклів вакуумних установок; розробити на ЕОМ програми розрахунку робочих характеристик вакуум-насосів або ежектора, часу заливу відцентрового насоса та параметрів робочого циклу вакуум-систем, оснащених вакуум-насосом або ежектором із вертикальним або горизонтальним вакуум-котлом; виконати експериментальне визначення розрахункових параметрів робочого циклу вакуумної системи і експериментальну перевірку запропонованих методик розрахунку; провести оцінку впливу характеру та розмірів окремих елементів вакуум-системи на її технологічний процес та дати відповідні рекомендації з метою збільшення тривалості часу роботи вакуумної установки.

На рис.1 наведена **конструкція** експериментальної установки [8]. Розроблено методику проведення досліджень для зняття робочих характеристик вакуум-насоса та ежектора і параметрів робочого циклу вакуумної системи та методику досліджень для визначення впливу заливу вакуумного насоса на його робочу характеристику, а також для визначення витрати повітря, підсмоктаного до вакуум-системи. Експе-

риментально були отримані характеристики вакуумної установки.

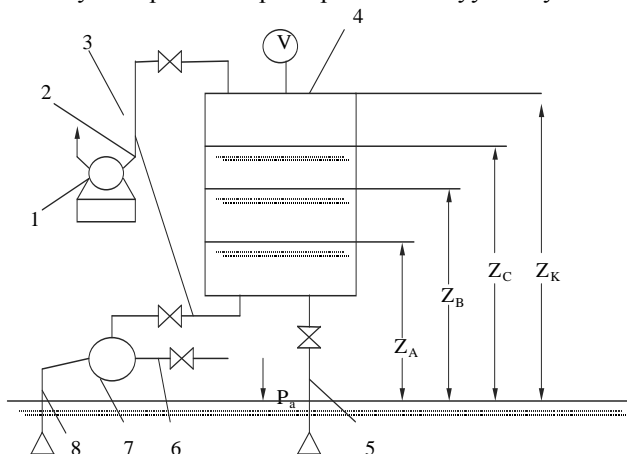


Рис. 1. Розрахункова схема вакуумної установки:

1 – вакуумний насос; 2 – усмоктувальна лінія вакуумного насоса; 3 – комунікація, що відводить повітря із корпусу відцентрового насоса у вакуумний котел; 4 – вакуумний котел; 5 – живильна труба вакуумної установки; 6 – напірна труба відцентрового насоса; 7 – відцентровий насос; 8 – усмоктувальна лінія відцентрового насоса

Залежність для перерахунку об'ємної витрати повітря (Q), підсмоктаного у вакуумний котел, у координати масової витрати (G), описується лінійною залежністю

$$G = \alpha - \beta \cdot h_{\text{вак}}, \quad (1)$$

де $h_{\text{вак}}$ – вакуум у вакуумній системі, м; α , β – емпіричні коефіцієнти.

Під час чисельних та аналітичних розрахунків користуватися характеристиками у координатах масової витрати ($G-h_{\text{вак}}$) зручніше, ніж характеристикою приведеної об'ємної витрати ($\bar{Q}-h_{\text{вак}}$), тому що поняття масова витрата є більш чітким і визначеним, ніж поняття приведена об'ємна витрата повітря [7].

Основною характеристикою роботи вакуумної системи є її робочий цикл (рис.2). *Робочий цикл вакуумної системи* – це умовна назва технологічного процесу, під час якого робочі та резервні насоси насосної станції з допомогою вакуумних систем перебувають у готовності до пуску, тобто у залитому стані.

Складається цей цикл, як правило, з трьох характерних періодів:

- період роботи вакуум-насоса, коли вакуум зростає від $h_{\text{вак},A}=Z_A$

до $h_{\text{вак},B}$; а рівень води у вакуум-котлі (за рахунок відкачування повітря) збільшується від відмітки Z_A до Z_B ;

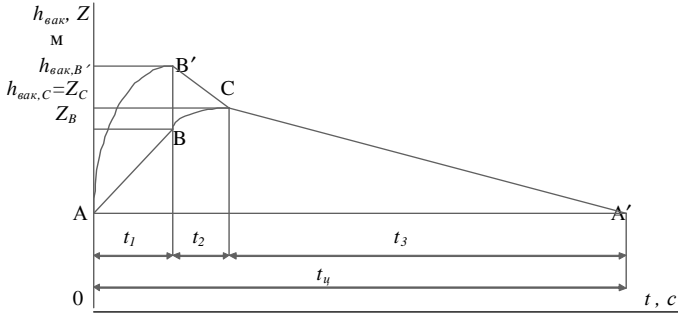


Рис. 2. Графік робочого циклу вакуумної установки

- період добігання рівня води у вакуумному котлі до свого максимуму, коли при відключеному вакуум-насосі рівень води за рахунок підсмоктуючої сили вакууму продовжує збільшуватися від Z_B до Z_C , а вакуум, навпаки, внаслідок підсмоктування до вакуум-котла повітря зменшується від $h_{\text{вак},B'}$ до $h_{\text{вак},C}=Z_C$;

- період зпрацювання рівня води і вакууму у котлі, коли за рахунок підсмоктування повітря із зовні та газовиділення всередині установки вакуум і рівень води у котлі одночасно знижуються від $h_{\text{вак},C}=Z_C$ до $h_{\text{вак},A}=Z_A=Z_A$.

Тривалість кожного із вищеназваних періодів становить відповідно t_1 , t_2 та t_3 , а тривалість усього робочого циклу $t_ц = t_1 + t_2 + t_3$.

Щодо шляхів збільшення тривалості робочого циклу вакуумної установки, то вони у більшості випадків пов'язані із додатковими затратами енергії або коштів. Так, наприклад, збільшення висоти і площі вакуумного котла і площі живильної труби вимагає додаткових капіталовкладень [3]. Але, з іншого боку, збільшення тривалості робочого циклу зменшує зпрацювання обладнання установки і витрати енергії при її експлуатації. Тому вибір оптимальних розмірів вищеназваних елементів вакуумної системи є інженерно-економічною задачею. Результати експериментальних досліджень представлені у таблиці 1.

Наприклад, із збільшенням початкового рівня води Z_A від 3,0 до 3,6 м, тобто із зменшенням повітряного прошарку у вакуум-котлі ($Z_K=4,56 \text{ м}=\text{const}$), час робочого циклу скорочується від 1020 до 780 с. Отже, доцільно назначати відмітку початкового рівня по-можливості більш низькою, але не нижче відмітки верхів корпусів відцентрових

насосів, розміщених під заливом. Збільшення діаметра (а відповідно і площі поперечного перерізу) живильної труби d від 50 до 200 мм (внаслідок збільшення притоку води у вакуумний котел) призводить до

Таблиця 1

Вплив параметрів вакуумної установки на тривалість її робочого циклу

Параметр	t_1+t_2 , с	$t_u=t_1+t_2+t_3$, с	$h_{\text{вак } B'}$, м	Z_B , м	$h_{\text{вак } C}=Z_C$ м	
$Z_A=3,0$ м	88	1020	6,06	3,50	3,85	
	3,2	80	945	6,40	3,72	4,07
	3,4	76	865	6,75	3,94	4,21
	3,6	70	780	7,13	4,16	4,53
$d=50$ мм	60	855	6,65	3,36	3,65	
	81,5	49	945	6,40	3,72	4,07
	200	30	1245	4,60	4,39	4,25
$t_1=$ 15 с	39	615	5,28	3,41	3,68	
	30	56	945	6,40	3,72	4,07
	45	60	1175	7,13	4,07	4,06
	60	65	1330	7,59	4,43	4,40

зменшення другого періоду робочого циклу вакуум-системи, але помітно збільшується тривалість циклу t_u від 855 до 1245 с [6].

Збільшення площі поперечного перерізу S_K вакуум-котла від 0,3 до 0,9 м² призводить до збільшення тривалості t_u від 676 до 993 с. Очевидно, що із збільшенням об'єму котла тривалість циклу збільшується, що пояснюється більшим об'ємом повітряного прошарку вакуумного котла. Але, оскільки вартість котла при цьому також збільшується, то питання про розміри котла потрібно вирішувати на основі техніко-економічного порівняння варіантів.

При збільшенні часу роботи вакуумного насоса у робочому циклі t_1 від 15 до 60 с, спостерігалось збільшення тривалості робочого циклу t_u від 615 до 1330 с [6]. Це пояснюється тим, що за більший проміжок часу рівень води у вакуум-котлі підніметься на вищу відмітку, а швидкість спадання рівня води при подібних умовах експлуатації вакуумної установки буде практично однаковою.

Збільшення коефіцієнта витрати живильної труби μ від 0,2 до 0,7 призводить до збільшення тривалості робочого циклу t_u від 807 до 964 с. Оскільки при усіх інших рівних умовах μ зростає разом із збільшенням діаметра труби і зменшенням її довжини, то живильну трубу доцільно встановлювати по-можливості більших поперечних перерізів і по-

можливості більш короткою.

Розроблено на ЕОМ програми розрахунку робочих характеристик вакуум-насоса або ежектора, робочого циклу вакуумної системи АНС, оснащеної вакуум-насосом або ежектором із вертикальним та горизонтальним вакуум-котлами, часу заливу відцентрового насоса з урахуванням поздовжнього профілю усмоктувальної труби [6].

На основі проведених досліджень виконано порівняння робочих циклів вакуумних систем, оснащених вакуум-насосом або ежектором, із вертикальним або горизонтальним вакуум-котлами, що доводять перевагу використання вакуум-насосів та рівність тривалості робочих циклів вакуум-систем, оснащених вертикальним і горизонтальним вакуум-котлами. Проведено перевірку методики розрахунку часу заливу відцентрового насоса, яку виконано на діючій насосній станції меліоративно-екологічного комплексу базового господарства науково-навчально-виробничого центру КСП “Світанок” в с. Бечаль Костопільського району Рівненської області [9].

Розглянемо енергоекономічне порівняння роботи вакуумних установок АНС, оснащених вакуумним насосом і ежектором. Для цього було проведено ряд досліджень робочих циклів вакуумної системи, оснащеної різними вакуум-насосами (РМК-2* та RV-550-01-EE) і ежектором із трьома змінними соплами з діаметрами 25, 30 і 35 мм. Результати досліджень наведено у таблиці 2. Крім того, було проведено ряд розрахунків на ЕОМ робочих циклів вакуумних систем, що оснащені іншими вакуумними насосами типу КВН, ВВН і РМК. Результати розрахунків також показані у таблиці 2.

Як видно із таблиці, при усіх однакових геометричних параметрах вакуумної системи та рівному часі роботи вакуум-насоса або ежектора, кращі енерго-економічні показники мають вакуумні насоси.

Крім того, пуск ежектора потребує увімкнення відцентрового насоса, що подаватиме робочу рідину у камеру змішування ежектора. Цей насос, у свою чергу, теж потрібно постійно тримати під заливом, що потребує установки одного вакуумного насоса (це особливо актуально під час першого пуску).

Тому, при проектуванні систем заливу відцентрових насосів рекомендується встановлювати саме вакуум-насос.

Вакуумні установки насосних станцій, як правило, оснащені вертикальними вакуум-котлами, але інколи на насосних станціях влаштовують і горизонтальні вакуум-котли. Як приклад, можна навести вакуумну установку насосної станції підкачки КСП “Ворзельський” Києво-Святошенського району Київської області. Тому було проведено спеціальне дослідження робочих процесів вакуумних установок із горизон-

нтальними вакуум-котлами. Для об'єктивності та достовірності порівняння, а також для можливості співставлення результатів розрахунку, розміри вакуумних котлів були прийняті однаковими ($D_K=0,8$ м, $l_K=1,8$ м). Однаковими також приймалися об'єми повітряних прошарків у вакуумному котлі $V_{II}=0,782$ м³ і початкові рівні води у вакуумних котлах ($Z_A=3,106$ м).

Таблиця 2

Енерго-економічні характеристики вакуумної системи у залежності від марки вакуум-насоса або діаметра сопла ежектора

Марка вакуум-насоса	Час робочого циклу, $t_{Ц}$, с	Кількість увімкнень обладнання за рік, n	Час роботи ел. двигуна, $t_{об}$, год	Витрачена енергія, E , кВт·год	Вартість ел.енергії, S , грн/рік
<u>вакуум-насоси</u>					
КВН-8	562	56153	476,94	1335,4	173,60
ВВН-1,5	968	32601	271,68	1086,7	141,27
ВВН-12	1240	25450	212,08	4241,6	551,41
РМК-2*	840	37569	313,08	3130,8	407,00
РМК-4	1223	25803	215,03	15052,1	1956,77
RV-550-01-EE	753	41910	349,25	2619,4	340,52
сопло \varnothing 25мм	272	115942	<u>ежектор</u> 966,18	16908,15	2198,06
сопло \varnothing 30мм	416	75808	631,73	11055,28	1437,19
сопло \varnothing 35мм	373	84547	704,56	12329,8	1602,87

Результати аналізу свідчать про те, що тривалість робочих циклів у обох випадках компоновки вакуумних установок є практично однаковою (відповідно, 872,4 с – для горизонтального вакуум-котла і 876 с – для вертикального). Виконані дослідження свідчать про те, що обидва варіанти компоновки вакуумних систем з енергетичної точки зору є абсолютно однаковими, і перевага того чи іншого варіанту визначається лише умовами розміщення вакуумної системи у приміщенні насосної станції і зумовлюється вимогами розміщення основного та допоміжного обладнання.

Розроблено удосконалений метод визначення параметрів підсмоктаного повітря, сутність якого полягає у тому, що замість розв'язання системи із 3÷5 рівнянь, необхідно визначити середні значення масової

витрати повітря $G'_{cep} = \frac{\sum_{i=1}^n G_i}{n}$, і коефіцієнта E_{cep} : $E_{cep} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}$.

Після цього задаємося будь-яким із параметрів витрати повітря через нещільності вакуум-системи, що омиваються водою (ΔG) або через нещільності, що знаходяться у повітрі (S_H) – і визначаємо інший

$$S_H = \frac{G'_{cep} - \Delta G}{E_{cep}}. \quad (2)$$

Перевірка запропонованої методики показує, що похибка буде у межах точності розрахунку (близько 2%), якщо прийняти $\Delta G + S_H \cdot E = const = G'_{cep}$.

Розглянуто питання використання **принципів подібності** для перерахунку характеристик робочого циклу вакуумної установки із дотриманням виконання умов подібності натурних і модельних параметрів системи [5]. Описано методику визначення приведеної площі живильної труби $\mu \cdot S_T$. У результаті розрахунків було отримано середні значення. Для кожної серії дослідів будуємо криву (рис. 3). Користуючись цією кривою, можна побудувати графіки робочого циклу для будь-якої вакуумної установки, оснащеної живильною трубою, що має показник $\mu \cdot S_T$ менший, або рівний, ніж максимальне значення показника на рис. 3, тобто менше, ніж $\bar{\mu} \cdot \bar{S}_T = 0,0116 M^2$.

Крива $\mu = f(h/d)$ свідчить про те, що при зменшенні відкриття засувки коефіцієнт витрати μ спочатку зменшується дуже повільно, а потім швидкість зменшення його безперервно зростає і при відкритті $h/d=0$ коефіцієнт витрати також виявляється рівним нулю [4].

Виконана перевірка на вакуумній установці, оснащеній живильними трубами з діаметрами $d_m=200$ мм, $d_m=81,5$ мм і $d_m=50$ мм показала, що координати характерних точок графіків робочих циклів вакуумних систем, що порівнюються, практично співпали. Для визначення параметра приведеної площі живильної труби вакуум-котла отримано залежність

$$\mu \cdot S_T = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{\frac{d^{4/3}}{124,5 \cdot l \cdot n^2 + d^{4/3} \cdot \sum \zeta_i}}, \quad (3)$$

де l – довжина труби, м; n – коефіцієнт шорсткості стінок труби; $\sum \zeta_i$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів; d – діаметр труби, м.

Із отриманої формули видно, що із збільшенням діаметру труби d параметр $\mu \cdot S_T$ зростає, а при зростанні довжини труби l , коефіцієнта

шорсткості стінок труби n та суми коефіцієнтів місцевих опорів $\sum \zeta_i$ - він, навпаки, зменшується. Оскільки при виведенні залежності не вводилися ніякі обмеження, то вона справедлива для будь-яких значень d , l , n та $\sum \zeta_i$ живильних труб вакуумних котлів.

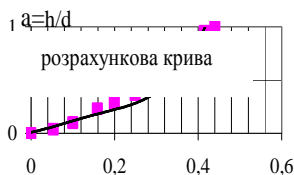


Рис. 3. Крива $\mu=f(h/d)$

Після цього визначаємо, як впливає параметр $\mu \cdot S_T$ на такі показники, як тривалість робочого циклу $t_{\text{р}}$, тривалість третього періоду спадання рівня води у вакуумному котлі t_3 , вакууму $h_{\text{вак.В}}$ та на рівні води у вакуум-котлі Z_B та Z_C .

Для більшої наочності на рис. 4 наведено графіки залежності чотирьох вищеназваних параметрів робочого циклу від параметра $\mu \cdot S_T$.

Графіки свідчать про те, що зі збільшенням $\mu \cdot S_T$ вакуум $h_{\text{вак.В}}$ знижується, а рівень Z_B , навпаки, зростає. У границях різниця $(h_{\text{вак.В}} - Z_B)$ прямує до нуля. Взаємне наближення $h_{\text{вак.В}}$ та Z_B призводить до скорочення тривалості другого періоду (t_2) у робочому циклі.

Вертикальними перерізами графіків на рис. 4 отримуємо дані для побудови графіків робочого циклу.

Побудовані графіки залежності параметрів l , d , n та $\sum \zeta_i$ від коефіцієнта витрати живильної труби μ свідчать про те, що із збільшенням l , n та $\sum \zeta_i$ коефіцієнт витрати живильної труби зменшується, а з рис. 4 випливає, що із зменшенням μ тривалість робочого циклу вакуумної установки при постійній тривалості роботи вакуум-насоса також зменшується, що призводить до збільшення енергоємності робочого процесу вакуумної установки. Отже, для економії при експлуатації вакуумної установки довжину живильної труби, коефіцієнт шорсткості і коефіцієнт місцевих опорів слід якомога зменшувати.

На основі проведених досліджень розроблені нові конструкції для заливу відцентрових насосів автоматизованих насосних станцій [10, 11]: водоповітряний ежектор (патент України № 34202 А) та установка для заливу відцентрового насоса (патент України № 34203 А).

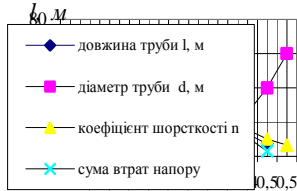


Рис. 4. Графіки залежності l , n , d та $\Sigma\zeta$ від коефіцієнта витрати μ

Вони дозволяють збільшити тривалість робочого циклу вакуум-системи та покращити її енергоекономічні характеристики.

Висновок. Експериментальним та розрахунковим шляхом вперше отримано графічну залежність тривалості робочого циклу вакуумної установки від початкового рівня води у вакуум-котлі, висоти та площі поперечного перерізу вакуум-котла, часу роботи вакуум-насоса, площі живильної труби вакуум-котла та коефіцієнта витрати живильної труби. Запропоновано нові залежності для експериментального визначення витрати повітря, підсмоктаного у вакуум-систему. Отримана аналітична залежність для визначення приведеної площі живильної труби та графічна залежність вакууму і рівнів води у вакуум-котлі та тривалості усіх періодів робочого циклу від значень приведеної площі живильної труби. Вперше отримано залежність коефіцієнта витрати та приведеної площі живильної труби від довжини, діаметра і коефіцієнта шорсткості стінок труби, а також суми втрат напору у ній. Результати роботи дозволяють при реконструкції, проектуванні та експлуатації насосних станцій визначати параметри основних елементів вакуумних систем з метою забезпечення більшої тривалості робочого циклу та економії електроенергії під час їх роботи.

1. Філіпович Ю. Ю. Вплив заливу вакуум-насоса на характер його роботи // Гідромеліорація і гідротехнічне будівництво. – Вип. 23. – Рівне, 1998. – С. 87-92.
2. Філіпович Ю. Ю. Розрахунок на ЕОМ робочого циклу вакуумної системи з ежекторною установкою // Гідромеліорація і гідротехнічне будівництво. – Вип. 23. – Рівне, 1998. – С. 83-87.
3. Філіпович Ю. Ю. Вплив розмірів елементів вакуумної системи автоматизованої насосної станції на тривалість її робочого циклу // Водне господарство України. – 1999. – № 5-6. – С. 39-41.
4. Філіпович Ю. Ю. Моделювання робочого циклу вакуумної установки // Вісник РДТУ. – Вип. 2. – Ч. 1. – Рівне, 1999. – С. 237-240.
5. Назаров М. Т., Філіпович Ю. Ю. Робочий процес вакуумної установки автоматизованої насосної станції і зв'язок його з параметрами живильної труби // Вісник РДТУ. Гідромеліорація і гідротехнічне будівництво. – 36. наук. праць. Спецвипуск. – Рівне, 1999. – С. 145-151.
6. Назаров М. Т., Філіпович Ю. Ю. Вплив параметрів живильної труби вакуумної установки на її енерго-економічні показники // Водне господарство України. – 2000. – № 3-4. – С. 53-54.
7. Филипович Ю. Ю. Определение параметров подсоса воздуха при работе вакуумных установок автоматизированных мелиоративных насосных станций // Материалы международной научно-практической конференции. – Беларусь, г. Горки, БСХА, 1999. – С. 222-226.
8. Филипович Ю. Ю. Установка для заливки центробежных насосов мелиоративных насосных станций // Проблемы мелиоративного строительства и водохозяйственного обустройства на современном этапе. – г. Горки, БСХА, 2000. – С. 125-129.
9. Філіпович Ю. Ю. Дослідження вакуумної установки насосної станції в с. Бечаль КСП “Світанок” Костопільського району, Рівненської області. – Рівне, 2000. – Деп. в ДНТБ України 18.01.2000 № 39-Ук-2000. – 8 с.
10. Пат. 34202 А України, МКИ 6 F 04D 9/00. Водоповітряний ежектор / Філіпович Ю. Ю. (Україна). – Заявл. 15.06.99; Опубл. 15.02.01, Бюл. № 1. – 4 с.
11. Пат. 34203 А України, МКИ 6 F 04D 9/00. Установка для заливки відцентрового насоса / Філіпович Ю. Ю. (Україна). – Заявл. 15.06.99; Опубл. 15.02.01, Бюл. № 1. – 4 с.

Рецензент: д.т.н., професор Рябенко О. А. (НУВГП)

Filipovych Ju. Ju., Candidate of Engineering, Associate Professor
(National University of Water Management and Nature Resources Use,
Rivne)

**SYSTEMS OF BAY OF CHEMPUMPS OF THE AUTOMATED
PUMPINGS STATIONS (IMPROVEMENT OF CONSTRUCTIONS
AND METHOD OF CALCULATION)**

**Influence of vacuum plant parameters on the character of vacuum-
system technological process. The principle of similarity for**

recalculation of vacuum plant working cycle characteristics is elaborated for the first time.

Key words: vacuum plant, centrifugal pump filling, vacuum system working cycle, vacuum boiler feeding pipe, principle of similarity.

Филипович Ю. Ю., к.т.н., доцент (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

**СИСТЕМЫ ЗАЛИВА ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ
(УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И МЕТОДИКИ
РАСЧЕТА)**

Исследовано влияние параметров вакуумных установок на характер их рабочего процесса. Разработан принцип подобия для пересчета характеристик рабочего цикла вакуумных установок.

Ключевые слова: вакуумная установка, заливка насоса, рабочий цикл вакуумной системы, питательная труба вакуумного котла, принцип подобия.
