

Всеукраїнський науково-технічний журнал

Ukrainian Scientific & Technical Journal

ISSN 2306-8744

DOI: 10.37128/2306-8744-2022-1

# Вібрації в техніці та технологіях



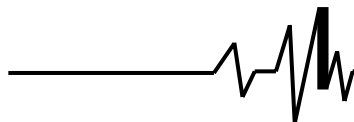
**Всеукраїнський науково-технічний журнал**

**Ukrainian Scientific & Technical Journal**

# **Вібрації в техніці та технологіях**

**№ 1 (104)**

**Вінниця 2022**

**ВІБРАЦІЇ В  
ТЕХНІЦІ ТА  
ТЕХНОЛОГІЯХ**

Журнал науково-виробничого та навчального  
спрямування Видавець: Вінницький національний  
аграрний університет

Заснований у 1994 році під назвою “Вібрації в техніці та  
технологіях”

*Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової  
інформації*

КВ № 16643-5115 ПР від 30.04.2010 р.

*Всеукраїнський науково-технічний журнал “Вібрації в техніці та  
технологіях” / Редколегія: Калетнік Г.М. (головний редактор) та інші. – Вінниця,  
2022. – 1 (104) – 137 с.*

*Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного  
університету (протокол № 10 від 29.04.2022 р.)*

*Періодичне видання включено до Переліку наукових фахових видань  
України з технічних наук (Категорія «Б» Наказ Міністерства освіти і науки  
України від 02.07.2020 р. № 886)*

**Головний редактор**

**Калетнік Г.М.** – д.е.н., професор,  
академік НААН України, Вінницький  
національний аграрний університет

**Заступник головного  
редактора**

**Адамчук В.В.** – д.т.н., професор, академік  
НААН України, Національний науковий  
центр “Інститут механізації та електрифікації  
сільського господарства”

**Відповідальний секретар**

**Солона О.В.** – к.т.н., доцент, Вінницький  
національний аграрний університет

**Члени редакційної колегії**

**Булгаков В.М.** – д.т.н., професор, академік  
НААН України, Національний університет  
біоресурсів і природокористування України

**Граняк В.Ф.** – к.т.н., доцент, Вінницький  
національний аграрний університет

**Деревенько І. А.** – к.т.н., доцент,  
Національний університет «Львівська  
політехніка»

**Зіньковський А.П.** – д.т.н., професор,  
Інститут проблем міцності імені Г. С.  
Писаренка НАН України

**Купчук І.М.** – к.т.н., доцент, Вінницький  
національний аграрний університет

**Матвєєв В.В.** – д.ф.-м.н., професор,  
академік НАН, Інститут проблем міцності  
імені Г.С. Писаренка НАН України

**Полєвода Ю.А.** – к.т.н., доцент, Вінницький  
національний аграрний університет

**Севостьянов І.В.** – д.т.н., професор,  
Вінницький національний аграрний  
університет

**Твердохліб І.В.** – к.т.н., доцент, Вінницький  
національний аграрний університет

**Токарчук О.А.** – к.т.н., доцент, Вінницький  
національний аграрний університет

**Цуркан О.В.** – д.т.н. доцент, Вінницький  
національний аграрний університет

**Зарубіжні члени редакційної колегії**

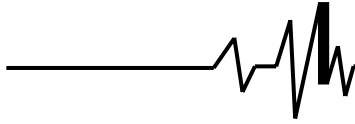
**Максімов Джордан Тодоров** – д.т.н., проф., Технічний Університет Габрово (Болгарія)

Технічний редактор **Замрій М.А.**

Адреса редакції: 21008, Вінниця, вул. Сонячна 3, Вінницький національний аграрний  
університет, тел. 46 – 00– 03

Сайт журналу: <http://vibrojournal.vsau.org/>

Електронна адреса: [vibration.vin@ukr.net](mailto:vibration.vin@ukr.net)

**З М І С Т****1. ТЕОРІЯ ПРОЦЕСІВ ТА МАШИН**

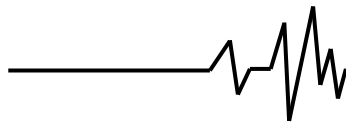
<i>Sevostianov I., Ivanchuk Ya.</i> ELABORATION AND RESEARCHES OF A VIBRO-PRESS FOR DEHYDRATION OF DAMP DISPERSIVE MATERIALS.....	5
<i>Цуркан О. В.</i> ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБКИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РУХУ НАСІННЯ ГАРБУЗА У ВІБРАЦІЙНІЙ СУШАРЦІ.....	12
<i>Граняк В. Ф., Солоня О. В.</i> ПЕРСПЕКТИВИ ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ ОБЕРТОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЇХ ВІБРОСИГНАЛІВ.....	20
<i>Омельянов О. М., Токарчук О. А.</i> ОБҐРУНТУВАННЯ АМПЛІТУДНО-ЧАСТОТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ СЕПАРАТОРА З ВІБРАЦІЙНИМ ПРИВОДОМ ЗБУДЖЕННЯ ПРОСТОРОВИХ КОЛИВАНЬ.....	30
<i>Мельник В. М., Косова В. П., Остапенко Ж. І., Швиденко В. В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ УЛЬТРАЗВУКУ НА М'ЯСНУ СИРОВИНУ.....	38
<i>Ярошенко Л.В., Чубик Р.В.</i> ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НЕЙРОКОНТРОЛЕРА ДЛЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВІБРОПРИВОДОМ АДАПТИВНИХ ВІБРАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН.....	44

**2. МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА**

<i>Sevostianov I., Melnyk O.</i> ELABORATION AND RESEARCHES OF APPARATUS OF CONTROL FOR HYDROPONIC INSTALLATIONS.....	57
<i>Бовсуновський А. П., Носаль О. М.</i> МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ТРИЩИНИ ВТОМИ ПРИ ПОПЕРЕЧНИХ КОЛИВАННЯХ ВАЛУ ТУРБІНИ.....	63
<i>Веселовська Н. Р.</i> РОЗРОБКА АЛГОРИТМІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ВИПРОБУВАЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ ВЕРСТАТІВ З ЧПК.....	71
<i>Матвійчук В. А., Михалевиц В. М., Колісник М. А.</i> ОЦІНКА ДЕФОРМОВНОСТІ МАТЕРІАЛУ ЗАГОТОВОК ПРИ ПРЯМОМУ І ЗВОРОТНОМУ ВИТИСКУВАННІ МЕТОДОМ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ.....	81
<i>Сивак Р. І., Островський А. Й., Залізняк Р. О.</i> ВИЗНАЧЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАСТИЧНОЇ ТЕЧІЇ МЕТАЛУ В УМОВАХ ОСЬОВОЇ СИМЕТРІЇ ПРОЦЕСУ ДЕФОРМУВАННЯ.....	92
<i>Яропуд В. М., Грицун А. В., Мазур І. М.</i> ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ І ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ОБРОБКИ РІДКОГО ГНОЮ НА СВИНОФЕРМАХ.....	98
<i>Trukhanska O.</i> RESEARCH OF THE WORKING PROCESS OF THE CLEANING SYSTEM OF MACHINES FOR HARVESTING ROOT CROPS.....	106

**3. ПЕРЕРОБНІ ТА ХАРЧОВІ ВИРОБНИЦТВА**

<i>Присяжнюк Д. В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СУШІННЯ ЗЕРНОВОЇ СИРОВИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІБРООЗОНУЮЧОГО КОМПЛЕКСУ.....	117
<i>Полевода Ю. А., Соломон А. М., Бондар М. М.</i> МОДЕРНІЗАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СИРНОГО ПРОДУКТУ.....	124
<i>Шибецький В. Ю., Остапенко Ж. І., Фесенко В. В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ І ТЕПЛООБМІНУ У ВІНОСНИХ ТЕПЛООБМІННИХ ЕЛЕМЕНТАХ ЕКСТРАКТОРІВ.....	132

**Яропуд В. М.**

к.т.н., доцент

**Грицун А. В.**

к.т.н., доцент

**Мазур І. М.**

аспірант

**Вінницький національний  
аграрний університет****Yaropud V.**

PhD, associate professor

**Hrytsun A.**

PhD, associate professor

**Mazur I.**

postgraduate student

**Vinnitsia National Agrarian  
University****УДК 631.17****DOI: 10.37128/2306-8744-2022-1-12****ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ І  
ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ОБРОБКИ  
РІДКОГО ГНОЮ НА  
СВИНОФЕРМАХ**

Основними вимогами до систем транспортування та обробки гною є наступне: забезпечення ізоляції потоків гною від повітря, ґрунту, води; забезпечення максимально можливого знезараження; забезпечення переведення хімічних елементів у придатну для споживання рослинами форму. Метою досліджень є аналіз техніко-технологічного оснащення процесів обробки рідкого гною за допомогою установки активації процесів (УАП) з використанням апаратів з вихровим шаром (АВШ) ферромагнітних елементів. В результаті проведеного аналізу технології обробки рідкого гною свиней встановлено, що найбільш ефективною технологією в умовах господарств України є обробка рідкого гною за допомогою установки активації процесів (УАП) з використанням апаратів з вихровим шаром (АВШ) ферромагнітних елементів. Сутність пропонованої технології полягає в тому, що гній разом із відповідним реагентом у робочій зоні УАП активується, у зв'язку із чим відбувається значне прискорення хімічних реакцій, пов'язаних з гідролізом жирових речовин, що містяться в стоках (середовище лужне). Одночасно зважені речовини, що перебувають у гноєві, проходять механічну обробку ферромагнітними елементами. Знезаражений рідкий гній на виході з УАП не має специфічного запаху, може накопичуватись у відкритих гноєсховищах (лагунах) безпосередньо на території ферми. В результаті аналізу принципу роботи установки активації процесів встановлено особливостей її використання: отримання багатоконпонентних суспензій та емульсій; прискорення процесів одержання тонкодисперсних сумішей, активації речовин як у сухому стані, так і у вигляді водних дисперсій; для очищення промислових стічних вод від фенолу, формальдегіду, важких металів, миш'яку, ціаністких сполук, прискорення процесів теплової обробки, отримання білкових речовин з дріжджових клітин; підвищення мікробіологічної стабільності продуктів харчування та активації дріжджів у хлібопекарському виробництві; інтенсифікації процесів екстракції, у тому числі під час приготування бульйонів, виробництві ягідних напоїв (соків), пектину і т. д; для отримання суспензій та емульсій підвищеної мікробіологічної безпеки у продуктивній промисловості без використання стабілізаторів, а також підвищення виходу готової продукції.

**Ключові слова:** гній, переробка, технології, технічні засоби, обробка, ефективність.

**Вступ.** Ведення виробничої діяльності на свинарських підприємствах супроводжується викидами в атмосферу забруднюючих речовин. Основні виділення забруднюючих атмосферне повітря речовин на свинарських підприємствах

відбувається безпосередньо від тварин та від продуктів їх життєдіяльності [1]. Виходячи з цього джерела забруднення повітря на свинарському підприємстві можна розділити на:

– організовані – викиди з приміщень



відпрацьованого повітря через канали загальнообмінної вентиляції. Вони будуть складатися з виділень від тварин та гною, який певний час (залежно від технології його збирання та видалення з приміщення) буде знаходитись в свинарнику;

– неорганізовані – викиди від споруд з обробки та зберігання гною.

На сьогодні, наприклад, в ЄС великої уваги приділяють захисту навколишнього середовища від негативного впливу виробничої діяльності сільськогосподарських підприємств. Рекомендації щодо зменшення цього впливу викладені в The Code of Good Agricultural Practice (COGAP) і вони, в першу чергу, стосуються захисту води, повітря та ґрунту. Що стосується рідкого гною свиней, то забрудненню ним можуть підлягати всі три середовища: повітря – через емісію шкідливих газів, вода – через потрапляння до неї азоту, фосфору та шкідливих мікроорганізмів, які утримуються у гноєві. При внесенні гною у ґрунт, в якості органічного

добрива, він має бути повністю знезаражений та жорстко регламентований за нормою [2].

Тому основними вимогами до систем транспортування та обробки гною буде наступне:

– забезпечення ізоляції потоків гною від повітря, ґрунту, води;

– забезпечення максимально можливого знезараження;

– забезпечення переведення хімічних елементів у придатну для споживання рослинами форму.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Вибір технології обробки (переробки) гною буде залежати від фізичних властивостей отриманого гною, в першу чергу його вологості. Крім того, звертають увагу на подальші варіанти його утилізації. В переважаючій більшості випадків видалений з тваринницьких приміщень гній є основою для приготування органічного добрива (ОД), та є й альтернативні варіанти: отримання біогазу, отримання твердого палива, тощо (рис. 1) [3-5].

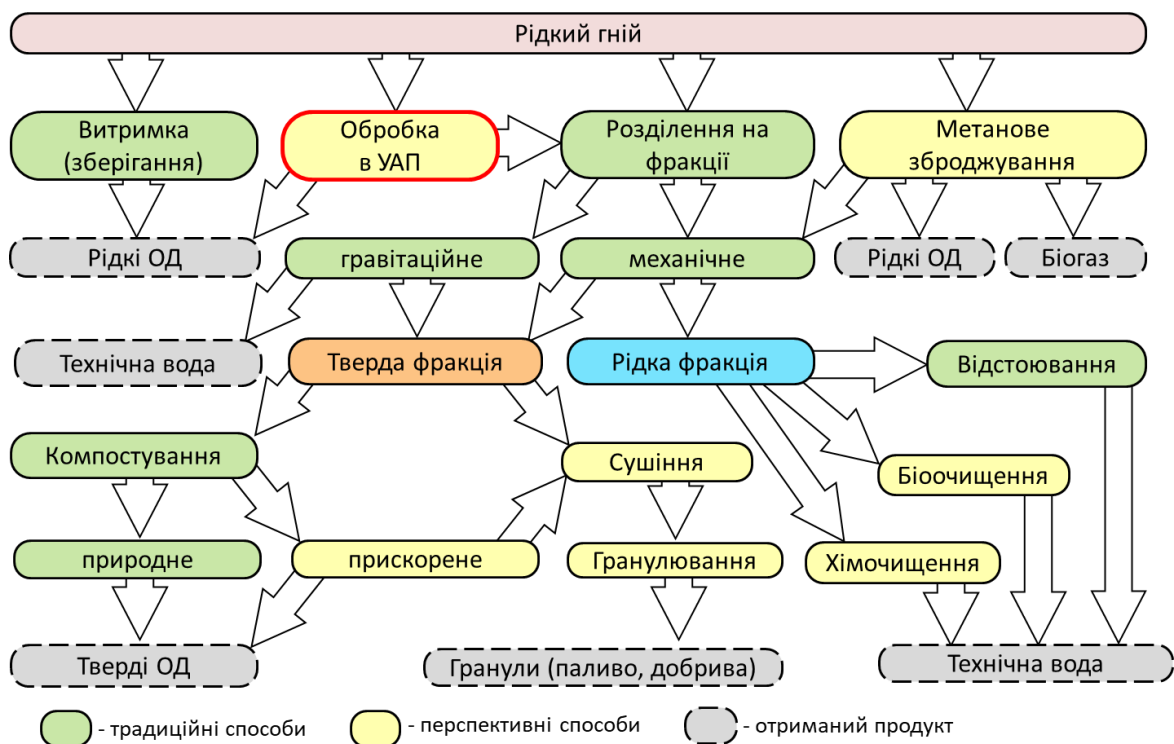


Рис. 1. Технології переробки рідкого гною

Якщо прокоментувати рис. 1, то зрозуміло, що для рідкого гною в більшості господарств України застосовують два варіанти його обробки – витримка з гомогенізацією за допомогою механічних мішалок або без неї та розділення на фракції (гравітаційне та механічне). Останнє потребує подальшої окремої обробки твердої та рідкої фракції. Що стосується перспективних способів обробки та переробки гною, то звичайно їх існує більше, ніж приведено на рис. 1, але ми брали до уваги лише ті, які вже пройшли або

проходять апробацію на підприємствах України, прийняті до використання але ще не знайшли широкого використання.

Простіше виглядає ситуація з підстилковим гноєм, адже низька вологість та підвищений вміст органічних речовин (підстилки) дозволяє дуже просто переробляти його з використанням природного компостування. При цьому отримують органічне добриво, яке не потребує складних спеціальних засобів механізації для його внесення. В цілому поводження з

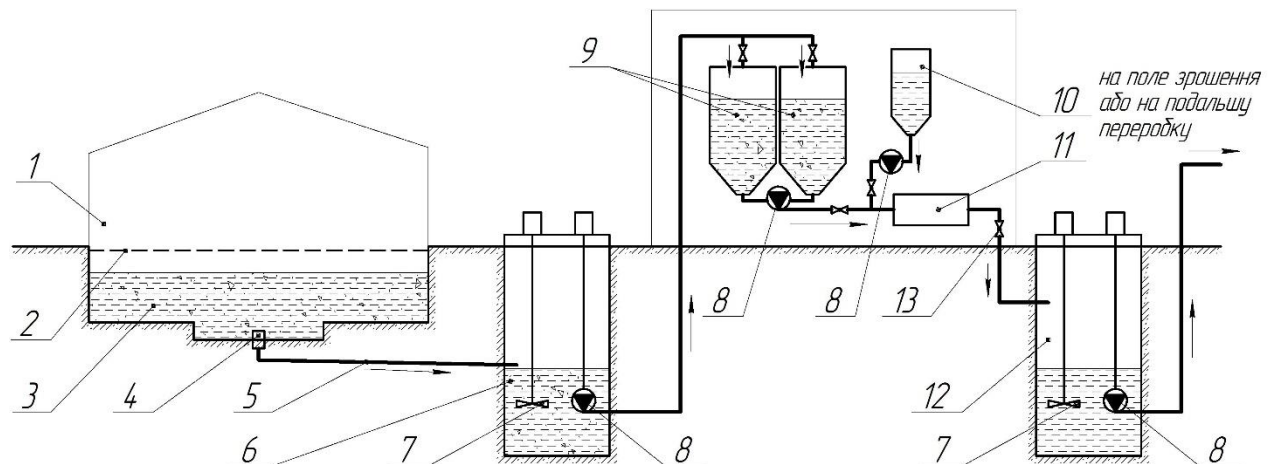


твердим гноєм аналогічне до операцій з переробки твердої фракції рідкого гною. Відмінності будуть в режимах та характеристиках робочого процесу окремих операцій.

Технологія обробки рідкого гною за допомогою установки активації процесів (УАП) з використанням апаратів з вихровим шаром (АВШ) феромагнітних елементів, дійсно є перспективною не лише для нашої країни. АВШ – це робоча камера (труба), розташована в індукторі обертового електромагнітного поля. У робочій зоні трубопроводу містяться циліндричні феромагнітні елементи, які під дією електромагнітного поля швидко обертаються. Через співударяння їх рух хаотичний і займає весь об'єм робочої камери [6].

Загальна схема обробки гною в УАП наступна (рис. 2). Гній надходить із каналізаційних

колекторів у накопичувальну ємність, звідки за допомогою насоса його подають до установки активації процесів. При цьому з бака дозатора подають у магістраль надходить реагент, який у робочій зоні УАП активується, у зв'язку із чим відбувається значне прискорення хімічних реакцій, пов'язаних з гідролізом жирних речовин, що містяться в стоках (середовище лужне). Одночасно зважені речовини, що перебувають у гноєві, проходять механічну обробку феромагнітними елементами. Знезаражений рідкий гній на виході з УАП [6] не має специфічного запаху, може накопичуватись у відкритих гноєсховищах (лагунах) безпосередньо на території ферми. При цьому продуктивність обробки рідкого гною може сягати 30 м<sup>3</sup>/год.



1 – свинарник; 2 – щілинна підлога; 3 – гноєзбірна ванна; 4 – запірні пробки;  
5 – виробнича каналізація; 6 – резервуар-усереднювач; 7 – мішала; 8 – насос;  
9 – проміжна ємність; 10 – ємність з реагентом; 11 – установка активації процесів (УАП); 12 –  
проміжний накопичувач; 13 – кран

**Рис. 2. Технологічна схема системи обробки рідкого гною свиней з використанням УАП**

Обробка гною за приведеною технологією проходить без його контакту з навколишнім середовищем, при цьому на виході отримують повністю хімічно та біологічно інертну речовину. Продуктивність УАП на обробці гною – до 30 м<sup>3</sup>/год, тобто цілком достатня для забезпечення обробки гною навіть на великих свинофермах [7].

#### **Мета та завдання дослідження.**

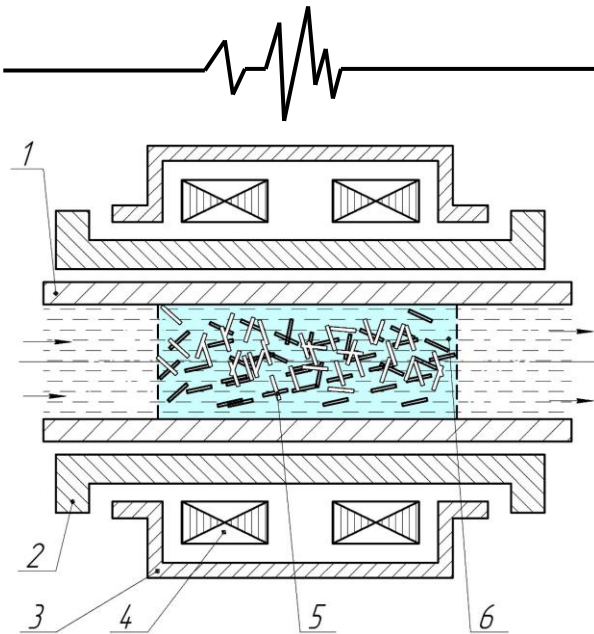
Метою досліджень є аналіз техніко-технологічного оснащення процесів обробки рідкого гною за допомогою установки активації процесів (УАП) з використанням апаратів з вихровим шаром (АВШ) феромагнітних елементів.

#### **Викладення основного матеріалу.**

Основою УАП в технологічній схемі приведеної на рис. 3 пропонується використання апарату вихрового шару (АВШ). В основі роботи апарату лежить принцип перетворення енергії електромагнітного поля до інших видів енергії. Апарат представляє собою робочу камеру

(трубопровід) діаметром 90-136 мм, яка розміщена в індукторі електромагнітного поля, що обертається. У робочій зоні трубопроводу розміщені циліндричні феромагнітні елементи («голки») діаметром 0,5–5 мм та довжиною 5–60 мм у кількості від кількох десятків до кількох сотень штук (0,05–5 кг) залежно від об'єму робочої зони апарату (рис. 3).

Голки, потрапляючи в робочий простір, в якому створене обертове електромагнітне поле, самі стають магнітами (діполями). При накладенні зовнішнього змінного магнітного поля голки починають обертатися. Обертання голок постійно порушується за рахунок зіткнення один з одним, зі стінками зони і частками матеріалів. Дія, рух і енергія голок надають вирішальний вплив на хід технологічних процесів. Таким чином, голки є основними переносниками і генераторами енергії в робочій зоні апарату.



1 – немагнітна вставка; 2 – корпус робочої камери; 3 – кожух;

4 – індуктор; 5 – нерівновисні феромагнітні елементи (голки); 6 – робоча зона

**Рис. 3. Принцип дії апарату вихрового шару**

Особливістю роботи голок є виникнення акустичних хвиль, а в разі присутності рідини – кавітації. Встановлено, що кожна голка служить джерелом акустичних хвиль. Результуюча хвиля в будь-якій точці зони є сума акустичних хвиль від кожного джерела.

При наявності акустичних хвиль у робочій зоні АВШ (рис. 4) в присутності рідкої фази виникає кавітація – виникнення і схлопування бульбашок газів, які виділяються з рідини або вносяться ззовні. При схлопуванні бульбашки тиск в ній різко збільшується, що призводить до виникнення руйнуючого імпульсу стиснення. Механізм інтенсивних потоків рідин викликає ряд ефектів: руйнування твердих тіл, емульгування рідин, зміну перебігу хімічних реакцій, що пов'язано з іонізацією компонентів та іншими факторами.



утворення ланцюжків



**Рис. 4. Загальний вигляд УАП на основі АВШ**

Експериментально визначено [6, 8, 9], що феромагнітні частки починають рух при досягненні магнітної індукції в робочій зоні пристрою, починаючи від величини 0,08 Тл. На характер руху частинок впливає безліч факторів, таких як: форма, розміри та магнітні властивості частинок, швидкість обертання та напруженість магнітного поля, створювана індуктором, в'язкість середовища та ін.

Намагнічуючись, дрібні частинки притягуються один до одного, утворюючи ланцюжки, які витягуються у напрямку вектора напруженості магнітного поля та обертаються за полем навколо загальної осі. Оскільки шар невірноважений, ланцюжки існують частки секунди, руйнуючись при зіткненні один з одним та групуються знову (рис. 5, а). Порівняно великі циліндричні частинки, як правило, ланцюжків не утворюють, кожна їх рухається автономно (рис. 5, б).



обертальний рух окремих частинок

**Рис. 5. Характер руху феромагнітних частинок у шарі**

В результаті статистичної обробки великого масиву експериментальних даних

встановлено, що тангенціальна та радіальна складові швидкості руху феромагнітної частки





підпорядковані нормальному закону розподілу. Напрямок вектору радіальної складової швидкості частки рівномірно, тангенціальна складова швидкості більшою мірою спрямована у бік обертання поля, тобто має місце обертання всього шару загалом [8, 10].

Щодо особливостей використання АВШ (табл. 1), то в першу чергу це інтенсифікація різних фізичних та хімічних процесів, а саме [6, 8, 11]:

- отримання багатокомпонентних суспензій та емульсій;
- прискорення процесів одержання тонкодисперсних сумішей, активації речовин як у сухому стані, так і у вигляді водних дисперсій;
- для очищення промислових стічних вод

від фенолу, формальдегіду, важких металів, миш'яку, ціаністих сполук, прискорення процесів теплової обробки, отримання білкових речовин з дріжджових клітин;

- підвищення мікробіологічної стабільності продуктів харчування та активації дріжджів у хлібопекарському виробництві;
- інтенсифікації процесів екстракції, у тому числі під час приготування бульйонів, виробництві ягідних напоїв (соків), пектину і т. д.;
- для отримання суспензій та емульсій підвищеної мікробіологічної безпеки у продуктивній промисловості без використання стабілізаторів, а також підвищення виходу готової продукції.

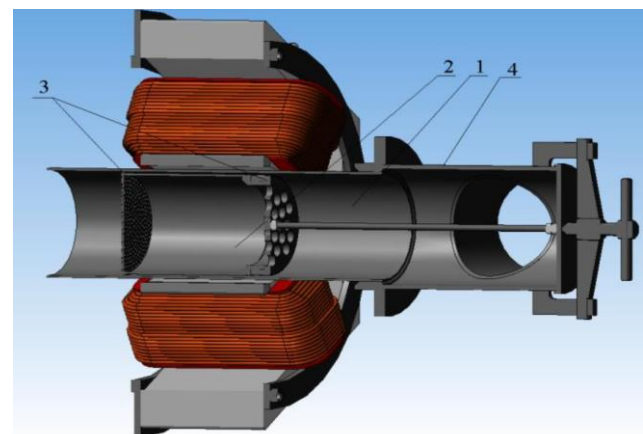
Таблиця 1.

**Технічні характеристики АВШ**

Показник	АВШ-100	АВШ-150
Продуктивність максимальна, м <sup>3</sup> /год.		
– при очищенні стічних вод	12	30
– при отриманні суспензій	5	15
Робочий тиск, МПа	0,25	
Діаметр робочої зони, мм	90	136
Магнітна індукція в робочій зоні, Тл	0,15	0,15
Електроживлення	від мережі змінного струму	
Частота, Гц	50	
Напруга, В	380	
Швидкість обертання магнітного поля, об/хв	3000	
Витрата потужності, кВт	4,5	9,5
Габаритні розміри, мм		
– апарат	1200×900×1610	1300×1100×1690
– блок керування	1 060×1030×1900	
Маса, кг		
– апарат	500	520
– блок керування	450	450

Для забезпечення виконання приведених задач АВШ оснащують різними типами робочих органів та компонуванням робочої зони.

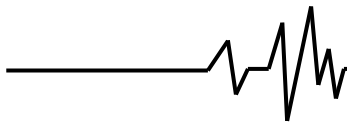
Наприклад [6, 8] при проведенні рідинно-фазних процесів, з використанням в якості робочого органу феромагнітних елементів, по торцях немагнітної вставки (або тільки на виході) можуть встановлюватися решета-уловлювачі (рис. 6). Якщо обробляються волокнисті речовини, то замість решіт встановлюються лабіринти. Решета-уловлювачі та лабіринти призначені для утримання феромагнітних частинок у робочій зоні.



1 – камера; 2 – змінна втулка; 3 - решета-уловлювачі; 4 – бігельний пристрій

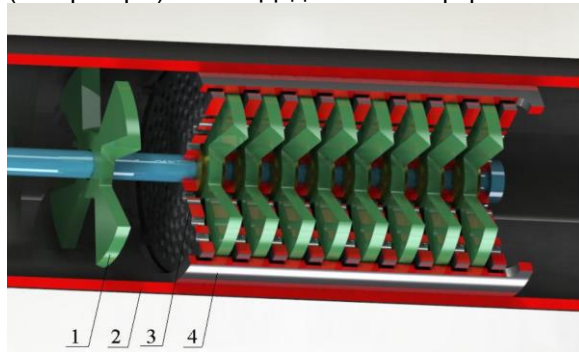
**Рис. 6. Загальний вигляд робочої камери АВШ для проведення рідинно-фазних процесів**

Подрібнення та перемішування може відбуватися не лише за допомогою допомоги феромагнітних частинок, а й за допомогою ножів

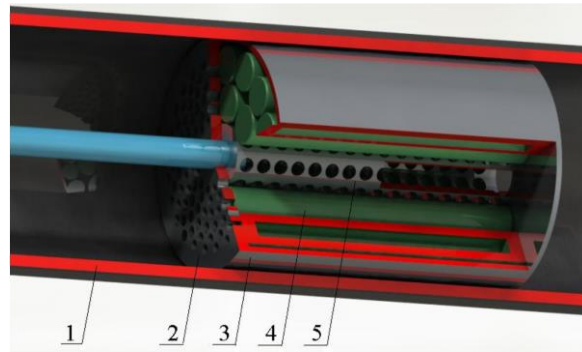


(рис. 7, а), трубок (рис. 7, б), або ротора (рис. 7, в). У цих випадках решета виконують роль фільтрів (сепараторів). Додавання феромагнітних

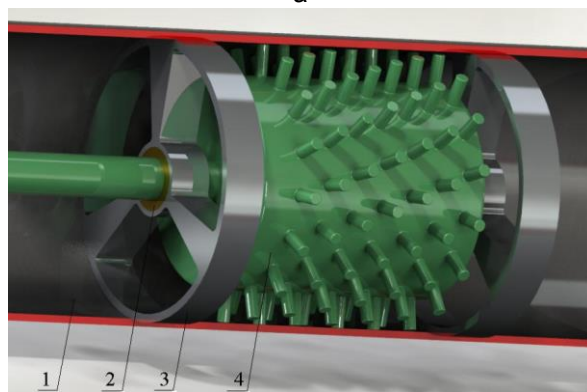
елементів у робочу зону здійснюється з допомогою електромагнітного дозатора (рис. 7, г).



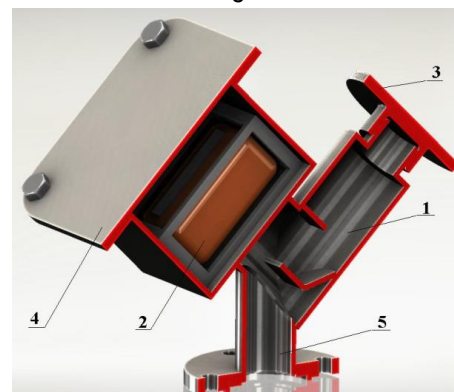
1 – ножі; 2 – камера; 3 – сітка-фільтр; 4 – змінна втулка  
а



1 – камера; 2 – сітка-фільтр; 3 – змінна втулка; 4 – трубки; 5 – трубка-фільтр  
б



1 – камера; 2 – бронзові втулки (змащуються та охолоджуються за рахунок оброблюваної рідини); 3 – кришка; 4 – ротор  
в



1 – камера завантаження феромагнітних елементів; 2 – електромагніт; 3 – кришка; 4 – корпус електромагніту; 5 – камера подачі  
г

а – за рахунок ножів; б – за рахунок трубок;

в – за рахунок ротора; г – дозатор феромагнітних елементів

**Рис. 7. Робоча камера АВШ, перемішування та подрібнення продукту**

Феромагнітні циліндричні елементи, ножі та трубки можуть виготовлятися із вуглецевих конструкційних сталей, нікелю тощо (будь-яких феромагнітних металів). Наприклад, як показала практика, циліндричні феромагнітні елементи доцільно виготовляти з дроту (зварного 08Г2С, пружинного ДСТУ93389-60, нікелевого НП-2) або використовувати ролики голчастих підшипників (сталь ШХ15).

При необхідності для виключення контакту матеріалу феромагнітних елементів з оброблюваними компонентами, вони покриваються полімерним матеріалом (поліетиленом, полівінілхлоридом, фторопластом тощо).

З приведених вище можливостей найбільш нашому випадку відповідає досвід застосування АВШ для роботи з суспензіями (емульсіями) та очищення стічних вод промислових підприємств, тобто робота з рідинно-фазними середовищами.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** В результаті проведеного аналізу технології обробки рідкого гною свиней встановлено, що найбільш ефективною технологією в умовах господарств України є обробка рідкого гною за допомогою установки активації процесів (УАП) з використанням апаратів з вихровим шаром (АВШ) феромагнітних елементів. Сутність запропонованої технології полягає в тому, що гній разом із відповідним реагентом у робочій зоні УАП активується, у зв'язку із чим відбувається значне прискорення хімічних реакцій, пов'язаних з гідролізом жирних речовин, що містяться в стоках (середовище лужне). Одночасно зважені речовини, що перебувають у гноєві, проходять механічну обробку феромагнітними елементами. Знезаражений рідкий гній на виході з УАП не має специфічного запаху, може накопичуватись у відкритих гноєсховищах (лагунах) безпосередньо на території ферми.



В результаті аналізу принципу роботи установки активації процесів встановлено особливостей її використання: отримання багатокомпонентних суспензій та емульсій; прискорення процесів одержання тонкодисперсних сумішей, активації речовин як у сухому стані, так і у вигляді водних дисперсій; для очищення промислових стічних вод від фенолу, формальдегіду, важких металів, миш'яку, ціаністичних сполук, прискорення процесів теплової обробки, отримання білкових речовин з дріжджових клітин; підвищення мікробіологічної стабільності продуктів харчування та активації дріжджів у хлібопекарському виробництві; інтенсифікації процесів екстракції, у тому числі під час приготування бульйонів, виробництві ягідних напоїв (соків), пектину і т. д.; для отримання суспензій та емульсій підвищеної мікробіологічної безпеки у продуктивній промисловості без використання стабілізаторів, а також підвищення виходу готової продукції.

#### Список використаних джерел

1. Алієв Е.Б., Яропуд В.М., Білоус І.М. Обґрунтування складу енергозберігаючої системи забезпечення мікроклімату в свинарських приміщеннях. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. №2 (97). С. 129-137.
2. Китун А.В., Передня В.І., Романюк Н.Н., Голуб Г.А., Павленко С.І. Машины и оборудование в животноводстве. Учебник: НУБиП Украины совместно с БГАТУ. Беларусь. 2017. 459 с.
3. Калетник Г.М., Лутковська С.М. Екологічна модернізація та органічне виробництво в системі екологічної безпеки: монографія. Вінн. нац. аграр. ун-т. Вінниця: ВНАУ, 2022. 356 с.
4. Aliiev E., Pavlenko S., Aliieva O., Morhun O. Accelerated biothermal composting of manure-compost mixture. *Agraarteadus. Journal of Agricultural Science*. 2021. XXXII (2): 169–181. DOI: 10.15159/jas.21.30.
5. Грицун А.В., Яропуд В.М., Бабин І.А. Відходи птахівництва – джерело невикористаної енергії. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Технічні науки*. Вінниця. 2012. Випуск № 10 т. 1 (58). С. 27-32.
6. Логвіненко Д. Д., Щеляков О. П. Интенсификация технологических процессов в аппаратах с вихревым слоем. Киев, «Техника», 1976. 143 с.
7. Логвіненко Д.Д., Щеляков О.П., Польщиков Г.А. Определение основных параметров аппаратов с вихревым слоем. *Химическое и нефтяное машиностроение*. 1974, № 1. С. 200-206.
8. Апарат вихревого слоя ферромагнітних частиц АВЭП (АВС). Режим доступу: <https://globecore.ru/products/avs.html>
9. Дудін В.Ю., Романюха І.О., Кіряцев

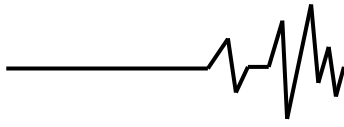
Л.О., Гаврильченко О.С., Повод М.Г. Удосконалення процесу проектування свиноферм в сучасних умовах. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2013. №2 (32). С.72 – 75.

10. Повод М.Г., Дудін В.Ю., Шпетний М.Б. Розробка основних засад щодо обґрунтованого визначення розмірів санітарно-захисних зон свиноферм: монографія. Сумський національний аграрний університет. 2019. 96 с.

11. Дудін В.Ю. Огляд світових практик поводження з рідким гноєм та відповідної законодавчо-нормативної бази. Інноваційні проекти у галузі технічного сервісу машин: *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2019. Вип. 201. С. 72-80.

#### References

1. Aliyev E.B., Yaropud V.M., Belous I.M. (2020). Substantiation of the composition of the energy-saving system to ensure the microclimate in pig farms. *Vibrations in engineering and technology*. №2 (97). P. 129-137. [in Ukrainian].
2. Kitun A.V., Perednya V.I., Romanyuk N.N., Golub G.A., Pavlenko S.I. (2017). *Mashiny i oborudovaniye v zhivotnovodstve* [Kitun A.V., Perednya V.I., Romanyuk N.N., Golub G.A., Pavlenko S.I. *Machinery and equipment in animal husbandry*]. Textbook: NUBiP of Ukraine together with BGATU. Belarus. 459 p. [in Russian].
3. Kaletnik G.M., Lutkovskaya S.M. (2022). Ecological modernization and organic production in the system of ecological safety: monograph. Vinn. nat. agrarian. un-ty. Vinnitsia: VNAU, 2022. 356 p. [in Ukrainian].
4. Aliiev E., Pavlenko S., Aliieva O., Morhun O. (2021). *Accelerated biothermal composting of manure-compost mixture*. *Agraarteadus. Journal of Agricultural Science*. 2021. XXXII (2): 169–181. DOI: 10.15159/jas.21.30. [in English].
5. Gritsun A.V., Yaropud V.M., Babin I.A. (2012). Poultry waste is a source of unused energy. *Collection of scientific works of VNAU. Series: Technical Sciences*. Vinnitsa. Issue № 10 vols. 1 (58). P. 27-32. [in Ukrainian].
6. Logvinenko D. D., Shchelyakov O. P. (1976). *Intensifikatsiya tekhnologicheskikh protsessov v apparatakh s vikhrevym sloyem* [Logvinenko D. D., Shchelyakov O. P. *Intensification of technological processes in apparatuses with a vortex layer*]. Kyiv, "Technology". 143 p. [in Russian].
7. Logvinenko D.D., Shchelyakov O.P., Polishchikov G.A. (1974). *Opredeleyeniye osnovnykh parametrov apparatov s vikhrevym sloyem* [Logvinenko D.D., Shchelyakov O.P., Polishchikov G.A. *Determination of the main parameters of devices with a vortex layer*]. *Chemical and petroleum engineering*. No. 1. P. 200-206. [in Russian].
8. Апарат вихревого слоя



*ferromagnitnykh chastits AVEP (AVS) [Apparatus for the vortex layer of ferromagnetic particles AVEP (AVS)].* Access mode: <https://globecore.ru/products/avs.html> [in Russian].

9. Dudin V.Y., Romanyukha I.O., Kiryatsev L.O., Gavrilchenko O.S., Povod M.G. (2013). *Udoskonalennya protsesu proektuvannya svynoferm v suchasnykh umovakh* [Dudin V.Y., Romanyukha I.O., Kiryatsev L.O., Gavrilchenko O.S., Povod M.G. Improving the process of designing pig farms in modern conditions]. Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian University. №2 (32). P. 72-75. [in Ukrainian].

10. Reason M.G., Dudin V.Yu., Shpetniy M.B. (2019). *Rozrobka osnovnykh zasad shchodo obgruntovanoho vyznachennya rozmiriv sanitarno-zakhysnykh zon svynoferm: monohrafiya* [Reason M.G., Dudin V.Yu., Shpetniy M.B. Development of basic principles for reasonable determination of the size of sanitary protection zones of pig farms: monograph]. Sumy National Agrarian University. 96 p. [in Ukrainian].

11. Dudin V.Yu. (2019). *Ohlyad svitovykh praktyk povodzhennya z ridkym hnoyem ta vidpovidnoyi zakonodavcho-normatyvnoyi bazy* [Dudin V.Yu. Review of world practices in liquid manure management and relevant legislation]. Innovative projects in the field of technical service of machines: Bulletin of the Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture. Vip. 201. pp. 72-80. [in Ukrainian].

#### PERSPECTIVE TECHNOLOGIES AND TECHNICAL TOOLS FOR LIQUID MANURE TREATMENT ON PIG FARMS

*The main requirements for manure transportation and treatment systems are the following: ensuring the isolation of manure flows from air, soil, water; ensuring the maximum possible disinfection; ensuring the conversion of chemical elements into a form suitable for consumption by*

*plants. The aim of the research is to analyze the technical and technological equipment of liquid manure processing processes using the process activation unit (UAP) using vortex layer devices (VHF) of ferromagnetic elements. As a result of the analysis of liquid manure processing technology of pigs it is established that the most effective technology in the conditions of Ukrainian farms is liquid manure processing by means of process activation unit (UAP) using vortex layer devices (VHF) of ferromagnetic elements. The essence of the proposed technology is that the manure together with the appropriate reagent in the working area of UAP is activated, which significantly accelerates the chemical reactions associated with the hydrolysis of fatty substances contained in effluents (alkaline environment). At the same time suspended substances in the manure are mechanically treated with ferromagnetic elements. Disinfected liquid manure at the exit of UAP has no specific odor, can accumulate in open manure storages (lagoons) directly on the farm. As a result of the analysis of the principle of work of installation of activation of processes features of its use are established: reception of multicomponent suspensions and emulsions; acceleration of the processes of obtaining fine mixtures, activation of substances both in the dry state and in the form of aqueous dispersions; for purification of industrial wastewater from phenol, formaldehyde, heavy metals, arsenic, cyanide compounds, acceleration of heat treatment processes, obtaining protein substances from yeast cells; increasing the microbiological stability of food and yeast activation in the bakery industry; intensification of extraction processes, including during the preparation of broths, production of berry drinks (juices), pectin, etc. ; to obtain suspensions and emulsions of increased microbiological safety in the food industry without the use of stabilizers, as well as increase the yield of finished products.*

**Key words:** manure, processing, technology, technical means, processing, efficiency.

#### Відомості про авторів

**Яропуд Віталій Миколайович** - кандидат технічних наук, доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: [yaropud77@gmail.com](mailto:yaropud77@gmail.com)).

**Грицун Анатолій Васильович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри «Агроінженерії та технічного сервісу» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: [gritsun@vsau.vin.ua](mailto:gritsun@vsau.vin.ua)).

**Мазур Ігор Михайлович** - аспірант кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008).

**Yaropud Vitaliy** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of machinery and equipment for agricultural production of Vinnytsia National Agrarian University (St. Soniachna, 3, Vinnytsia, Ukraine, 21008, e-mail: [yaropud77@gmail.com](mailto:yaropud77@gmail.com)).

**Hrytsun Anatoliy** – PhD, Associate Professor of the Department of “Agro-engineering and Technical Service” of Vinnytsia National Agrarian University (3 Solnechnaya St., Vinnitsa, 21008, Ukraine, e-mail: [gritsun@vsau.vin.ua](mailto:gritsun@vsau.vin.ua)).

**Mazur Igor** - postgraduate student of the Department "Machinery and Equipment of Agricultural Production" of Vinnytsia National Agrarian University (3 Sonyachna Street, Vinnytsia, 21008).