

МІНІСТЕРСТВО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА І
ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

НАЗАРЕНКО ІГОР ПЕТРОВИЧ

ОЧИСТКА РІДКИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПРОДУКТІВ
НАПІРНОЮ ФЛОТАЦІЄЮ З ЕЛЕКТРОАКУСТИЧНОЮ
ІНТЕНСИФІКАЦІЄЮ ГАЗОВИДІЛЕННЯ

Спеціальність 05.20.02 - електрифікація
сільськогосподарського
виробництва

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ 1994



00778896 (2)

Робота виконана на кафедрі
сільськогосподарського виробництва
державного аграрного університету

Науковий керівник – академік УААН,
заслужений діяч науки
і техніки України,
доктор технічних наук,
професор І.І. Мартиненко

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Б.Г. Іноземцев

кандидат технічних наук, доцент
М.М. Скрипник

Провідна установа – Український науково-дослідний інститут
механізації та електрифікації сільського
господарства

Захист дисертації відбудеться "14" листопада 1994 р. о
14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К І20.71.02 в
Українському державному аграрному університеті (аудиторія 26 8-го
учбового корпусу).

Просимо взяти участь в обговоренні дисертації або вислати
Ваш відгук на автореферат у двох примірниках, завірених печаткою
Вашої установи, за адресою: 252041, Київ-41, вул. Героїв оборони,
15, сектор захисту дисертацій.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Українського
державного аграрного університету

Автореферат розісланий "5" січня 1994 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради

Л.П.ТИШЧЕНКО

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Для рішення продовольчої проблеми поряд з збільшенням об'ємів виробництва, перспективно прийняття мір по поліпшенню використання та переробки продукції сільського господарства.

Очистка рідин є складовою частиною багатьох технологій промислового виробництва. В теперішній час її значення суттєво зростає і в сільському господарстві. Це пов'язано з існуючою тенденцією приближення переробних підприємств до місць виробництва продукції сільського господарства.

До сфер застосування різних методів очистки рідин в сільському господарстві можна віднести очистку сточної води, технологічних і робочих рідин, моторних мастил, соків, рослинних олій та деяких інших продуктів.

В більшості випадків до систем очистки ставляться жорсткі, іноді суперечливі вимоги: до ступеня очистки, продуктивності системи очистки, можливості автоматизації процесу, економічності та інші. Цим вимогам не завжди задовольняють існуючі методи очистки рідин. Тому їх удосконалення має актуальне значення. При цьому, застосування електрофізичних методів для інтенсифікації заходів очистки являє собою доцільним, так як ці методи економічні, екологічно чисті, легко піддаються автоматизації. До таких методів відноситься напірна флотація з електроакустичною інтенсифікацією газовиділення.

Мета та задачі досліджень. Метою роботи є підвищення ефективності очистки рідких сільськогосподарських продуктів напірною флотацією з обґрунтуванням параметрів і режимів електроакустичної інтенсифікації газовиділення.

Для досягнення цієї мети були поставлені наступні задачі:

1. Обґрунтувати та дослідити вплив параметрів ультразвукового поля і режимів обробки на кількість і розподіл по розмірам бульбашок повітря в модельних рідинах (вода, яблучний сік, соняшникове олія).
2. Дослідити особливості роботи електроакустичного перетворювача з модельними рідинами.
3. Дослідити процес флотаційної очистки яблучного соку та соняшникової олії при електроакустичній інтенсифікації газовиді-

лення.

4. На підставі проведених досліджень сформулювати пропозиції по створенню технологічної лінії очистки напірною флотацією з електроакустичною інтенсифікацією газовиділення.

Об'єкт досліджень. Об'єктом досліджень були дистильована вода, яблучний сік, соняшникова олія, а також експериментальні установки для флотаційної очистки, визначення закономірностей газовиділення в ультразвуковому полі, дослідження особливостей роботи електроакустичних перетворювачів з модельними рідинами.

Методика досліджень. Поставлені задачі вирішувались на основі фундаментальних положень з розробкою теоретичної моделі, відображаючої процес електроакустичної інтенсифікації газовиділення. Не визначені теоретично константи моделі розраховувались по результатах експериментів. При обробці експериментальних даних застосовувались методи теорії ймовірностей та математичної статистики. Оригінальні методики ґрунтувались на відомих законах термодинаміки, теорії звуку, теорії електроакустичних перетворювачів.

Наукова новизна. Встановлені закономірності процесу електроакустичної інтенсифікації газовиділення в дистильованій воді, яблучному соку та соняшковій олії. Вкрит взаємозв'язок параметрів ультразвукового поля і середовища з кількістю та розподілом по розмірах бульбашок повітря.

Ґрунтуючись на закономірностях процесу виникнення газової фази в ультразвуковому полі встановлен припустимий частотний діапазон та діапазон інтенсивностей ультразвуку. При цьому затверджується, що швидкість процесу суттєво залежить від часового режиму ультразвукової обробки і максимальна після зняття ультразвукового поля.

Технічна новизна розробок підтвержена авторським свідоцтвом СРСР, патентом СРСР та патентом України.

Практична цінність. Результати досліджень дозволяють розраховувати перетворювач електроакустичної системи інтенсифікації газовиділення для флотаційної очистки яблучного соку та соняшкової олії і визначити технологічні параметри процесу.

Запропановано принцип управління газовим складом в флотаційній камері.

Реалізація результатів досліджень. Розроблена електроакустична система пройшла випробування в умовах виробництва нерафінованої

ної соняшникової олії в Якимівському арендному заводі продтоварів Запорізької області.

Виготована на основі результатів досліджень лабораторна установка запроваджена в учбовий процес в Мелітопольському інституті механізації сільського господарства.

Апробація роботи. Результати проведених досліджень доповідались і обговорювались на щорічних наукових конференціях професорсько-викладацького складу і аспірантів Українського державного аграрного університету (м.Київ, 1992 р.) та Мелітопольського інституту механізації сільського господарства (м.Мелітополь, 1987-1992 рр.), Всесоюзній науково-практичній конференції "Механізація і автоматизація технологічних процесів в агропромисловому комплексі (м.Новосибірськ, 1989 р.), Всеросійському науково-технічному семінару "Високоєфективні електротехнології по виробництву продуктів сільського господарства, їх переробці та зберіганню" (М.Москва, 1993 р.).

Публікація результатів досліджень. По результатах дисертаційної роботи публіковано шість робіт, в тому числі одне авторське свідоцтво СРСР, один патент СРСР та один патент України.

Об'єм та структура роботи. Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний об'єм 175 сторінок, 7 таблиць, 38 рисунків, 16 додатків. список літератури включає III назв, з них 4 на іноземних мовах.

ЗМІСТ РОБОТИ

Вступ. Обґрунтована актуальність теми. Показана роль очистки рідин в сільськогосподарському виробництві.

Дано коротку характеристику результатів досліджень, їх новизну та практичну цінність.

Стан питання та задачі досліджень. Дан аналіз існуючих методів очистки рідин від змулень. Розмежовані сфери застосування цих методів для різних рідин в сільськогосподарському виробництві.

Більш детально розглянуті флотаційний метод очистки, як перспективний в деяких технологіях агропромислового комплексу та електрофізичні методи інтенсифікації процесів очистки рідин.

На основі літературних даних було встановлено, що утворення бульбашок газу при напірній флотації носить кавітаційний харак-

тер.

Кавітація може бути одержана як в сильнотурбулентних потоках так і при обробці рідини ультразвуковими коливаннями при певній частоті і інтенсивності.

Це являється передумовою обґрунтування електроакустичної інтенсифікації процесу утворення зародків газової фази і газвдїлення для здїйснення процесу флотації. При цьому ультразвуковий вплив має ту перевагу, що дозволяє легко керувати процесом. Завдяки цьому стає можливим здїйснити автоматизацію найпростішої схеми очистки напірною флотацією: схеми з насиченням газом всього потоку очищуємої рідини. Крім того, ультразвуковий вплив дозволяє ефективно здїйснювати очистку напірною флотацією в'язких рідин.

Теоретичні передумови інтенсифікації утворення флотаційних бульбашок ультразвуком. Використовуючи кавітаційну модель процесу утворення зародків газової фази та росту бульбашки в ультразвуковому полі виявлені фактори, визначаючі процес. До них відносяться: температура, статичний тиск, вміст розчиненого газу, параметри ультразвуку, час обробки, конфігурація ультразвукового поля.

Визначені найбільш придатні, з точки зору утворення максимальної кількості зародків бульбашок, параметри ультразвукового поля: частота 10-100 кГц; інтенсивність - не нижче 0,5 Вт/см².

Була одержана формула, поєднуюча час росту бульбашки з параметрами ультразвукового поля та середовища:

$$t = \frac{5\pi \rho_c \rho_g^2 d_0^3 f^4}{256 C_0^2 I c D} \quad (I)$$

де ρ_c - густина рідини, кг/м³;

ρ_g - густина газу, кг/м³;

d_0 - діаметр бульбашки, м;

f - частота ультразвуку, Гц;

C_0 - концентрація розчиненого газу, кг/м³;

I - інтенсивність ультразвуку, Вт/м²;

c - швидкість звуку, м/с;

D - коефіцієнт молекулярної дифузії, м²/с.

Формула (I) виведена на основі відомого рівняння

Ю.А.Богусловського для маси газу, проридифундуваного в порожнину,

яка перебуває в ультразвуковому полі.

Всі константи, які входять в формулу (I) відомі, за винятком діаметра d_0 .

По даним багатьох дослідників максимальній активності ультразвукової кавітації відповідає певне значення величини діаметру бульбашки (20–200 мкм). Точне значення діаметру залежить від параметрів середовища та частоти ультразвуку. Тому для використання в розрахунках формули (I) потрібно визначити функціональну залежність діаметра бульбашки від частоти для модельних рідин. Ця залежність визначалась по результатах експериментальних досліджень.

Теоретичний аналіз умов роботи електроакустичного перетворювача при обробці модельних рідин в кавітаційному режимі проводився на основі еквівалентної схеми послідовного резонансу.

Показано, що як активну так і реактивну складову навантаження визначає висота шару рідини над перетворювачем та індекс кавітації.

Методика експериментальних досліджень. Зроблено вибір конструкцій експериментальних камер ультразвукової обробки та флото-відстійника, дозволяючих проводити дослідження як з п'єзоелектричним перетворювачем, так і з магнітострикційним. Камери здійснені із циліндричної скляної трубки з рухомих поршнем і дозволяють замірювати кількість виділеного газу.

Як магнітострикційний перетворювач використовувався промисловий випромінювач ПМС I-I з концентратором. Крім основної частоти 22 кГц перетворювач дозволяв одержувати ультразвукові коливання частотою II кГц, 33 кГц та 44 кГц.

Для більш високих частот застосовувались п'єзоелектричні перетворювачі типу ЦТС. Такими перетворювачами були одержані частоти 58 кГц, 130 кГц та 276 кГц.

Для збудження випромінювачів використовувались генератори УЗГЗ-04 та ГЗ-33.

Методика виміру електричного імпедансу перетворювача передбачала вимір значення величин струму, напруги, частоти і куту зсуву фаз між напругою та струмом. По цим показникам на основі еквівалентної схеми послідовного резонансу розраховувався опір механічних витрат в перетворювачі, активна та реактивна складові акустичного опору навантаження.

Для визначення кількості бульбашків газу в модельних рідинах вимірювався об'єм виділеного газу і розподіл по розмірам бульбашок. Об'єм виділеного газу розраховувався по змінюванню тиску в камері обробки. Розподіл бульбашок по розмірам визначався методом проєктування променя світла, проходячого крізь кварцову квітку в модельну рідину. Одержане зображення фотографувалося і розраховувався середній об'єм бульбашок.

При розробці методики дослідження показників флотаційної очистки яблучного соку та соняшникової олії при ультразвуковій інтенсифікації газовиділення використовувались положення ДЕСТ 8756.9-78, ДЕСТ 18848-73, ДЕСТ 5481-66.

Експериментальні дослідження процесу електроакустичної інтенсифікації газовиділення в модельних рідинах. Для одержання функції густоти ймовірності розподілу бульбашок по розмірам увесь інтервал діаметрів розбивався на інтервали групування і визначались відповідні значення абсолютних частот. Апроксимація всіх вибірок показала добру згідність емпіричних даних логарифмічно-нормальному закону розподілу. Перевірка статистичної гіпотези про закон розподілу здійснювалась по критерію згоди Колмогорова.

На рис. I показані графіки густини ймовірностей розподілу бульбашків по розмірам для дистильованої води і соняшникової олії, одержані в результаті ультразвукової обробки інтенсивністю 5 Вт/см^2 протягом 5 сек при ступені перенасичення розчину повітря 1 %.

Середній діаметр бульбашок для олії складає 28 мкм, а для води та яблучного соку - 40 мкм при частотах 10-60 кГц.

Підвищення частоти ультразвуку призводить до значного збільшення діаметрів бульбашок (при частоті 130 кГц середній діаметр перевищує 100 мкм).

Суттєвих відмінностей в законах розподілу бульбашок по розмірам в воді і яблучному соку не виявлено.

По відомих параметрах законів розподілу визначались їх числові характеристики (перший, другий і третій початкові моменти), а також середній об'єм бульбашки.

Для визначення кількості бульбашок повітря, виділених з розчину при різних значеннях параметрів ультразвуку і часу обробки, а також отримання функціональної залежності діаметра бульбашки а максимальною активністю від частоти по формулі (I) були одержані

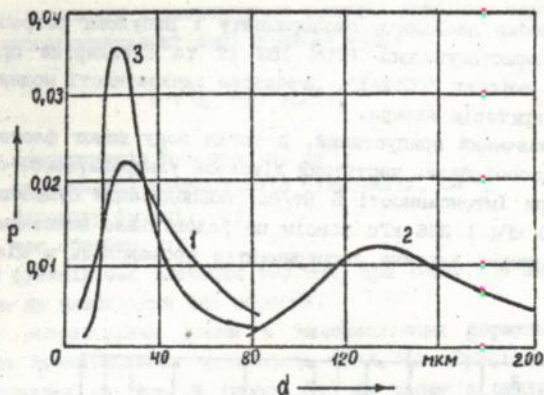


Рис. 1. Густина ймовірностей розподілу бульбашків по розмірам: 1 - дистильована вода, 11 кГц;
2 - дистильована вода, 130 кГц;
3 - соняшникова олія, 44 кГц.

формули, пов'язуючі середній об'єм бульбашки з параметрами ультразвуку 1 часу обробки для води і соняшкової олії:

$$V_b = 71998 - 0,131 f - 0,142 I + 706 t, \quad (2)$$

$$V_m = 20066 - 0,004 f - 0,005 I - 108 t, \quad (3)$$

де V_b - середній об'єм бульбашки в воді, мкм^3 ;

V_m - середній об'єм бульбашки в соняшковій олії, мкм^3 ;

f - частота, Гц;

I - інтенсивність, Вт/м^2 ;

t - час, с.

Рівняння (2), (3) були одержані у трьохфакторному експерименті. Всі фактори варіювались на трьох рівнях: частота 11 кГц і 44 кГц, інтенсивність 1 Вт/см^2 і 8 Вт/см^2 , час 0,05 с і 5 с.

Для обробки наслідків експерименту і побудови регресійного рівняння використовувалась ПЕОМ IBM AT та стандартна програма статистичної обробки "COSTAT". Перевірка адекватності моделі проводилась по критерію Фішера.

Був визначений припустимий, з точки зору вимог флотації до кількості газової фази, частотний діапазон ультразвукової обробки (рис. 2). При інтенсивності 5 Вт/см² концентрація бульбашків на частотах 130 кГц і 286 кГц зовсім не задовільняє вказаним вимогам, тому основна частина експериментів проводилась в діапазоні 11-44 кГц.

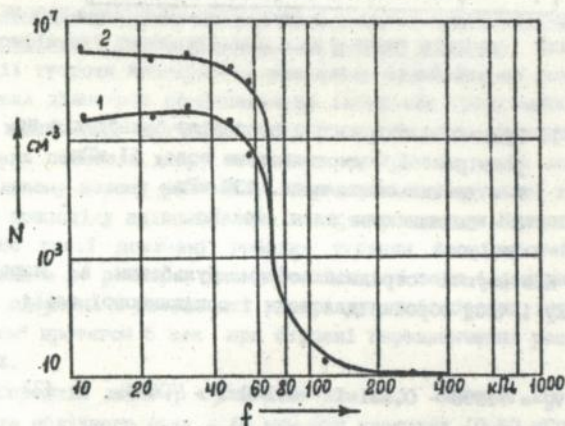


Рис. 2. Залежність концентрації бульбашків від частоти:
1 - дистильована вода; 2- соняшникова олія.

Функціональна залежність діаметра d_0 від частоти ультразвуку визначалась по даних необхідного часу обробки при умові максимального виходу бульбашків. Необхідний час обробки було визначено в результаті апроксимації експериментальних даних: залежність концентрації бульбашків від часу обробки при різних значеннях інтенсивності та частоти. Апроксимація проводилась на ПЕОМ з використанням програми аналізу експериментальних даних і побудови емпіричних математичних моделей "Експериментатор" (розробка кафедри автоматики і обчислювальної техніки АН України).

З п'ятнадцяти апроксимуючих функцій найбільш адекватно описувала експериментальні дані функція виду:

$$N = N_0 \exp(b/t), \quad (4)$$

де N - концентрація бульбашків, см^{-2} ;
 N_0 - максимальна концентрація бульбашків, см^{-2} ;
 b_0 - параметр функції, с;
 t - час обробки, с.

Ця функція має значення $t=0,95N_0$, при $t=20b$. Це значення було прийняте як необхідний час обробки.

По розрахованим даним з використанням формули (1) була одержана функціональна залежність $d_0=d_0(f)$. Графік цієї залежності показан на рис. 3 (крива 2). На цьому ж рисунку крива 3 відповідає резонансному діаметрові бульбашки, а крива 1 - будувалась по формулі (1) при $C_0=0,1 \text{ кг/м}^3$; $I=10 \text{ Вт/см}^2$; $t=0,001 \text{ с}$ (час розвитку кавітації). Одержані значення діаметрів бульбашок лежать в інтервалі 40-160 мкм, що погоджується з результатами багатьох дослідників.

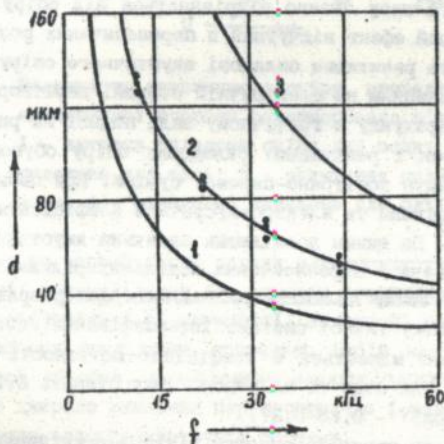


Рис. 3. Залежність діаметра кавітаційної бульбашки від частоти.

Таким чином були одержані формули, пов'язуючі параметри ультразвуку і часу обробки при умовах максимального виходу бульбашків повітря для води (яблучного соку) та соняшникової олії:

$$t_b = \frac{20,9}{C_0 f^{0,25} I}, \quad (5)$$

$$t_m = \frac{5,03}{f^{0,05} I}, \quad (6)$$

де t_b - час обробки води або яблучного соку, с;

t_m - час обробки соняшникової олії, с.

Формули дійсні в діапазонах частот 11-44 кГц та інтенсивностей 1-8 Вт/см². Додатково формула (6) була одержана при умові зниження статичного тиску з 0,1 мПа до 0,04 мПа.

На роботу електроакустичного перетворювача великий вплив чинить акустичний опір середовища, який на випадок утворення в рідині вільного газу значно відрізняється від опору чистої рідини. Особливо цей ефект відчутний в перенасичених розчинах.

Активна та реактивна складові акустичного опору розраховувались по вимірюванням на електричній стороні перетворювача. Результати розрахунку в графічному виді подані на рис. 4. Стрибок як активної так і реактивної складових опору обумовлений виникненням бульбашків повітряно-парової суміші. При цьому зменшується акустично-механічний та електроакустичний коефіцієнти корисної дії перетворювача. По даним досліджень величина акустично-механічного ККД перетворювача в перенасичених модельних рідинах знижується до 3-5 %. Цю обставину належить урахувувати при розрахунку перетворювача електроакустичної системи інтенсифікації газовиділення.

Крім цього міняється й коефіцієнт потужності навантаження. Його значення для води та яблучного соку становить 0,12-0,15, а для соняшникової олії - 0,23-0,27.

Дослідження процесів очистки рідин флотаційними бульбашками, утвореними в результаті обробки ультразвуком, проводились на яблучному соку та соняшниковій олії. Використався лабораторний

зразок флотовідстійника циліндричного типу.

Кількість зважень в зразках модельних рідин варіювалась в межах 5-12 кг/м³. Була одержана ступінь очистки яблучного соку 82 %, а соняшникової олії - 78 %.

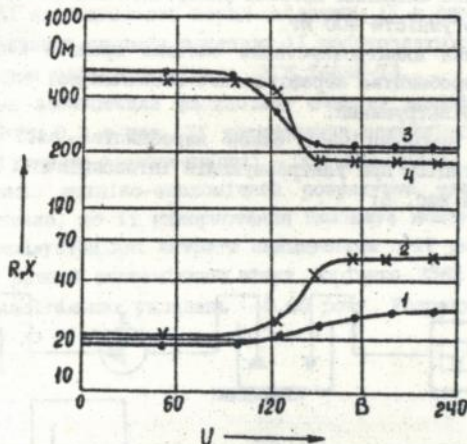


Рис. 4. Залежність акустичного опору, приведеного до електричної сторони перетворювача від напруги: 1 - активна складова опору для води; 2 - активна складова для олії; 3 - реактивна складова для води; 4 - реактивна складова для олії.

Розробка та випробування зразку електроакустичної системи інтенсифікації газовиділення для очистки соняшникової олії та оцінка його економічної ефективності. На основі результатів експериментальних досліджень проведено вибір конструкції камери ультразвукової обробки, розраховано електроакустичний перетворювач, вибрано джерело живлення перетворювачів і визначені технологічні параметри електроакустичної системи.

Розрахунок магнітострикційного перетворювача проведено по загальноприйнятій методиці з врахуванням наших досліджень: необхідний час обробки соняшникової олії - 0,2 с; розрахункова

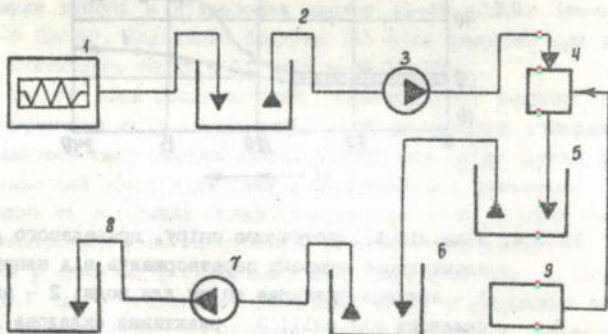
інтенсивність ультразвуку - 6 Вт/см^2 ; частота - $10-60 \text{ кГц}$.

Камера ультразвукової обробки уявляє собою елемент трубопроводу з ввареними в нього двома магнітострикційними перетворювачами. Резонансна частота перетворювачів 22 кГц , потужність - 179 Вт .

Як джерело живлення вибрано ультразвуковий генератор УЗГЗ-04 з вихідною потужністю 400 Вт .

Розроблена електроакустична система пройшла випробування в технології виробництва нерафінованої соняшникової олії де замінив операцій фільтрування.

Ділянка технологічної схеми виробництва олії з очищенням напірною флотацією при ультразвуковій інтенсифікації газовиділення показана на рис. 5.



1 - шнековий прес; 2,6,8 - резервуар; 3,7 - насос;
4 - ультразвуковий модуль; 5 - флотовідстійник;
9 - ультразвуковий генератор.

Рис. 5. Технологічна схема очищення соняшникової олії напірною флотацією з електроакустичною системою інтенсифікації газовиділення.

Була використана найбільш проста і надійна схема очистки напірною флотацією – схема з насиченням воздухом усього потоку очищуваної рідини. Недостаток схеми – неможливість керування газовим складом у флотаційній камері без зміни продуктивності флото-відстійника, виключався завдяки використанню електроакустичної системи інтенсифікації газовиділення. Обробка олії в ультразвуковій камері здійснювалась перед введенням її в флото-відстійник.

Випробування системи показали її роботоздатність і надійність. Очищена олія відповідала ДЕСТ І8848-73.

Система забезпечила флотаційну очистку соняшникової олії з продуктивністю 0,3 т/год. Її установлена потужність складала I, I кВт. Питомі втрати електроенергії – 3,7 кВт год/т.

Зроблений техніко-економічний розрахунок електроакустичної системи показав, що її використання поліпшує показники виробництва. Так експлуатаційні витрати зменшуються в II разів. При цьому очікуваний річний економічний ефект дорівнює 2362 крб, а термін окупності капітальних вкладень – 0,65 року. Розрахунок був здійснений у цінах на 01.01.90 р.

ВИСНОВКИ

1. Ультразвуковий вплив на перенасичені повітрям воду і яблучний сік забезпечує можливість отримувати концентрації бульбашків до $5 \cdot 10^6 \text{ см}^{-3}$, а вплив на соняшкову олію – до $5 \cdot 10^6 \text{ см}^{-3}$. Така кількість бульбашків цілком достатня для флотаційної очистки цих рідин.

2. Управління концентрацією бульбашок у флотаційній камері належить здійснювати зміненням напруги, подаваної на електроакустичний перетворювач. При цьому інтенсивність ультразвуку повинна знаходитись у межах I-10 Вт/см². Ця особливість дозволяє автоматизувати процес очистки напірною флотацією.

3. Концентрація бульбашок повітря суттєво залежить від умов виділення їх із розчину: в воді і в яблучному соку після зняття ультразвукового поля концентрація бульбашок збільшується в 10^3 - 10^4 разів. В соняшковій олії такого ефекту не виявлено.

4. Розміри і кількість бульбашок газу залежать від частоти та інтенсивності ультразвуку. Найбільш сприятливий частотний діапазон – 10-60 кГц. Суттєва зміна концентрації бульбашок при

варіюванні інтенсивності ультразвуку в межах 10 Вт/см² була виявлена на інтервалі 1-6 Вт/см².

Розподіл бульбашок по розмірах підпорядковується логарифмічно-нормальному закону. При цьому середній діаметр бульбашки в дистильованій воді та яблучному соку має розмір близько 40 мкм, а в соняшниковій олії - 28 мкм.

5. Одержані в роботі залежності дозволяють зробити розрахунок електроакустичного перетворювача при заданій витраті очищуваної рідини. Вони припустимі в діапазоні частот 10-60 кГц при інтенсивності 1-10 Вт/см².

6. Очистка напірною флотацією при електроакустичній інтенсифікації газовиділення забезпечує ступінь очистки яблучного соку 82 %, а соняшникової олії - 78 %

7. Наслідки дослідження були використані при розрахунках магнітострикційного перетворювача електроакустичної системи інтенсифікації газовиділення для очистки соняшникової олії напірною флотацією та визначенні її технологічних параметрів в Якимівському арендному заводі продтоварів Запорізької області. Очікуваний річний економічний ефект складає 2362 в цінах на 01.01.90 р.

Основні положення дисертації викладені в таких роботах:

1. Назаренко И.П. Интенсификация флотационной очистки жидких сельскохозяйственных продуктов ультразвуком // Высокоэффективные электротехнологии по производству продуктов сельского хозяйства, их переработке и хранению: Сборник материалов Всероссийского научно-технического семинара. г.Москва, 1993 г. / Под. науч. ред. акад. И.Ф.Бородина.- М.: Творч. инф.-изд. объедин. "Ивантеевка", 1993.- с.60-62.

2. Просвирнин В.И., Назаренко И.П. Повышение качества осветления яблочного сока ультразвуком // Механизация и автоматизация технологических процессов в агропромышленном комплексе. Часть 4: Обработка, хранение и переработка продукции. Использование, техническое обслуживание и ремонт машин: Тезисы докладов Всесоюзной научно-практической конференции. г.Новосибирск, 1989 г.- М.: Печатно-множительный участок ЦОПКБ ВИАМ, 1989.

3. Просвирнин В.И., Назаренко И.П. и др. Разработать техническое предложение на внедрение ультразвука в технологию произ-

водства соков: Отчет о НИР / N ГР 01860043978, инв. N 02890035351.

4. А.с. 1590099 СССР, МКИ^с В 01 D29/72, С 02 F 1/36. Ультразвуковое устройство для фильтрации жидкостей / Просвирнин В.И., Назаренко И.П. / Мелитопольский институт механизации сельского хозяйства // Открытия.Изобретения.- 1990.-N33.-с.12.

5. Патент 1293 України, МКВ^с А 23 L2/30, С I2 Н I/06. Спосіб освітлення фруктових соків / Просвирнін В.І., Назаренко І.П. / Мелітопольський інститут механізації сільського господарства // Довідка про реєстрацію винаходу державного патентного відомства України, вих. N 6/1705 від 30.07.93.

6. Патент 1805881 СССР, МКИ^с А 23 L2/30, С I2 Н I/06. Способ осветления фруктового сока / Просвирнин В.И., Назаренко И.П. / Мелитопольский институт механизации сельского хозяйства // Официальный бюллетень комитета Российской Федерации по патентам и товарным знакам.- 1993.- N12.- с.143.

УВК УДАУ, 564

AB 29.151

AB 29.151