

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

XVII Міжнародної наукової конференції
**«УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ І
ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТА
ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»**

3-8 вересня 2018 р.



**ОДЕСА
2018**

Публікуються доповіді, представлені на XVII Міжнародній науковій конференції «Удосконалення процесів і обладнання харчових та хімічних виробництв» (3 – 8 вересня 2018 р.) і присвячені актуальним проблемам підвищення енергоефективності в сфері АПК, харчових та хімічних виробництвах, розробки та впровадження ресурсо-та енергоефективних технологій та обладнання, альтернативних джерел енергії.

Редакційна колегія:

Доктор техн. наук, професор
Кандидат техн. наук

О.Г. Бурдо
Ю.О. Левтринська

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

Єгоров <i>Богдан Вікторович</i>	– голова, Одеська національна академія харчових технологій, ректор, д.т.н., професор
Бурдо <i>Олег Григорович</i>	– вчений секретар, Одеська національна академія харчових технологій, д.т.н., професор
Атаманюк <i>Володимир Михайлович</i>	– Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор
Васильєв <i>Леонард Леонідович</i>	– Інститут тепло- і масообміну ім. А.В. Ликова, Республіка Білорусь, д.т.н., професор
Гавва <i>Олександр Миколайович</i>	– Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
Гумницький <i>Ярослав Михайлович</i>	– Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор
Долинський <i>Анатолій Андрійович</i>	– Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАН України
Зав’ялов <i>Владимир Леонідович</i>	– Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
Сукманов <i>Валерій Олександрович</i>	– Полтавський університет економіки і торгівлі, д.т.н., професор
Колтун <i>Павло Семенович</i>	– Technident Pty. Ltd., Australia, Dr.
Корнієнко <i>Ярослав Микитович</i>	– Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
Малежик <i>Іван Федорович</i>	– Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
Михайлов <i>Валерій Михайлович</i>	– Харківський державний університет харчування та торгівлі, д.т.н., професор
Паламарчук <i>Ігор Павлович</i>	– Національний університет біоресурсів та природокористування України, д.т.н., професор
Снежкін <i>Юрій Федорович</i>	– Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., академік. НАН України
Сорока <i>Петро Гнатович</i>	– Український державний хіміко-технологічний університет, д.т.н., почесний професор
Тасімов <i>Юрій Миколайович</i>	– Віце-президент союзу наукових та інженерних організацій України
Товажнянський <i>Леонід Леонідович</i>	– Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор, член-кореспондент НАН України
Ткаченко <i>Станіслав Йосифович</i>	– Вінницький національний технічний університет, г. Вінниця, д.т.н., професор
Черевко <i>Олександр Іванович</i>	– Харківський державний університет харчування та торгівлі, ректор, д.т.н., професор
Шит <i>Михайл Львович</i>	– Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с.
Сухий <i>Константин Михайлович</i>	– ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», д. хім. н., професор

СЕКЦІЯ 4.

**ІННОВАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ,
ФАРМАЦЕВТИЧНИХ, ХІМІЧНИХ ТА ПАРФУМЕРНИХ
ВИРОБНИЦТВ**

конференції (м. Суми, 17–20 квітня 2018 р.) / редкол.: О. Г. Гусак, І. В. Павленко – Суми : Сумський державний університет, 2018. – С. 232.

7. Ляпошенко, О.О. Моделювання процесів сепарації та розробка методики розрахунку трифазного сепаратора / О.О. Ляпошенко, І.В. Павленко, Р.Ю. Усик, М.М. Дем'яненко // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій : науковий журнал. – Серія «Технічні науки». – 2015. – № 47. – Т. 1. – С. 62–66.

8. Sloboda, O., Numerical approach in aeroelasticity. / Sloboda, O., Korba, P., Hovanec, M., & Pila, J. // Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport, 2016, Vol. 93, P. 115–122.

УДК 663.26

СУЧАСНІ СЕПАРУВАЛЬНІ АПАРАТИ ДЛЯ ВИНОПРОДУКТІВ

Ковалевський К.А. проф., к.т.н., Валько М.І. проф., д.т.н., Мамай О.І. доц., к.т.н., Кузьміна Т.О. проф., д.т.н., Яковенко Т.О., асистент.

Херсонський національний технічний університет, м. Херсон

MODERN SEPARATING EQUIPMENT FOR WINE PRODUCTS

Kovalevskiy K.A., PhD in Tech.Sci., prof., Valko M.I., Dr. of Tech.Sci., prof., Mamay O.I., PhD in Tech.Sci., Associate prof., Kuzmina T.O., Dr. of Tech.Sci., prof., Yakovenko T.O., assistant

Kherson National Technical University, Kherson, Ukraine

Анотація. В статті наводяться результати досліджень щодо застосування гідроциклонів для відокремлення твердих частинок з виноградного суслу, виноградного насіння з вичавок, а також для освітлення дифузійного соку після екстракції виноградних вичавок, стічних вод та інших забруднених рідин. В результаті проведених досліджень визначені оптимальні параметри гідроциклонів при відокремленні різних твердих частинок. Запропоновано режими роботи гідроциклонів, при яких досягаються максимальні ефекти розподілу. Для розподілу використовуються різні конструкції гідроциклонів, з регулюванням отвору виходу осадів з обертовим активатором, тощо.

Ключові слова: виноградне насіння, сусло, обертовий активатор, ефект розподілу.

Abstract. The article presents the results of research on the use of hydrocyclones for separation of solid particles from grape wort, grape seeds from grease, and for clarification of diffusion juice after extraction of grape scraps, sewage and other contaminated liquids. As a result of the studies, the optimum parameters of hydrocyclones were determined in the separation of various solid particles. The operating modes of hydrocyclones are proposed, at which the maximum separation effects are achieved. For separation, various designs of hydrocyclones are used, with the adjustment of the outlet of the precipitation, and also with the rotating activator.

Key words: grape seeds, wort, adjustable cross section, rotating activator, separation effect.

Гідроциклони відносяться до класу вихрових апаратів, призначених для поділу рідких неоднорідних систем (суспензій, нестійких емульсій та газовмісних рідин) в полі відцентрових сил [1]. Завдяки простоті конструкції, компактності, високій питомій продуктивності та надійності, гідроциклони набули широкого застосування в хімічній, нафтовидобувній, гірничорудній, харчовій галузях, в енергетиці, металургії, а також в системах очищення промислових і побутових стічних вод [2]. Ці апарати вигідно відрізняються можливістю застосування в безперервних замкнутих технологічних циклах і в безвідходних виробництвах із забезпеченням порівняно високої якості розділення сумішей. Фактор поділу в гідроциклонах становить 500 ... 2000, а в гідроциклонах і мультициклонах високого тиску - до 5000.

Практичне застосування гідроциклонів в ряді галузей промисловості (цукрової, крохмале-патокової, олійно-жирової, консервної та ін.), а також позитивні результати досліджень з освітлення сусла і виноматеріалів, суспензій при переробці вторинних продуктів виноробства свідчать про можливість використання цього типу апаратів у виноробстві. Гідроциклони застосовувались у виноробстві для відокремлення виннокислого вапна від маточного розчину, для відокремлення завислих частинок від сусла при подачі його на сепаратор, для очищення цукрового сиропу в плодово-ягідному виробництві, для відокремлення кристалів винного каменю з виноматеріалу і ін. [3-5]. За кордоном гідроциклони на винзаводах використовуються, як правило, для видалення піску із сусла і захисту від зношування дорогих барабанів сепараторів [6,7].

До переваг гідроциклонів відносять простоту конструкції, відсутність обертових частин, малі габаритні розміри і велику продуктивність. Проте, незважаючи на простоту конструкції гідроциклонів, розробка

працездатного та надійного апарату вимагає проведення великого комплексу експериментальних робіт. Практика застосування гідроциклонів показує, що досвід їх установки не можна механічно переносити з одного проекту на інший. Впровадження і використання гідроциклонів у виноробстві стримується також відносно низьким у порівнянні з іншими апаратами ефектом розподілу фракцій.

Конструкція гідроциклону складається з циліндроконічного корпусу з двома штуцерами для введення рідини і виведення її після відокремлення твердих частинок та отворів в нижній частині корпусу. Для досягнення необхідного ефекту поділу на гідроциклоні необхідно ретельно аналітично обґрунтувати і експериментально визначити необхідні параметри розмірів його частин.

Одним із шляхів регулювання процесу відокремлення твердих частинок із продуктів виноробства є зміна розміру отвору штуцера нижнього зливу або зміна конструкції конічної частини.

Метою цієї роботи було визначення впливу параметрів гідроциклонів різної конструкції на ефективність відокремлення твердих частинок із різних продуктів виноробства.

Дослідження проводили на гідроциклонах, принципові схеми яких приведено на рис. 1, 2, 3.

Конструкція гідроциклону з регульованим отвором виведення осадів знайшла застосування для відокремлення твердих включень від виноградного і плодово-ягідного суслу (соку), відокремлення виннокислого вапна. Крім цього за допомогою такої конструкції можна визначати конструктивні розміри гідроциклонів для інших продуктів, наприклад, для відокремлення виноградних кісточок з потоку води з вичавками.

В результаті проведених досліджень були визначені оптимальні конструктивні розміри гідроциклонів при відокремленні різних твердих частинок. Результати представлені в табл.1.

Таблиця 1

Параметри гідроциклонів для різних твердих частинок

Параметри, мм	Для суспензій соку, сусла	Для виноградних кісточок	Для частинок каналізаційних стоків
D	60	100	120
D	20	30	40
D _{узв}	45	50	76
d _{вх}	40	50	70
d _{вих}	40	50	70
d _{гл}	8	10	12
H _{кон}	143	198	226
H _{цил}	20	30	40
α° (град)	20	20	20

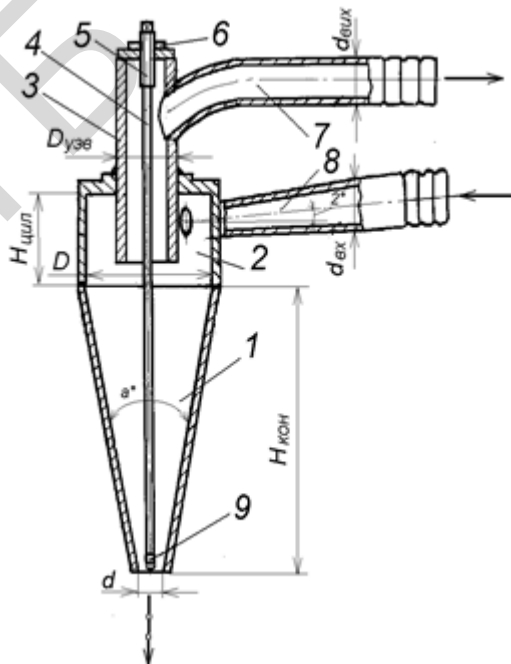


Рис. 1. Гідроциклон з регульованим отвором виведення осадів: 1 - конічна частина корпусу; 2 - циліндрична частина корпусу; 3 - вузол виведення освітленої частини продукту; 4 - стрижень клапану регулювання отвору виходу осадів; 5 - частина стрижня з різьбленням; 6 - контргайка; 7 - штуцер виведення освітленого продукту; 8 - штуцер введення продукту; 9 - клапан.

D - внутрішній діаметр циліндричної частини; $D_{узв}$ - діаметр патрубку верхнього зливу; d - діаметр нижнього зливу; $d_{вх}$ - діаметр патрубку входу суспензії; $d_{вих}$ - діаметр патрубку виходу суспензії; $d_{гд}$ - діаметр стрижня; $H_{кон}$ - висота конуса; $H_{цил}$ - висота циліндричної частини; α° - конусність.

Раніше був запропонований гідроциклон для освітлення дифузійного соку, отриманого на екстракторі безперервної дії РЗ-ВЕА [8] (рис. 2), а також дослідна модель гідроциклону з обертовим стрижнем і активатором (рис 3) [9].

Гідроциклон для освітлення дифузійного соку (рис.2) складається з циліндроконічної ємності 1, що має конусну частину 2 для відведення осаду, тангенційно встановленого патрубка 4 для подачі дифузійного соку, що підлягає освітленню, патрубка 5 для відводу освітленої фази, штоку 8, встановленого всередині ємності 1 по її висі, що закінчується голчастим клапаном і забезпеченого електромагнітним приводом. Останній складається з електромагніту 12 з тягою 11, планки 14, розміщеної на стійці 10, пружини 15, що впливає на положення планки. Від переміщення вгору планки 14, а, отже, і штока утримують гайки. Останні служать також для регулювання положення голчастого клапана по відношенню до отвору у конусній частині 2. Таким чином з їх допомогою можна регулювати розмір цього отвору.

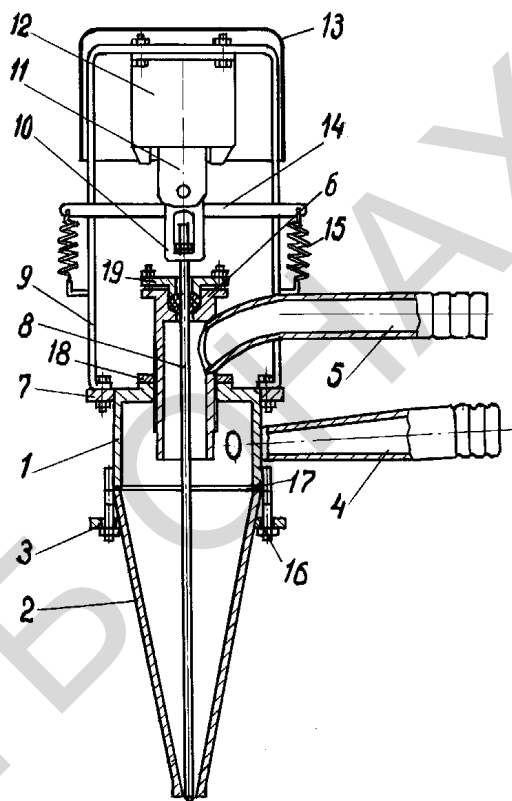


Рис. 2. Гідроциклон для освітлення дифузійного соку.

Працює гідроциклон наступним чином. В ємність 1 по патрубку 4 подається неосвітлений дифузійний сік. Під дією відцентрових сил, що виникають внаслідок завихрення рідини в ємності, домішки, що мають більшу щільність, ніж рідка фракція, відкидаються до периферії ємності і направляються по її конічній частині 2 до вихідного отвору. Через кільцевий зазор, утворений краєм отвору 2 і голчастим клапаном 8, осад виводиться з пристрою. Освітлений сік під дією тиску неосвітленого соку, що входить в гідроциклон, виводиться зовні по патрубку 5.

Осад поступово накопичується в нижній (конусній) частині гідроциклону. При цьому шток 8 з конусним накінецьником щільно закриває вихідний отвір, бо пружини 15 утримують планку 14 в потрібному положенні. Електромагнітний клапан вимкнений. В міру накопичення осаду в конусній частині або засмічення кільцевого отвору гідродинамічний тиск осаду на кінецьник штоку 8 перевищує зусилля пружин. Шток з клапаном опускається вниз на 20-30 мм, а його верхній край тягне за собою тягу електромагніту і одночасно стискає врівноважувальні пружини. В отвір конусної частини продавлюється згусток осаду, що утворився. Як тільки тиск осаду на клапан штоку зменшиться електромагнітний клапан підтягне планку 14 у вихідне положення, а пружини 15 врівноважать її. Шток 8 разом з планкою 14 піднімається і закриває вихідний отвір конусної частини. Гідроциклон без зупинки продовжує працювати.

Проведені дослідження і випробування гідроциклону довели його ефективність. Суспензія, що містить 5-8% зважених часточок перетертої вичавки та пропущена один раз крізь гідроциклон з подачею до 15 м³/год, звільняється від домішок на 50-60%. При цьому слід врахувати, що до складу зважених часток входять і дрібні частини насіння. Повторне пропускання дифузійного соку крізь гідроциклон дозволяє очистити його на 30% від твердих частинок, що залишилися після першого очищення. Третє і четверте очищення дифузійного соку дають вельми незначні результати.

Гідроциклон перевірений також в роботі з розділенням суспензій виннокислового вапна (ВКВ). Використання гідроциклону з поверненням перших порцій освітленої рідини дозволяє повністю відокремити домішки з невеликими втратами.

Гідроциклон з обертовим активатором призначений для очищення продуктів виноробства, стічних вод та інших забруднених рідин від крупних частинок (рис. 3). Його відмінністю є наявність обертового активатора, що виконує роль механізму для збільшення відцентрового впливу на частинки та роль рухомого (по вертикалі) клапана, що регулює вихідний отвір для осаду.

З метою поліпшення розподілу сил, що сприяють підвищенню швидкості потоку, вхідний патрубок виконано у вигляді напівкільця з введенням суспензії крізь два діаметрально розташованих тангенціальних отвори в циліндричному корпусі.

Привід голки з активатором, що обертається, здійснюється від електродвигуна, встановленого на ковзаючому майданчику. Останній встановлено в направляючих стійках і з'єднано з гвинтовим механізмом пересування у вертикальному напрямку.

Гідроциклон складається з циліндричного корпусу 1 з плоскою кришкою зверху та фланцевим з'єднанням 2 знизу, яким з'єднується з конічним корпусом 3. По вісі циліндричного корпусу встановлено центральний патрубок 4. Конічний корпус 3 закінчується бобишкою з різьбленням, на якому кріпиться розтруб 5. Останній є і деталлю кріплення змінного патрубку 6 і втулки 7.

По вісі циліндроконічного корпусу встановлена всередині голка 8, із закріпленням на ній активатором 9.

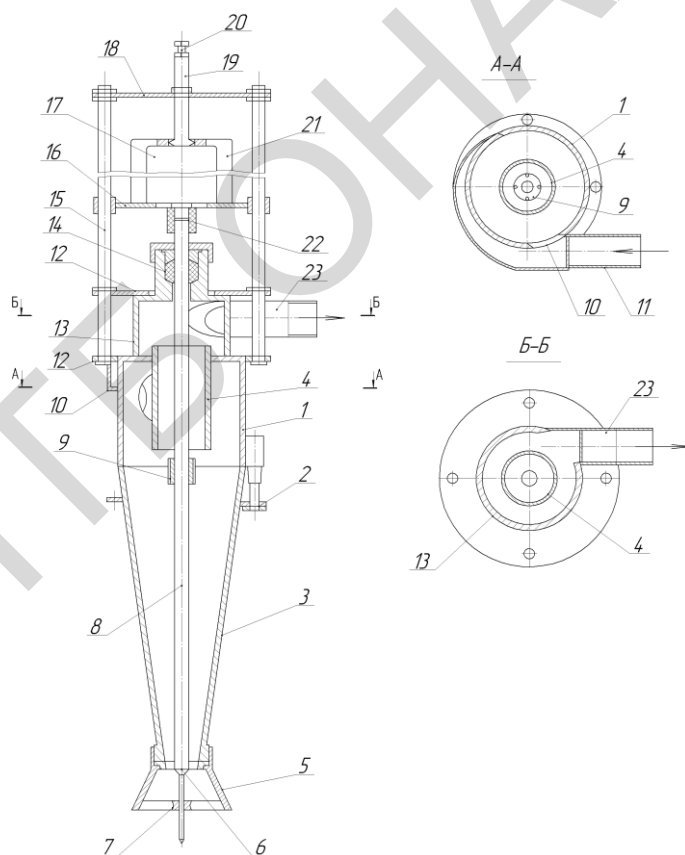


Рис. 3. Гідроциклон з активатором, що обертається.

В циліндричному корпусі виконано отвори 10, розташовані діаметрально і врізані тангенціально щодо корпусу. До корпусу прикріплений напівциліндричний штуцер введення суспензії 11. До кришки 12 циліндричного корпусу 1 кріпиться камера зливу 13, в яку з циліндричного корпусу введений центральний патрубок 4. Камера 13 зверху виконана у вигляді сальникового пристрою, що ущільнює зазор між корпусом і голкою 8. На стійках 15 жорстко закріплених до кришки 12 встановлено рухомий майданчик 16 електродвигуна 17. Стійки 15 зверху з'єднані хрестовиною 18, в центрі якої встановлена бобишка 19 де кріпиться гвинт 20.

шарнірно з'єднаний з майданчиком 16 і підвіскою 21. Вал електродвигуна 17 з'єднаний з голкою 8 еластичною муфтою 22.

Працює такий гідроциклон наступним чином. Суміш виноградних вичавків з рідиною подається під тиском насоса 0,1-0,2 МПа через штуцер введення суспензії 11. Суспензія, розділена на два рівномірних потоки подається в циліндричний корпус, де обертаючись, опускається до зливного штуцера 6. При цьому за рахунок відцентрових сил потік, що обертається, розподіляється за щільністю. Більш щільні частинки рухаються вниз по конічній поверхні і проходять крізь зливний штуцер, перекиваючи його. Більш легка фракція, обертаючись, піднімається вгору крізь центральний патрубок 4, камеру зливу 13 і патрубок верхнього зливу 23. Голка 18 обертається в напрямку обертання потоку, тому поверхню встановленого на ній активатора 9 прискорює обертання рідини, яка піднімається до патрубку верхнього зливу. Цим самим поліпшується відокремлення від потоку рідини твердих частинок, що відкидаються в потік, який рухається по поверхні конічного корпусу. За допомогою гвинта 20, бобишки 19, закріпленої до приставки 18, майданчик 16 з встановленим на ньому електродвигуном 17 можна піднімати або опускати. Разом з двигуном 17 пересувається у вертикальному напрямку і голка 8 з активатором 9. Таким чином регулюється отвір вхідного штуцера 6 і вихід осаду.

Для різних розчинів конічні корпуси були виготовлені з різною довжиною та кутом конусу. Голка під час обертання хвостовиком спирається на направляючу втулку 7, прикріплену до направляючого розтрубу 5, що дозволяє зменшити швидкість обертання осаду в момент його випуску.

Дослідження показали, що при одноразовому пропусненні суміші крізь гідроциклон ефект очищення досягає близько 50%. Тому було прийнято рішення пропускати один і той же обсяг багаторазово крізь гідроциклон. Гідроциклон був виконаний в трьох варіантах: з різним кутом нахилу і різною довжиною конусу. Результати випробувань гідроциклону з відокремленням виноградних кісточок наведені в табл. 2. Дані свідчать, що без голки активатора ефект очищення від кісточок досягає 88%, та найменша кількість рідини виходить з кісточками. Досліди проводилися з дворазовим пропуском об'єму суспензії крізь гідроциклон (конус 1), а також збільшеною тривалістю процесу (конус 2). Збільшення часу проходження рідини крізь гідроциклон сприяє збільшенню ефекту відокремлення насіння.

Таблиця 2

Результати випробувань гідроциклону

Вид сировини	Тривалість обробки, хв	Оснащення гідроциклону	Ефект відокремлення домішок, %	Кількість води з осадом, %
Конус № 1				
із завислими частинками та залишками насіння	6	З голкою, що обертається	88	3,5
	6	Без обертання голки	88	3,5
	6	Без голки	80	12,5
Конус № 2				
із завислими частинками та залишками насіння	15	З активатором, що обертається	80	15
	15	Без голки та активатора	72	7,5
	15	Без активатора з голкою, що обертається	93	6,5
	15	Без обертання голки	97	5

Проводились також дослідження з відокремлення виноградного насіння, змішаного з дріжджовою бардою. Ефект очищення в даному випадку був вищий завдяки рівномірному розподілу насіння в усьому об'ємі рідини.

Висновки

Завдяки поліпшенню розподілу потоку на вході в гідроциклон, підвищенню швидкості обертання потоку активатором, ефект очищення суспензії від домішок збільшується на 15-20%.

Для подальшого вивчення ефективності розподілу кожного продукту необхідно провести випробування гідроциклону зі збільшеною висотою і діаметром циліндричної частини корпусу, конічної частини з різними кутами конусності і величини отвору для нижнього зливу зі скла. Особливо це перспективно при застосуванні гідроциклону для відокремлення насіння від рідини з легкими завислими частинками (шкіркою). Дослідження будуть продовжені.

Література

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1971.- 784 с.
2. Боголюбовский С.Д. Исследование работы гидроциклонов и их совершенствование. Экспресс-информация. Зарубежный опыт. М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1986.– 6 с.
3. Виноградов В.А. Оборудование винодельческих заводов.- Т.1.- Симферополь: Таврида, 2002.- 416 с.

4. Зайчик Ц.Р., Литвинов А.К., Казначеева О.А. Применение гидроциклонов в виноделии. - М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1978.– №:8.– с. 1-5.
5. Литвинов А.К. Исследование работы гидроциклонов при осветлении виноматериалов: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.02.14 «Машины и аппараты пищевых производств» / А.К. Литвинов. – М., 1980. – 25 с.
6. Chiarificatori e dekanter nelle cantine vinicole. Italia. Milano.:1983.– 40 с.
7. Системы и технологические процессы от ГЕА Вестфалия Сепаратор для виноделия. Каталог концерна GEA GROUP.- М.: ООО «ГЕА Вестфалия Сепаратор Си Ай Эс», 2013.- 66 с.
8. Ковалевский К.А. Гидроциклон экстрактора РЗ-ВЭА. // Садоводство. Виноградарство и виноделие Молдавии, 1981.- №6 . – С.41-42.
9. Комплексная технология переработки дрожжевых осадков и нестандартного плодово-ягодного сырья / В.А. Виноградов, А.Д. Шанин, К.А. Ковалевский, О.И. Мамай // Магарач. Виноградарство и виноделие. - 2012. - №1.- С. 32-34.

УДК 664.723.047

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ В ПРОЦЕССАХ СУШКИ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ

Бурдо О.Г., Зыков А.В., Мордынский В.П., Светличный П.И., Пур Д.Р.
Одесская национальная академия пищевых технологий

APPLICATION OF INNOVATIVE SOLUTIONS IN DRYING AND CONCENTRATION PROCESSES

Burdo O.G., Zykov A.V., Mordynskij V.P., Svetlichnyj P.I., Pur D.R.
Odessa National Academy of Food Technologies

Аннотация. Удаление влаги из пищевого сырья является одной из ключевых и наиболее энергозатратных задач пищевых технологий. Наиболее распространенными технологиями обезвоживания являются выпаривание и сушка. При этом энергетический КПД процесса сушки в 2 и более раз меньше КПД процесса выпаривания. Одним из путей совершенствования процесса обезвоживания есть использование технологий адресной доставки энергии, при которых не формируется пограничный слой, и концентрация раствора перестает быть критичной для обезвоживания сырья, что позволяет поднять конечную концентрацию сухих веществ в продукте до 92%. Применение технологии адресной доставки энергии при сушке позволяет вместо слабого диффузионного потенциала использовать мощный механический потенциал, который способен на порядок интенсифицировать процесс массопереноса. Это связано с ростом давления в микрокапиллярной структуре сырья, в результате чего происходит выброс парожидкостной смеси. Проблемы современных вакуумных сушилок решает предложенная инновационная конструкция с двухфазным испарительно-конденсационным контуром для подвода теплоты к сырью и системой конденсации паров воды непосредственно в самой сушильной камере. Такая система энергоподвода позволяет поддерживать стабильную и равномерную температуру продукта, а удаление из камеры не пара, а конденсата значительно снизит гидродинамическое сопротивление линии отвода удаляемой влаги. Разработана модель процессов обезвоживания в вакуумных аппаратах с электромагнитным подводом энергии позволившая разработать и построить инновационные вакуумные сушилки. Испытание разработанных сушилок было проведено на различном виде пищевого сырья. С помощью тепловизионной съемки были получены термограммы процесса свидетельствующие о равномерности прогрева сырья. Специфический способ подвода энергии требует поиск новых методов оценки эффективности таких аппаратов. Предлагается для оценки энергетической эффективности использовать подходы, где учитываются затраты энергии на единицу продукта.

Abstract. Removing moisture from food raw materials is one of the key and most energy-consuming tasks of food technology. The most common technologies of dewatering are evaporation and drying. At the same time, the energy efficiency of the drying process is 2 or more times less than the efficiency of the evaporation process. One of the ways to improve the process of dewatering is the use of technologies for targeted energy delivery, in which the boundary layer is not formed, and the concentration of the solution ceases to be critical for the dehydration of raw materials, which allows raising the final concentration of solids in the product to 92%. The application of the technology of targeted energy delivery during drying allows us to use a powerful mechanical potential instead of a weak diffusion potential, which is capable of intensifying the mass transfer process. This is due to the increase in pressure in the microcapillary structure of the raw materials, as a result of which the vapor-liquid mixture is ejected. The problems of modern vacuum dryers are solved by the proposed innovative design with a two-phase evaporation-condensation circuit for supplying heat to the raw material and condensation system of water vapor directly in the drying chamber. Such an energy supply

Ляпошенко О.О., Іванов В.О., Павленко І.В. Дем'яненко М.М., Старинський О.Є., Ковтун В.В. ...	159
СУЧАСНІ СЕПАРУВАЛЬНІ АПАРАТИ ДЛЯ ВИНОПРОДУКТІВ	
Ковалевський К.А., Валько М.І., Мамай О.І., Кузьміна Т.О., Яковенко Т.О.	164
ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ В ПРОЦЕССАХ СУШКИ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ	
Бурдо О.Г., Зыков А.В., Мордынский В.П., Светличный П.И., Пур Д.Р.	169
СПОСІБ ПЕРЕРОБКИ ЯГІД ВИНОГРАДУВ НАТИВНОМУ СТАНІ	
Кепін М.І.	175
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ З ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДУ БЛОЧНОГО ВИМОРОЖУВАННЯ	
Трішин Ф.А., Светличный П.І., Трач О., Орловська Ю.В.	180
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ РОСЛИННОЇ ОЛІЇ В УМОВАХ МІНІ-ЦЕХІВ	
Осадчук П. І., Дударев І. І.	185
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЙ ДВУОКСИ УГЛЕРОДА В СОВРЕМЕННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМАХ	
Потапов В.А., Белый Д.В.	189
СИРОВИННІ РЕСУРСИ ПТАХОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	
Хомічук В.А., Усатенко Н.Ф.	192
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАМЕСА ТЕСТА – ЗАДАЧИ И ОТВЕТЫ	
Янаков В.П.	194
РОЗРОБКА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЛАСТИФІКАЦІЇ МАСЕЛ І ЖИРІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ КОНДИТЕРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	
Хомічук В.А., Гнядий А.В.	197
ИННОВАЦИОННОЕ ТЕПЛОМАССОБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ	
Грабова Т.Л., Шматок А.И., Посунько Д.В., Сильягина Н.Б., Степанова О.Е.	199
АПАРАТИ ДЛЯ СУШІННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ПОЛЕМ	
Бандура В. М., Яровий І.І., Маренченко О. І.	204