

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ХАРЧЕНКО ЄВГЕН ІВАНОВИЧ

УДК 664.717; 664.726

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА З
ВИКОРИСТАННЯМ СПРЯМОВАНИХ ПОВІТРЯНИХ ПОТОКІВ**

05.18.01 – Зберігання і технологія переробки зерна, виготовлення зернових і
хлібопекарських виробів та комбікормів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2011

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник: заслужений діяч науки і техніки України,
доктор технічних наук, професор
Шаповаленко Олег Іванович,
Національний університет харчових технологій,
завідувач кафедри технології зберігання і переробки
зерна

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Арсеньєва Лариса Юріївна,
Національний університет харчових технологій,
професор кафедри технології харчування та
організації обслуговування в ресторанах

кандидат технічних наук

Верещинський Олександр Павлович,
ТОВ «ОЛІС», генеральний директор

Захист відбудеться «18» травня 2011 р. о 10³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.06 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601 м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий «15» квітня 2011 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради, к.т.н., доц.

Ю.В. Камбулова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В Україні функціонує 156 промислових борошномельних заводів, які використовують аспіраційні та пневмотранспортні установки, що переміщують десятки тисяч метрів кубічних повітря на одну тонну виробленої продукції. Використання в технології виробництва борошна аспіраційних і пневмотранспортних установок виявило ряд супутніх негативних явищ: зниження температури повітря у виробничих приміщеннях і показників якості проміжних продуктів помелу та борошна; підвищення повітрообміну та розрідження повітря у виробничих приміщеннях; підвищення витрат енергетичних ресурсів на виробництво борошна.

Перелічені недоліки обумовлені тим, що технологічний процес виробництва борошна включає численні операції: очищення зерна, його гідротермічну обробку, подрібнення, просіювання, збагачення і транспортування продуктів помелу та зерна. Вказані технологічні процеси супроводжуються активною взаємодією продуктів помелу з робочими органами машин та повітрям. Як показує аналіз літературних джерел, відмічається вплив параметрів навколишнього середовища на технологічні процеси підготовки та помелу зерна в борошно, але дані з цього питання в літературі відсутні. Також відсутні чіткі відомості про вплив сезонних коливань параметрів повітря навколишнього середовища на показники якості готової продукції.

Дослідженнями процесів підготовки та помелу зерна в борошно займалися вчені: Я.Н. Купріц, Г.А. Єгоров, І.Т. Мерко, В.А. Моргун, Б.М. Максимчук, В.Б. Ільчук, В.А. Бутковський, І.А. Наумов, О.А. Нетребський та інші. Питаннями повторного використання повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок займалось багато дослідників: А.В. Панченко, В.С. Пальцев, Є.А. Дмитрук, Н.П. Володін, Е.А. Штокман та інші. Їх дослідження збагатили теорію і практику повторного використання повітря на борошномельних підприємствах.

На даний час відсутні комплексні дослідження температури і відносної вологості повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок щодо їх впливу на показники якості проміжних продуктів і продукції борошномельних заводів. Не достатньо досліджено ефективність очищення повітря від пилу у фільтрах-циклонах типу РЦІ та РЦІЕ з використанням нових фільтрувальних матеріалів та можливого його повторного використання.

Таким чином, актуальним є проведення досліджень по визначенню впливу параметрів повітряного середовища на технологічний процес виробництва борошна в умовах повторного використання повітряних потоків аспіраційних та пневмотранспортних систем, впливу температури та відносної вологості повітря виробничих приміщень на показники якості проміжних продуктів подрібнення і готової продукції, параметрів повітря аспіраційних і пневмотранспортних установок та удосконалення технології виробництва борошна з використанням спрямованих повітряних потоків.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження виконувались у відповідності з тематикою науково-дослідної роботи кафедри технології зберігання і переробки зерна «Удосконалення технології зберігання і оброблення зернових культур з метою отримання

кормових і харчових продуктів покращеної якості та асортименту», яка координується з науковим напрямком Національного університету харчових технологій (НУХТ) «Розроблення новітніх енерго- та ресурсозберігаючих технологій».

Мета і завдання досліджень. Метою роботи є підвищення конкурентоспроможності продукції вітчизняних борошномельних заводів за рахунок удосконалення технології виробництва борошна і поліпшення якості з використанням спрямованих повітряних потоків.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані такі завдання:

- визначити зміни температури зерна залежно від коливань температури повітряного середовища в якому відбувається його підготовка до помелу;
- визначити коливання показників якості борошна в холодний і теплий періоди року;
- дослідити процес помелу круподунстових продуктів різної вологості;
- дослідити вихід та якість борошна при різній відносній вологості повітря;
- дослідити вплив вологості повітря на зміни усушки проміжних продуктів помелу та борошна;
- дослідити зміни параметрів повітря у виробничих приміщеннях при використанні спрямованих повітряних потоків в технології виробництва борошна;
- визначити ефективність очищення повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок у фільтрах-циклонах типу РЦІ та РЦІЕ;
- встановити можливість енергозбереження при повторному використанні повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок;
- розробити удосконалену технологію виробництва борошна з використанням спрямованих повітряних потоків;
- провести промислову апробацію і впровадити удосконалену технологію виробництва борошна.

Об'єкт досліджень – технологія виробництва борошна, температурна та вологісна взаємодія повітряних потоків і зернових продуктів при підготовці зерна до переробки.

Предмет досліджень – зерно, борошно, висівки, спрямовані повітряні потоки аспіраційних і пневмотранспортних установок.

Методи досліджень – загальноприйняті, технологічні, математичні методи з використанням сучасних приладів і новітніх комп'ютерних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів. Науково обґрунтовано й удосконалено технологію виробництва борошна з використанням спрямованих повітряних потоків.

Вперше визначено вплив параметрів зовнішнього середовища на температуру зерна в зерноочисному відділенні борошномельного заводу – із збільшенням температури повітря, температура зернової маси також збільшується, що покращує ефективність технологічного процесу кондиціонування зерна.

Вперше встановлено вплив температури та відносної вологості повітря у виробничих приміщеннях борошномельного заводу на вихід та якість борошна –

із збільшенням температури та відносної вологості повітря у виробничих приміщеннях поліпшується якість борошна, збільшується його вихід.

Науково обґрунтовано вплив спрямованих повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок на показники якості зерна і продуктів його помелу.

Доведено доцільність повторного використання спрямованих повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок для усунення дисбалансу повітря та збільшення його відносної вологості і температури у виробничих приміщеннях борошномельних заводів.

Експериментально визначено температуру та відносну вологість повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок та обґрунтовано можливість енергозбереження при повторному використанні спрямованих повітряних потоків.

Науково обґрунтовано, розроблено та впроваджено у виробництво систему повторного використання спрямованих повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок для поліпшення якості та збільшення виходу борошна.

Практичне значення одержаних результатів. Використання розробленої технології з повторним використанням спрямованих повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок створює умови для ефективного ведення технологічного процесу підготовки та помелу зерна, усуває негативний дисбаланс повітря у виробничих приміщеннях борошномельного заводу. Спрямування повітряних потоків у виробничі приміщення борошномельного заводу через вогнезатримуючі пристрої дозволяє підвищити температуру та відносну вологість повітря до оптимальних меж за рахунок подачі теплого повітря аспіраційних і пневмотранспортних установок та створити сприятливі умови для ведення технологічного процесу переробки зерна у борошно, покращити його якість за рахунок меншого подрібнення високозольних оболонкових продуктів та збільшити загальний вихід борошна.

Повернення теплих повітряних потоків у виробничі приміщення зерноочисного відділення у кількості до 90 % та у розмельному до 70 % дозволяє підвищити якість продуктів помелу зерна за рахунок покращення вимелювання оболонкових продуктів та зростків ендосперму з оболонками зерна, а також зменшити витрати на опалення виробничих приміщень, знизити кількість опалювальних систем.

За результатами досліджень встановлено, що при використанні у фільтрах-циклонах РЦІ та РЦІЕ фільтрувальних матеріалів Art. R-K-5-1067201 PES – 500 залишкова запиленість повітря складає $0,53 \text{ мг/м}^3$, а при використанні матеріалу «МИФ 450 КМ» – $0,54 \text{ мг/м}^3$, що не перевищує норм за СНіП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Особистий внесок здобувача. Автор особисто приймав участь в проведенні дослідів по визначенню показників якості зерна, кількісно-якісних характеристик проміжних продуктів помелу, готової продукції, температурних та вологісних характеристик спрямованих повітряних потоків та дослідженні залишкової запиленості повітря. Планування експериментів, обговорення результатів

досліджень та їх узагальнення проводилось разом з науковим керівником д.т.н., проф. Шаповаленко О.І.

Дослідження гіроскопічних властивостей проміжних продуктів подрібнення виконувалися на базі Інституту фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського НАН України. Лабораторні дослідження проводили на кафедрі технології зберігання і переробки зерна НУХТ на лабораторному млині ЛМ-2. Виробничі дослідження виконувалися на борошномельному заводі №2 ЗАТ «ПЕРЕРОБНИК» (м.Кривий Ріг) та борошномельному заводі Оленівського комбінату хлібопродуктів (Донецька область).

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи доповідались на 74-й студентській науковій конференції (НУХТ, м.Київ, 2008 р.), 75-й науковій конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (НУХТ, м.Київ, 2009 р.), 76-й науковій конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (НУХТ, м.Київ, 2010 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні енерго- й ресурсозберігаючі технології та обладнання в хлібопекарській, кондитерській, макаронній, харчоконцентратній і зернопереробній галузях харчової промисловості» (НУХТ, м.Київ, 2008 р.), ІХ міжнародній науково-практичній конференції «Хлібопродукти-2009» (ОНАХТ, м.Одеса, 2009 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодення та перспективи» (НУХТ, м.Київ, 2010 р.).

Результати роботи апробовані і впроваджені у виробничих умовах Оленівського комбінату хлібопродуктів ДАК «Хліб України» (Донецька область) та комбінату хлібопродуктів в м.Калуш (Івано-Франківська область).

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 13 робіт, з них 7 статей у фахових виданнях затверджених ВАК України, 5 тез доповідей наукових конференцій, 1 патент України на корисну модель.

Структура дисертації. Робота складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку бібліографічних джерел (139 найменувань) та додатків. Робота викладена на 149 сторінках основного тексту, містить 31 рисунок та 35 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі окреслені передумови та обґрунтування для проведення досліджень, а також подана характеристика дисертації за рекомендованими ознаками у їх відповідній послідовності. Визначена наукова новизна і практична цінність роботи.

У першому розділі «Аналітичний огляд літератури» наведено аналіз наукових праць та публікацій, який дозволив сформулювати синтезований підхід щодо інтенсифікації виробництва борошна з використанням спрямованих повітряних потоків.

Показано вплив роботи аспіраційних і пневмотранспортних установок на технологічні процеси переробки зерна. Наведено вплив температури зерна та повітря на ведення процесів підготовки та помелу зерна в борошно. Описано напрями використання спрямованих повітряних потоків у технології виробництва борошна.

У другому розділі «Організація та методологія виконання роботи» відображено науково-методологічну базу для вирішення поставлених завдань.

Наведено характеристику технології виробництва борошна як об'єкту досліджень, показана програма досліджень, методики експериментальних досліджень помелу круподунстових продуктів, технологічних показників ефективності роботи розмелювального відділення борошномельного заводу, визначення температури зерна та продуктів його переробки, характеристик повітря та його запиленості. Результати експериментальних досліджень піддавались математично-статистичній обробці із застосуванням програмного забезпечення Microsoft Excel та Microcal Origin 5.0.

У третьому розділі «Дослідження впливу спрямованих повітряних потоків на показники якості продуктів переробки зерна» наведена характеристика готової продукції борошномельного виробництва та вибір показників оцінки ефективності ведення технологічного процесу помелу зерна.

Дослідженнями гігроскопічних властивостей проміжних продуктів подрібнення встановлено, що при різній відносній вологості повітряного середовища різні проміжні продукти поглинають різну кількість вологи. На рис. 1 наведено залежність адсорбції (a) від відношення парціальних тисків парів вологи на поверхні проміжних продуктів подрібнення (P) та парів вологи в повітрі (P_s).

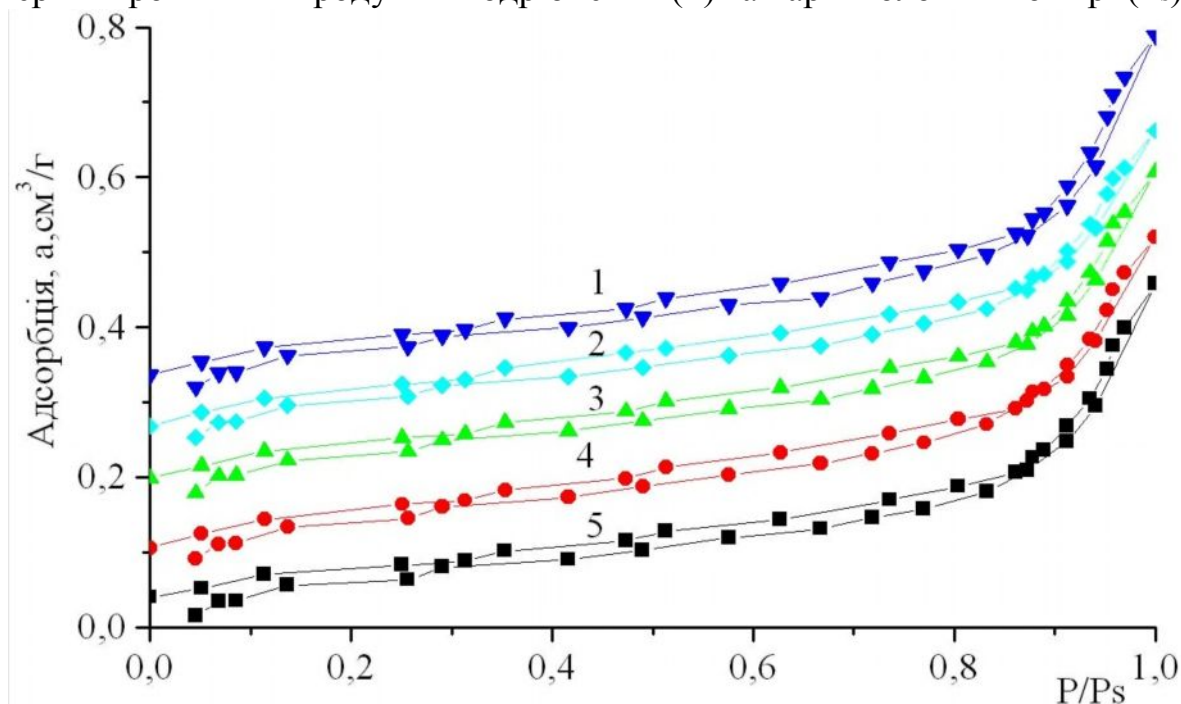


Рис. 1. Ізотерми сорбції та десорбції проміжних продуктів подрібнення:

- 1 – суміш незбагаченої середньої та дрібної крупки;
- 2 – суміш незбагаченої дрібної крупки та дунстів;
- 3 – суміш збагаченої крупної та середньої крупки;
- 4 – суміш середньої крупки, яка направлялася на 2 р.с.;
- 5 – суміш збагаченої високозольної крупної та середньої крупки, яка направлялася на 1 шл.с.

З аналізу рис. 1 видно, що незбагачені проміжні продукти подрібнення поглинають більше вологи при взаємодії з вологим повітрям, ніж проміжні продукти подрібнення, які складаються переважно із чистого ендосперму.

Дослідження роботи борошномельного заводу потужністю 500 т/добу Оленівського КХП показали, що в холодний період року для двох секцій заводу вологість зерна перед першою драною системою становила в середньому 15,2 %, а в теплий період – 16,1...16,2 %.

Аналіз коливань вологості зерна дозволив встановити, що вологість зерна перед першою драною системою в холодний період року коливалася від 14,2 до 16,6 %, а в теплий період року знаходилась в межах 15,7...16,8 %.

Дослідження показників якості зерна у різні періоди року, які відрізняються температурними показниками, показали, що у холодний період року зерно зволожується гірше ніж у теплий.

Дослідження показників якості борошна в холодний та теплий періоди року свідчать, що технологічний процес помелу зерна в теплий період року, при температурі повітря у виробничих приміщеннях 30,0...32,0°C є більш ефективним ніж у холодний період року при температурі повітря 2,0...8,0°C. Білість борошна вищого сорту в холодний період року коливалася від 50 до 61 од. приладу, а в теплий період року білість борошна вищого сорту збільшилась і коливалася від 53 до 67 од. приладу. На рис. 2 наведено частоту коливань показника білості борошна першого сорту в холодний та теплий періоди року. З аналізу рис. 2 видно, що в холодний період року білість борошна першого сорту коливалася в межах від 38 до 46 од. приладу, а в теплий від 40 до 53 од. приладу.

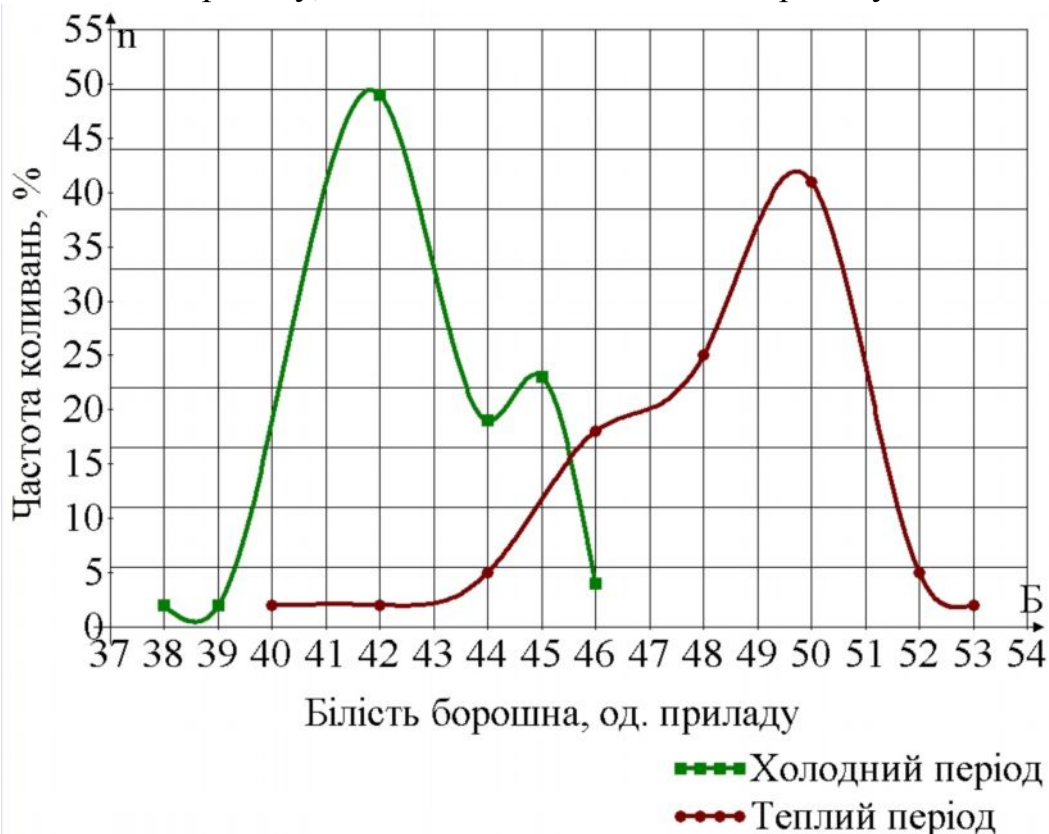


Рис. 2. Частота коливань показника білості борошна першого сорту в холодний та теплий періоди року (секція Б).

Для встановлення впливу вологості проміжних продуктів помелу на якість борошна були проведені дослідження процесу помелу круподунстових продуктів з різною вологістю.

За результатами проведених досліджень встановлено, що при зміні вологості проміжних продуктів подрібнення змінюється зольність борошна (рис. 3). При розмелюванні проміжних продуктів подрібнення на лабораторному млині ЛМ-2 на першій розмелювальній системі з вологістю 12,9 % зольність борошна становила 0,45 % (на суху речовину), при збільшенні вологості проміжних продуктів подрібнення до 16,0 % зольність борошна знизилась до 0,37 % (на суху речовину).

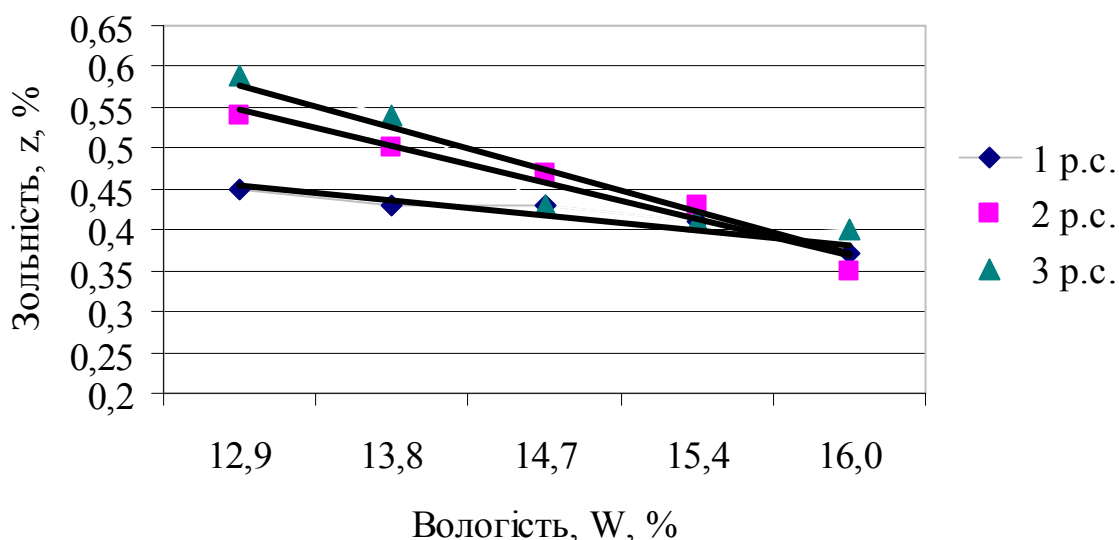


Рис. 3. Залежність зольності борошна від вологості круподунстових продуктів, які мали зольність $z = 0,67\%$ (на суху речовину).

Наведені дані свідчать про те, що із збільшенням вологості проміжних продуктів подрібнення, зольність борошна зменшується. Методом кореляційно-регресійного аналізу встановлено, що залежність зольності борошна від вологості круподунстових продуктів помелу підкоряється лінійному закону (табл. 1):

Таблиця 1

Рівняння регресії та коефіцієнт кореляції експериментальних даних

Система	Рівняння	r
1 п.с.	$Y = 0,74 - 0,02x$ (1)	0,91
2 п.с.	$Y = 1,27 - 0,05x$ (2)	0,96
3 п.с.	$Y = 1,44 - 0,06x$ (3)	0,96

Проведені в лабораторних умовах дослідження помелу проміжних продуктів різної вологості, які мали зольність до подрібнення $z = 3,44\%$ та $z = 1,10\%$ (на суху речовину) виявили, що для цих проміжних продуктів зменшення їх вологості від 16,2 до 11,4 % також збільшує зольність борошна. Під час проведення досліджень виявлено, що вологість проміжних продуктів помелу також впливає на процес просіювання у розсійнику (табл. 2). При вологості

проміжних продуктів подрібнення на 1-й розмелювальній системі 16,2 % вихід борошна становив 31,4 %, а при зниженні вологості до 14,3 вихід борошна з системи збільшився і становив 47,7 %.

Дослідженнями у виробничих умовах температури зерна при перемінних температурах повітряного середовища встановлено, що при температурі повітряного середовища 30,0...32,0°C, та відносній вологості повітря 25...30 %, температура зерна перед першою драною системою складала 32,0...33,8°C, а при зниженні температури повітряного середовища до 4,3°C при його відносній вологості 46 % температура зерна перед першою драною системою становила 11,4...11,6°C. Порівняння отриманих даних показало, що температура зерна в холодний період року у 2,8...2,9 рази нижча ніж у теплий. При підготовці зерна до помелу спостерігалось підвищення його температури не більше ніж на 10°C.

Таблиця 2

Вплив вологості на процес просіювання продуктів помелу ($z = 1,10$ % на суху речовину)

№ п/п	Найменування продукту після розмелювальних систем	Вологість, %	Вихід борошна та висівок, %	Загальний вихід борошна, %
1	Борошно 1 р.с.	16,2	31,4	40,2
	Борошно 2 р.с.		6,3	
	Борошно 3 р.с.		2,5	
	Суміш мучки та висівок		59,8	
2	Борошно 1 р.с.	15,7	36,3	59,0
	Борошно 2 р.с.		13,6	
	Борошно 3 р.с.		9,1	
	Суміш мучки та висівок		77,9	
3	Борошно 1 р.с.	15,3	42,2	68,8
	Борошно 2 р.с.		16,9	
	Борошно 3 р.с.		9,7	
	Суміш мучки та висівок		31,2	
4	Борошно 1 р.с.	14,3	47,7	71,1
	Борошно 2 р.с.		16,0	
	Борошно 3 р.с.		7,7	
	Суміш мучки та висівок		28,6	

Дослідження щодо впливу спрямованих повітряних потоків на ефективність розмелювання зерна в борошно дозволили встановити, що при їх повторному використанні підвищується температура і відносна вологість повітря у виробничих приміщеннях, що позитивно впливає на якість борошна (рис. 4).

З аналізу рис. 4 видно, що поряд із покращенням якості підвищується загальний вихід борошна. При відносній вологості повітря 50...55 % загальний вихід борошна становив 74,73 % із середньозваженою зольністю борошна 0,77 % (на суху речовину), а при відносній вологості повітря 70 % загальний вихід збільшився на 1,63 % і складав 76,36 % із середньозваженою зольністю борошна 0,65 % (на суху речовину). Білість борошна збільшилась на 5...7 од. приладу. Це

може бути пояснено тим, що проміжні продукти подрібнення, як і ціле зерно, з низькою вологістю більш крихке і руйнується при невеликій величині деформації. За рахунок підсушування, оболонки втрачають вологу і більше подрібнюються у вальцових верстатах. Із збільшенням вологості проміжні продукти подрібнення стають більше пластичними, в результаті чого величина деформації збільшується і відбувається менше подрібнення оболонок, які потрапляють в готову продукцію.

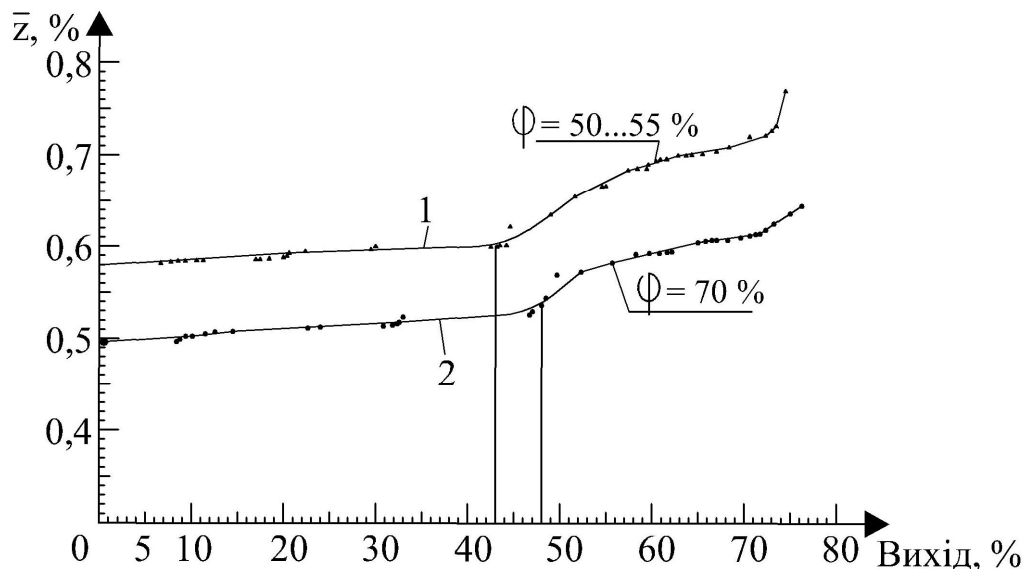


Рис. 4. Кумулятивні криві зольності борошна при різній відносній вологості повітря у виробничих приміщеннях борошномельного заводу Оленівського КХП:

- 1 – при відносній вологості повітря 50...55 % без використання спрямованих повітряних потоків;
- 2 – при відносній вологості повітря 70 % із використанням спрямованих повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок.

За рахунок взаємодії повітря та проміжних продуктів подрібнення і борошна відбувалася їх усушка. При збільшенні відносної вологості повітря у виробничих приміщеннях із 50...55 % до 70 % вологість борошна по системах технологічного процесу збільшилась (рис. 5), що свідчить про менше підсушування проміжних продуктів подрібнення та борошна.

Покращення якості борошна відбувалося за рахунок зменшення усушки проміжних продуктів помелу при подрібненні їх у вальцових верстатах. В свою чергу, підсушування проміжних продуктів подрібнення зерна також залежить від параметрів повітряного середовища у виробничих приміщеннях борошномельного заводу.

У четвертому розділі «Дослідження повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок» наведено розрахунки повітрообміну у виробничих приміщеннях борошномельних заводів. Витрати повітря аспіраційних і пневмотранспортних установок складають для типового борошномельного заводу потужністю 500 т/добу на комплектному обладнанні 217877 м³/год. При таких витратах повітря загальний повітрообмін становить 6,4 обміни за годину.

Дослідженнями встановлено, що при повторному використанні спрямованих повітряних потоків температура повітря в зерноочисному та розмелювальному відділенні борошномельного заводу збільшувалась відповідно на 2...10°C, а його відносна вологість на 20...25 %.

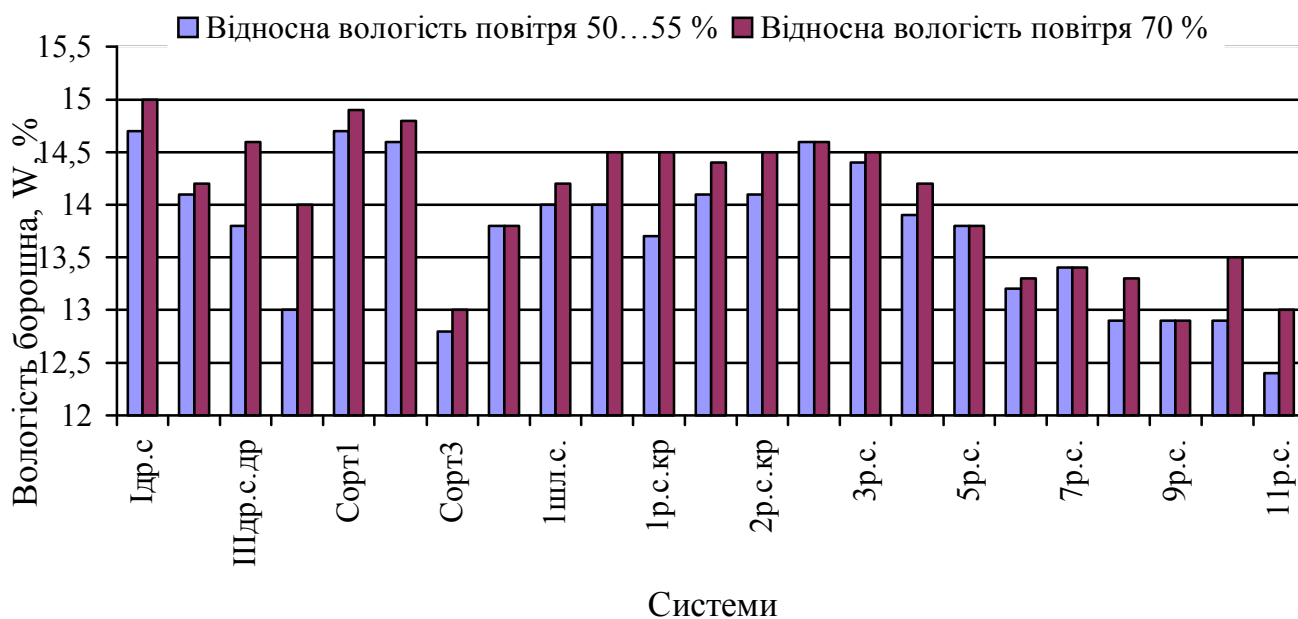


Рис. 5. Зміна вологості борошна по системах технологічного процесу при різній відносній вологості повітря у виробничих приміщеннях борошномельного заводу з використанням спрямованих повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок.

Дослідження параметрів повітря аспіраційних і пневмотранспортних установок виявили, що температура повітря аспіраційних систем зерноочисного відділення становила 16,2...17,6°C при відносній вологості 38...54 %. В розмелювальному відділенні температура повітря аспіраційних мереж складала 18,0°C при відносній вологості 52...55 %. Температура повітря пневмотранспортних установок коливалась в межах 32,0...32,8°C при відносній вологості 35...38 %. Встановлено, що теплові втрати, які відбувалися при викиданні очищеного теплого повітря в атмосферу при температурі 0°C склали 4339,3 МДж на годину (табл. 3).

Відповідно до розрахунків, при поверненні повітряних потоків аспіраційних установок зерноочисного відділення борошномельного заводу у кількості 90 %, у виробничі приміщення повертається 1069,5 МДж на годину теплової енергії. При поверненні повітряних потоків аспіраційних та пневмотранспортних установок розмелювального відділення у кількості 70 %, у виробничі приміщення повертається разом із повітрям 1867,1 МДж на годину теплової енергії, для приміщення складу готової продукції цей показник складає 338,5 МДж на годину. Сумарна кількість теплової енергії, яка повертається у виробничі приміщення становить 3275,1 МДж на годину, що дає можливість заощадити витрати на опалення.

Таблиця 3

Розрахунок тепловтрат борошномельного заводу Оленівського КХП

Секція	Відділення	№ установки	Витрати повітря, Q_{ayint} , м ³ /ГОД	Температура повітря, t_{ay} , °С	Втрати енергії, N_{ay} , МДж
Секція А	зерно-очисне	АС-1	14714	11,2	198,7
		АС-2	15050	12,0	217,8
		АС-3	9526	11,0	126,4
Секція Б		АС-4	14490	9,5	166,0
		АС-5	14600	12,4	218,3
		АС-6	9680	11,0	261,1
Всього по зерноочисному відділенню					1188,3
Секція А	розмелювальне	АС-8	14250	17,5	300,7
		ПТУ-1	13618	31,6	519,0
		ПТУ-2	12983	28,5	446,2
Секція Б		АС-1а	8538	15,0	154,5
		АС-9	14110	16,0	272,3
		ПТУ-3	13970	31,2	525,7
	ПТУ-4	12206	30,5	449,0	
Всього по розмелювальному відділенню					2667,3
Склад готової продукції		АС-10	20050	20,0	483,6
Всього по борошномельному заводу					4339,3

На основі проведених досліджень встановлено, що при поверненні спрямованих повітряних потоків у виробничі приміщення, кількість теплової енергії що повертається разом із повітрям, залежить від коефіцієнту його рециркуляції. Із збільшенням коефіцієнту рециркуляції кількість теплової енергії, що повертається у виробничі приміщення, збільшується (рис. 6).

Результати виробничих досліджень запиленості повітря двох пневмотранспортних установок показали, що при використанні фільтрувального матеріалу Art. R-K-5-1067201- PES-500, запиленість повітря не перевищувала 0,53 мг/м³, а при використанні фільтрувального матеріалу «МИФ 450 КМ» – 0,54 мг/м³, що задовольняє умовам СНіП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

У п'ятому розділі «Удосконалення технології виробництва борошна з використанням спрямованих повітряних потоків» обґрунтовано доцільність використання спрямованих повітряних потоків. Наведено вимоги до використання повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок, показано принципову схему компонування повітропроводів.

Удосконалення технології виробництва борошна з використанням спрямованих повітряних потоків полягає у створенні оптимальних умов роботи технологічного обладнання борошномельного заводу, які забезпечуються за рахунок створення науково-обґрунтованих параметрів (температури та відносної

вологості) повітря у виробничих приміщеннях, що дозволяє підтримувати необхідну вологість зерна і продуктів його переробки та отримувати готову продукцію підвищеної якості.

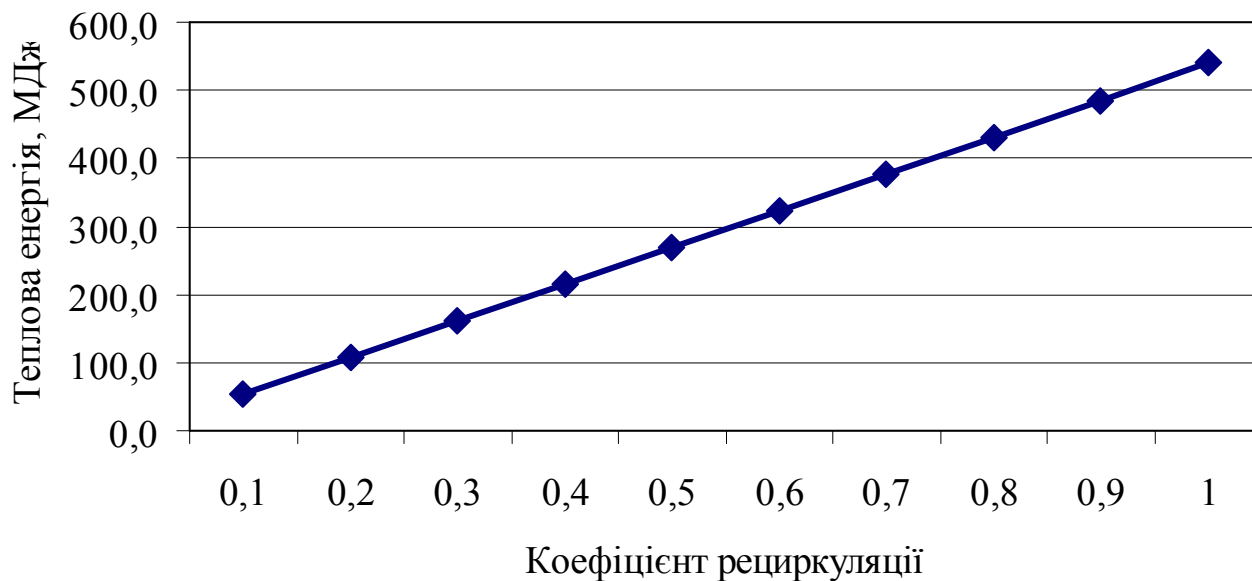


Рис. 6. Залежність кількості теплової енергії, що повертається у виробничі приміщення борошномельного заводу з повітрям пневмотранспортної установки, від коефіцієнту рециркуляції.

Розроблена схема технологічного процесу підготовки зерна до помелу відрізняється від існуючої тим, що повітря аспіраційних установок повертається у виробничі приміщення через вогнезатримуючі пристрої. Тим самим зменшується повітрообмін у виробничих приміщеннях та збільшується температура повітря у приміщеннях до 18,0...20,0°C, що сприяє підвищенню температури зерна до 15...20°C при його підготовці до помелу та відволоженні (рис. 7).

Крім того, в розробленій схемі технологічного процесу помелу зерна повітря ситовійних машин повертається у виробничі приміщення через вогнезагороджуючі пристрої на поверх, де розташовані вальцові верстати, а повітря пневмотранспортних установок повертається на поверх, де розташовані ситовійні машини, та на інші поверхи.

Тим самим досягається збільшення температури повітря до 18,0...20,0°C та відносної вологості повітря до 65...75 %, що зменшує підсушування проміжних продуктів подрібнення зерна, знижує повітрообмін виробничих приміщень і навколишнього середовища.

Очікуваний річний економічний ефект від впровадження удосконаленої технології виробництва борошна з використанням спрямованих повітряних потоків становить 6 грн. на одну тону переробленого зерна за рахунок збільшення виходу борошна високих сортів.

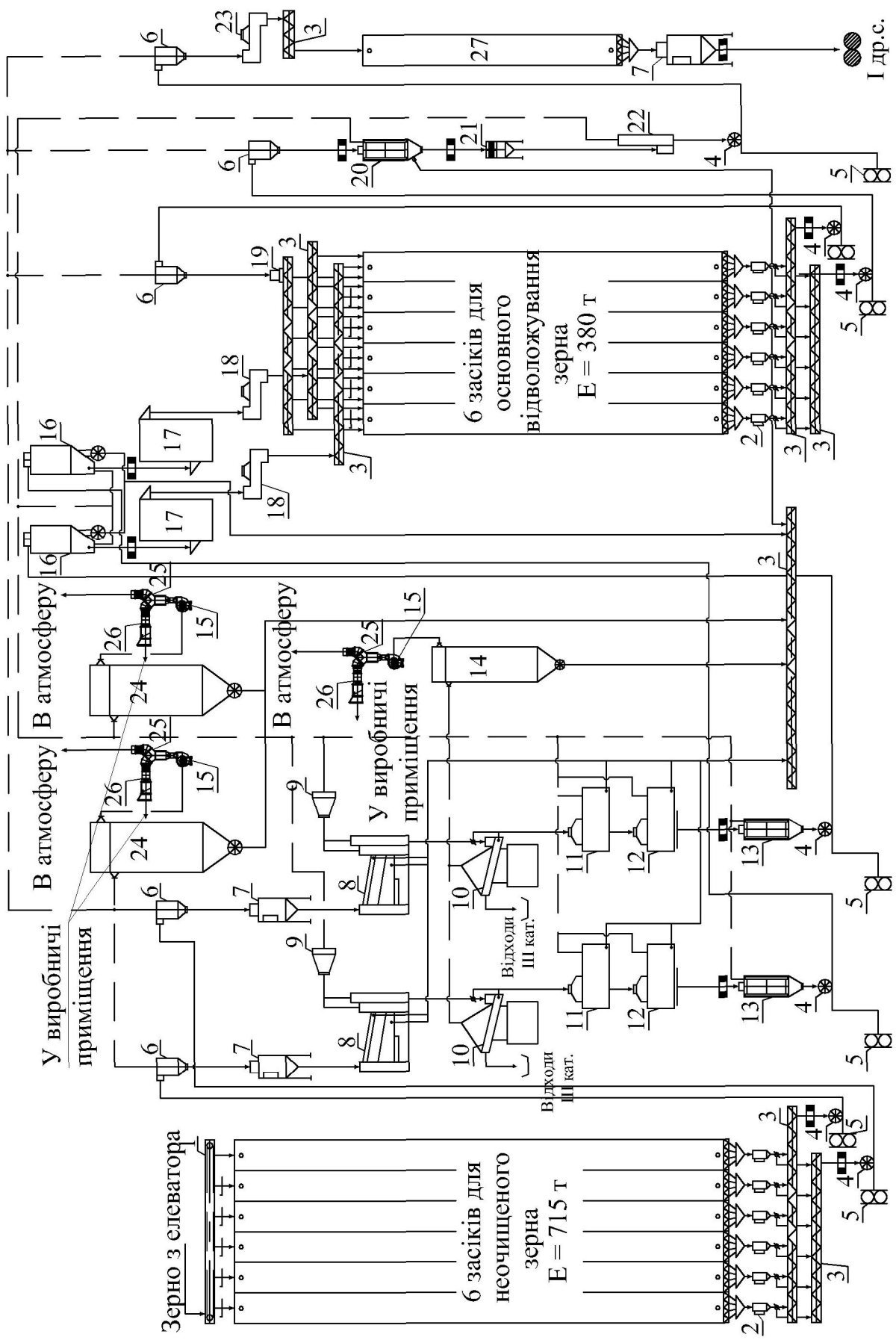


Рис. 7. Удосконалена схема технологічного процесу зерноочисного відділення Оленівського КХП (секція А):

1-конвеєр стрічковий; 2-пристрій витрати зерна УРЗ; 3-конвеєр гвинтовий; 4-шлюзовий живильник; 5-повітродувна машина ЗАФ; 6-циклон-розвантажувач У2-БРО; 7-ваги АД-50-3Е; 8-сепаратор зерноочисний А1-БІС-12; 9-горизонтальний циклон А1-БЛЦ; 10-каменевідбірник РЗ-БКТ-100; 11-трієр-кукілевідбірник А9-УТК-6; 12-трієр-вівсюговідбірник А9-УТО-6; 13-оббивальна машина РЗ-БМО-6; 14-фільтр-циклон РЦЕ-31,2-48; 15-вентилятор середнього тиску; 16-пневмосепаратор РЗ-БСД; 17-машина мокрого луцення А1-БМШ; 18-зволожувальна машина А1-БШУ-2; 19-апарат для додаткового зволоження зерна А1-БАЗ; 20-оббивальна машина РЗ-БМО-12; 21-ентолейтор-стерилізатор РЗ-БЕЗ; 22-аспіраційний канал РЗ-БАБ; 23-зволожувальна машина А1-БШУ-1; 24-фільтр-циклон РЦЕ-40,8-48; 25-перекидний клапан; 26-рециркуляційний повітропровід; 27-бункер для зволоження зерна перед І др.с.

ВИСНОВКИ

1. Проведені дослідження дозволили розробити удосконалену технологію виробництва борошна з використанням спрямованих повітряних потоків.

2. Вперше у виробничих умовах визначено температуру зерна при підготовці його до помелу та встановлено, що в теплий період року перед першою драною системою температура зерна коливалася в межах 32,0...33,8°C, а в холодний період року – 11,4...11,6°C. При проходженні зерна через технологічне обладнання під час підготовки до помелу його температура збільшувалася не більше ніж на 10°C.

3. Визначено, що при роботі борошномельного заводу в холодний період року білість борошна нижча, ніж у теплий період. Білість борошна першого сорту в холодний період року коливалася від 38 до 46 од., а в теплий період року – від 40 до 53 од. Білість борошна вищого сорту в холодний період року коливалась від 50 до 61 од., а в теплий період року – від 53 до 67 од.

4. За рахунок низьких температур (від 2,0 до 8,0°C), що викликані інтенсивним повітрообміном, середня вологість зерна перед першою драною системою в холодний період року становила – 15,2 %. В теплий період року цей показник становив – 16,2 %.

5. Досліджено процес помелу круподунстових продуктів різної вологості. Встановлено, що вологість круподунстових продуктів впливає на якість готової продукції при незмінному вмісті золи у проміжних продуктах помелу. При розмелюванні крупки із зольністю 0,67 % (на суху речовину) і вологістю 16,0 %, отримано борошно із зольністю 0,37 % (на суху речовину), при підсушуванні даних продуктів до 12,9 % та їх подрібненні зольність борошна збільшилась до 0,45 % (на суху речовину).

6. У виробничих умовах борошномельного заводу Оленівського комбінату хлібопродуктів Донецької області досліджено вихід та якість борошна при різній відносній вологості повітря у виробничих приміщеннях. При відносній вологості повітря 50...55 % загальний вихід борошна становив 74,73 %, а його середньозважена зольність становила 0,77 % (на суху речовину). При збільшенні відносної вологості повітря до 70 % загальний вихід борошна збільшився до 76,36 %, а середньозважена зольність борошна зменшилась із 0,77 % до 0,65 % (на суху

речовину). Повторне використання спрямованих повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок дозволило збільшити в приміщенні відносну вологість повітря до 65...75 % і зменшити підсушування проміжних продуктів помелу, в наслідок чого підвищилась білість борошна на 5...7 од. приладу. Вихід борошна вищого сорту збільшився на 2 % за рахунок зменшення виходу борошна першого сорту.

7. Досліджено вплив вологості повітря на зміни усушки проміжних продуктів подрібнення та борошна. Встановлено, що при відносній вологості повітря у виробничих умовах 50...55 % вологість борошна складала на I драній системі 14,7 %, на 1 розмелювальній крупній – 13,7 %, 8 розмелювальній – 13,0 %, 11 розмелювальній – 12,4 %. Доведено, що при підвищенні відносної вологості повітря у виробничих приміщеннях до 70 % вологість борошна на вказаних системах відповідно становила – 15,0; 14,5; 13,3; 13,0 %. Із збільшенням відносної вологості повітря збільшується вологість готової продукції та зменшується підсушуюча дія повітря.

8. Дослідженнями встановлено, що при повторному використанні спрямованих повітряних потоків температура повітря у виробничих приміщеннях борошномельного заводу збільшилась відповідно на 2,0...10,0°C у зерноочисному відділенні та на 2,0...10,0 % – у розмелювальному відділенні. Відносна вологість повітря збільшилась на 20...25 %. Визначено, що за рахунок інтенсивного повітрообміну в холодний період року температура повітря у робочій зоні коливалася від 2,0 до 8,0°C. Повторне використання спрямованих повітряних потоків дало можливість підвищити температуру у виробничих приміщеннях до 20,0°C.

9. Визначено ефективність очищення повітряних потоків аспіраційних та пневмотранспортних установок у фільтрах-циклонах типу РЦІ та РЦЕ. Очищення повітря у фільтрах-циклонах РЦІ та РЦЕ з використанням фільтрувальних матеріалів Art. R-K-5-1067201- PES 500 та «МИФ 450 КМ» не перевищує допустимих норм. Фактичний вміст пилу при використанні вказаних фільтрувальних матеріалів відповідно становив 0,53 мг/м³ та 0,54 мг/м³.

10. Вперше визначено, що сумарні втрати теплової енергії при роботі борошномельного заводу потужністю 500 т/добу складають 4339,3 МДж на годину при температурі атмосферного повітря 0°C. Встановлено, що при поверненні повітряних потоків аспіраційних та пневмотранспортних установок у виробничі приміщення можна зменшити енерговитрати на опалення в кількості 3275,1 МДж на годину.

11. Встановлено, що при повторному використанні спрямованих повітряних потоків аспіраційних і пневмотранспортних установок кількість повернення теплової енергії у виробничі приміщення має лінійну залежність від коефіцієнту рециркуляції.

12. Проведено промислову апробацію і впроваджено удосконалену технологію виробництва борошна з використанням спрямованих повітряних потоків на борошномельному заводі Оленівського комбінату хлібопродуктів (Донецька область) та борошномельному заводі в м.Калуш (Івано-Франківська область), що дозволило збільшити білість борошна на 5...7 од. приладу.

13. Очікуваний річний економічний ефект від впровадження удосконаленої технології виробництва борошна з використанням спрямованих повітряних потоків становить 6 грн. на одну тону переробленого зерна.

ПЕРЕЛІК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Шаповаленко О.І. Використання спрямованих повітряних потоків у технології виробництва борошна / О.І. Шаповаленко, В.Б. Ільчук, А.В. Шаран, Є.І. Харченко // Хранение и переработка зерна. – 2008. – № 2 (104). – С. 37 – 39.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації.

2. Шаповаленко О.І. Вплив стану навколишнього середовища на якість борошна / О.І. Шаповаленко, В.Б. Ільчук, Є.І. Харченко, А.В. Шаран // Хранение и переработка зерна. – 2009. – № 4 (118). – С. 29 – 31.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації.

3. Дмитрук Є. Скільки ж ми викидаємо тепла з повітрям пневмотранспортних та аспіраційних установок / Є. Дмитрук, В. Ільчук, А. Шаран, Є. Харченко // Зерно і хліб. – 2009. – № 3. – С. 50 – 51.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації.

4. Шаповаленко О.І. Дослідження температури зерна при його підготовці до розмелу / О.І. Шаповаленко, В.Б. Ільчук, Є.І. Харченко, С.М. Перцев // Хранение и переработка зерна. – 2010. – № 3 (129). – С. 45.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації.

5. Шаповаленко О. Відносна вологість повітря у розмелювальному відділенні млинзаводу істотно впливає на якість борошна / О. Шаповаленко, В. Ільчук, А. Шаран, Є. Харченко // Зерно і хліб. – 2010. – №1. – С. 41 – 42.

Особистий внесок: аналіз літературних джерел, проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації.

6. Дослідження процесу розмелу круподунстових продуктів різної вологості / Є.А. Дмитрук, В.Б. Ільчук, Є.І. Харченко, Б.І. Строй, О.Т. Шапран // Хранение и переработка зерна. – 2010. – №5 (131). – С. 50 – 51.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації.

7. Вплив підсушування продуктів розмелу на показники якості готової продукції / О.І. Шаповаленко, В.Б. Ільчук, Є.І. Харченко, А.В. Шаран // Наукові праці ОНАХТ. – Випуск 36. – 2009. – С. 104 – 106.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації.

8. Пат. 50220 Україна, МПК В 02 С 23/00. Спосіб виробництва борошна з використанням повітря аспіраційних і пневмотранспортних установок / Шаповаленко О.І., Дмитрук Є.А., Харченко Є.І., Ільчук В.Б., Шаран А.В.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. - № u 2009

13400; заявл. 23.12.09; опубл. 25.05.10, Бюл. № 10.

9. Харченко Є.І. Використання спрямованих повітряних потоків на борошномельних заводах / Є.І. Харченко, А.В. Шаран, О.І. Шаповаленко, В.А. Почеп // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 74-а наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 21–22 квітня 2008 р.: матеріали конф. – К.: НУХТ, 2008. – С. 274.

Особистий внесок: аналіз літературних джерел, участь в експериментальних дослідженнях, підготовка матеріалів до публікації.

10. Шаповаленко О.І. Розрідження повітря на борошномельних підприємствах / О.І. Шаповаленко, А.В. Шаран, Є.І. Харченко // Інноваційні енерго- й ресурсозберігаючі технології та обладнання в хлібопекарській, кондитерській, макаронній, харчоконцентратній і зернопереробній галузях харчової промисловості: Тези доп. міжнар. наук.-практ. конф., 3–6 червня 2008 р. – К.: НУХТ, 2008. – С. 31.

Особистий внесок: аналіз літературних джерел, участь в теоретичних і експериментальних дослідженнях, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації.

11. Харченко Є.І. Покращення якості продуктів розмелу при використанні спрямованих повітряних потоків / Є.І. Харченко, А.В. Шаран, О.І. Шаповаленко // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблеми харчування людства у XXI столітті: 75-а наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 13–14 квітня 2009 р.: матеріали конф. – К.: НУХТ, 2009. – Ч. 2. – С. 268.

Особистий внесок: аналіз літературних джерел, участь в теоретичних і експериментальних дослідженнях, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації.

12. Строй Б.І. Дослідження впливу вологості продуктів розмелу на якість борошна / Б.І. Строй, Є.І. Харченко, Є.А. Дмитрук, Є.І. // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 76-а наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів 12-13 квітня 2010 р.: матеріали конф. – К.: НУХТ, 2010. – Ч. 2. – С. 159 – 160.

Особистий внесок: участь в теоретичних і експериментальних дослідженнях, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації.

13. Харченко Є.І. Шляхи покращення якості і виходу борошна при переробці пшениці / Харченко Є.І., Шаповаленко О.І. // Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодення та перспективи: Тези доп. міжнар. наук.-практ. конф., 27–28 вересня 2010 р. – К.: НУХТ, 2010. – Ч. 1. – С. 110.

Особистий внесок: участь в теоретичних і експериментальних дослідженнях, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації.

АНОТАЦІЯ

Харченко Є.І. Удосконалення технології виробництва борошна з використанням спрямованих повітряних потоків: - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – Зберігання і технологія переробки зерна, виготовлення

зернових і хлібопекарських виробів та комбікормів. – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, Київ, 2011.

Дисертація присвячена підвищенню ефективності борошномельної продукції за рахунок наукового обґрунтування доцільності повторного застосування спрямованих повітряних потоків аспіраційних та пневмотранспортних установок борошномельного заводу та удосконаленню технології виробництва борошна з використанням спрямованих повітряних потоків. Встановлено вплив вологості проміжних продуктів помелу на якість борошна при розмелюванні, досліджено температуру зерна при різних параметрах повітря та якісні показники борошна. Виявлено вплив відносної вологості повітря на зольність, загальний вихід та вологість борошна. Обґрунтовано вплив повітрообміну на параметри повітряного середовища у виробничих приміщеннях борошномельного заводу. Досліджено та розраховано тепловтрати, які відбуваються при роботі аспіраційних та пневмотранспортних установок. Визначено доцільність повторного використання спрямованих повітряних потоків. Встановлено ефективність роботи фільтрів-циклонів РЦІ та РЦЕ. Проведено промислову апробацію та впроваджено удосконалену технологію виробництва борошна.

Ключові слова: показники якості борошна, проміжні продукти помелу, усушка, вихід борошна, спрямовані повітряні потоки, відносна вологість повітря, повітрообмін, витрати повітря, аспіраційні та пневмотранспортні установки, енергозбереження, рециркуляція повітря.

АННОТАЦИЯ

Харченко Е.И. Усовершенствование технологии производства муки с использованием направленных воздушных потоков: - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 – Хранение и технология переработки зерна, изготовление зерновых и хлебопекарных изделий и комбикормов. – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины, Киев, 2011.

Диссертация посвящена повышению эффективности мукомольной продукции за счет научного обоснования целесообразности повторного применения направленных воздушных потоков аспирационных и пневмотранспортных установок мукомольного завода и усовершенствования технологии производства муки с использованием направленных воздушных потоков.

Установлено влияние влажности промежуточных продуктов размолла на качество муки при измельчении. По результатам проведенных исследований определено, что при измельчении промежуточных продуктов с начальной влажностью 16,0 %, зольность муки составляла 0,37 % на первой размольной системе. При размолле промежуточных продуктов с начальной влажностью 12,9 %, зольность муки составляла 0,45 %. Анализ результатов исследования влияния влажности промежуточных продуктов размолла на качество муки в

производственных условиях подтвердил полученные результаты. Производственными исследованиями на мукомольной заводе Еленовского КХП Донецкой области установлено, что относительная влажность воздуха влияет на усушку продуктов измельчения зерна и качество муки.

Исследование воздухообмена в производственных помещениях показало, что герметизация производственных помещений приводит к повышению вакуума и снижению эффективности работы аспирационного оборудования. При свободном доступе атмосферного воздуха в производственные помещения за счет интенсивного воздухообмена в производственных помещениях наблюдается низкая температура и колебания относительной влажности воздуха, что в конечном итоге влияет на качество готовой продукции.

Определена целесообразность использования направленных воздушных потоков аспирационных и пневмотранспортных установок, что позволяет снизить воздухообмен в производственных помещениях, повысить влажность воздуха до 70 % и температуру до 20°C, улучшить качество готовой продукции. Повторное использование направленных воздушных потоков аспирационных и пневмотранспортных установок сопровождается возвратом тепловой энергии в производственные помещения.

Установлено, при использовании фильтровального материала Art. R-K-5-1067201- PES 500 и «МИФ 450 КМ» запыленность воздуха соответственно не превышает 0,53 мг/м³ и 0,54 мг/м³, что соответствует требованиям СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Проведена апробация и внедрение в производственных условиях усовершенствования технологии производства муки с использованием направленных воздушных потоков.

Ключевые слова: показатели качества муки, промежуточные продукты размола, усушка, выход муки, направленные воздушные потоки, относительная влажность воздуха, воздухообмен, расход воздуха, аспирационные и пневмотранспортные установки, энергосбережение, рециркуляция воздуха.

ANNOTATION

Kharchenko E.I. Improvement technologies of a flour with use of the directed air streams: - Manuscript.

Thesis on obtaining of scientific degree of the candidate of technical science on specialty 05.18.01 – Storage and technology of processing of grain, making of corn and breadmaking wares and mixed fodders. – National university of food technologies of Ministry of Education and science, youth and sports of Ukraine, Kiev, 2011.

The dissertation is devoted to increase of efficiency of flourmilling due to a scientific substantiation of expediency of application of the directed air streams from aspirations and pneumotransport systems in flourmills and improvement of the technologies of a flour with use of the directed air streams.

Influence of humidity of intermediate products on quality of a flour is established during milling, investigational temperature of grain at different parameters of air and quality indicators of a flour. Influence of relative humidity of air on ashes, the general yield and humidity of a flour is revealed. Influence of air exchange on parameters the air

environment in industrial premises flourmill is proved. Investigational and calculation heat loss which occur at work aspirations and pneumotransportation systems. The expediency of a reuse directed air streams is certain. It is established efficiency works of filters-cyclones RCI and RCIE. Industrial approbation and introduction improvement technologies of a flour is lead.

Keywords: parameters of quality of a flour, intermediate products of milling, shrinkage, yield of the flour, the directed air streams, relative humidity of air, air exchange, the charge of air, aspirations and pneumotransportation systems, energy-saving, recirculation of air.