

Гранулометричний склад проміжних продуктів подрібнення при двоетапному подрібненні зерна пшениці в лабораторних умовах

Харченко Є.І., кандидат технічних наук, Перегуда М.А., кандидат технічних наук, Шніпко І.П., студент
Національний університет харчових технологій

В статті наведено методику та результати дослідження двох способів подрібнення зерна пшениці у вальцьовому верстаті. За даними досліджень показано, що сумарний добуток проміжних продуктів при двоетапному подрібненні менше ніж за схемою із проміжним просіюванням продуктів подрібнення.

Ключові слова: вальцьовий верстат, гранулометричний склад, добуток проміжних продуктів подрібнення.

В статье приведены методика и результаты исследования двух способов измельчения зерна пшеницы в вальцовом станке. По данным исследований показано, что суммарный выход промежуточных продуктов при двухэтапном измельчении меньше чем при схеме с промежуточным просеиванием продуктов измельчения.

Ключевые слова: вальцовый станок, гранулометрический состав, выход промежуточных продуктов измельчения.

In clause the technique and results of research of two ways of crushing of grain of wheat in roller mill tool are resulted. According to researches it is shown, that cumulative the output of intermediate products at doublestage milling is less than at the scheme with intermediate sifting products of crushing.

Keywords: roller mill, granulometric contents, output of intermediate products of crushing

Винайдений у 1812 році Гельфенбургом вальцьовий верстат [1], постійно удосконалювався, що призводило до розвитку технології помелу зерна в борошно. Перші вальцьові верстати із двоетапним подрібненням були відомі у другій половині XIX століття, їх конструкції можна зустріти у роботах П. Афанасьєва, К. Зворикіна, П.А. Козьміна тощо [2, 3].

Розробки компанії BUEHLER призвели до нового етапу в розвитку цих верстатів в кінці 80-х років XX століття. Поява вісьмивальцьових верстатів спонукала розробку нових технологічних схем помелу зерна в борошно [4, 5] і підвищеної зацікавленості дослідників [6, 7] до вивчення режимів роботи обладнання. В літературних джерелах наводяться схеми технологічного процесу [4, 5], але невідомим залишається питання режимів подрібнення зерна та виходу проміжних продуктів подрібнення, оскільки ці дані є комерційною таємницею багатьох компаній, які пропонують технології помелу зерна в борошно із використанням вісьмивальцьових верстатів.

У зв'язку з цим була поставлена мета дослідити гранулометричний склад проміжних продуктів подрібнення I-ї та II-ї драгих систем при послідовному подрібненні зерна пшениці без просіювання та за класичною схемою – із просіюванням продуктів помелу після I-ї драгої системи, за однакових умов.

Подрібнення зерна пшениці здійснювали на лабораторному млині ЛМ-2, режими подрібнення зерна та проміжних продуктів подрібнення на протязі всього експерименту залишалися незмінними. Перед помелом зерно пшениці очищали на лабораторному сепараторі ЗЛС та зволожували до вологості 15,5 %. Показники якості пшениці наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Показники якості пшениці під час проведення досліджень

Показники якості зерна	Значення показників	
	до підготовки	перед I драною системою
Вологість, %	13,2	15,5
Скловидність, %	–	50,5
Засміченість, %	2,5	0,5
Натура, г/л	–	728
Зернова домішка, %	2,3	1,9

Було проведено дві серії досліджень в першій серії зерно пшениці подрібнювалося на вальцях I-ї та II-ї драної систем із проміжним просіюванням після I-ї драної системи у розсійнику установки ЛМ-2. Після проходження через вальці продукт відбирався за допомогою лотка у чотирьох повторностях і просіювався на наборі сит за схемою наведеною на рисунку 1, після чого кожний продукт зважувався, перераховувався у відсотки до маси відібраного зразка і на основі цих даних будувалися гранулометричні характеристики проміжних продуктів подрібнення. Сходовий продукт сита 1,0 (1000 мкм) при побудові гранулометричних кривих не приймався до уваги, оскільки цей продукт за своїми розмірами відносився до сходового продукту, відповідно до загальноприйнятої класифікації проміжних продуктів подрібнення зерна пшениці.

В другій серії досліджень продукт подрібнення аналогічно, відбирався для аналізу після вальців I-ї та II-ї драної систем, але на II-гу драну систему продукт подавався без просіювання у розсійнику установки ЛМ-2. Таким чином здійснювалася імітація роботи вальцьового верстата із двоетапним подрібнюванням. На рис. 2 наведено технологічні схеми двох серій експериментів по подрібненню у лабораторній установці ЛМ-2.

Продукти подрібнення

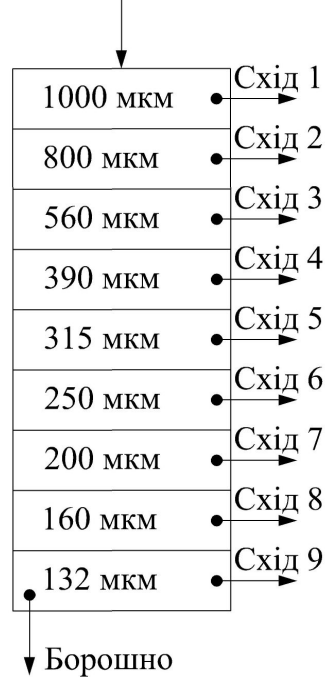


Рис. 1. Схема просіювання зразків продуктів подрібнення при дослідженні гранулометричних характеристик.

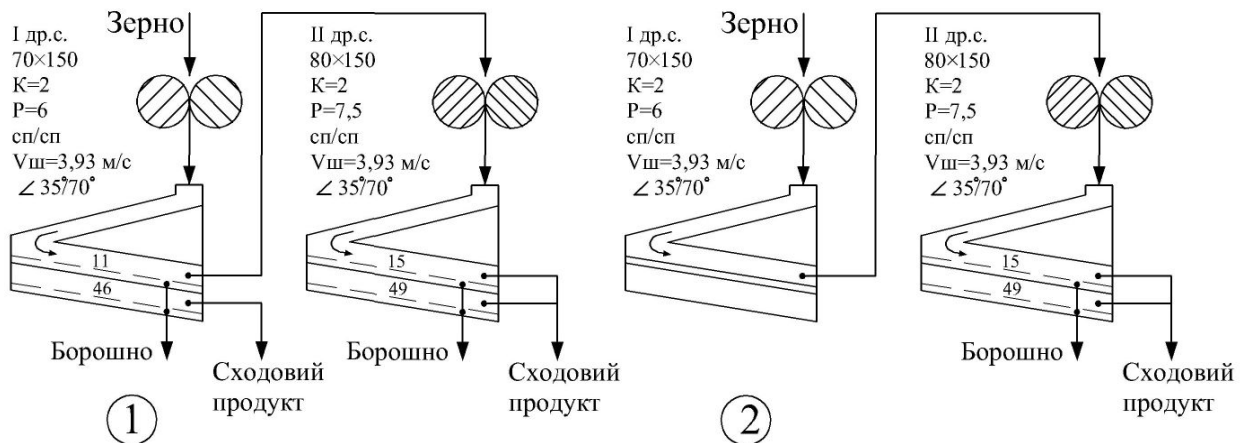


Рис. 2. Схеми проведення досліджень:

1-класична схема подрібнення зернопродуктів в установці ЛМ-2;

2-схема подрібнення зернопродуктів без проміжного просіювання.

Розмір частинок визначали як середнє арифметичне двох сит, проходом і сходом яких отримано фракцію продукту.

Добуток продуктів подрібнення зерна пшениці на I драній системі становив 50,4 %, добуток продуктів подрібнення на II драній системі за схемою 1 становив 39,0 %. За схемою 2 режим подрібнення II драної системи збільшився на 17 % і становив 56,0 %. Збільшення загального добутку продуктів подрібнення на II драній системі є результатом того, що борошно та крупки, які не висіялися на ситах I-ї драної системи дали приріст добутку продуктів на II-й драній системі.

На рис. 3 наведено інтегральні (сумарні) криві гранулометричного складу продуктів подрібнення двох серій досліджень.

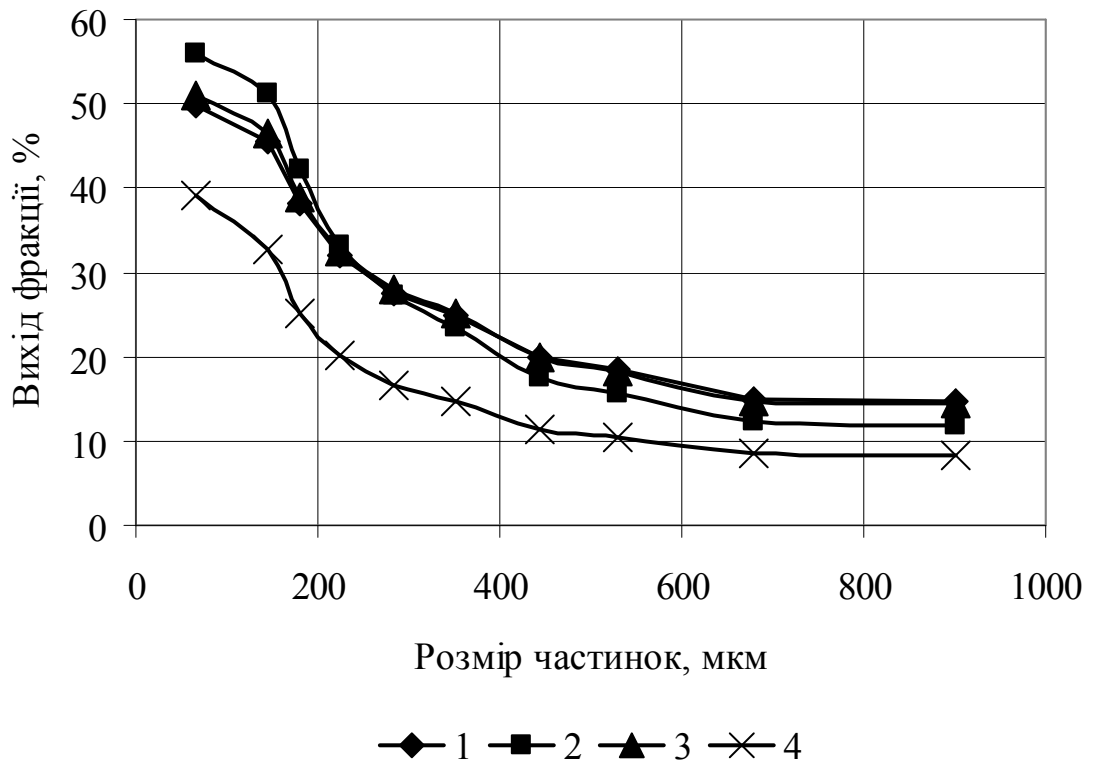


Рис. 3. Гранулометричний склад проміжних продуктів подрібнення:

1 – інтегральна крива при двоетапному подрібненні продуктів помелу I-ї драної системи (схема 2);

2 – інтегральна крива продуктів подрібнення I та II драної систем при двоетапному подрібненні без проміжного просіювання (схема 2);

3 – інтегральна крива продуктів подрібнення I драної системи за класичною схемою подрібнення (схема 1);

4 – інтегральна крива продуктів подрібнення II драної системи за класичною схемою подрібнення (схема 1).

Із рис. 3 бачимо, що інтегральні криві 1 та 3 практично співпадають, що свідчить про відносно незмінні режими подрібнення I драної системи. Інтегральна крива 4, яка характеризує добуток круподунстових продуктів II-ї драної системи за класичною схемою подрібнення, лежить нижче за інші, що говорить про менший добуток круподунстових продуктів на даній системі. Інтегральна крива 2 навпаки лежить вище всіх інших і характеризує вихід круподунстових продуктів II-ї драної системи, які отримано без проміжного просіювання, що свідчить про перехід усіх круподунстових продуктів I-ї драної системи у продукти II драної системи.

Із даних рис. 3 можна зробити висновок, що послідовне подрібнення круподунстових продуктів без проміжного просіювання дало в сумі на I та II драних системах 89,9 % продуктів, в той час як загальний добуток продуктів подрібнення без проміжного просіювання після II драної системи становив 55,8 %, що на 34,1 % менше ніж за схемою 1. Таку різницю добутоків продуктів можна пояснити тим, що на кожному етапі подрібнення утворюються частинки різної дисперсності. У складі цих сумішей є такі частинки, які не повинні піддаватися подрібненню на наступних системах (борошно). Оскільки, залишившись в загальній масі продуктів подрібнення, вони сприймають на себе частину діючих зусиль, грають роль демпфера, впливають на вибір кінематичних параметрів, частково переподрібнюються і тим самим різко знижують потенціальну технологічну ефективність етапу процесу. Давно відмічено в інших галузях господарства

«гальмуючий» вплив готової за крупністю продукції, що присутня у проміжних продуктах подрібнення на перебіг процесів подрібнення [8]. Саме тому існує правило: «нічого зайвого не подрібнювати», оскільки це призводить до перевитрат енергії на процеси подрібнення [8].

Аналіз добутку круподунових продуктів при різних схемах подрібнення показав, що при незмінному режимі подрібнення I драної системи, незалежно від схеми подрібнення добуток проміжних продуктів суттєво не змінився, проте відбулися зміни виходу круподунових продуктів після вальців II-ї драної системи. Порівняльний аналіз добутку проміжних продуктів II драної системи при різних схемах подрібнення, який наведено у табл. 2, показав, що вихід крупної крупки незалежно від схеми подрібнення залишився незмінним, вихід усіх інших продуктів збільшився при подрібненні зернопродуктів за схемою 2 (двоетапне подрібнення). Але сумарні виходи цих продуктів за схемою 1 більші ніж при подрібненні зернопродуктів за схемою 2.

Таблиця 2

Порівняльний аналіз виходів круподунових продуктів при різних схемах подрібнення, у %

Продукт	Схема 1			Схема 2			Різниця виходів продуктів за схемами
	I др.с.	II др.с.	Разом	I др.с.	I др.с.+II др.с.	Разом	
Крупна крупка	12,2	13,8	26,0	11,9	13,7	13,7	12,3
Середня крупка	10,9	8,7	19,6	10,5	15,1	15,1	4,5
Дрібна крупка	7,9	5,1	13,0	7,7	9,5	9,5	3,5
Дунсти	5,4	3,1	8,5	5,2	5,6	5,6	2,9
Борошно	14,5	8,3	22,8	14,6	11,9	11,9	10,9
Всього			89,9			55,8	34,1

За схемою 1 сумарний вихід крупної крупки на I та II драних системах становив 26,0 %, що на 12,3 % більше ніж вихід крупної крупки при двоетапному подрібненні на I та II драних системах без проміжного просіювання за схемою 2. Сумарний вихід середньої крупки на I та II драних системах за схемою 1 становив 19,6 %, що на 4,5 % більше ніж аналогічний вихід середньої крупки отриманої при подрібненні за схемою 2. сумарний вихід дрібної крупки за схемою 1 становив 13,0 %, а за схемою 2 – 9,5 %, що на 3,5 % менше ніж за схемою без проміжного просіювання. Аналогічно при подрібненні за схемою 2 вихід дунстів зменшився на 2,9 %, борошна – на 10,9 % ніж за загально прийнятою схемою. Доцільно провести виробничі дослідження для підтвердження отриманих результатів, оскільки вони є достатньо суперечливими.

Незважаючи на переваги двоетапного подрібнення, такі як: зменшення експлуатаційних витрат, зменшення витрат електроенергії на пневмотранспорт, зменшення обороту продуктів, зменшення кількості обладнання та підвищення питомих навантажень на одиницю обладнання не можна однозначно рекомендувати двоетапне подрібнення на перших двох драних системах з точки зору збільшення кількості круподунових продуктів. Проф. В.А. Бутковський [9] також обережно характеризує переваги вісьмивальцових верстатів в технології борошномельного виробництва. Отримані результати вказують на необхідність подальших

досліджень двоетапного подрібнення зерна та проміжних продуктів у виробничих умовах з метою встановлення особливостей функціонування подібних технологічних схем в борошномельному виробництві.

Література:

1. Хусид, С.Д. Измельчение зерна на молотковых мельницах. – М.: Заготиздат, 1947. – 126 с.
2. Зворыкин, К. Курс по мукомольному производству. – Харьков: Типография Зильберберга, 1894. – 620 с.
3. Козьмин, П.А. Мукомольно-крупяное производство. Изд. 4-е. – М.: Гостехиздат, 1926. – 469 с.
4. Бутковский, В.А. Технологии зерноперерабатывающих производств./В.А. Бутковский, А.И. Мерко, Е.М. Мельников. – М.: Интеграф сервис, 1999. – 472 с.
5. Бутковский, В.А. Современная техника и технология производства муки./В.А. Бутковский, Л.С. Галкина, Г.Е. Птушкина. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 319 с.
6. Fistes A., Tanovic G., Mastilovic J. Using the eight-roller mill on the front passages of the reduction system./Journal of Food Engineering. 85 (2008). – p.296-302.
7. Давыдов, Р.С. Совершенствование этапа крупобразования сортового помола пшеницы: дис. ... канд. техн. наук. – ОНАПТ. – Одесса, 2013. – 184 с.
8. Сиденко, П.М. Измельчение в химической промышленности. – М.: Химия, 1968. – 384 с.
9. Бутковский, В.А. Технологии зерноперерабатывающих производств / В.А. Бутковский, А.И. Мерко, Е.М. Мельников. – М.: Интеграф сервис, 1999. – 472 с.