

Kurmangaliyev, M.R., Nekrasov, W.G. (1970), "Aerodynamics model cyclone chamber to the upper input and output gas under isothermal conditions" ["Aerodynamika modeli tsykloinoi kamery z verkhnim vvodom ta vyvodom haziv v izotermichnykh umovakh"], *Problems of power engineering and applied Thermophysics*, No. 6, pp. 106-111.

Якуба Олександр Родіонович, д-р техн. наук, проф., кафедра інженерних технологій харчових виробництв, Сумський національний аграрний університет. Адреса: вул. Г. Кондрат'єва, 160, м. Суми, Україна, 40021.

Якуба Александр Родионович, д-р техн. наук, проф., кафедра инженерных технологий пищевых производств, Сумской национальной аграрный университет. Адрес: ул. Г. Кондратьева, 160, г. Сумы, Украина, 40021.

Yakuba Alexander, Doctor of technical Sciences, Professor, Department of Engineering and technology of food manufactures, Sumy national agrarian University. Address: G. Kondratiev, str. 160, Sumy, Ukraine, 40021.

Савченко-Перерва Марина Юрївна, асист., кафедра інженерних технологій харчових виробництв, Сумський національний аграрний університет. Адреса: вул. Г. Кондрат'єва, 160, м. Суми, Україна, 40021. Тел.: (0542) 63-25-70, 0993834398; e-mail: marina.saw4encko2011@yandex.ua.

Савченко-Перерва Марина Юрьевна, ассист., кафедра инженерных технологий пищевых производств, Сумской национальной аграрный университет. Адрес: ул. Г. Кондратьева, 160, г. Сумы, Украина, 40021. Тел.: (0542) 63-25-70, 0993834398; e-mail: marina.saw4encko2011@yandex.ua.

Savchenko-Pererva Marina, Department of Engineering and technology of food manufactures, Sumy national agrarian University. Address: G. Kondratiev, str. 160, Sumy, Ukraine, 40021. Tel.: (0542) 63-25-70, 0993834398; e-mail: marina.saw4encko2011@yandex.ua.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. В.О. Потаповим.
Отримано 15.03.2015. ХДУХТ, Харків.*

УДК 664.6/.7:621.926

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ВИХОДУ БОРОШНА ВІД ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПОМОЛЬНОГО МОДУЛЯ

Ю.І. Токолов, П.В. Гурський, О.В. Богомолов, М.І. Домніч

У ході експериментальних досліджень обдирного процесу подрібнення зерна пшениці на експериментальній установці визначено залежності виходу борошна від частоти обертання робочих органів і кількості точок контакту зернового матеріалу з подрібнювальними вальцями.

Ключові слова: борошно, подрібнення, частинка, вальці.

© Токолов Ю.І., Гурський П.В., Богомолов О.В., Домніч М.І., 2015

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЫХОДА МУКИ ОТ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОМОЛЬНОГО МОДУЛЯ

Ю.И. Токолов, П.В. Гурский, А.В. Богомолов, М.И. Домнич

В ходе экспериментальных исследований обдирочного процесса измельчения зерна пшеницы на экспериментальной установке определены зависимости выхода муки от частоты вращения рабочих органов и количества точек контакта зернового материала с измельчающими вальцами.

Ключевые слова: мука, измельчение, чистяща, валцы.

RESEARCH OF THE DEPENDENCE OF FLOUR EXTRACTION ON FREQUENCY OF WORKING ORGANS ROTATION IN GRINDING DOWN MODULE

Y. Tokolov, P. Gurskiy, O. Bogomolov, M. Domnich

During the experimental studies of roughing the milling process of wheat grain on the experimental installation the dependencies of flour extraction rate on the speed of working bodies and the number of contact points with the grain of the material grinding rollers are determined.

It is determined that the increase of rotation frequency of working organs in the process of flour extraction goes down with the size of particles of 125...129 μm on 3,3...5%, and the exit of flour with the particles of 130...135 μm does not depend on rotation frequency of working organs. Maximal exit of flour 26,2 \pm 2% is observed from the work of three pairs of working organs.

Keywords: flour, grinding, particles, shallow rollers.

Постановка проблеми у загальному вигляді. В Україні борошно є сировиною для найбільш важливих продуктів харчування, тому виробництво цього товару в країні вважається стратегічним. Офіційно зареєстровані статистикою обсяги виробництва борошна в Україні за останні роки коливалися в межах 3 млн т [1].

Борошно – порошкоподібний продукт із розміром частинок 125...131 мкм, отриманий під час подрібнення зерна хлібних злаків (жита, пшениці та ін.). Борошно розділяють на види, типи та гатунки. Залежно від технологічних особливостей і призначення існує хлібопекарське, макаронне та кондитерське пшеничне борошно [2; 3].

Для переважної більшості людей, які населяють нашу планету, продукти з борошна є основними та незамінними продуктами харчування. Таке високе значення зумовлене високою поживною цінністю, а також тим, що виробництво хлібопродуктів є найдешевшим способом одержання харчових продуктів [4, 5].

У той же час зерно є дорогою сировиною, тому важливо використовувати його з найвищою ефективністю, тобто забезпечити максимальний вихід готової продукції необхідної якості за мінімальних питомих експлуатаційних витратах. Для оцінки ефективності технологічного процесу як критерію найбільш раціонально використовувати показник виходу продуктів помелу під час подрібнення зерна для отримання борошна.

Мета статті. Метою статті є встановлення залежності виходу борошна під час обдирного процесу від частоти обертання робочих органів і кількості робочих пар вальців під час подрібнення зернового матеріалу між рифленими робочими органами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Ефективна робота борошномельного обладнання характеризується відсотковим виходом борошна різних гатунків. Вихід борошна – це кількість борошна, яка виражена у відсотках до маси зерна, що переробляється. Для досліджень використовували озиму пшеницю склоподібністю 52% з вологістю 13%. Дослідження обдирного процесу проводилися на експериментальній установці для виробництва борошна з трьома парами подрібнювальних вальців (рис. 1) зі співвідношенням частот обертання повільнообертового вальця до швидкообертового 1:1,4, зазорами між робочими органами 1, 0,6, 0,3 мм відповідно, за різних частот обертання робочих органів із різною кількістю робочих пар вальців.

Дослідження процесу подрібнення здійснювали таким чином: спочатку подрібнення зернового матеріалу відбувалося між вальцями із зазором 1 мм із подальшим відділенням частини борошна та висівок на ситах розміром 125, 128, 131, 133 та 135 мкм. Дунст і крупка відправлялися на подрібнення між вальцями із зазором 0,6 мм, а потім 0,3 мм із подальшим відділенням борошна та висівок на ситах. Ця послідовність витримувалася за умови роботи однієї пари вальців (1 точка контакту), потім двох пар (2 точки контакту) та трьох пар вальців (3 точки контакту). Дослідження проводилися на різних частотах обертання вальців у діапазоні 400...600 об/хв із інтервалом 50 об/хв за допомогою частотного перетворювача для асинхронних електродвигунів.

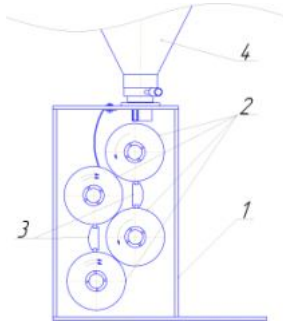


Рис. 1. Помольний модуль експериментальної установки для виробництва борошна: 1 – корпус; 2 – рифлені вальці (робочі органи); 3 – підпружинені щітки; 4 – живильник із дозатором

Результати виходу борошна під час подрібнення зернового матеріалу наведені на рис. 2, 3, 4.

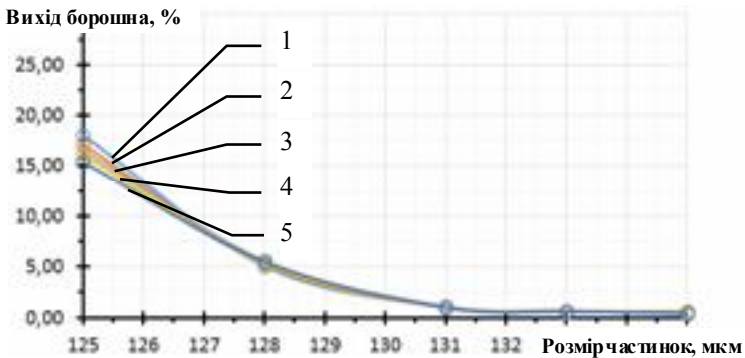


Рис. 2. Вихід борошна за умови роботи однієї пари вальців і за різних частот обертання робочих органів: 1 – 400 об/хв; 2 – 450 об/хв; 3 – 500 об/хв; 4 – 550 об/хв; 5 – 600 об/хв

Установлено (рис. 2), що за умови роботи однієї пари вальців за частоти обертання робочих органів 400 об/хв вихід борошна з частинками розміром 125 мкм із зернівки максимальний, але становить $18,1 \pm 2\%$, ймовірно тому, що за однієї точки контакту зерно не повністю подрібнюється до необхідного розміру частинок за цієї частоти обертання

подрібнювальних вальців. За частоти обертання робочих органів 600 об/хв вихід борошна мінімальний і становить $15,4 \pm 2\%$. Вихід борошна з частинками розміром 127 мкм і більше відрізняється несуттєво за будь-яких частот обертання робочих органів.

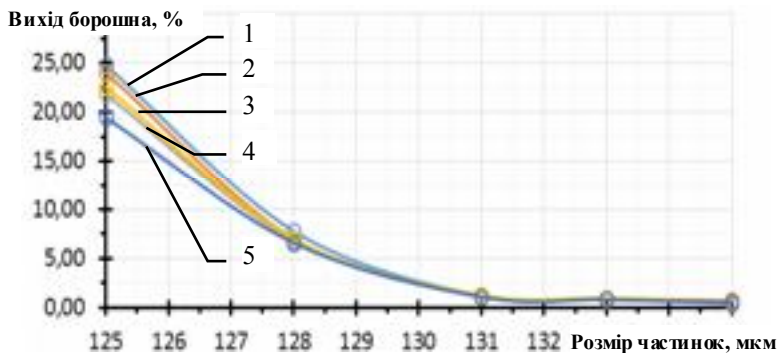


Рис. 3. Вихід борошна за умови роботи двох пар вальців і за різних частот обертання робочих органів: 1 – 400 об/хв; 2 – 450 об/хв; 3 – 500 об/хв; 4 – 550 об/хв; 5 – 600 об/хв

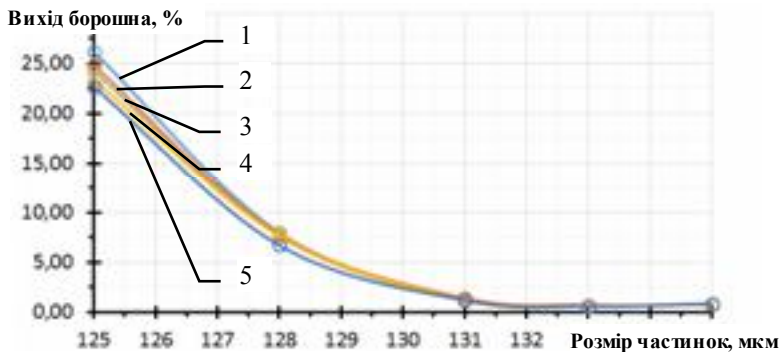


Рис. 4. Вихід борошна за умови роботи трьох пар вальців та різних частот обертання робочих органів: 1 – 400 об/хв; 2 – 450 об/хв; 3 – 500 об/хв; 4 – 550 об/хв; 5 – 600 об/хв

Доведено (рис. 3), що за умови роботи двох пар вальців за частоти обертання робочих органів 400 об/хв вихід борошна з частинками розміром 125 мкм із зернівки максимальний і становить $24,8 \pm 2\%$, що на

6,7% більше ніж за умов роботи однієї пари вальців, а за частоти обертання робочих органів 600 об/хв вихід борошна мінімальний і становить $19,5 \pm 2\%$, що на 4,2% більше ніж під час подрібнення за умови роботи однієї пари вальців. Вихід борошна з частинками розміром 130 мкм і більше відрізняється несуттєво за будь-яких частот обертання робочих органів.

Як показав аналіз графіків (рис. 4), у разі роботи трьох пар вальців за частоти обертання робочих органів 400 об/хв вихід борошна з частинками розміром 125 мкм із зернівки максимальний і становить $26,2 \pm 2\%$, що на 1,4% більше, ніж за умови роботи двох пар вальців, а за частоти обертання робочих органів 600 об/хв вихід борошна мінімальний і становить $22,7 \pm 2\%$, що на 3,2% більше, ніж під час подрібнення в разі роботи двох пар вальців. Вихід борошна з частинками розміром 130 мкм і більше відрізняється несуттєво за будь-яких частот обертання робочих органів.

Висновки. На основі проведених досліджень встановлено, що вихід борошна під час обдирного процесу з розміром частинок 125...129 мкм залежить від частоти обертання робочих органів і кількості точок контакту зернового матеріалу з подрібнювальними органами, при цьому збільшення частоти обертання робочих органів від 400 до 600 об/хв призводить до зменшення відсоткового виходу борошна на 3,3...5,3%, ймовірно, внаслідок того, що за умови збільшення частоти обертання робочих органів зменшується час на подрібнення частин зернівки, а залишкова пружна деформація частин зернівки не дає подрібнення. Вихід борошна під час обдирного процесу з розміром частинок 130...135 мкм не залежить від частоти обертання робочих органів, можливо, тому, що борошно з таким розміром частинок може утворюватися під час здріння дунсту та крупок в розмельному процесі, а під час обдирного процесу крихка частина ендосперму зернівки розколюється до розміру крупки або дунсту, проходить між рифленими вальцями, не взаємодіючи з ними.

Доведено, що максимальний вихід борошна під час процесу ($26,2 \pm 2\%$) з розміром частинок 125 мкм спостерігається за умови роботи трьох пар вальців, а мінімальний – у разі роботи однієї пари вальців. Очевидно, що за умови роботи однієї пари вальців не всі частинки зерна подрібнюються до необхідного розміру, а під час роботи трьох пар вальців отримуємо більш повне подрібнення зернівки під час драного процесу.

Список джерел інформації / References

1. Оносова І. А. Порівняльна характеристика системи стандартів якості пшениці в Україні та країнах ЄС / І. А. Оносова, О. Г. Бровко // Прогресивні

техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. – X. : ХДУХТ, 2012. – Вип.2 (16). – С. 190–198.

Onosova, I.A., Bvukov, O.G. (2012), «Comparative description of the system of standards of quality of wheat in Ukraine and countries of EC», *A technique and technologies of food productions of restaurant economy and trade are progressive* [“*Porivnylna harakterystyka systemy standartiv yakosti pshenicy v Ukraini ta stranah ES*”], KhDUKht, Kharkov, No. 2 (16), pp. 190-198.

2. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах. – К. : Віпол, 1998.

«Rules of organization and conduct of technological process are on flour-miller plants» [«Pravyla organizacii i vedennya tehnologichnogo procesu na boroshnomelnyh zavodah»], (1988), VIPOL, Kyiv.

3. ДСТУ 3768-2010. Пшениця. Технічні умови. – К. : Держспоживстандарт України, 2010.

Wheat. Technical requirements: DSTU 3768-2010 (2010) [*Pshenytsya. Tehnichni umovy*], Derzhspozhivstandart, Kyiv.

4. Моргун В. А. Сравнительный анализ некоторых структур процесса крупобразования / В. А. Моргун, В. А. Жигунов, Р. С. Давыдов // Зб. наук. пр. ОНАХТ. – О. : ОНАХТ, 2010. – Вип. 38, ч. 1. – С. 45–51.

Morgun, V.A., Jygunov, V.A., Davydov, R.S. (2010), «Comparative analysis of some structures of process of formation of groats», *Collected papers* [«*Sravnitelnyi analiz neketeryh struktur procesa krupoobrazovaniya*»], ONAHT, Odessa, No. 38, Vol. 1, pp. 45-51.

5. Жигунов Д. О. Покращення показників якості зерна пшениці шляхом попереднього лушення при його переробці / Д. О. Жигунов, А. П. Петросьянц, М. О. Ковальов // Зб. наук. пр. ОНАХТ. – О. : ОНАХТ, 2011. – Вип. 40, ч. 1. – С. 20–24.

Gygunov, D.O., Petrosiync, A.P., Kovalov, M.O. (2011), «An improvement of indexes of quality of grain of wheat is by the previous shelling at his processing», *Collected papers* [«*Pokrashennya pokaznikov yakosti zerna pshenicy shlyahom poperednyogo lushennya pri ego pererobci*»], ONAHT, Odessa, No. 40, Vol. 1, pp. 20-24.

Токолов Юрій Іванович, асп., ст. викл, кафедра обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка. Адреса: вул. Мироносицька, 92, м. Харків, Україна, 61002. Тел.: (057)700-39-16, 0988550601; e-mail: tokolov@i.ua.

Токолов Юрий Иванович, асп., ст. преп., кафедра оборудования и инжиниринга перерабатывающих и пищевых производств, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко. Адрес: ул. Мироносицкая, 92, г. Харьков, Украина, 61002. Тел.: (057)700-39-16, 0988550601; e-mail: tokolov@i.ua.

Tokolov Yuriy, Graduate Student, Senior Teacher, Department of the Equipment and Engineering of Processing and Food Productions, Kharkiv P. Vasylenko National Technical University of Agriculture. Address: Myronosytska str., 92, Kharkiv, Ukraine, 61002. Tel.: (057)700-39-16, 0988550601; e-mail: tokolov@i.ua.

Гурський Петро Васильович, канд. техн. наук, проф., кафедра обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка. Адреса: вул. Мироносицька, 92, м. Харків, Україна, 61002. Тел.: (057)700-39-16; e-mail: gurskiy_peter@mail.ru.

Гурский Петр Васильевич, канд. техн. наук, проф., кафедра оборудования и инжиниринга перерабатывающих и пищевых производств, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко. Адрес: ул. Мироносицкая, 92, г. Харьков, Украина, 61002. Тел.: (057)700-39-16; e-mail: gurskiy_peter@mail.ru.

Gurskiy Petro, Professor, Candidate of Technical Sciences, Department of the Equipment and Engineering of Processing and Food Productions, Kharkiv P. Vasylenko National Technical University of Agriculture. Address: Myronosytska str., 92, Kharkiv, Ukraine, 61002. Tel.: (057)700-39-16; e-mail: gurskiy_peter@mail.ru.

Богомолов Олексій Васильович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка. Адреса: вул. Мироносицька, 92, м. Харків, Україна, 61002. Тел.: (057)700-38-95; e-mail: oiрxv@ukr.net.

Богомолов Алексей Васильевич, д-р техн. наук, проф., зав. кафедры оборудования и инжиниринга перерабатывающих и пищевых производств, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко. Адрес: ул. Мироносицкая, 92, г. Харьков, Украина, 61002. Тел.: (057)700-38-95; e-mail: oiрxv@ukr.net.

Bogomolov Aleksej Vasilievich, Professor, Doctor of Technical Sciences, manager department of the equipment and engineering of processing and food productions, Kharkiv P. Vasylenko National Technical University of Agriculture. Address: Myronosytska str., 92, Kharkiv, Ukraine, 61002. Tel.: (057)700-38-95; e-mail: oiрxv@ukr.net.

Домніч Микола Іванович, ст. викл, кафедра обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка. Адреса: вул. Мироносицька, 92, м. Харків, Україна, 61002. Тел.: (057)700-39-16; e-mail: oiрxv@ukr.net.

Домнич Николай Иванович, ст. преп., кафедра оборудования и инжиниринга перерабатывающих и пищевых производств, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко. Адрес: ул. Мироносицкая, 92, г. Харьков, Украина, 61002. Тел.: (057)700-39-16; e-mail: oiрxv@ukr.net.

Domnich Nikolay, Senior Teacher, Department of the Equipment and Engineering of Processing and Food Productions, Kharkiv P. Vasylenko National Technical University of Agriculture. Address: Myronosytska str., 92, Kharkiv, Ukraine, 61002. Tel.: (057)700-39-16; e-mail: oiрxv@ukr.net.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. В.М. Михайловим.
Отримано 15.03.2015. ХДУХТ, Харків.*