

УДК 664.6/.7:621.926

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.45863

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ВИТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВІД ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПОМЕЛЬНОГО МОДУЛЮ

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

Експериментальними дослідженнями дрального процесу здрібнення зерна пшениці при виробництві борошна на помельному модулі вальцевої експериментальної установки з плавним регулюванням частоти обертання ротора електродвигуна встановлено залежності витрат потужності та споживання електроенергії електродвигуном від частоти обертання робочих органів, зазору між ними та кількості точок контакту здрібноувального зернового матеріалу з рифленими подрібнювальними вальцями

Ключові слова: енерговитрати, споживання електроенергії, зазор, здрібнення, частота обертання, борошно, частини, вальці

By experimental researches of the ragged process of growing shallow of grain of wheat in the production of wheat flour on the roller crushing module of experimental unit with infinitely variable rotor speed of the motor it is defined the power losses dependence and consumption of motor speed of working bodies, the gap between them and the number of contact points of grain-growing material with fluted shallow rollers

Keywords: energy consumption, consumptions of electric power, gap, growing shallow, frequency of rotation, flour, parts, rollers

1. Вступ

Властивості зернових матеріалів, в процесі виробництва сільськогосподарської продукції, змінюються в широких межах в залежності від ряду чинників (культури, сорту, вологості і т. д.), тому важливо враховувати цю обставину при виборі способу подрібнення та розробці конструкції технічного засобу для його здійснення.

Значний вклад в розвиток теорії подрібнення зернових матеріалів внесли П. А. Афанасьєв, С. А. Чистов, П. П. Тарутин, Н. М. Орлов, Н. В. Враский, В. Я. Гиршсон, П. А. Ребіндер, О. М. Ревенко та ряд інших вчених. Але питання впливу фізико-механічних властивостей зернових матеріалів на розміри часток після подрібнення та на питому енергоємність процесу потребують подальших досліджень.

2. Постановка проблеми

Щорічно в Україні переробляється близько 7 млн. тон зерна пшениці в борошно. Енерговитрати на виробництво борошна на сучасних підприємствах становлять від 30 кВт*г/т, при обойних помелах, до 120 кВт*г/т, при сортових. Обсяг виробництва сортового борошна в загальному балансі її виробництва досягає 94 %. Енергоспоживання технологій виробництва борошна, які засновані на механічному здрібноуванні зерна становить 60...70 % від загальних енерговитрат [1, 2].

Наведені факти переконливо свідчать про те, що зниження енерговитрат на процес здрібноування є актуальним науковим і практичним завданням, що має велике народногосподарське значення.

3. Літературний огляд

Аналіз літературних джерел, наукових досліджень та статей, показує, що на сьогодні досить детально вивчено взаємозв'язок кількісних та якісних показників ефективності здрібнення в процесі крупоутворення при сортових помелах пшениці. З урахуванням цього,

проведено вивчення особливостей зміни питомих енерговитрат залежно від режимів роботи систем дрального процесу. Оптимальні витрати енергії на крупоутворюючих системах при сортових помелах пшениці можна досягти при підтриманні величини загального сумарного вилучення на перших двох драних системах на рівні (68...70) % та (78...80) % з перших трьох систем по відношенню до навантаження на I драгу систему. При цьому загальне вилучення продуктів на II драгій системі не повинно перевищувати 60 % по відношенню до загального навантаження на дану систему [1, 3].

Подрібнення можна розглядати як процес збільшення площі поверхні зернового матеріалу в результаті прикладання до нього динамічних або імпульсних сил, що діють по нормалях, або по дотичних до поверхонь частинок, що підлягають подрібненню. В залежності від характеру та напрямку дії сил розрізняють наступні основні види подрібнення: роздавлювання, перетирання, розбивання, різання, зсув та ін. Якщо розглядати руйнування зернівки як процес збільшення периметру площі її поверхні під дією зовнішніх сил, що перевищують сили молекулярного зчеплення, то маємо справу з контактною задачею, допустивши, з певним наближенням, що зернівка – пружне тіло. Тому, в залежності від обраного способу дії робочих органів на зерновий матеріал (удар, розколювання, плющення, стирання, зсув і т. д.), подрібнення зерна можна розглядати як взаємодію пружних, або пластичних тіл, причому встановити чіткі межі між цими станами навіть для одного сорту конкретної культури дуже складно, що пояснюється комплексною взаємодією цілого ряду факторів (вологості, ступеня дозрівання зерна і т. д.) [4, 5].

4. Дослідження залежності витрат потужності та споживання електроенергії від частоти обертання робочих органів, зазору між ними та кількості точок контакту із зерновим матеріалом

Метою досліджень є встановлення залежності витрат електроенергії при дральному процесі від частоти

ти обертання робочих органів, кількості робочих пар вальців при здрібненні зернового матеріалу та зазору між рифленими робочими органами.

Витрата електроенергії при здрібнюванні зерна залежить від багатьох факторів, головним чином від структури зерна, геометричних та кінематичних параметрів валків. Наявність великої кількості факторів, що обумовлюють складність процесу здрібнювання зерна і його частин, затрудняє визначення потужності, необхідної для привода вальцевого верстата [6].

Найбільш енергозатратними є здрібнення у драному процесі, коли значна кількість витрачається на руйнування цілого зерна, а частки які не зруйнувалися отримують внутрішні напруження та мікротріщини, тому в драному процесі на подрібнювачах можуть встановлюватися електродвигуни до 28 кВт/год. Крім цього частина електроенергії витрачається на подолання сил тертя, які виникають при роботі різних способів передач та руйнівних сил.

5. Апробація результатів досліджень

Для досліджень використовували озиму пшеницю скловидністю 52 % з вологістю 13 %. Дослідження драного процесу проводилися на експериментальній установці для виробництва борошна з трьома парами здрібнювальних вальців (рис. 1) зі співвідношенням частот обертання повільнообертаючий валець до швидкообертаючого вальця 1:1,4, зазорами між робочими органами 1 мм, 0,6 мм, 0,3 мм відповідно, при різних частотах обертання робочих органів та різною кількістю робочих пар вальців.

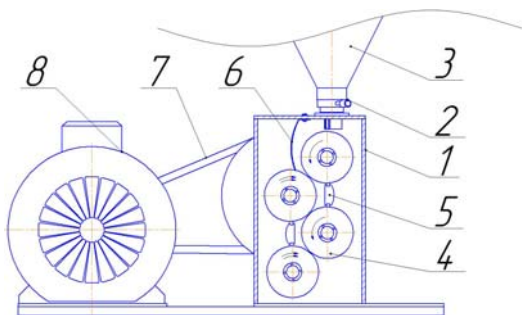


Рис. 1. Помельний модуль експериментальної установки для виробництва борошна: 1 – корпус; 2 – дозатор; 3 – живильник; 4 – робочі органи; 5 – підпружинені щітки; 6 – відбивна станка; 7 – клинопасова передача; 8 – асинхронний електродвигун

На експериментальній установці для виробництва борошна встановлено асинхронний електродвигун номінальної потужністю 2,2 кВт та частотою обертання ротора 1500 об/хв, який працює від мережі напругою 380 В.

Дослідження проводились на різних частотах обертання вальців в діапазоні 400...600 об/хв з інтервалом 50 об/хв. Зміна частоти обертання робочих органів та фіксація показників витрат електроенергії під час здрібнення здійснювалась за допомогою частотного перетворювача для асинхронних електродвигунів ATV312HU15N4, який дозволяє фіксувати витрати електроенергії у відсотках від номінальної по-

тужності встановленого електродвигуна. Витрати електроенергії на роботу експериментальній установці на холостому ході складає 24...32±2 % від номінальної потужності електродвигуна в залежності від частоти обертання робочих органів.

Дослідження процесу здрібнення здійснювали наступним чином: спочатку здрібнення зернового матеріалу відбувалося між вальцями з зазором 1 мм з подальшим розділенням продуктів здрібнення на ситах. Дунст та крупка відправлялися на здрібнення між вальцями з зазором 0,6 мм, а потім 0,3 мм з подальшим відділенням борошна та висівок на ситах. Ця послідовність витримувалась при роботі однієї пари вальців (1 точка контакту), потім двох пар (2 точки контакту) та трьох пар вальців (3 точки контакту).

Результати досліджень представлені на рис. 2–4.

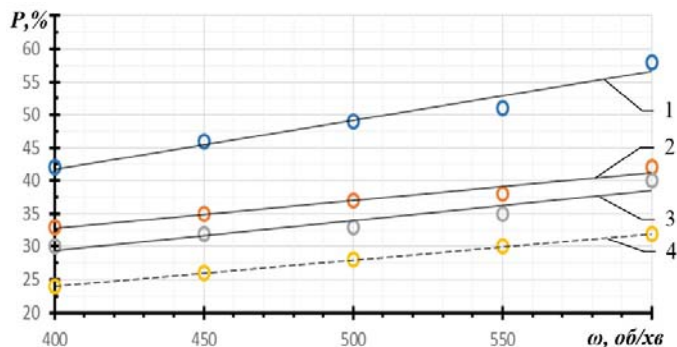


Рис. 2. Залежність витрат потужності (P, %) від частоти обертання (ω, об/хв) та зазору між робочими органами при роботі однієї пари вальців (1 точка контакту): 1 – зазор 1 мм; 2 – зазор 0,6 мм; 3 – зазор 0,3 мм; 4 – холостий хід

Доведено (рис. 2), що при роботі однієї пари вальців кількість витраченої електроенергії зі збільшенням частоти обертання робочих органів від 400 об/хв до 600 об/хв збільшується, причому при зменшенні зазору між рифленими вальцями зменшується споживання електроенергії: при зазорі 1 мм від 42±2 % до 58±2 %, при зазорі 0,6 мм від 33±2 % до 42±2 %, а при зазорі 0,3 мм від 30±2 % до 40±2 %.

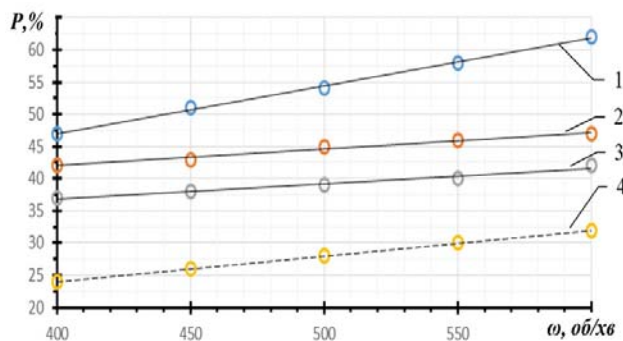


Рис. 3. Залежність витрат потужності (P, %) від частоти обертання (ω, об/хв) та зазору між робочими органами при роботі двох пар вальців (2 точки контакту): 1 – зазор 1 мм; 2 – зазор 0,6 мм; 3 – зазор 0,3 мм; 4 – холостий хід

Встановлено (рис. 3), що при роботі двох пар вальців кількість витраченої електроенергії зі збіль-

шенням частоти обертання робочих органів від 400 об/хв до 600 об/хв збільшується, причому при зменшенні зазору між рифленими вальцями зменшується споживання електроенергії: при зазорі 1 мм від $43\pm 2\%$ до $62\pm 2\%$, при зазорі 0,6 мм від $42\pm 2\%$ до $47\pm 2\%$, а при зазорі 0,3 мм від $37\pm 2\%$ до $42\pm 2\%$.

Як показав аналіз графіків (рис. 4) при роботі трьох пар вальців кількість витраченої електроенергії зі збільшенням частоти обертання робочих органів від 400 об/хв до 600 об/хв збільшується, причому при зменшенні зазору між рифленими вальцями зменшується споживання електроенергії: при зазорі 1 мм від $48\pm 2\%$ до $63\pm 2\%$, при зазорі 0,6 мм від $41\pm 2\%$ до $48\pm 2\%$, а при зазорі 0,3 мм від $39\pm 2\%$ до $45\pm 2\%$.

Якщо усереднити споживання електроенергії приводом помельного модуля за всіма точками контакту, то залежність споживання електроенергії від зазору між робочими органами при різних частотах їх обертання має вигляд (рис. 5).

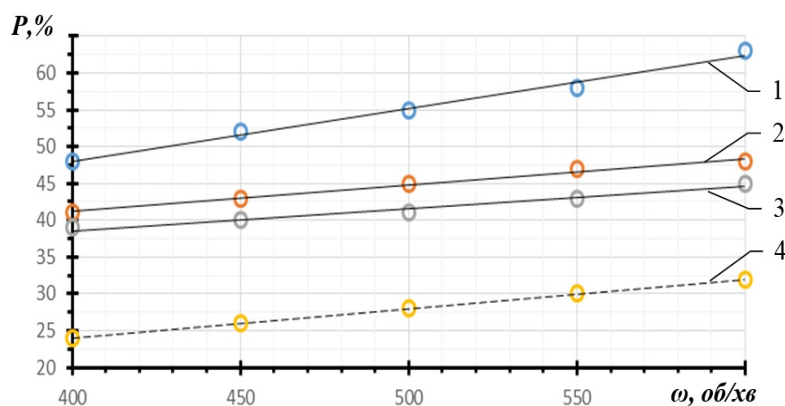


Рис. 4. Залежність витрат потужності (P , %) від частоти обертання (ω , об/хв) та зазору між робочими органами при роботі трьох пар вальців (3 точки контакту): 1 – зазор 1 мм; 2 – зазор 0,6 мм; 3 – зазор 0,3 мм; 4 – холостий хід

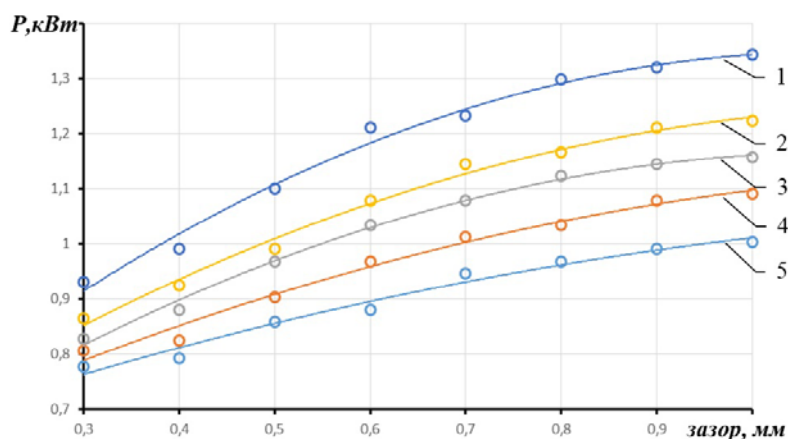


Рис. 5 Залежність споживання електроенергії від зазору між робочими органами при різних частотах їх обертання; 1 – 600 об/хв; 2 – 550 об/хв; 3 – 500 об/хв; 4 – 450 об/хв; 5 – 400 об/хв

Аналізом даних (рис. 5) доведено, що при збільшенні частоти обертання помельних вальцьових насадок від 400 до 600 об/хв при зазорі 0,3 мм між

ними споживання електроенергії приводом збільшуються в межах 0,78...0,93 кВт, при зазорі 1,0мм між ними – в межах 1,00...1,34 кВт.

Встановлено, що при частоті обертання 400 об/хв робочих органів та зазору між ними 0,3 мм споживання електроенергії приводом мінімальні і складають 0,78 кВт (на 0,26 кВт вище за споживання електроенергії приводом на холостому ходу). При зазорі – 1,0 мм споживання електроенергії приводом складають 1,00 кВт. При підвищенні частоти обертання до 600 об/хв споживання електроенергії зростає на 0,15 кВт при зазорі 0,3 мм та на 0,34 кВт при зазорі 1,0 мм. Споживання електроенергії приводом помельного модуля на холостому при частоті обертання робочих органів 400 об/хв складає 0,52 кВт, а при частоті 600 об/хв – 0,7 кВт.

6. Висновки

При здрібненні зерна під час драного процесу на величину споживання електроенергії електродви-

гуном впливає не тільки кількість точок контакту зернового матеріалу з робочими органами, але й зазор між ними і частота обертання робочих органів. Максимальні витрати потужності – $63\pm 2\%$ спостерігається під час роботи трьох пар вальців за швидкості обертання робочих органів 600 об/хв та зазорі між ними 1 мм. Мінімальні витрати потужності – $30\pm 2\%$ спостерігаються під час роботи однієї пари вальців, при швидкості обертання робочих органів 400 об/хв та зазорі між ними 0,3 мм. Це пояснюється тим, що значна потужність електродвигуна витрачається на руйнування часток одночасно на трьох, двох або одній точках контакту від чого і залежить величина споживання електроенергії.

Література

1. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах [Текст]. – Затв. наказом Міністерства агропромислового комплексу України № 83 20.03.1998. – Вид. офіц. – К.: Віпол, 1998. – 147 с.
2. Ястребов, П. П. Использование и нормирование электроэнергии в процессах переработки и хранения хлебных культур [Текст] / П. П. Ястребов. – М.: Колос, 1973. – 311 с.
3. Шутенко, Є. І. Вплив режимів систем драного процесу на питомі витрати енергії на подрібнення [Текст] / Є. І. Шутенко // Збірник наукових праць Одеської національної академії харчових технологій. – 2011. – Т. 1, № 40. – С. 16–18.
4. Соломка, О. В. Визначення показників міцності зернових матеріалів [Текст] / О. В. Соломка // Вісник

ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – 2010. – Вип. 96. – С. 267–278.

5. Джонсон, К. Механика контактного взаємодія [Текст] / К. Джонсон; пер. с англ. – М. : Мир, 1989. – 510 с.

6. Царенко, О. М. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів [Текст] : підручник / О. М. Царенко, Д. Г. Войтюк, В. М. Швайко та ін.; за ред. С. С. Яцуна. – К. : Мета, 2003. – 448 с.

References

1. Pravila organizatsii i vedennya tekhnologichno-go protsesu na boroshnomelnikh zavodakh [Rules of organization and conduct of technological process are on flour-miller plants] (1998). Ukraine order of Ministry of agroindustrial complex of Ukraine №83 20.03.1998. Kyiv: Vipol, 147.

2. Yastrebov, P. P. (1973). Ispolzovaniye i normirovaniye elektroenergii v protsessakh pererabotki i khraneniya khlebnykh kultur [The use and setting of norms of electric power are in the

processes of processing and storage of panary cultures]. Moscow: Kolos, 311.

3. Shutenko, E. I. (2011). Vpliv rezhimiv sistem dranogo protsesu na pitomi vitrati energii na podribnennya [Influence of the modes of the systems of the ragged process is on the specific charges of energy on growing shallow]. Collection of scientific works of the Odesa national academy of food technologies, 1 (40), 16–18.

4. Solomka, O. V. (2010) Vznachennya pokaznikov mitsnosti zernovikh materialiv [Determination of indexes of durability of grain-growing materials]. Collection of scientific works Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, 96, 267–278.

5. Dzhonson, K. (1989). Mekhanika kontaktnogo vzaimodeystviya [Mechanics of pin co-operation]. Moscow: Mir, 510.

6. Tsarenko, O. M., Voytyuk, D. G., Shvayko, V. M. (2003). Mekhaniko-tekhnologichni vlastivosti silskogospodarskikh materialiv [Mechanical and technological properties of agricultural materials]. Kiev: Meta, 448.

Дата надходження рукопису 16.06.2015

Токолов Юрій Іванович, аспірант, старший викладач, Кафедра обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка, вул. Мироносицька, 92, м. Харків, Україна, 61002
E-mail: tokolov@i.ua

Гурський Петро Васильович, кандидат технічних наук, професор, кафедра обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка, вул. Мироносицька, 92, м. Харків, Україна, 61002
E-mail: gurskiy_peter@mail.ru

Богомолів Олексій Васильович, доктор технічних наук, професор, кафедра обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка, вул. Мироносицька, 92, м. Харків, Україна, 61002
E-mail: oipxv@ukr.net

Домнич Микола Іванович, старший викладач, кафедра обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка, вул. Мироносицька, 92, м. Харків, Україна, 61002

УДК 004.89

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.46216

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНО КЕРОВАНОГО УДАРНОГО МЕХАНІЗМУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРУЖНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ

© В. М. Дюрик І. І. Небола О. М. Дюрик М. О. Дюрик

Описано створений програмно керуючий пристрій механічного переміщення, що дозволяє здійснювати удари по поверхні, генеруючи аудіо сигнал. Проведено дослідження звукових сигналів, які генеруються даним пристроєм, різними активними поверхнями, зроблено їх аналіз та порівняння. За результатами дослідження показано можливість використання здійсненої комплексної установки для дослідження аудіо сигналів різного походження

Ключові слова: механічна система, програмне забезпечення mach3, ударні коливання, кроковий двигун, програмне керування, аудіо сигнал

The program control device of mechanical movement that allows strikes on the surface generating audio signal was described. The sound signals generated by different surfaces were studied, their analysis and comparison was made. The usage of control device for study of audio signals of different origin was shown

Keywords: mechanical systems, software mach3, drums, firing vibrations, stepper motors, program control, audio signal