



Паламарчук І. П.

Янович В. П.

Купчук І. М.

Соломко І. В.

*Вінницький  
національний  
аграрний  
університет*

Palamarchuk I. P.

Yanovich V. P.

Kupchuk I. M.

Solomko I. V.

*Vinnitsia National  
Agrarian University*

УДК 621.926.085:664.2.032

## РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВІБРОРОТОРНОЇ ДРОБАРКИ

**Анотація.** В статті наведена технологічна схема “мокрої” переробки кукурудзяного зерна в спиртовій промисловості та запропоновано нове вискоефективне вібраційне обладнання для реалізації процесу подрібнення сировини означеного виробництва. Одним із перспективних напрямів удосконалення машин для подрібнення сировини є комбінювання декількох видів технологічної дії. Досить ефективним є використання низькочастотних коливань при подрібненні як фактора інтенсифікації обробки та поліпшення якості отримуваної продукції.

Також обґрунтовано технологічну ефективність використання сировини у спиртовому виробництві та розроблена принципова схема віброторної дробарки, що дає можливість інтенсифікувати процес подрібнення та сепарації оброблюваної сировини, та як наслідок підвищити продуктивність означеної технології виробництва спирту. Означені розробки дозволили створити експериментально-промислову модель віброторного подрібнювача сировини спиртового виробництва.

**Ключові слова:** Віброторна дробарка, крохмаловмісна сировина, подрібнення, “мокра” переробка кукурудзяного зерна, експериментально-промислова модель.

**Вступ.** Спиртова галузь займає важливе місце в економіці окремих регіонів та нашої держави в цілому. Для даного переробного виробництва характерним є широке застосування як тепломасообмінних, так і механічних процесів. Останні являються, як правило, найбільш енергоємними, що вимагають великого відсотку непродуктивної праці. Тому актуальності набувають перспективні технології та конструктивні схеми підвищення ступеню механізації та автоматизації виробництва, інтенсифікації процесів переробки. Одним із найважливіших серед механічних процесів у виробництві спирту є подрібнення сировини, оскільки від якості подрібнення (крупності, структури подрібнених частинок, однорідності помелу) залежить витрата пари на розварювання замісів, та вихід спирту на 1 т матеріалу.

**Постановка проблеми.** Для отримання більш дрібного (високодисперсного) помелу на традиційних машинах, що встановлені на спиртзаводах (вальцеві та молоткові дробарки) потрібно здійснювати двостадійне дроблення або встановлювати сита із малим

діаметром [1], що в свою чергу призводить до зменшення продуктивності та збільшення питомої витрати енергії на 1т матеріалу.

Великі масштаби спиртового виробництва, широкий попит на його продукцію, важливість попереднього етапу механічної обробки сировини для якості та зменшення собівартості продукції зумовлює актуальність даних досліджень.

**Метою даної роботи** є вдосконалення технологічної лінії виробництва харчового спирту шляхом розробки нового вискоефективного вібраційного обладнання для реалізації процесу подрібнення сировини означеного виробництва.

**Викладення основного матеріалу.** Економічна ефективність виробництва спирту значною мірою залежить від концентрації в сировині крохмалю або цукру, вартості та витрат на зберігання певного виду сировини. Із зернових культур найкращою сировиною для виробництва спирту є кукурудза. У ній міститься відносно більше крохмалю (рис.1), менше клітковини, більше жиру (що підвищує кормову цінність барди) [4].

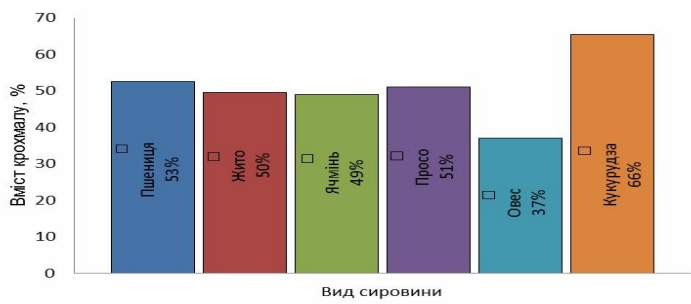


Рис. 1. Крохмаломісткість різних видів сировини

Переробка зерна на спирт здійснюється за “мочною” або “сухою” схемою. Найбільш вживаною у європейських країнах є “мокра” технологія переробки, яка полягає у виділенні крохмалю, глютену, зародка і клітковини у водному середовищі (рис. 2) [5]. Перед початком процесу дроблення передусє операція замочування, після чого зерно прямує на мокре дроблення для подальшої сепарації зародка і відділення клітковини. Розчин, що залишився після сепарації, містить розчинений крохмаль і глютен, надходить на другу стадію сепарації.

На даному етапі відбувається виділення глютену з розчину, що залишився, з утворенням вологого глютену і крохмалю. Отриманий вологий крохмаль за допомогою ряду технологічних операцій перетворюється у сухий крохмаль, етанол, концентровану фруктозу. Зародок зерна, виділений раніше, використовується для виробництва кукурудзяної олії, а клітковина і глютен – є цінними кормовими домішками [3].

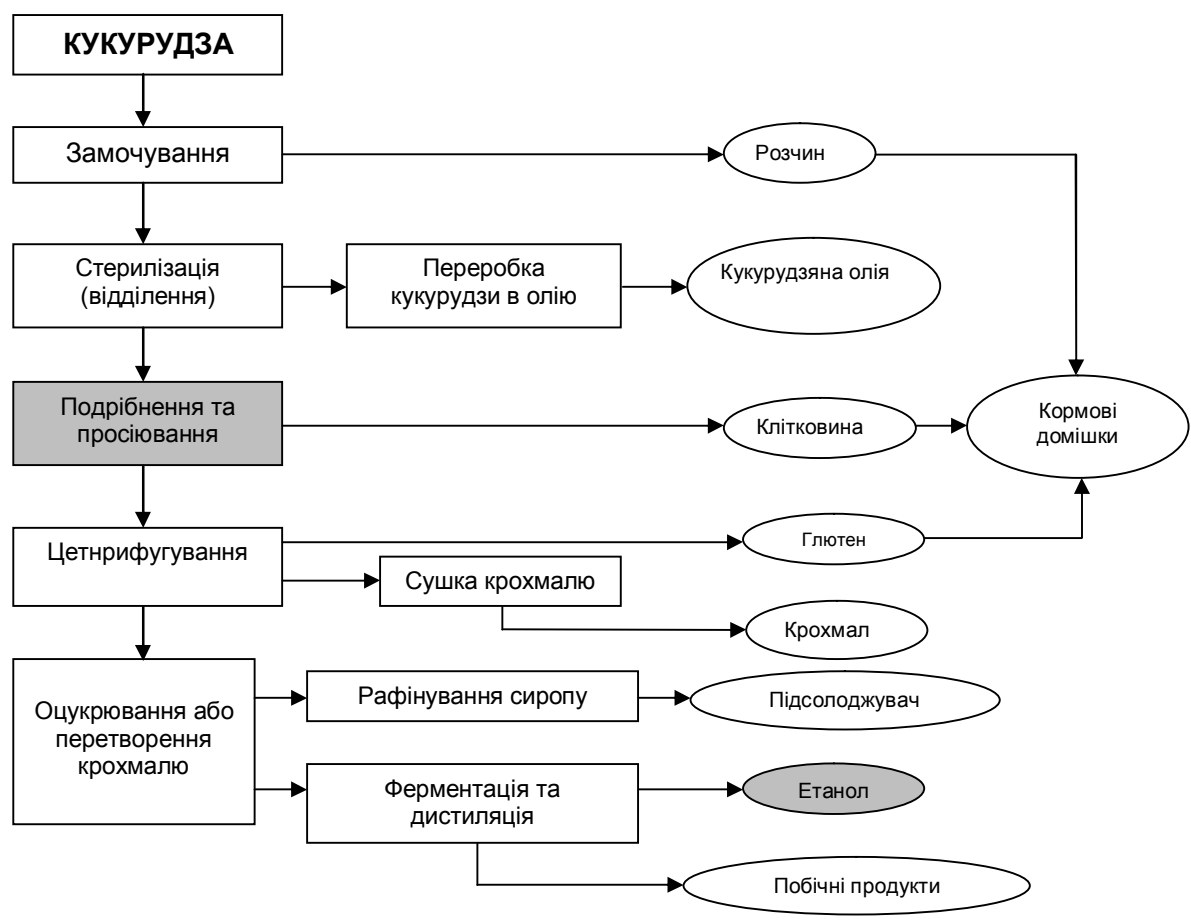
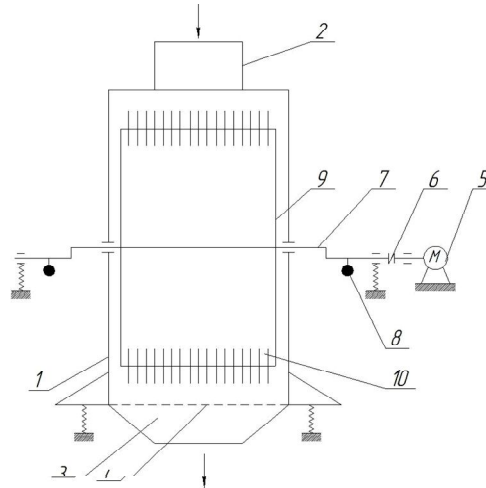


Рис. 2. Технологічна схема “мочної” переробки кукурудзяного зерна



Для досягнення поставленої мети дослідження було запропоновано принципову схему віброторної дробарки (рис. 3), що поєднує дробильну та різальну дію, створюючи потенціал для зменшення енерговитрат при обробці. Для даної схеми є характерним кінематичне віброзбудження з підпружиненим

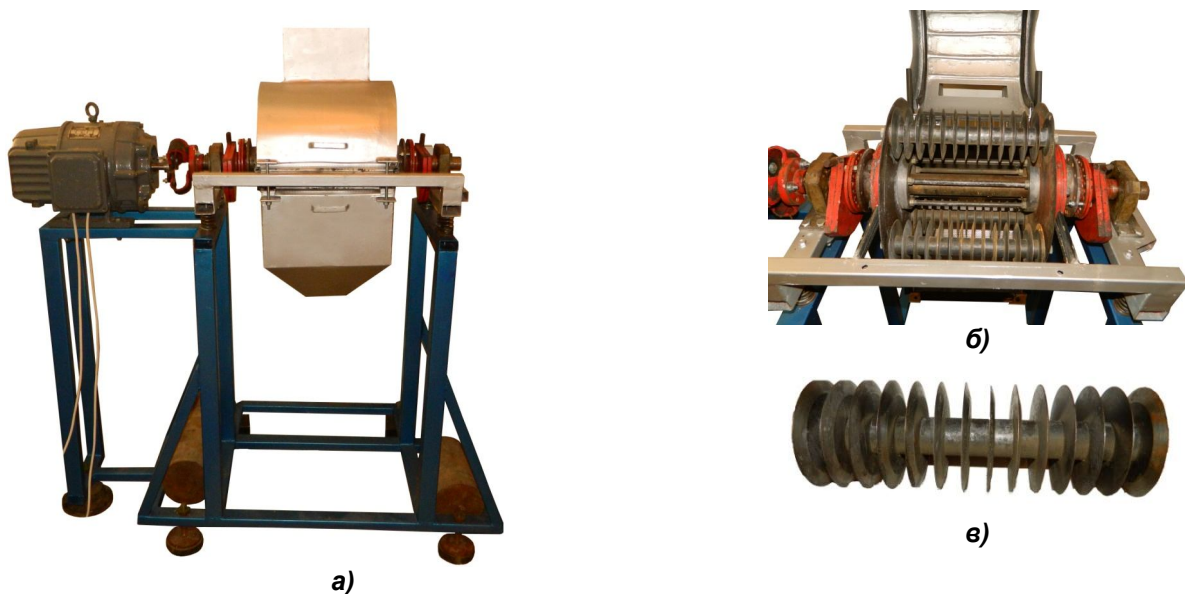
приводним валом, що дозволяє зменшити масу коливних частин механізму та відповідно енерговитрати на привод. Застосування складної пружної системи дає можливість досить ефективно демпферувати паразитичні коливання, зменшуючи динамічну навантаженість опорних вузлів [2].



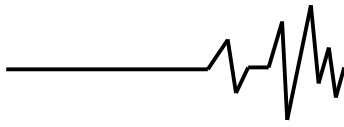
**Рис. 3. Принципова схема віброторної дробарки: 1 – корпус; 2, 3 – завантажувальна та розвантажувальна горловина; 4 – сито; 5 – електродвигун; 6 – муфта еластична; 7 – вал кінематичний; 8 – протизваги; 9 – ротор; 10 – бичі дисковидні**

У лабораторії Вінницького національного аграрного університету кафедри процесів та обладнання переробних і харчових виробництв була розроблена віброторна дробарка (рис. 4), яка містить підпружинений корпус 1 із завантажувальною 2 та розвантажувальною 3 горловиною, сито 4, електродвигун 5, який

через еластичну муфту 6 з'єднаний з підпружиненим ексцентриковим валом 7. На обох кінцях останнього встановлені протизваги 8 та ротор ротора 9 з розташованими на ньому осями, що містять ряд жорстко закріплених дисковидних бичів 10.



**Рис. 4. Розроблене устаткування: а) загальний вигляд; б) виконавчі органи машини; в) дискові бичі**



Віброторна дробарка працює наступним чином.

При включенні електродвигуна 5 крутний момент через муфту еластичну 6 передається на ексцентриковий вал 7 з противагами 8, обертання якого призводить до створення незрівноваженості коливної системи та реалізується плоский вібраційний рух розміщеного на ньому ротора 9 з осями та дисковидними бичами 10.

Оброблювальний матеріал безперервно надходить через завантажувальну горловину 2 та подрібнюється внаслідок обертового і коливного руху дисковидних бичів 10. Із зменшенням розмірів частинок подрібнений матеріал під впливом відцентрових сил та знакозмінних навантажень через ситову поверхню зазнає класифікації: частинки рівні або менші діаметру отворів сита вивантажуються через горловину 3, решта – на повторне подрібнення.

Такий коливний та обертовий рух виконавчих органів дробарки дозволяє значно збільшити силовий вплив бичів на оброблювальний матеріал, а як наслідок підвищити продуктивність та якість означеного процесу.

На основі розробленої принципової схеми машини була створена експериментально-промислова модель віброторної дробарки (рис. 4), що дозволить експериментально визначити та обґрунтувати режимні параметри досліджуваного процесу.

### Висновки

1. Обґрунтовано технологічну ефективність використання сировини у спиртовому виробництві.

2. Розроблена принципова схема віброторної дробарки, що дає можливість інтенсифікувати процес подрібнення та сепарації оброблюваної сировини, та як наслідок підвищити продуктивність означеної технології виробництва спирту.

3. Означені розробки дозволили створити експериментально-промислову модель віброторного подрібнювача сировини спиртового виробництва.

### Список використаних джерел

1. Иванов А. И., Зотов В. Н. Оборудование спиртового производства. – М.: Пищевая пром-сть, 1981. – 208 с.

2. Паламарчук І. П., Купчук І. М. Перспективи застосування низькочастотних

коливань в процесі подрібнення сировини спиртового виробництва // Вібрації в техніці та технологіях. 2012. – №4(68). – С. 112-123.

3. Машины и аппараты пищевых производств. В 3-х кн. : учебник для студ. вузов по спец. "Машины и аппараты пищ. произ-в". Кн. 1 / С. Т. Антипов и др.; Минсельхозпрод РБ, УО "БГАТУ"; под ред. В. А. Панфилова, В. Я. Груданова. – Минск: БГАТУ, 2007. – 420 с.

4. Технологія спирту. В. О. Маринченко, В. А. Домарецький, П. Л. Шиян, В. М. Швець, П. С. Циганков, І. Д. Жолнер, / Під ред. проф. В. О. Маринченка. – В.: «Поділля-2000», 2003. – 496 с.

5. Федоткин И. М. Процессы и аппараты спиртовой промышленности: Учеб. пособие. Ч. 1 / И. М. Федоткин, Н. И. Шаповалюк. – К.: Химджест, 1999. – 487 с.

### Список джерел в транслітерації

1. Ivanov A. I., Zotov V. N. Oborudovaniye spirtovogo proizvodstva. – M. : Pishcevaya prom-st, 1981. – 208 s.

2. Palamarchuk I. P., Kupchuk I. M. Perspektivy i Zastosuvannya nizkочастотних Kolyvan v protsesi podribnennya syrovyny spytovoho vyrobnytstva // Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh. 2012. – № 4 (68). – S. 112–123.

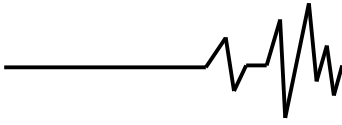
3. Mashiny i apparaty pishchevykh proizvodstv. V 3 -kh kn. : Uchebnik dlya stud. vuzov po spets. "Mashiny i apparaty pishch. Proizv". Kn. 1 / S.T. Antipov i dr.; Minselkhozprod RB, UO "komkat"; pod red. V. A. Panfilova, V. YA. Grudanova. – Minsk: komkat, 2007. – 420 s.

4. Tekhnolohiya spyrту. V. O. Marynchenko, V. A. Domaretskiy, P. L. Shyyan, V. M. Shvets, P. S. Tsyhankov, I. D. Zholner, / Pid red. prof. V. O. Marynchenko. – V.: «Podillya-2000», 2003. – 496 s.

5. Fedotkin I. M. Protsessy i apparaty spirtovoy promyshlennosti: Ucheb. posobiye. CH. 1 / I. M. Fedotkin, N. I. Shapovalyuk. – M.: Khimdzhest, 1999. – 487 s.

### РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ВИБРОТОРОНОЙ ДРОБИЛКИ

**Аннотація.** В статті приведена технологічна схема "мокрої" переробки кукурудзаного зерна в спиртовій промисловості і пропонується нове високоєфективне вібраційне обладнання для реалізації процесу измельчення сировини визначеного виробництва. Одним з перспективних



направлений совершенствования машин для измельчения сырья является комбинирование нескольких видов технологического действия. Достаточно эффективным является использование низкочастотных колебаний при измельчении как фактора интенсификации обработки и улучшения качества получаемой продукции.

Также обоснованно технологическую эффективность использования сырья в спиртовом производстве и разработана принципиальная схема виброторной дробилки, что дает возможность интенсифицировать процесс измельчения и сепарации обрабатываемого сырья, и как следствие повысить производительность указанной технологии производства спирта. Указанные разработки позволили создать экспериментально-промышленную модель виброторного измельчителя сырья спиртового производства.

**Ключевые слова:** Виброторная дробилка, крохмалосодержащее сырье, измельчение, "мокрая" переработка кукурузного зерна, экспериментально-промышленная модель.

## DEVELOPMENT OF THE STRUCTURAL-TECHNOLOGICAL SCHEME OF VIBRATING ROTOR CRUSHER

**Annotation.** The article describes the technological scheme of "wet" processing of corn grain in the alcohol industry and the proposed new high vibration equipment for the implementation of the process of grinding certain raw materials production. One of the most promising ways to improve the machinery for crushing raw materials is the combination of several kinds of process steps. Quite effective is the use of low-frequency oscillations of the grinding as a factor in the intensification of treatment and improve the quality of the products.

Also reasonably technological utilization of raw materials in the production of alcoholic and developed concept vibration rotor mills that enables to intensify the process of grinding and separating the treated material and consequently improve the performance of this technology the production of alcohol. These developments helped to create an experimental model of industrial raw materials vibration rotor chopper alcohol production.

**Key words:** vibration rotor crusher, raw starch, grinding, "wet" processing of corn grain, experimental- industrial model.