

НОВЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ

**Бабич М.Б., канд. техн. наук, НВО «Агро-симо-машбуд», м. Одеса,
Петров В.М., канд. техн. наук, доцент, ОНАХТ, м. Одеса**

Проаналізовано існуюче устаткування круп'яної й харчокоцентратної промисловостей й відзначені їх недоліки. Розглянуто нове обладнання, яке випускає НВО "Агро-симо-машбуд", можливості й конструктивні особливості його устаткування дозволяє зробити комплексну гідротермічну обробку сировини, операції луциння, шліфування, полірування, плющення й сушіння.

Впровадження нового технологічного обладнання дозволяє значно краще використати сировинні ресурси й підвищити якість продукції, що випускається.

The existing equipment grain and food-concentrates the industries is analysed and its lacks are noted. The new equipment let out SPA "Agro-simo-mashbud", its possibilities and design features is considered. The let out equipment allows to make complex hydrothermal processing of raw materials, operation of a peeling, grinding, polishing, flaking and drying.

Introduction of the new process equipment allows to use much better a source of raw materials and to raise quality of let out production.

Ключеві слова: технологічне обладнання, плющильний верстат, вальцедековий верстат, луцильно-шліфувальна машина.

Одним з напрямків діяльності НВО «Агро-симо-машбуд» є вдосконалювання технологічного устаткування, яке використовують у виробництві круп, що не вимагають варки, пластівців, толокна, сухих сніданків та інших харчових концентратів.

Для реалізації технологічних проєктів розроблені та ефективно експлуатуються наступні технологічні машини: мийні, шнекові мийки, бункерні підігрівники зерна, пропарювачі періодичної та безперервної дії ПЗ-1 і ПЗ-2 різних модифікацій, парові секційні сушарки типу ВР, вальцедекові верстати для луцення гречки та проса СГР-400 і СГР-600, відцентрові луцители вівса ШО-3, варильні апарати для крупи ПЗ-3, аеровібраційні сушарки пластівців та круп АВС-1, плющильні верстати, турбосепаратори та багато чого іншого.

Найважливішим конструктивним елементом пропарювачів є конструкція внутрішньої парової гребірки, що дозволяє рівномірно по всьому внутрішньому об'єму пропарювача, заповненого зерном, розподілити пару, що підводиться. А це, у свою чергу, забезпечує рівномірне пропарювання всієї зернової маси та забезпечення гарного товарного виду крупи. Для гречаної крупи – це вирівняні кольори й відсутність різних відтінків. У нових конструкціях пропарювачів фактично відсутні горизонтальні ділянки парових гребінок, тому виключаються повторні пропарювання частини зерна, які приводили до значного їхнього потемніння й різкого виділення за кольором у масі крупи. За рахунок використання нових пневмозасувок вирішено питання герметизації й автоматичного управління скидання конденсату, що утворився при пропарюванні, він виключає скупчення конденсату в конусній нижній частині пропарювача, варіння зерна гречки й наступне вилучення конденсату в парову сушарку. Вилучення конденсату погіршувало сам процес сушіння й рівномірність висушування зерна. Керування процесом пропарювання зерна здійснюється від пульта автоматичного керування, виготовленого з використанням мікропроцесора.

Після пропарювання виконується технологічна операція сушіння. Вироблені нами парові сушарки типу ВР (для рівномірності висушування зерна й збільшення їхньої продуктивності) ми переводимо на комбінований конвективно-кондуктивний спосіб сушіння. Крім цього принципово модернізований вузол вивантаження. У старій конструкції оператора сушіння періодично доводилося відкривати випускні засувки для проходу зліпленого зерна. Часткове злипання – природний неминучий процес при пропарюванні й сушінні за рахунок виділення із квіткових оболонок органічних смол. Такі грудки порушували процес рівномірного витікання й, природно, приводили до нерівномірності сушіння зерна.

Ми встановили у вивантажному пристрої валець, що розбиває грудки та дозує і одночасно забезпечує рівномірне вивантаження по всій довжині сушарки. За бажанням замовників можлива комплектація дозуючого вальця індивідуальним приводом із частотним перетворювачем, а вивантажуючий пристрій приладом виміру вологості в потоці. Така комплектація дозволяє перевести сушарку ВР так само як і пропарювач в автоматичний режим роботи. Залежно від вологості зерна на виході із сушарки змінюються обороти дозуючого валика, тим самим збільшуючи або зменшуючи продуктивність сушарки.

Останнім часом розроблений ряд конструкцій нових машин, а також і гама плющильних верстатів.

Плющильний верстат ПС-600 – пристрій для плющення зерна або круп злакових культур з горизонтальним розташуванням вальців. Верстат складається з рами, вальців у зборі, механізмів настроювання робочого зазору, гідроциліндрів, кожуха, живильника, механізмів очищення вальців, приводів вальців, гідравлічного агрегату, пульта керування, пристроїв охолодження вальців, пристроїв, що виводять готову продукцію, пристроїв відбору проб, огорожень пасових передач і розпушувача.

У розробленій конструкції вдосконалений механізм привалу вальця, що дозволило значно знизити загальну масу верстата, і поліпшити умови обслуговування.

На рамі закріплений у своїх підшипниках нерухомий валець, також на рамі шарнірно встановлений валець рухливий. Слід зазначити, що діаметр вальців становить 600 мм і це сприяє одержанню високоякісного вихідного продукту. Поліпшуються умови деформування часток, збільшується час процесу плющення, що позначається на коефіцієнті відновлення продукту. При такому діаметрі оптимізовані інші параметри процесу плющення. Конструктивно поліпшені крайові зони вальців.

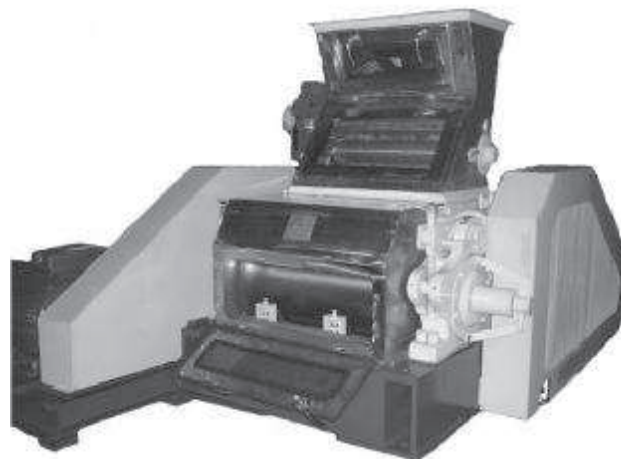


Рис. 1 – Загальний вигляд плющильного верстата ПС-600

Для поліпшення точності установки вальців, їхні цапфи виконані конічними з можливістю гідравлічного знімання підшипників. Застосування високоякісних підшипників і динамічного балансування вальців також сприяють витримуванию робочого міжвальцьового зазору. Особлива увага звернена на довговічність роботи поверхні вальців. Вальці виконані методом двошарового відцентрового лиття, при цьому, робочий шар – зі спеціального чавуну з рівномірною твердістю. Корпуса підшипників рухливого й нерухомого вальців попарно з'єднані гідроциліндрами з механізмами грубого настроювання на паралельність. На корпусах підшипників нерухомого вальця встановлені механізми точного настроювання робочого зазору. Для очищення нерухомого вальця на рамі встановлений ніж, з можливістю регулювання зазору між лезом ножа й поверхнею бочки вальця. Рухливий валець очищається ножом, закріпленим (з можливістю регулювання) на корпусах підшипників цього вальця. Вальці й механізми їхнього очищення (ножі) закриті кожухом, закріпленим на рамі. Над вальцями на кожусі встановлений живильник, що має індивідуальний привід з можливістю плавного регулювання частоти обертання від 20 до 80 оборотів.

Живильник складається з валика із секторною заслінкою. Для доступу усередину живильника попереду передбачені лючки. Полегшено демонтаж живильного пристрою у зв'язку із застосуванням модульного приводу. У нижній частині бункера живильника встановлений датчик рівня сипучого матеріалу, що виключає привід живильника, при відсутності продукту. З метою виключення розкидання продукту від живильного валика до робочої зони плющильних вальців встановлена напрямна лійка, що орієнтує й розподіляє продукт у процесі його введення в робочу зону.

Вальці плющильного верстата приводяться в обертотий рух, індивідуально від електродвигунів через клиноремінні передачі. З метою одержання більш якісних пластівців, один з електродвигунів має можливість знижувати свою частоту обертання. Ці електродвигуни можуть бути розташовані на рамі плющильного верстата або на індивідуальних фундаментах. У рамі встановлений пристрій, що збирає та виводить продукт.

Гідравлічний агрегат складається із плити, на якій встановлений електродвигун, насос із усмоктувальним фільтром і ємкість для мастила. Керуюча частина гідросистеми складається із трьох клапанів для регулювання тиску, що встановлені на спеціальній гідравлічній плиті. На ємкості для масла змонтований заливний фільтр із щупом для виміру рівня масла й пробка для зливу масла. На виході з гідросистеми в канал подачі масла через вентиль підключений манометр.

Для рівномірного охолодження вальців, через їхню внутрішню порожнину протікає холодна вода. Для цього з однієї з торцевих сторін вальців приєднано пристрої охолодження, що забезпечують подачу води протитокком.

Аспірація плющильного верстата здійснюється шляхом приєднання його до загальнозаводської аспіраційної мережі. Для цього у верхній частині кожуха встановлений перехідний патрубок діаметром 140 мм, кількість повітря, що відбирається – 900 м³/годину.

Запуск і зупинку плющильного верстата здійснюють з пульта керування. Плющильний верстат може працювати в ручному й автоматичному режимах.

Продукт, що подається живильником, плющиться під впливом обертових бочок вальців. При обертанні вальців назустріч один одному відбувається захоплення та розплющування продукту в тонкі пластівці, які виходять знизу верстата самопливом. Ножові пристрої забезпечують ефективне знімання продукту, що налипає на бочки вальців.

При незадовільній товщині одержуваних пластівців для зміни величини робочого зазору між валками за допомогою гвинтових механізмів провертають ексцентрики, які змінюють положення рухливого вальця. Відліковий механізм дозволяє (з точністю до 0,015 мм) установлювати робочий міжвальцьовий зазор з кожної зі сторін вальця.

При проектуванні плющильного верстата виконані різні види розрахунків з метою оптимізації конструктивних рішень.

Розрахунки показують, що прогин у середньому перетині серійного вальця при максимальному навантаженні в 300000 Н становить 0,315 мм. Розроблена конструкція вальця виконана більш твердо, а розрахунковий прогин в 3,5 рази менше, ніж у працюючих в промисловості вальцях.

З огляду на те, що обертові вальці можуть при поперечних коливаннях увійти в резонанс через прогин, визначили цю область.

Критична швидкість обертання вальця

$$n_{кр} = 300 \cdot \sqrt{(1/f)} \quad (1)$$

Перше критичне число обертів у новій конструкції вальців зросло в два рази, що значно відсуває область входження в резонанс.

При плющенні зерна й крупи злакових культур відбувається значне переформування продукту, у зв'язку із чим виділяється дуже велика кількість теплової енергії. Як правило, вальці охолоджують проточною водою. Кількість води, споживаної для процесу охолодження, можна обчислити за допомогою рівняння теплового балансу.

Тепловий баланс для плющильного верстата можна записати так:

$$G_n C_n t_{n1} + G_v C_v t_{v1} + Q_{пн} = G_n C_n t_{n2} + G_v C_v t_{v2} + Q_{пт}, \quad (2)$$

де G_n – кількість продукту, що подається в плющильний верстат;

G_v – кількість води, що подається у валець;

C_n, C_v – питомі теплоємності продукту й води;

t_{n1}, t_{n2} – температура продукту на вході й на виході із плющильного верстата;

t_{v1}, t_{v2} – температура води на вході й на виході з вальця;

$Q_{пн}$ – кількість теплоти, що виділяється при деформуванні продукту;

$Q_{пт}$ – кількість теплоти, розсіяної в просторі.

Тому формулу кількості теплоти, що відбирає вода, можна записати

$$G_v C_v \cdot (t_{v2} - t_{v1}) = G_n C_n \cdot (t_{n2} - t_{n1}) + Q_{пт} - Q_{пн} \quad (3)$$

Різниця температур, звичайно, задається $(t_{v2} - t_{v1}) = (5 - 7) ^\circ\text{C}$. Кількість теплоти, що виділяється при здрибнюванні, дорівнює середній потужності споживаної парою вальців.

Проведені розрахунки показали, що для охолодження вальців і вихідного продукту необхідно (0,3-0,4) м³ холодної води в годину. Конструкцією внутрішньої частини вальців забезпечується більш правильний розподіл і плин холодної води. Крім цього порожнини двох вальців підключені протитокком, що створює рівномірну температуру робочої зони по довжині валка.

Експериментальний зразок плющильного верстата проробив рік у складі універсальної лінії по виробництву зернових пластівців і пластиків, що не вимагають варки. Якість пластівців покращилася, на пластівцях відсутні надриви на краях, товщину пластівців можна регулювати й значно зменшити на вимогу споживача. Відсутність міжвальцьової передачі поліпшила санітарно-гігієнічні умови, крім цього конструкції верстата виконані з нержавіючої сталі. Відсутнє протікання мастильних матеріалів, відсутній підвищений шум і вібрація, які були при роботі зубчастої передачі. У результаті експлуатації виявлено, що

система керування пліщильним верстатом дозволяє більш оперативно й ефективно управляти параметрами процесу пліщення.

Розроблений також пліщильний верстат ПС-400 спрощеної конструкції. У конструкції вдосконалений механізм настроювання робочого зазору між вальцями, що дозволило відмовитися від гідравлічного приводу й значно знизити собівартість верстата, поліпшивши умови обслуговування.

Верстат складається з рами, вальців у зборі, механізмів настроювання робочого зазору, кожуха, живильника, механізмів очищення вальців, приводів вальців, пульта керування, пристроїв охолодження вальців, пристроїв, що виводять готову продукцію, огорожень пасових передач.

На рамі закріплений у своїх підшипниках нерухомий валок, також шарнірно встановлений валець рухливий. Слід зазначити, що діаметр вальців становить 400 мм. Особлива увага звернена на ремонт придатність. Для цього, як вказувалося раніше, корінні підшипники встановлено на конусні цапфи, що дозволяє знімати їх гідропресом. Крім цього корпуси підшипників зроблені роз'ємні, що істотно знижує час на демонтаж підшипників і всього вальця.

Як і в попередній конструкції робочий зазор між вальцями регулюється за допомогою гвинтових механізмів, які повертають ексцентрики і змінюють положення рухливого вальця. Відлікові механізми дозволяють установлювати робочий міжвальцьовий зазор з кожної зі сторін вальця, що сприяє настроюванню на паралельність.

Від правильної організації процесів лушення зерна багато в чому залежить якість і вихід готової продукції.

Сьогодні освоєна й пропонується вся номенклатура луцильно-шліфувальних машин. Насамперед, це модернізовані вальцедекові верстати СГР-600 і СГР-400 з діаметром абразивного вальця рівним 600 мм. У цих верстатах модернізований вузол подачі продукту. Змінено конструкцію дозуючого вальця. Крім цього на нього встановлений індивідуальний привід із частотним перетворювачем. Вузол керування приводом живильного вальця зблокований із двигуном приводу луцильного абразивного валка та з імпульсними датчиками положення продукту в завантажувальному патрубку вальцедекового верстата. Таким чином, залежно від заповнення зерном завантажувальної склянки або струменевого навантаження на привід луцильного вальця змінюється частота оборотів живильного валика, що дозволяє регулювати продуктивність. Це є дуже важливим з двох причин. Наприклад, при коливаннях фракційного складу, який надходить на переробку гречки протягом зміни, а у виробництві це буває дуже часто, навантаження на вальцедекові верстати різних фракцій змінюється. Розроблена нами система керування верстатом дозволяє підбудовувати продуктивність верстата під поточний фракційний склад зерна гречки. Другим важливим моментом є те, що вальцедекові верстати хвостових фракцій, як правило, недовантажені й працюють безперервно. При роботі безперервно коефіцієнти лушення 4-й, 5-й і 6-й фракцій становлять відповідно 37, 30, 26 %. Однак, коли в роботу включаються імпульсні датчики, установлені в завантажувальному бункері вальцедекового верстата, і включають живильний валець тільки при певній завантаженні бункера, що забезпечує відповідну подачу продукту, коефіцієнти лушення хвостових фракцій збільшуються відповідно 6-й – до 50 %, 5-й – до 55 % і 4-й – до 58 %. І найголовне, що, маючи таку систему керування, вальцедекові верстати разом із блоками ГТО можна інтегрувати в повноцінну автоматичну систему керування крупозаводом. Вальцедекові верстати СГР-400 і СГР-600 використовують для лушення таких культур, як гречка й просо (рис. 2).

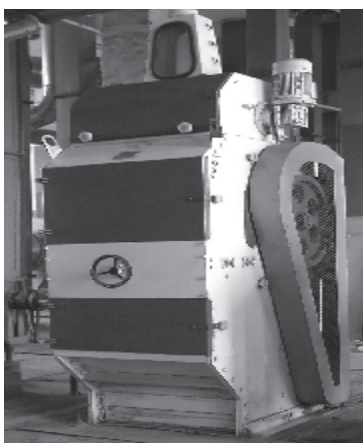


Рис. 2 – Загальний вигляд вальцедекового верстата СГР-600

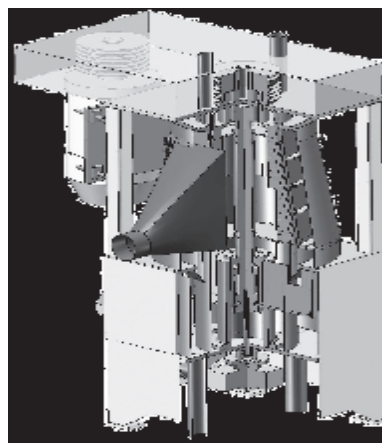


Рис. 3 – Зовнішній вигляд луцильно-шліфувальної машини ШШМ-500

Експлуатовані сьогодні лушильно-шліфувальні машини для ячменя й пшениці А1-ЗШН-З, ТКОНОС 3.1 (PROCOP, Чехія), DSRD (BUHLER) мають ряд недоліків. Одним з недоліків даних машин є неефективний відбір з робочої зони оболонки, які створюють прошарок на робочому ситі, що значно знижує ефективність лушення. На продуктивності машин і ефективності процесу лушення позначається недостатнє використання поверхні абразивних кіл. Крім цього значні втрати виробничого часу відбуваються при заміні абразивних кіл, для цього необхідно розбирати половину машини. З огляду на дані недоліки, нами розроблена й виготовляється нова лушильно-шліфувальна машина (рис. 3).

У даній машині (за аналогією з вальцедековим верстатом) використаний абразивний барабан, що виготовляється шляхом заливання абразивної маси, який складається із зерен корунду й магnezіальної зв'язки – каустичного магnezиту й хлористого магnezію.

Абразивний барабан має конусну форму й кріпиться на робочому валу за допомогою швидкознімного конусного з'єднання. Навколо конусного барабана встановлені три розбірні частини конусного сита, до яких закріплені три регулювальні гальмові планки. За рахунок шпицевого з'єднання абразивний конусний барабан за допомогою незалежного черв'ячного приводу може вертикально переміщатися по приводному валу, регулюючи в такий спосіб робочий зазор між абразивним барабаном і ситом. На виході з машини встановлений регулювальний клапан, зблокований із приводом абразивного барабана й регулюючий підпір продукту залежно від струмового навантаження на привід.

Для організації ефективного видалення оболонки у внутрішню порожнину абразивного барабана нагнітається потік повітря, що прохолоджує робочу поверхню барабана, продуває робочу зону оброблюваного продукту й несе через ситову поверхню зняті оболонки. Таким чином, нова конструкція лушильно-шліфувальної машини має чотири параметри для керування ефективністю лушення проти одного в старій конструкції машини. Це регульований зазор між абразивним барабаном і ситом, керований зазор між гальмовими планками й барабаном, регульований підпір продукту на виході й регульовані швидкості продувки робочої зони потоком повітря при лушенні.

Для лушення вівса використовується модернізований відцентровий лушитель. Його основною відмінністю є наявність швидкообертаючої деки, а також активне підключення спрямованих струменів повітря.

Дані зміни дозволяють збільшити коефіцієнти лушення вівса на 6-10 %, а також істотно знизити кількість дробленого вівса. Дана обставина, особливо актуальна, з огляду на той факт, що в країнах СНД за останні 5 років фактично відсутнє продовольче зерно вівса, як правило, доводиться працювати на фуражному зерні натурою нижче 520 кг/м³.

Таким чином, використовуючи нові технології й устаткування, сьогодні комплектно «під ключ» пропонується вся гама крупозаводів:

- гречепросозаводи продуктивністю від 36 до 220 т/добу зерна;
- вівсезаводи з лінією пластівців «Геркулес» продуктивністю від 36 до 280 т/добу зерна;
- універсальні крупозаводи для переробки за взаємозамінною схемою гороху, ячменя, пшениці й кукурудзи продуктивністю від 55 до 150 т/добу зерна;
- кукурудзяні крупозаводи по виробництву круп для кукурудзяних паличок і кукурудзяних пластівців продуктивністю від 36 до 140 т/добу зерна;
- рисозаводи продуктивністю від 80 до 180 т/добу зерна;
- модульні гречепросозаводи продуктивністю до 20 т/добу зерна;
- модульні універсальні крупозаводи (пшениця, ячмінь, горох) продуктивністю до 20 т/добу зерна;
- модульні вівсезаводи з лінією пластівців "Геркулес" і НТВ (не потребуючих варки) продуктивністю до 20 т/добу.

УДК 664.696

ОСОБЛИВОСТІ ГІДРОТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КРУП'ЯНОГО ЗЕРНА

**Бабич М.Б., канд. техн. наук, НВО «Агро-симо-машбуд», м. Одеса,
Петров В.М., канд. техн. наук, доцент, ОНАПТ, м. Одеса**

У статті розглянуті завдання при ГТО зерна круп'яних культур. Розглянуто схему технологічного процесу запропоновану для виробництва з устаткуванням, що випускають заводи в Україні. У статті викладаються технологічні параметри, які рекомендуються для ведення ГТО.