

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 магнію.

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 шпичевого 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 крупки 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.

In article to consider problems at hydrothermal processing of cereal grain. The scheme of technological process offered for manufacture with the equipment which is let out by Ukraine plants is considered. In article technological parameters which are stated recommended for conducting at hydrothermal processing of cereal grain.

Ключеві слова: гідротермічна обробка зерна, злакові культури, рис.

Проектування підприємств круп'яної промисловості, яке здійснюється в НВО «Агро-симо-машбуд» вимагає знань традиційних технологічних процесів переробки зернових культур у крупу, а також глибокого вивчення нетрадиційних технологічних операцій при виробленні деяких видів продукції. Одним з основних комплексних процесів є гідротермічна обробка зерна (ГТО). Завданнями ГТО в круп'яному виробництві є зміни вхідних технологічних властивостей зерна в заданому напрямку й стабілізація їх на оптимальному рівні, що потрібно при подальшій переробці зерна, при зберіганні готових продуктів і кулінарній обробці для вживання в їжу.

Операцій ГТО зерна декілька, їхнє сполучення залежить від зерна переробленої культури, технології, що застосовується та устаткування. Основними є: зволоження, замочування, пропарювання, відволожування, сушіння та охолодження, які умовно можна розділити на тверді й м'які.

У круп'яному виробництві в наступний час застосовують в основному тверді методи ГТО [1], що дозволяє інтенсивно використовувати устаткування та досягати бажаного технологічного результату при високій продуктивності. Проведення комплексного ГТО дозволяє вирішити кілька завдань:

- змінити механічні властивості квіткових оболонок, що дозволяє більш ефективно здійснити операцію луцення;
- змінити механічні властивості ядра, необхідні для збільшення його міцності;
- здійснити міграцію речовин з периферичних частин зерна в глибину ядра, що збільшує кількість корисних речовин у внутрішніх частинах зерна, які залишаються після луцення, шліфування та полірування;
- здійснити хімічні зміни у внутрішніх частинах зерна, що веде до зміни крохмалю та денатурації білків;
- змінити технологічні властивості для подальшої кулінарної обробки, що веде до менших втрат крохмалю при варінні, а також до розсіпчастості зварених каш, зерна не злипаються.

Наступні технологічні операції на крупозаводах після очищення від домішок, пов'язані з механічним навантаженням зерна, іноді з додатком значних зусиль, що приводить до руйнування зерна – збільшенню битого зерна і як наслідок до зниження якості виробленого продукту. Тому одним із завдань ГТО є збільшення міцності ядра зерна, що сприяє збереженню його в цілості при технологічних операціях (луценні, шліфуванні, поліруванні), так і при транспортуванні й кулінарній обробці. У той же час необхідно послабити зв'язок між квітковою оболонкою і ядром, що дозволить при луценні, знизити зусилля, прикладені до зерна, і зменшити кількість битого зерна. Після зволоження, відволожування (значно меншого за часом, чим при відволожуванні в борошномельному виробництві) і наступного підсушування оболонки стають менш вологими, за рахунок випару вологи і її міграції вглиб зерна. Це приводить до ослаблення зв'язків між квітковими оболонками та наступними шарами, зміни механічних властивостей квіткових оболонок. Квіткові оболонки стають більш крихкими (особливо пльовкових культур), через втрату зв'язку з іншими шарами частково скручуються, тому досить малих дотичних зусиль для їхнього відділення від ядра.

Через нерівномірний розподіл вологи в зерні ендосперм залишається більш сухим, що приводить до збільшення механічних напруг і появи мікро- і макротріщин. Наприклад кондиціонування при виробництві саке роблять протягом 3 – 4 тижнів. Такий стан ядра, якщо не вживати додаткових зусиль для його зміцнення, приводить до збільшення битого зерна. Пропарювання зерна, особливо в закритих посудинах, коли можливо значно підвищити та підтримувати тиск пари, приводить до інтенсивного проникнення вологи в капіляри, мікро- і макротріщини. Такі умови сприяють проходженню клейстеризації крохмалю, що у злакових культур відбувається при температурі від 60 до 80 °С и це приводить до склеювання внутрішньої тріщинуватості в ядрах. Так зерна пропареного рису набувають бурштиново-жовтий відтінок і стають напівпрозорими.

Крім цього збільшується кількість водорозчинних речовин. Коагуляція білкових речовин здійснюється при (70 – 75) °С.

Одне із завдань є поліпшення споживчих властивостей кінцевих продуктів за рахунок процесів міграції речовин периферійних частин зерна до внутрішніх, які інтенсифікуються при пропарюванні під тиском. Міграція цих речовин зберігає більш природний смак і аромат ядра. Наприклад, для рису така міграція сприяє збереженню 80 % корисних речовин, що втрачаються при подальшій механічній обробці разом з оболонковими частинами. Процес висушування зерна після пропарювання дозволяє завершити декстринізацію крохмалю, що сприяє одержанню більш міцного зерна.

Крім цього після ГТО поліпшується засвоєння їжі, відбувається зміна кольорів і кулінарних властивостей круп.

Для машинного забезпечення даного технологічного ланцюжка розроблений ряд машин і апаратів, що дозволяє швидко та ефективно проектувати необхідні крупоцехи й крупозаводи, а також комплектувати їх надійним вітчизняним устаткуванням. Як приклад розглянемо переробку рису (рис. 1).

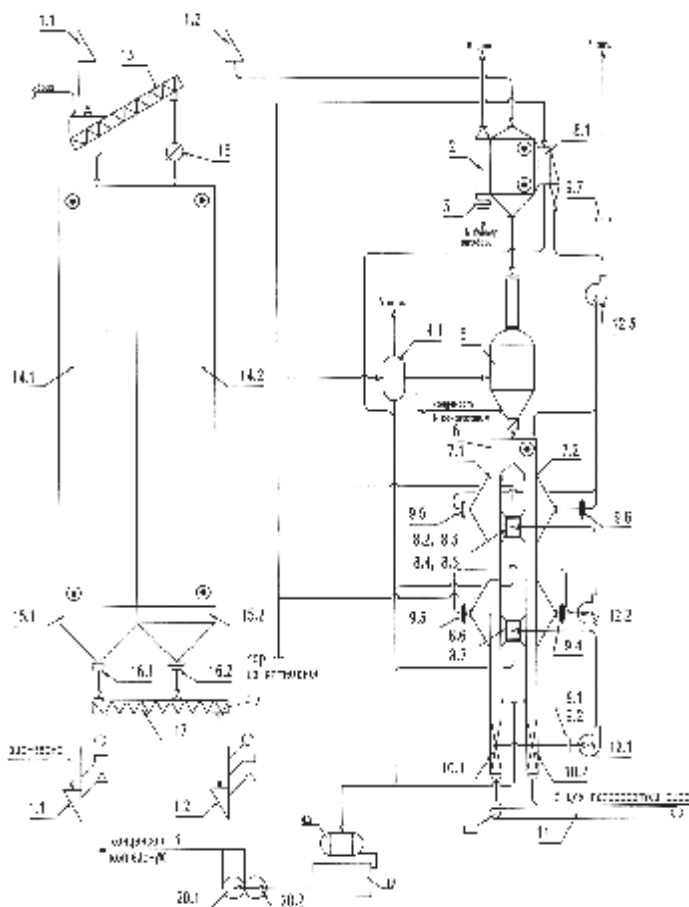


Рис. 1 – Ділянка технологічної схеми гідротермічної обробки зерна рису

Відповідно до технологічної схеми обробки рису-сирцю, зерно із зерносховища норією (поз. 1.1) подається на зволожувач зерна (поз. 13), де зволожується до вологості (22 – 28) %. Ступінь зволоження в першу чергу залежить від сорту та тріщинуватості рису-сирцю. Після зволожувача через дільник (поз. 18) зерно надходить у бункери для відволоження (поз. 14.1 і 14.2). У бункерах відбувається процес перерозподілу вологи, у результаті чого відбувається набрякання полімерів ядра й з'єднання тріщин. Подальша теплова обробка приводить до «склеювання» тріщин внаслідок клейстеризації крохмалю. Для забезпечення нормального вивантаження зерна в нижній частині бункерів установлені виброднища (поз. 15.1 і 15.2). Через рейкові засувки (поз. 16.1 і 16.2) рис-сирець гвинтовим конвеєром поз. 17 подається в норію (поз. 1.2) і далі в бункер попереднього підігріву зерна (поз. 2). Усередині бункера встановлені коробки, що підводять і відводять агент сушіння, а наприкінці шахти, по всій її висоті, перебуває розвантажувальна камера для виводу легкокавових відходів. Агент сушіння в пристрій нагнітається вентилятором (поз. 12.3), який відсмоктує з парових сушарок по висоті шахти суміш парів вологи та повітря для додаткового підігріву до температури (90-100) °С нагнітається в парові калорифери (поз. 8.2-8.7). Пару в калорифері подають від центральної магістралі паропроводу, а конденсат, що відпрацював, через ресивер (поз. 4.2) і конденсаційний бак (поз. 19) повертають у котельню. Агент сушіння із зазначеними параметрами нагнітається вентилятором (поз. 12.3) у пристрій через підведені коробки, це забезпечує його рівномірний розподіл по об'єму шахти й нагрівання зерна, за рахунок чого відбувається підігрів зерна до температури 45 °С. Попередньо підігріте зерно завантажують у пропарювач, де роблять пропарювання при тиску пари (0,1-0,2) МПа протягом (3-5) хв. Попередній підігрів зерна інтенсифікує процес пропарювання й приводить до прискорення набору заданого тиску пари й зниження на цю операцію витрати пари на (12-18) %. Режимми пропарювання встановлюють залежно від вологості зерна, чим вища вологість зерна,

тим менше значення параметрів пропарювання. Установлено закономірність, що з підвищенням тиску пари поліпшуються не тільки технологічні властивості зерна, але й споживчі властивості крупи. Тиск пари й експозиція пропарювання є взаємозамінними параметрами по ефективності впливу на зерно в співвідношенні 1:3.

Одним з небажаних моментів є можливість подачі в пропарювач із котельні перенасиченої водяної пари, що приведе до перезволоження й погіршення не тільки технологічних властивостей зерна, порушенню ведення технологічного процесу, але й підвищення енергетичних витрат на сушіння. Для усунення цього недоліку пропонується використати перед подачею в пропарювач насиченої водяної пари спеціальну буферну посудину очищення пари (поз. 4.1), проходячи через яку пара очищається від надлишку краплинної вологи.

Після пропарювання зерна відроблену із пропарювача безперервної дії пароконденсатну суміш, скидають у каналізацію та виключають викид пари у виробниче приміщення або атмосферу.

Пропарене зерно із пропарювача надходить у надсушильний бункер. У надсушильному бункері (поз. б) відбувається нетривале відволожування зерна. У процесі відволожування завершуються перетворення, початі при пропарюванні, при цьому волога продовжує надходити в ядро, протікають фізико-хімічні процеси. Оскільки із пропарювача виходить нагріте й вологе зерно, то його треба відволожувати у бункері, що має теплоізолявані стінки й днище. Тому що інтенсивний випар вологи з гарячого та вологого зерна викличе значну конденсацію вологи на стінках бункера, що створить труднощі у витіканні з нього зерна.

Сушіння зерна є важливою стадією ГТО. У парових сушарках (поз. 7.1 і 7.2) зерно нагрівається, волога, що випарувалася, несеться з агентом сушіння, що пронизує зерно. У сушарці зерно рухається щільним шаром, і сушіння здійснюється комбінованим кондуктивно-конвективним способом: від контакту зерна з тепловими трубами, у яких циркулює пара під тиском (0,3-0,4) МПа, і від агента сушіння, який нагнітається вентиляторами (поз. 12.1 і 12.2). Вентилятор (поз. 12.1) відсмоктує тепле повітря з охолоджувальних стовпчиків (поз. 10.1 і 10.2) і нагнітає в калорифери (поз. 8.6 і 8.7) для додаткового підігріву до температури (90-100) °С. Вентилятор (поз. 12.2) відсмоктує гаряче повітря від секцій парових сушарок і через калорифери (поз. 8.2-8.5) нагнітає у верхні секції при температурі (100-120) °С.

Підведена конвективним шляхом теплота витрачається не тільки на випар вологи, але й на підігрів її до температури випару, перегрів пари, що утвориться, і нагрівання самого зерна. Водяні пари, що утворюються, поглинаються повітрям і виводяться із сушильних шахт. Нагріте повітря, таким чином, виконує функції не тільки теплоносія, але й вологопоглинача, тому він є агентом сушіння. При використанні відомих сушарок, наприклад, ВР-10-49М використовується кондуктивний спосіб сушіння, де теплота передається зерну від нагрітої поверхні теплових труб, у яких циркулює пара під тиском. Це не тільки приведе до тривалого сушіння, але й не забезпечує рівномірного підведення теплоти до всієї маси зерна, вимагає значних енерговитрат, тому що непридатна теплота із сушарок не утилізується на технологічні цілі.

При сушінні швидко висихають оболонки, ядро втрачає вологу значно повільніше. Тому в процесі сушіння та після нього оболонки завжди мають більш низьку вологість, чим ядро. При низькій вологості оболонки дуже крихкі, легко розколюються та відділяються від ядра. Більш вологе зерно зберігає свою пластичність і порівняно менше подрібнюється при луценні зерна.

Конструктивною особливістю парової сушарки є розташування в нижній частині сушарки охолоджувальної секції. По висоті шахти сушарки у двох місцях установлені колектори, які підведені по всій довжині шахти агента сушіння, вони підігрівають у калориферах, куди пар під тиском подають від центральної магістралі, а конденсат скидають у котельню. В міру просування зерна в шахті до виходу відбувається видалення вологи, і на виході із сушильної зони зерно прохолоджується. Охолодження супроводжується подальшим підсушуванням оболонок і в меншій мірі – ядра, тому холодне зерно лущить-ся легше. Разом з охолодженням зерна відбувається самовипар вологи на (1,2-1,5) %. Вологість зерна після висушування не повинна перевищувати (14,5-15) %, охолодження просушеного зерна доводять до температури, що не перевищує температуру повітря виробничого приміщення на (6-8) °С. Висушене зерно стрічковим конвеєром (поз. 11) подають далі на переробку.

ГТО зерна за пропонованою технологічною схемою включає такі операції: зволоження, відволожування, підігрів, пропарювання, сушіння та охолодження. У зв'язку з цим необхідно розглядати ГТО як комплексний вплив операцій теплової обробки на зерно, що підвищує харчову цінність і поліпшує органолептичні характеристики крупи.

Література

1. Чеботарев О.Н., Шаззо А.Ю., Мартыненко Я.Ф. Технология муки, крупы и комбикормов – М: ИКЦ “МарТ”, Ростов-н/Д: 2004. – 688 с.
2. Камінський В.Д., Бабич М.Б. Кондуктивно-конвективний спосіб сушіння зерна рису. – Зерно і хліб, Київ: №1, 2000, с.30.