

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



Державний біотехнологічний університет

## Методичні вказівки

до виконання лабораторно–практичного заняття:

# ЕКСПЛУАТАЦІЯ БОРОШНОМЕЛЬНОГО ВАЛЬЦЬОВОГО ВЕРСТАТА ЗМ

з дисципліни «Експлуатація обладнання та машин переробних і харчових  
виробництв»

Для студентів стаціонару та заочної форми навчання

Затверджено  
на засіданні кафедри обладнання та  
інжинірингу переробних і харчових  
виробництв  
Протокол №18 від 27.04.2023р.

Затверджено  
на засіданні методичної ради  
факультету мехатроніки та  
інжинірингу  
Протокол №4 від 04.05.2023р.

Харків – 2023

Укладачі:

П.В. Гурський, О.В.Богомолов, С.А. Іващенко, Л.В. Кісь-Коркіщенко

Експлуатація борошномельного вальцьового верстата ЗМ: Методичні рекомендації та завдання щодо виконання лабораторно-практичної роботи студентам денної та заочної форми навчання. – Х.: ДБТУ, 2023. – 24 с.

Рецензенти:

Шуляк М.Л., доктор технічних наук, професор (зав.кафедри тракторів і автомобілів)

Артьомов М.П., доктор технічних наук, професор (зав.кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві).

Методичні вказівки призначені для набуття практичних навичок при виконанні лабораторно-практичної роботи навчальної дисципліни «Експлуатація обладнання і машин переробних і харчових виробництв».

У методичних вказівках пропонується короткий огляд основних характеристик харчового обладнання та дій персоналу при його експлуатації.

Призначені для студентів вищих навчальних закладів технічних спеціальностей.

© Гурський П.В., Богомолов О.В., Іващенко С.Г.,  
Кісь-Коркіщенко Л.В., 2023

© Державний біотехнологічний університет, 2023

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ\_13

**Тема:** Експлуатація борошномельного вальцьового верстата ЗМ.

**Мета:** Вивчити основні правила експлуатації вальцьових верстатів. Придбати практичні навички в складанні схем розбирання вальцьових верстатів для обслуговування та заміни швидкозношуваних деталей.

### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

На зернопереробних заводах експлуатується чотири типи вальцьових верстатів - ЗМ, ЗС, ВАШ і БВ.

Вальцьові станки типу ЗМ випускають чотирьох типорозмірів з мельними вальцями наступних діаметрів і довжин, см: 0 25X100, 0 25X80, 0 25X60, 0 30X60. Верстати 0 25X60 і 030x60 обладнані напівавтоматами відвалів. Станки типу ЗС випускають двох типорозмірів - 0 25X80 см і 0 25x60.

**Вальцьові верстати типу ЗМ використовуються** на борошномельних заводах з механічним і пневматичним транспортуванням зерна й продуктів його переробки, а типу ЗС — на заводах із пневматичним транспортом.

На комбікормових заводах подрібнюють всі види зерна, кукурудзу в качанах, макуху, великі фракції кормових продуктів харчових виробництв і кормів тваринного походження, мінеральну сировину. Для цього застосовують наступні молоткові дробарки: ДДМ, ДДЗ, РДБ-3000, МД-610, ДМ-300, ДДЖ, ДДО, ДДА, ДТ-440У та ін.

### ЕКСПЛУАТАЦІЯ ВАЛЬЦЬОВОГО ВЕРСТАТА ЗМ

Верстат (рис. 1,2) складається зі станини, механізму регулювання живлення 12 з живильними валиками 6, механізму вирівнювання й настроювання рухомого вальця з амортизаторами (штурвального механізму), міжвальцьової зубчастої передачі, гідроавтомату, що живить труби 1 і поплавці 2 із системою важелів щіток 9 для очищення мельних вальців і приводу верстата 10. Для очищення гладких вальців застосовують ножовий механізм 8. Для розпушення м'яких продуктів встановлений шнек-побудник 4. Повітря для аспірації вальцьового верстата надходить через щілину 11.

**Вальцовий верстат встановлюється (рис.1) на дерев'яну підставку товщиною 80 мм із вкладеними віброгасниками. Підставка вальцового верстата, що є основним шумопоглиначем, встановлюється на підготовлений фундамент і повинна бути вивірена точно по горизонталі, щоб забезпечувати надійну підоснову для вальцевого верстата. Кріпиться верстат за допомогою фундаментних болтів діаметром 20 мм.**



Рис. 1. Загальний вид вальцового верстата 3М

**Перед пуском у роботу** після монтажу або для ремонту верстат очищають. Розбирають вальцовий верстат (рис.2) у такій послідовності. Знімають верхню й нижню кришки. Виймають щітки, огорожувальні щитки, клапани, дно живильної коробки. Відокремлюють гвинт паралельного зближення вальців від штока поршня гідроавтомата. Послабляють гайки затягування пружини амортизатора, відводять від верстата штурвальний механізм і звільняють хвіст букси, після чого розкріплюють і знімають весь штурвальний механізм. Викручують горизонтальні стяжні болти, знімають праву й ліву верхні вставки. Знімають огороження із приводу та кожух із зубчастої передачі мельних вальців. Знімачами стягують приводний шків і зубчасті колеса. Знімають кришки з корпусів верхніх підшипників послабляють затяжні втулки, вивішують верхній валець, знімають підшипники, виймають верхній мельний валець за допомогою талі або інших пристосувань. Розкріплюють і виймають нижні вставки. Вивішують нижній валець, розкріплюють і знімають із осей нижні корпуси підшипників. Виймають

нижній валець. Знімають автомат гідрокерування. Розкріплюють і знімають стопорні кільця й корпуси підшипників живильних валків, потім виймають живильні валки. Розкріпивши хомути, знімають живильну трубу. Після розбирання проводиться розконсервація деталей і вузлів. Деталі, що контактують із продуктом промивають теплим содовим розчином з концентрацією 15%.

Знімають поплавець і систему важелів. Викручують кріпильні гвинти й виймають секторну заслінку 3, механізм регулювання живлення. За необхідністю виймають привально-відвальний вал 7. Після розбирання вдруге очищають верстат і його вузли.

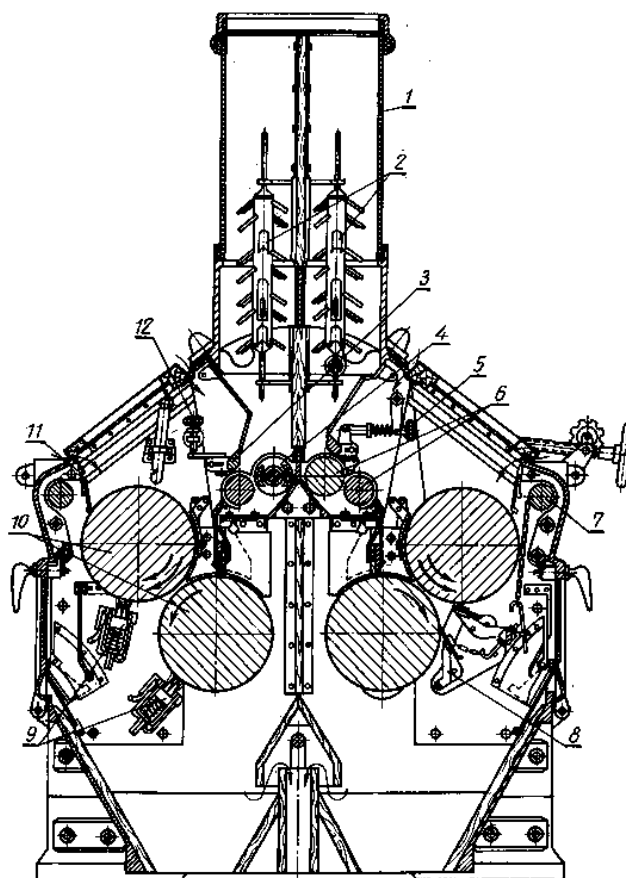


Рис. 2. Будова вальцьового верстата ЗМ

1- труба живильна; 2- поплавець; 3- заслінка секторна; 4- шнек-побудник; 5 - механізм автоматичного відкриття заслінки; 6- живильні валки; 7- вал привально-відвальний; 8- ножовий механізм; 9- щітки; 10- вальці; 11- щілина аспіраційна; 12- механізм регулювання живлення.

**Станина.** Вона у вальцьового верстата чавунна. Від сильних ударів вона ламається, тріскається. **В процесі тривалої експлуатації** слабшають кріплення, ламаються рамки дверцят, ручки й шарніри, відбувається клейстеризація

продуктами розмелу аспіраційних каналів і стінок станини. Від надмірних перевантажень верстата ламається задній приплив для встановлення й кріплення верхніх корпусів підшипників.

На тріщини станини встановлюють накладки на стопорах або тріщини зварюють. Станину з більшими тріщинами, що не підлягають ремонту, вибраковують. Зламані дверцята замінюють.

**Живильний механізм із валками** (рис.3). Служить для безперервної і рівномірної подачі оброблюваного продукту по всій довжині вальців, що подрібнюють, з певною швидкістю, близькою до швидкості вальця, що повільно обертається. Він забезпечує необхідну точність регулювання кількості продукту, що подається на подрібнення. На розподільчому валику нарізані різноспрямовані (ліві та праві) гвинтові рифлі, а на дозуючому валику поздовжні рифлі, кількість яких залежить від місця верстата в борошномельному процесі: на драних системах їх 35, на розмольних- 59.

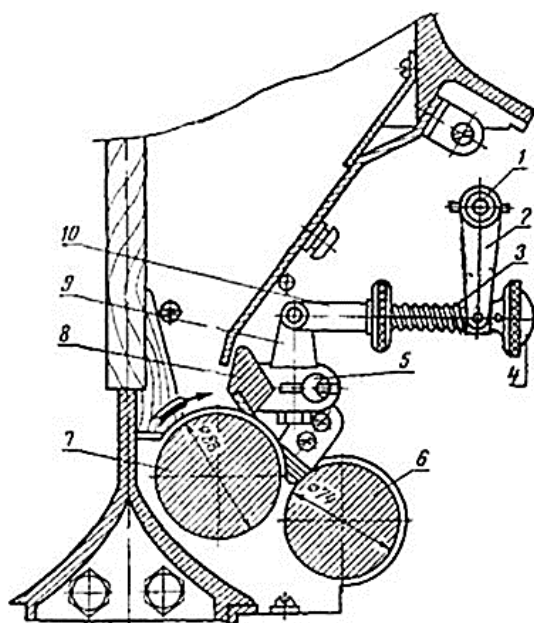


Рис. 3. Живильний механізм вальцьового верстата ЗМ

1 - валик, 2 - важіль, 3 - пружина, 4 - штурвал, 5 - втулка ексцентрикова, 6 - валок розподільний, 7 - валок дозуючий, 8 – секторна заслінка, 9 - стійка, 10 - вилка

Механізм регулювання живлення дозволяє автоматично змінювати кількість продукту, що подається дозуючим валиком в залежності від його надходження в живильну трубу. Розподільний валик живильного механізму рухається плоскочасною передачею від маточини вальця, що швидко обертається, а дозуючий — від

розподільного валика за допомогою шестерної передачі. Щілина між секторною заслінкою та розподільчим валиком регулюють вручну.

Для регулювання кількості подається продукту над дозуючим валиком на важелі шарнірно закріплена секторна заслінка, яка з'єднана тягою і важелями з датчиком живильника, що знаходяться в живильній трубі. Для повернення заслінки зусилля якої можна змінювати перестановкою її вушка в отворах опорної планки на клапані. Величину переміщення (хід) секторної заслінки регулюють гвинтом, закріпленим на клапані.

**Під час роботи зношуються** шийки валків, підшипники, шестерні, деталі підшипника в кришках редуктора через сильний натяг ременя, відсутність змащення, перекус живильних валків. Зношуються пальці вилки й зубці кулачкової муфти внаслідок виготовлення деталей з недоброякісного матеріалу й відсутності змащення. Зношення шестерні й хвостовика приводу живильних валків, засмічення каналів гідросистеми приводить до відмови в роботі механізму включення живильних валків при відвалі-привалі вальців, що мелють. У механізмі регулювання живлення відбувається заклинювання гвинта мікрометричного регулювання секторної заслінки, її шарнірних з'єднань, а також живильних валків у результаті намотування волокнистих матеріалів, що попадають у верстат разом із продуктами розмелу. Через ослаблення пружини секторної заслінки й перекошу щитка при неправильному кріпленні порушується живлення верстата продуктом.

Після розбирання перед ремонтом живильний механізм очищують. Зношені підшипники, шестерні, валики, кулачкову муфту, пружини замінюють, у редукторах замінюють змащення. Усувають всі перекуси, регулюють секторну заслінку й гвинтові механізми. Замість зношених болтових і гвинтових кріплень встановлюють нові.

Після ремонту живильний механізм збирають і регулюють, але остаточно налагоджують його при працюючому вальцьовому верстата.

**Штурвальний механізм.** Служить для виявлення паралельності рухомого нижнього мельного вальця відносно верхнього, а також для регулювання зазору між ними.

Механізм складається із гвинта 12 (рис. 4) зі штурвалом 11 для паралельного зближення мельних вальців привально-відвального валу 1, важеля 10 з ексцентриковим пальцем 2, тяги 3 і 3' із правим і лівим різьбам, храпового колеса 6, собачки 8 і рукоятки 7, амортизатора із пружиною 4, гайок 5, 9, 13.

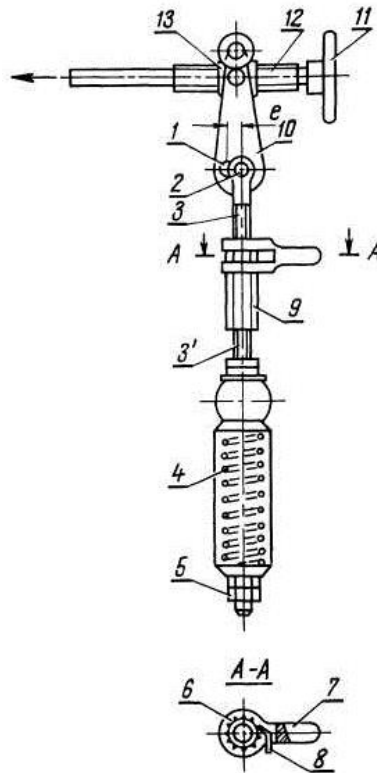


Рис. 4. Механізм для регулювання величини зазору між валками вальцьового верстата ЗМ:

1- вал привально-відвальный; 2- палець ексцентриковий; 3- тяга із правою різьбою; 3'- те ж, з лівою; 4- пружина; 5, 9, 13- гайка, 6-храпове колесо; 7- рукоятка; 8- собачка, 10- важіль, 11- штурвал; 12- гвинт.

**В процесі експлуатації** механізму зношується різьба гайок і тяг, зубці храпового колеса, ексцентрикового вальця. Зустрічаються випадки вигину гвинта 12 і поломки штурвала через неправильне розбирання верстата. Несправні гвинти та гайки замінюють. При невеликому вигині гвинт 12 правлять, зірвану різьбу ремонтують або нарізають нову. Поламаний штурвал замінюють. При зношенні зубців храпового колеса й упору собачки доцільно замінити цей вузол модернізованою конструкцією.

**У модернізованій конструкції** (рис. 5) на виготовлену втулку 1 встановлюють храповик 2 і кільце 3 із привареними вушками 4 для кріплення



ручки 5. Втулку одягають на тягу 6 і закріплюють. Ця конструкція забезпечує сталу роботу механізму для регулювання зазору між робочими вальцями

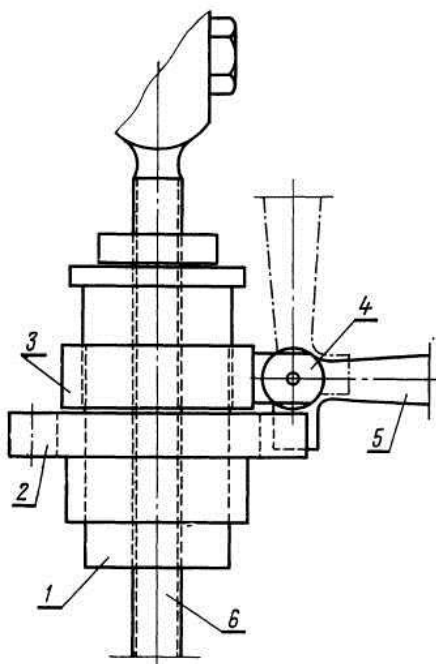


Рис. 5. Схема вдосконалення механізму для регулювання зазору між вальцями:

1-втулка; 2-храповик; 3- кільце; 4- вушко; 5-ручка; 6-тяги.

Після ремонту вузол збирають, пружину амортизатора в робочому положенні затягують до зусилля 300-400 кг, що забезпечує спокійну роботу нижнього мельного вальця і великою мірою збільшує вихід продукту на вальцьовому верстата.

**Міжвальцьова зубчаста передача.** Служить для передачі обертового руху від верхнього вальця до рухомого нижнього вальця. Зубчаста передача складається з великої чавунної шестерні, сталеві малої шестерні й футляру. Через неправильний підбір, нещільну посадку, перекіс шестерень, а також через ослаблення шпонок і відсутність змащення зношуються й ламаються зубці. Ослаблення шпонок приводить до осевого переміщення шестерень, які в результаті цього протирають кожух, порушують його цілісність і герметичність.

Великі та малі шестерні зі зношеними зубцями заміняють. Замість зношених шпонкових канавок вирубують на шестернях нові канавки, зміщаючи їх на 90—120°. Шпонкові канавки на шийках вальців ремонтують наплавленням

металу електричним або газовим зварюванням з наступним обточуванням і вирубанням нових канавок. Зім'яті й деформовані шпонки замінюють новими, які виточують по розміру канавок і з ухилом 1:100.

**Шестерні підбирають так**, щоб у притиснутому положенні мельних вальців вершини зубців однієї шестерні не впиралися в дно западини іншої, а також щоб відстань між центрами шестерень була менше міжцентрової відстані вальців, але не більше ніж на 2 мм. Цим створюється запас на зближення шестерень у міру зношування рифлів.

Таблиця 1 Число зубців шестерень міжвальцьової передачі за системами

		Драна система	Розмельна система
A	z	(A=2,5)	(ДО=1,5)
250	80	57+23	48+32
		56+24	47+33
		55+25	46+34
247	79	57+22	48+31
		56+23	47+32
		55+24	46+33
244	78	57+21	48+30
		56+22	47+31
		55+23	46+32
		54+24	45+33
240	77	—	—
237	76	—	—
234	75	—	—

Шестерні підбирають по таблиці 1, складеною за формулою:

$$z = 0,32A,$$

де  $z$  - число зубців пари шестерень;

$A$  - відстань між центрами мельних вальців притиснутих один до одного, мм.

При підборі шестерень передаточне число повинно відповідати призначенню верстата в схемі млина.

**Гідроавтомат.** Призначений для керування привалом-відвалом вальців, що мелють, залежно від надходження зерна й подачі зерна на розмел через живильні валки.

Гідроавтомат складається із шестеренного масляного насосу 13 (рис. 6), дросельного гідравлічного циліндру 4, гідравлічного циліндру 11 включення живильних валків і приводу 15.

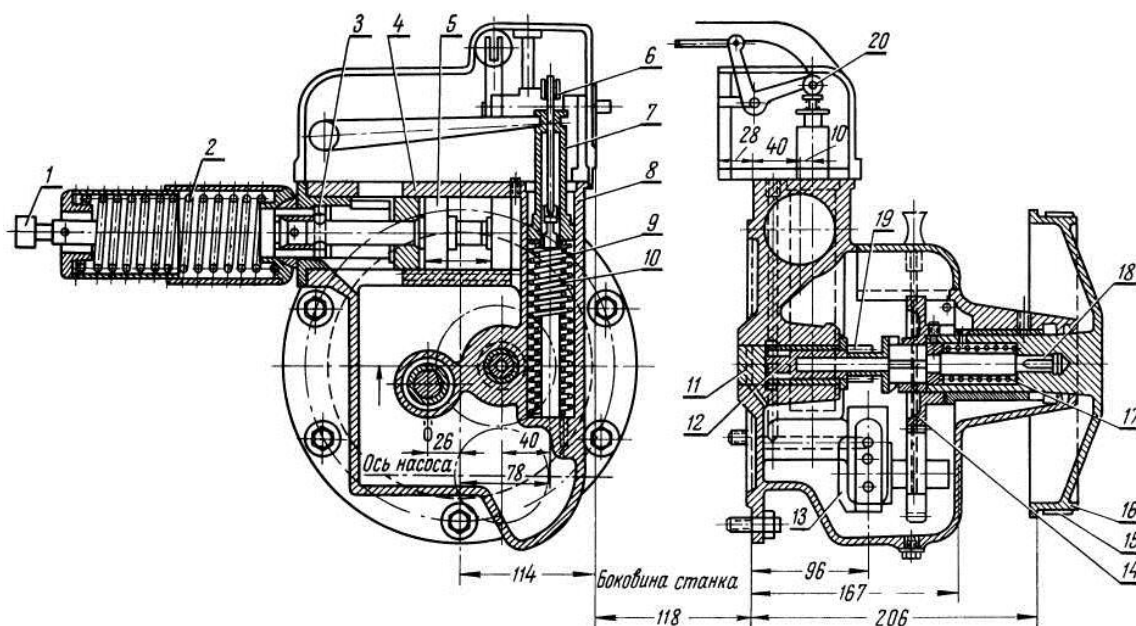


Рис. 6. Автомат гідрокерування верстата ЗМ:

1-гвинт; 2, 9, 10, 17- пружина; 3-шарнір шарової опори; 4, 11-циліндр гідравлічний; 5, 7, 12-поршень; 6-золотник; 8-циліндр дросельний; 13- насос масляний; 14-колесо зубчасте; 15-пас приводний; 16-шків; 18- вал; 19- напівмуфта; 20 -важіль.

**Шестеренний насос** і гідравлічні циліндри з'єднані між собою та з масляною ванною системою пропускних каналів.

У дросельному циліндрі 8 встановлений поршень 7 із пропускними отворами, який під дією пружин 9 і 10 прагне зайняти крайнє верхнє положення. Поршень через систему важелів пов'язаний із секторною заслінкою механізму живлення. Золотник 6 у поршні перебуває в постійному контакті з роликком важеля 20, інший кінець якого зв'язаний системою важелів з поплавком, встановленим у живильній трубі. Поршень 5 головного гідравлічного циліндра кульовим шарніром 3 з'єднаний з гвинтом 1 ексцентрикового механізму паралельного зближення мельних вальців. Цей механізм, зв'язаний конструктивно з гідроавтоматом, працює незалежно від останнього. У відвальному і звальному положеннях мельних вальців дія ексцентрикового механізму викликає тільки

обертання поршня відносно циліндра й не впливає на роботу автомату. Поршень 5 під дією пружини 2 прагне зайняти крайнє ліве положення.

**Поршень 12** гідравлічного циліндру **11** включення живильних валків насаджений на вал **18**, що входить одним кінцем у приводний шків **16** гідроавтомату. На середній частині валу встановлений блок **19** (шестерня та напівмуфта), що перебуває в постійному зачепленні із зубчастим колесом приводу живильних валків. Поршень **12** і вал **18** під дією пружини **17** прагне зайняти крайнє ліве положення. При русі поршню вправо напівмуфта **19** входить у зчеплення з напівмуфтою, виконаною заодно із зубчастим колесом **14** приводу масляного насосу, встановленого на приводному шківі гідроавтомату.

Гідроавтомат і живильний механізм приводяться плоскопасовою передачею від маточини шківів швидкохідного мельного вальця.

Зношування автомату гідрокерування може бути викликано неправильною експлуатацією, поганим обслуговуванням і витіканням мастила. Найчастіше в гідроавтоматі зношуються шестерні, підшипники, ущільнення, валики шестеренного насоса, валик-золотник, корпус. Через нещільність кришки забруднюється мастило, що призводить до закупорки каналів, задирок спинок циліндра та порушення взаємодії всіх вузлів. Зношуються зубці великої проміжної шестерні приводу насоса, кулачків муфти.

Зношені шестерні, підшипники, ущільнення, валики, кулачкову муфту заміняють. Шестеренний насос ремонтують наплавленням латуні на внутрішню поверхню з наступним розточенням на металорізальних верстатах.

Зношений **валик-золотник** заміняють, а новий ретельно притирають до втулки. Отвір під золотник притирають на токарському верстаті набором чавунних притирань. Золотник шліфують відповідно до розмірів отвору по щільній посадці й притирають разом з отворами по посадці ковзання 1-го класу точності.

Для заливання гідроавтомату використовують очищене мастило, що не містить золи, кислот, смоли і т.і. Застосовують мастила: веретенне 2 і 3, машинне Л. Перед ремонтом і після ремонту гідроавтомат і всі деталі промивають гасом. Мастило заливають до верхнього рівня вказаного на мірній штанзі.

**Поплавець із системою важелів.** Сам поплавець розташований у прийомній трубі верстата й служить для передачі сигналу гідравтомату про надходження або **припинення подачі продукту у верстат.**

**Під час експлуатації верстата** зношуються шарнірні з'єднання важелів, відбувається заклинювання важелів, ламаються й деформуються напрямні пластини поплавців, ламаються пір'я поплавця.

Розібрані для ремонту важелі ретельно очищають від налиплого продукту, досягаючи легкості роботи шарнірних з'єднань. На поплавець наварюють нові пір'я замість поламаних або заміняють весь поплавок. Деформовані напрямні пластини поплавця правлять або виготовляють нові з листової сталі.

**Щітковий механізм.** Служить для очищення поверхні мельних вальців. Під час роботи верстата щітки зношуються, їх може заклинити в напрямних, у результаті чого знижується ефективність очищення вальців. Зношені щітки заміняють. Зношений щітковий механізм 9 (див. рис. 2) доцільно замінити на самопіджимні щітки. Самопіджимні щітки виготовляють із прямокутної металевої рамки, на одній з довгих сторін якої кріплять щітку, а на протилежній стороні міститься куточок або труба-противага. Рамки кріплять на шарнірах під вальцями, зміщаючи осі-підвіски ближче до щітки. Противага завжди піджимає щітку до вальців.

**Привід верстата.** Здійснюється від шківів електродвигуна через клинопасову передачу на шків верхнього мельного вальця. При груповому приводі використовують плоскі прогумовані паси.

Під час роботи верстата часто зношуються паси, які заміняють. Трапляються поломки приводного шківів й шпонки. Зламні деталі заміняють. У справних шківів з розбитою шпонковою канавкою вирізують нову зі зсувом від старої на 90—120°.

**Мельні вальці.** Ремонт мельних вальців а також вимоги до них, варто розглянути докладніше, тому що вальці - основний робочий орган верстатів всіх типів.

**Під час роботи** від перекосів відбувається однобічне зношування поверхні вальців. Неправильна експлуатація призводить до передчасного зношування

рифлів вальців. При роботі в результаті тертя вальці нагріваються, від них нагріваються роликові підшипники, і, як наслідок, зношуються й ламаються обойми, сепаратори та ролики. Передчасному зношуванню й поломці підшипників сприяють часті перекоси вальців, їхня вібрація, надмірне затягування сталевую пробкою самоустановлювальної втулки. Вібрація послаблених підшипників веде до зношування шийок вальців, зрізу різьби кріпильних болтів корпусів підшипників, а також до зрізу різьби в станині верстата.

Попадання **під час роботи** між вальцями сторонніх твердих предметів може викликати поломку хвоста букси. Неоднорідність металу, низька якість термічної обробки поверхні вальців призводить до зміни бочкоподібної форми, утворенню еліпсного або ексцентричного зношення опорних шийок.

Роликові підшипники, що вийшли з ладу, заміняють. Шпильки й болти із зірваною різьбою також заміняють. При виявленні зриву різьби в корпусах підшипників або станини верстата розсвердлюють отвір до більшого діаметра й нарізають різьбу ремонтного розміру, відповідно до якого виготовляють нові деталі - гвинти, болти, пробки й т.д.

Шийки вала ремонтують зварюванням з наступною обробкою на токарському верстаті.

**У процесі роботи** поверхня вальців стирається й для відновлення профілю рифлей її періодично шліфують і повторно нарізають рифлі. Це поступово зменшує діаметр вальців; вони стають непридатними для роботи. У зв'язку із цим вальці виготовляють так, щоб тільки зовнішній шар мав необхідні механічні властивості, а його серцевина залишалася б менш твердою. Це полегшує обробку гнізд для запресовування півосей. Відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ 6284-52 вальці бувають нарізні (тип Р) і гладкі (тип Г).

Вальці відливають у металеві форми (кокілі), застосовуючи один склад чавуну. Через переохолодження металу, що контактує з металеву формою, на глибину не менше 10 мм формується шар вибіленого чавуну, твердість якого для вальців типу Р повинна бути 55-60 одиниць по Шору та для вальців типу Г-45-55 одиниць. Стійкість рифлів цих вальців становить при шпалеобійному помолі 14

днів і при сортовому - не більше одного місяця. Повне зношування вальців відбувається за 3-3,5 роки. Шляхом підбору шихти та складу чавуну вдалося поліпшити якість вальців, довівши їхню твердість до 65-70 одиниць по Шору. Стійкість рифлів збільшилася на 30-40%.

Для робочого шару вальця застосовують хромонікелевий чавун (вміст хрому 0,5% і нікелю до 2,5%) і високохромовий чавун (вміст хрому 14-18%). У цьому випадку зносостійкість у порівнянні зі стандартними вальцями збільшується відповідно в 2,7 і 2,5 рази, а твердість підвищується на 2,4 одиниці по Шору. Вальці відливають у стаціонарних металевих двох- або чотиримісних формах-наложницях або відцентровому способі, що більше досконалий. Глибина робочого шару двошарових вальців - 20-25 мм, твердість - 65-75 одиниць по Шору. Як показали виробничі випробування, стійкість рифлів цих вальців у порівнянні з одношаровими стандартними вальцями збільшується в 2 рази, а тривалість роботи - з 3-3,5 до 15-20 років (у результаті підвищеної стійкості рифлів і збільшення глибини вибіленого шару).

Через підвищену твердість двошарових вальців при нарізанні рифлів різці треба виготовляти із твердих сплавів (ВК-4, ВК-3М). Вальці із гладкою поверхнею, відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ 6284-52, повинні мати твердість, що дорівнює 45-55 одиницям по Шору, але їхня зносостійкість недостатня.

Шорсткості на робочу поверхню вальців наносять вручну корундовими брусками з різною зернистістю. При такому способі обробки стійкість шорсткуватої поверхні вальців недостатня. Більш ефективний спосіб електроіскрової обробки робочої поверхні вальців. У цьому випадку стійкість робочої поверхні становить 5-6 місяців, а тривалість роботи двошарових вальців на глибині вибіленого шару 25-30 мм більше 30 років. Від стану поверхні вальців залежить їхня продуктивність, питома витрата енергії на здрібнювання і якість продуктів здрібнювання.

**Для ефективної роботи вальця** необхідні правильна циліндрична форма й гарна збалансованість. У іншому випадку при обертанні вальців змінюється величина зазору між ними, що призводить до нерівномірного здрібнювання

продукту. Незбалансованість вальців також негативно впливає на роботу міжвальцьової передачі й електродвигуна, тому що викликає вібрацію верстата.

Діаметр вальців дуже впливає на умови та інтенсивність здрібнювання продукту. Мінімальний діаметр вальців, виходячи з умов захвату продукту вальцями в робочу зону, приймають на рівні 87 мм. Однак, з огляду на вимоги твердості вальців, мінімальний діаметр у вальцьових верстатах встановлюють на рівні 185 мм. Чим більше діаметр вальців, тим більше довжина шляху, що проходить продукт між вальцями, і, отже, вище його інтенсивність здрібнювання.

**Для зниження маси й розмірів габариту** вальцьових верстатів доцільно застосовувати вальці малого діаметру. Для збереження необхідної твердості довжина вальців повинна бути невеликою. За цих умов інтенсивність здрібнювання можна підвищити, ненабагато зменшивши величину зазору між вальцями, а продуктивність зберегти, збільшивши колову швидкість вальців. Застосовують вальці діаметром 185, 250 і 300 мм.

Довжина вальців також багато значить. Чим більша довжина вальців, тим більша продуктивність верстата. Однак твердість довгих вальців доводиться набагато збільшувати, тому що більші зусилля, що витримують вальці під час роботи, викликають їхній поздовжній прогин. При цьому порушується рівномірність здрібнювання по довжині вальців, здрібнювання буде інтенсивним тільки по краях. Щоб усунути цей недолік, кінці вальців шліфують на конус, розміри якого залежать від довжини вальців. Застосовують вальці довжиною 400, 600, 800 і 1000 мм.

**Мельні вальці**, у верстатах ЗМ і БВ встановлюють під кутом<sup>о</sup>45 , у верстата ЗС -<sup>о</sup> 20 і у верстата ВМП горизонтально. Чим менше кут нахилу вальців, тим кращі умови подачі продукту в зону здрібнювання, але ширина вальцьового верстата трохи збільшується.

Поверхня вальців (рис. 7) може бути рифленою або гладкою. Ефективність здрібнювання продукту вальцями з рифленою поверхнею залежить від профілю рифлів, числа їх на 1 см довжини кола вальців, нахилу рифлів і розташування рифлів на парно працюючих вальцях.



Профіль рифлів, що нарізають на вальцях, характеризується кутом вістря  $\alpha$  (від 20 до 40°); кутом спинки  $t$  (від 60 до 80°); кутом загострення  $\beta$  (від 90 до 110°). Відстань між двома рифлями  $l$ , яка вимірюється по колу, називають кроком рифлів. Висоту рифлі по радіусу визначають за формулою:

$$h = \frac{t \sin 2\alpha}{2}.$$

Число рифлів на 1 см довжини кола вальця для драних систем приймають від 4 до 10 і для шліфувальних і розмельних систем - від 9 до 12.

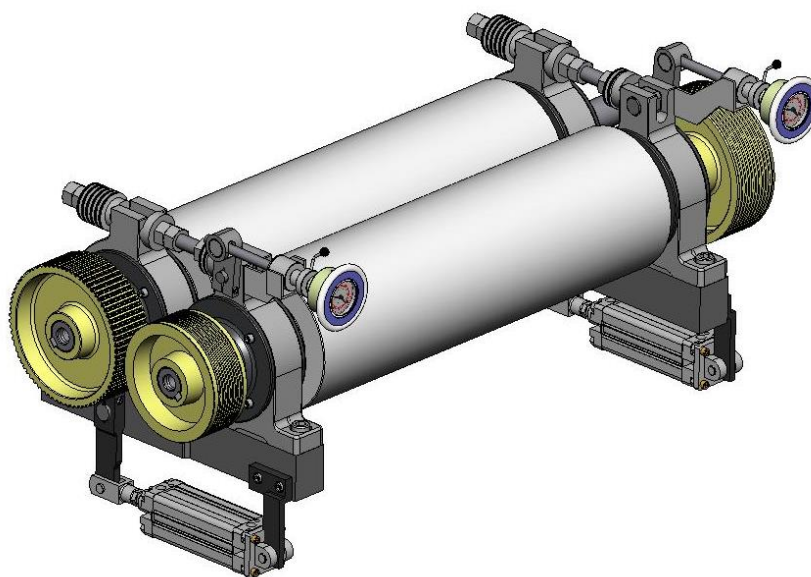


Рис. 7. Мельні вальці з механізмом зближення

Нахил рифлів забезпечує рівномірність здрібнювання продукту. Рифлі нарізають під кутом. Ухил рифлів коливається в межах від 4 до 12°. Його послідовно збільшують від першої до наступних драних систем.

На кожному вальці рифлі нарізають в одному напрямку і під тим самим кутом. При обертанні вальців назустріч один одному рифлі будуть перетинатися по твірній в постійному числі точок під кутом, рівним подвійному куту нахилу рифлів.

Рифлі на парно працюючих вальцях розташовують так: «вістря по вістря», «вістря по спинці», «спинка по вістря», «спинка по спинці». Найчастіше застосовують розташування рифлів за першим й четвертим варіантах.

При обертанні парно працюючих вальців з однаковою швидкістю подрібнюється зерно, під деформацією тиску; воно роздавлюється й плющиться.

Такий вид деформації не відповідає вимогам здрібнювання зерна при переробці його в борошно. Якщо ж вальці обертаються з різною швидкістю, зерно і його частки будуть переміщатися в зоні здрібнювання разом з повільно обертаючим вальцем, а під впливом вальця, який швидко обертається, будуть руйнуватися в результаті стискування й зрушення (сколювання). При цьому ендосперм зерна наче розкривається та зскрібається з оболонок у вигляді крупинок борошна. Відношення колових швидкостей парно працюючих вальців прийнято називати диференціалом:

$$K = \frac{v_{\delta}}{v_{\mu}},$$

де  $v_{\delta}$  - колова швидкість швидкообертального вальця, м/с;

$v_{\mu}$  - колова швидкість повільнообертального вальця, м/с.

Для драних систем приймають 2,5; для розмелених систем - від 1д до 1Д. Зі збільшенням відношення швидкостей вальців підвищується інтенсивність здрібнювання. Тому при обійному помолі приймають іноді 3. Колову швидкість швидкообертального вальця при сортових помолах установлюють у межах 5,5-6,5 м/с; при розмелі зерна в обойне борошно - 9-12 м/с.

**Модернізація верстата.** У зв'язку з розробкою Воронежським технологічним інститутом нових мельних вальців із глибиною робочого шару до 25 мм діапазон зближення вальців необхідно було збільшити понад два рази. Однак величина відбілювання, що дорівнює 12 мм, для існуючої конструкції верстата виявилася граничною, і подальше розширення діапазону зближення вальців без принципової зміни конструкції окремих вузлів здійснити було неможливо. При перевірці було встановлено, що всі деталі й механізми, що переміщуються в міру перешліфовки вальців, повністю використали наявні зазори й займали верхнє крайнє положення. У верхньому положенні корпус рухомого підшипника циліндричною частиною, що перебуває в прорізі боковини, упирався в стінку вставки, кульовою частиною важеля - у гільзу механізму настроювання вальців на паралельність, а плечем - у корпус нерухомого підшипника. Гільза через стопорну гайку впиралася в деталі, закріплені на ексцентриковому валику. Диск, що ущільнює проріз боковини із

зовнішнього боку, упирався в корпус нерухомого підшипника, а цапфа рухомого мельного вальця - у стінку отвору кожуха міжвальцьової передачі.

Фіброві накладки, що ущільнюють валки по торцях, через відсутність пристрою для регулювання зношувалися по мірі перешліфовки вальців, втрачали здатність ущільнювати їх і ставали непридатними. Таким чином, для подальшого розширення діапазону зближення вальців всі перераховані вузли й деталі необхідно було конструктивно переробити.

Щоб використати вибілений шар вальців до 25 мм, у верстатах ЗМ і БВ була змінена конструкція наступних вузлів і деталей: механізму настроювання вальців на паралельність, рухомих корпусів підшипників мельних вальців дисків, що ущільнюють прорізи боковин, козирків і накладок, що ущільнюють вальці по торцях, нижніх вставок, кожуха міжвальцьової шестеренної передачі, щитка із ґратами, нижнього щитка живильних валків (клапана).

**У механізмі настроювання вальців** на паралельність змінена конструкція шпинделя й принцип фіксації його від повороту. Довжина шпинделя збільшена, на різьбовій частині є чотири лиски з отворами для кріплення сухаря, що служить фіксатором. У міру перешліфовки вальців сухар переустановлюють із одного положення в інше. Шпиндель і сухар з болтом для кріплення поставляє завод. Їх установлюють на верстат замість старого шпинделя без доробки.

**У корпусах рухомих підшипників** збільшена відстань від центра вушка до центра підшипника на 12 мм і змінено положення плеча важеля відносно прямої, що з'єднує центр хитання із центром підшипника, на кут, що забезпечує зближення вальців до 50 мм, що відповідає товщині використання робочого шару на 25 мм.

Корпуси рухомих підшипників також поставляє завод, і вони не вимагають доробки. Разом з ними на верстат установлюють нові диски, що ущільнюють прорізи боковин. Диски, що поставляють заводом, не потребують доробки.

Нові заводські козирки й накладки, що ущільнюють вальці по торцях, мають регульовальні пази, завдяки яким забезпечується ущільнення вальців на всьому діапазоні при перешліфовці їх з діаметра 250 до 200 мм. Козирки кріплять

на стінці до верхніх вставок. У випадку розбіжності отворів у верхніх вставках різьбові отвори «глушать» і свердлять нові по отворах у козирках.

Нижні вставки, що закривають прорізи боковин, завод поставляє без отворів. Отвори для кріплення у вставках свердлять по різьбових отворах на станині.

Кожух міжвальцьової передачі, щиток із ґратами, що обгороджують розмелену щілину, і нижній щиток живильних валків (клапан) завод не поставляє. Конструкцію їх допрацьовують на місці по прикладеним до деталей кресленням.

У кожусі міжвальцьової передачі збільшують отвір під цапфу рухомого вальця. Щиток із ґратами й щиток живильних валиків (клапан) підрізають із кожної сторони на 5 мм. До щитка із ґратами приварюють вушко для кріплення.

Усього для модернізації одного верстата потрібно 25 найменувань складальних одиниць і деталей зміненої конструкції. З них деталі 11 найменувань завод поставляє в готовому вигляді та у вигляді доробки старих конструкцій, наявних на верстатах. Разом з комплектом деталей завод поставляє креслення нових вузлів і деталей і інструкцію з модернізації верстата.

**Обкатування.** Після ремонту та зборки верстата перевіряють на холостому ході. При цьому не повинно бути перегрівання підшипників, стукоту шестерень (шум шестерень повинен бути рівним і глухим). Штурвальна пружина повинна стискуватися без залишкової деформації від 28 до 32 мм.

При роботі під навантаженням, регулюють рівну висипку зерна або продукту розмелу по всій ширині верстата. Верстат повинен працювати без помітної вібрації мельних вальців і невластивого роботі шуму й стукотів.

Автомат повинен вмикатися плавно, включення приводу живильних валків повинне випереджати повне зближення мельних вальців.

Припустима вібрація вальцьового верстата складає 0,25 мм. Вимірюють вібрацію верстата (амплітуду коливання) у корпуса верстата на рівні підшипників верхніх вальців.

## **ЗАВДАННЯ**

На підставі набутих знань з будови та експлуатації вальцьового верстата виконати кінематичну схему та схему змащення швидкозношуваних деталей вальцьового верстата.

### **ХІД РОБОТИ:**

1. Інструктаж з безпеки праці на робочому місці.
2. Вивчити методичні рекомендації до роботи.
3. Описати область застосування вальцьового верстата.
4. Описати підготовку вальцьового верстата для пуску, пуск, зупинку, миття.
5. Привести кінематичну схему з точками змащення.
6. Виконати ескізи функціональної схеми вальцьового верстата.
7. Виконати ескізи швидкозношуваних деталей вальцьового верстата.

### **ЗМІСТ ЗВІТУ:**

1. Тема роботи. 2. Мета роботи. 3. Підготовка вальцьового верстата до пуску, пуск, зупинка, миття. 4. Основні регулювання вальцьового верстата.
5. Кінематична схема механізмів вальцьового верстата з точками змащення.
6. Ескізи швидкозношувальних деталей вальцьового верстата.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:**

1. Назвати особливості монтажу вальцьового верстата.
2. Які роботи виконують перед пуском в роботу вальцьового верстата?
3. Як здійснюється пуск в роботу вальцьового верстата?
4. Які деталі вальцьового верстата є швидкозношуваними, чому?
5. Вказати послідовність розбирання основних вузлів вальцьового верстата.
6. Вказати основні регулювальні операції вальцьового верстата для налагодження робочих режимів.
7. Назвати основні несправності вальцьового верстата та способи їх усунення.
8. Класифікація вальцьових верстатів.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова

1. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / В.Г.Мирончук, І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов та ін. За ред. доктора технічних наук, професора Мирончука В.Г. – Вінниця : Нова книга, 2007 – 648 с.
2. Експлуатація та обслуговування обладнання переробних і харчових виробництв./ Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А. та ін. Навчальний посібник. – Харків: «Міськдрук», 2014. – 254 с.
3. Лисовенко А.Т. Технологическое оборудование хлебозаводов - и пути его совершенствования. - М. : Легкая и пищевая промышленность. 1982. - 208 с.
4. Хромеев В М. Технологическое оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик. – С-Пб.: ГИОРД, 2002. – 488 с
5. Переработка продукции растительного и животного происхождения / Под редакцией А.В.Богомолова и Ф.В. Перцевого – СПб: ГИОРД, 2001. – 336 с.
6. Бутковский В.А., Птушкина Г.Е. Технологическое оборудование мукомольного производства. – М.: Журнал Хлебопродукты, 1999 – 208 с.
7. Богомолів О.В., Гурський П.В., Богомолова В.П. Курсове та дипломне проектування обладнання харчових і переробних підприємств. – Х.: Еспада, 2004. – 432с.
8. Устройство и эксплуатация оборудования предприятий пищевой промышленности / А.И. Драгилев, Ц.Р. Зайчик, В.Ф. Коломиец и др. Под ред. Драгилева А.И. – М.: Пищевая пром–сть, 1979. – 304 с.
9. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях в дипломному проектуванні переробних і харчових виробництв / Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А. та ін. - Харків: ХНТУСГ. – 2013. – 185 с.

### Додаткова

1. Гальперин Д,М. Монтаж и наладка оборудования предприятий пищевой промышленности. Справочник. – М.: Агропромиздат, 1988. – 320 с.
2. Буров Л.А., Медведев Г.М. Технологическое оборудование макаронных предприятий. – М.: Пищевая пром–сть, 1980. – 248 с.

## **Навчальне видання**

Гурський П.В.,  
Богомолів О.В.,  
Іващенко С.Г.,  
Кісь-Коркіщенко Л.В.

## **Методичні вказівки**

до виконання лабораторно–практичного заняття:

# **ЕКСПЛУАТАЦІЯ БОРОШНОМЕЛЬНОГО ВАЛЬЦЬОВОГО ВЕРСТАТА ЗМ**

з дисципліни «Експлуатація обладнання та машин переробних і харчових  
виробництв»

Кафедра обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв

Відповідальні за випуск: П.В. Гурський

Комп'ютерний набір та верстка: П.В. Гурський

Підп. до друку 05.05.23

Зам. № 63

Формат паперу 60x84 1/16 Обл. - вид. арк. 1,5

Тираж 100

Ризограф TR 1510 № 80654645

---

ДБТУ, 61002, м. Харків, пр. Героїв Харкова 45, кім. 204

---

Підготовлено та надруковано кафедрою ОІПХВ  
Державного біотехнологічного університету

