



Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Факультет лісового господарства, деревооброблювальних
технологій та землевпорядкування**

**Кафедра деревооброблювальних технологій та
системотехніки лісового комплексу**

**ТЕХНОЛОГІЯ ДЕРЕВИННИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І
ФАНЕРИ
УСТАТКУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА
ДЕРЕВИННОСТРУЖКОВИХ ПЛИТ ДЛЯ МЕБЛЕВИХ ВИРОБІВ**

**Методичні вказівки
до виконання практичних робіт дисципліни
для студентів першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти денної (заочної) форм навчання спеціальності
187 Деревообробні та меблеві технології**

**Харків
2024**

Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства,
деревооброблювальних технологій та землевпорядкування

Кафедра деревооброблювальних технологій та
системотехніки лісового комплексу

ТЕХНОЛОГІЯ ДЕРЕВИННИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І ФАНЕРИ

УСТАТКУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА ДЕРЕВИННОСТРУЖКОВИХ ПЛИТ ДЛЯ МЕБЛЕВИХ ВИРОБІВ

Методичні вказівки

до виконання практичних робіт з дисципліни
«Технологія деревинних композиційних матеріалів і фанери»
для студентів першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти денної (заочної) форми навчання спеціальності
187 Деревообробні та меблеві технології

Затверджено
рішенням Вченої ради факультету
лісового господарства,
деревообробних технологій та
землевпорядкування
Протокол № 8 від 03 травня 2024р.

Харків
2024

УДК 684.4
Т38

Схвалено
на засіданні кафедри деревооброблювальних технологій та
системотехніки лісового комплексу.
Протокол №11 від 16 квітня 2024 р.

Рецензенти:

О. Б. Калюжний, канд. техн. наук, доцент кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка Державного біотехнологічного університету,

О. А. Шептур, канд. техн. наук, доцент, ст. викладач кафедри деревооброблювальних технологій та системотехніки лісового комплексу Державного біотехнологічного університету.

Т38 Технологія деревинних композиційних матеріалів і фанери. Устаткування виробництва деревинностружкових плит для меблевих виробів: методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Технологія деревинних композиційних матеріалів і фанери» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної (заочної) форм навчання спеціальності 187 Деревообробні та меблеві технології / Державний біотехнологічний ун-т; уклад.: Ю. О. Градиський, В.І. Д'яконов, М. О. Сосєдко. – Харків : ДБТУ, 2024. – 24 с.

В методичних вказівках наведено визначення основних понять, необхідні роз'яснення, розрахунки техніко-економічних параметрів деревообробних машин, їх конструкція й експлуатація. Методичні вказівки адресовані студентам спеціальностей 187 Деревообробні та меблеві технології, а також фахівцям лісопромислового комплексу.

УДК 684.4

Відповідальний за випуск: В.І. Д'яконов, к-т техн. наук, доцент

© Ю. О. Градиський, В.І. Д'яконов, М. О. Сосєдко, 2024
© ДБТУ, 2024

ЗМІСТ

1. Практична робота 1. Рубальні машини	5
2. Практична робота 2. Стружкові верстати	7
3. Практична робота 3. Бункери для зберігання тріски або стружки ..	11
4. Практична робота 4. Сепаратори стружки	12
5. Практична робота 5. Змішувальні машини	13
Рекомендована література	23

Практична робота 1. Рубальні машини

Рубальні машини призначені для рубання круглих і колотих лісоматеріалів, низькоякісної деревини, відходів лісопиляння й деревообробки в технологічну тріску з довжиною волокон 15 - 25 мм. Машини застосовуються на лісопильних і деревообробних підприємствах.

Конструктивно машини складаються з механізму рубання й привода (рис. 1, 2). Механізм рубання має міцну станину литої конструкції, всередині якої на підшипниках розміщається дисковий або барабанний ротор з ножами, закритий зверху кожухом, виготовленим з товстолистової сталі. Обертання ротора забезпечується від електродвигуна через сполучну муфту, корпус якої одночасно служить і гальмовим шківом.



Рисунок 1 - Машина рубальна MP2-20



Рисунок 2 - Машина рубальна MPT-20B-1

Машини виготовляють з похилою або горизонтальною подачею деревної сировини й горизонтальним або похилим, або вертикальним патрубком для викиду тріски.

У виробництві найбільше поширення одержали дискові рубальні машини. Вітчизняна промисловість випускає машини наступних моделей: МРЗ-40Н, МРЗ-50Н, МРЗ-40ГБ, МРЗ-50ГБ, МР2-20, МР2-20Н, МРГ-20Б-1, МРН-40-1, МР5-150, МР7-300А, МР7-300Б й ін.

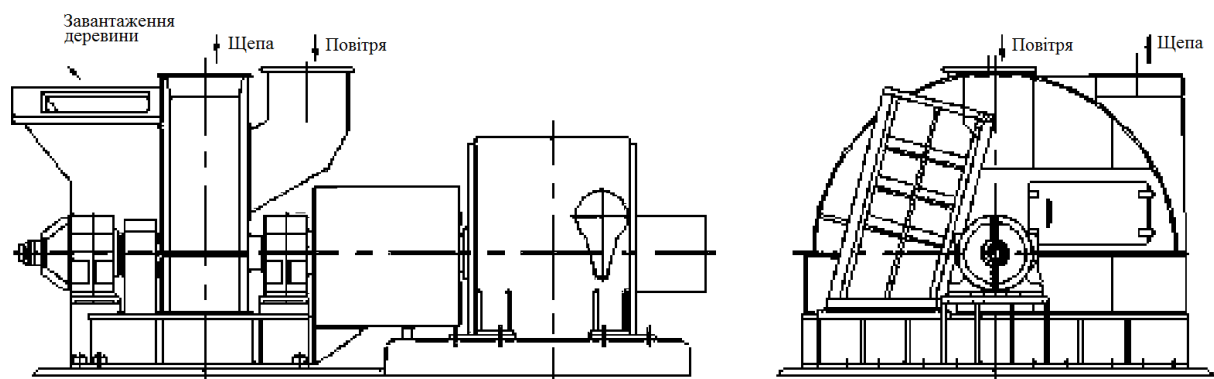
Машини МР2-20 виготовляють з похилою подачею деревини, правим розташуванням завантажувального патрона й верхнім викидом тріски. Опорами ротора служать два сферичних роликових підшипники. На периферії диска приварені лопатки, що забезпечують викид тріски в циклон.

Технічні характеристики рубальних машин

	МРЗ-40Н	МРЗ-50Н	МР2-20	МРГ-20Б-1
Продуктивність, пл. м ³ /год	40	50	20	20-25
Довжина тріски, мм	15-25	15-25	15-25	17-22
Розміри поперечного перерізу завантажувального патрона, мм	430×550	430×550	250×400	220×220
Розміри сировини, що переробляється, мм:				
діаметр	50-315	50-315	50-220	200
максимальні розміри обопола	100×420	100×420	90×350	50×400
Довжина матеріалу, мм	700-6000	700-6000	700-6000	6000
Приводний електродвигун:				
потужність, кВт	132	160	75	75
частота обертання, хв ⁻¹	600	600	600	750
Маса машини, кг	8710	8930	6060	6200
Габаритні розміри машини, мм				2520×1720×1490

Машина МРГ-20Б-1 виготовляється з горизонтальною подачею деревини, правим розташуванням завантажувального патрона й прямоточним бічним (безударним) викидом тріски.

Загальний вигляд дискових машин МР5-150, МР7-300А, МР7-300Б продуктивністю 150-300 м³/год щільної тріски наведений на рис. 3.



Практична робота 2. Стружкові верстати

Для виробництва деревино-стружкових плит використовують стружку з розмірами по товщині - 0,1-0,5 мм, ширині - 0,5-10 мм і довжині - 5-40 мм. Стружку одержують на стружкових верстатах, дробарках і млинах. Вихідною сировиною для одержання стружки служить низькосортна деревина у вигляді дров, технологічна тріска і інші деревні відходи.

2.1. Верстат стружечний ДС-8

Верстат ДС-8 призначений для переробки дров'яної сировини в стружку для зовнішніх шарів і застосовується в цехах по виробництву деревино-стружкових плит.

Верстат (рис. 4) складається з завантажувального транспортера 1, живильника 2 і ножового валу 5. Живильник 2 складається з двох ланцюгових конвеєрів, розташованих всередині верхньої частини станини. Кожний конвеєр має по чотирьох гілки трьохрядних тягових ланцюгів, між якими встановлені сталеві напрямні для опори заготівель при пересуванні їх у порожнину живильника.

Привод живильника розташований у нижній частині станини й складається з тиристорного перетворювача електричного струму, електродвигуна й редуктора.

Ножовий вал верстата являє собою сталевий циліндр з пазами для плоских тонких ножів і ножетримачів. Ножі мають східчасту ріжучу крайку. Відстань між сходами дорівнює довжині стружки.

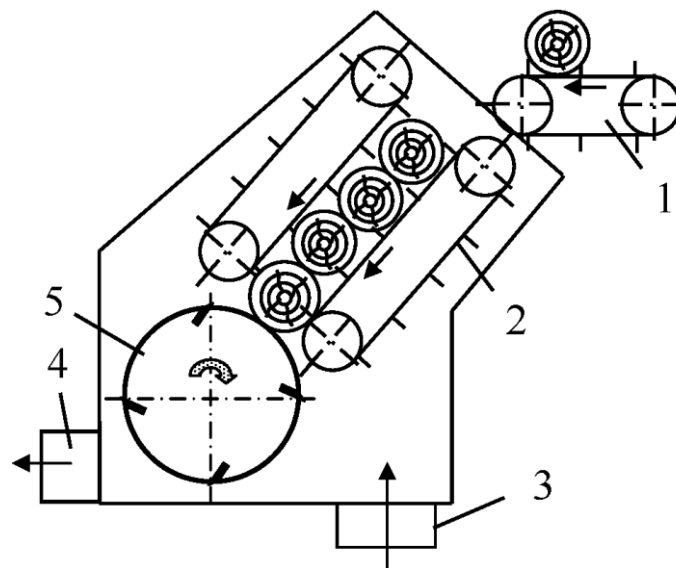


Рисунок 4 - Схема стружкового верстата ДС-8

Вал встановлений на сферичних підшипниках. Привод ножового вала здійснюється від електродвигуна з короткозамкненим ротором, що разом з підмоторною плитою встановлений на загальному фундаменті.

Технічна характеристика верстата ДС-8

Розміри заготовок, що переробляються, мм:	
довжина	450-1080
найбільший діаметр	400
Розміри одержуваної стружки (довжина×товщина), мм	25×(0,15-0,6)
Розміри ножового вала (діаметр×довжина), мм	565×1100
Число пазів у валу	14
Частота обертання ножового вала, хв ⁻¹	985
Потужність електродвигуна ножового вала, кВт	200
Продуктивність, кг/год	3250-6500
Габарити, мм	3500×3600×3010
Маса, кг	13600

На задній стінці в нижній частині станини є відкрита порожнина 4 для відводу стружки. У нижній частині станини є проріз 3, з'єднаний через спеціальний канал у фундаменті з повітрязаборною трубою, що виходить з цеху.

При роботі верстата ножовий вал здійснює поперечне зрізання стружки й створює повітряний потік, що видаляє стружки через порожнину 4.

2.2. Верстат стружковий ДС-7А

Верстат призначений для переробки технологічної тріски у стружку для виробництва деревино-стружкових плит. Верстат (рис. 5) складається з литого корпусу, в якому співвісно змонтовані на підшипникових опорах швидкохідна крильчатка 4 і тихохідний барабан з ножами 5. Крильчатка приводиться в рух від електродвигуна 3, а ножовий барабан - від окремого електродвигуна через редуктор і ланцюгову передачу. Крильчатка і барабан обертаються в різні сторони.

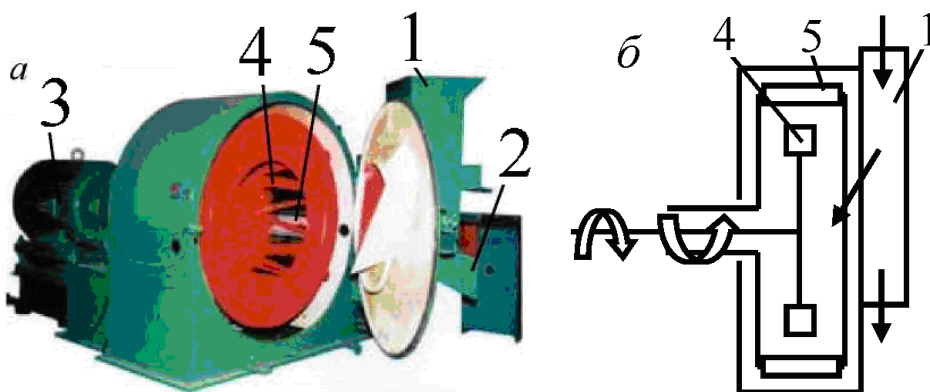


Рисунок 5 - Верстат стружковий ДС-7А: *а* - загальний вигляд;
б - схема принципова

На корпусі змонтована також кришка з завантажувальною вирвою й відкритим вікном.

При роботі тріска подається у вирву. Дрібні частки тріски за рахунок вентиляційного ефекту, створюваного обертовою крильчаткою, засмоктуються в робочу порожнину верстата. Великі частки й сторонні важкі включення, що мають більшу масу, провалюються вниз через вікно назовні.

Тріска, що потрапила на лопаті крильчатки, відкидається відцентровими силами на внутрішню поверхню барабана. Ножі барабана при цьому зрізують тонкі стружки, які проходять через зазори між ножами й попадають у розвантажувальний отвір корпуса.

Барабан виконаний зносостійким. У ньому передбачений пакетний спосіб зборки й виставки ножів, що знижує трудомісткість заміни ножів.

2.3. Дробарки й млини

Дробарки й млини застосовуються для одержання дрібної стружки, використуваної для зовнішніх шарів деревино-стружкових плит. Розмір стружки по ширині при дробленні визначається формою осередків ситових вкладишів, окружною швидкістю дробильного органа й величиною зазору між дробильним органом і ситом.

Молоткові дробарки. У корпусі дробарки (рис. 6) змонтовано сито 1 циліндричної форми й ротор з шарнірно закріпленими молотками 2. Осередки сита мають прямокутну форму й розташовані в шаховому порядку.

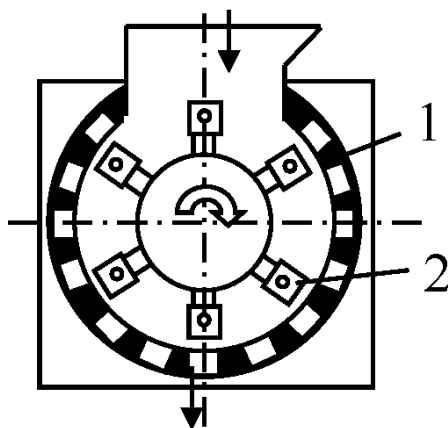


Рисунок 6 - Схема молоткової дробарки

Стружка, що надходить через завантажувальний отвір під дією відцентрових сил відкидаються до стінок сита, а обертові молотки вдаряють і розколюють їх у площині волокон. Здрібнені частки проходять через

отвори сита й повітряним потоком, створюваним обертовим ротором, викидаються з дробарки.

Млин моделі ДМ-8А. Млин призначений для переробки технологічної тріски і стружки відходів і одержання стружки дрібної фракції для зовнішніх шарів деревино-стружкових плит.

По конструкції й зовнішньому вигляді млин схожий на стружковий верстат ДС-7А, тільки замість ножів 5 у барабані встановлені зубчастоситові вкладиші. Необхідний ступінь здрібнювання стружок досягається підбором розміру отворів у ситових вкладишах, а також профілів і розмірів рифлень у зубчастих сегментах барабана.

Стружки попадають у млин через завантажувальну вирву. Обертова крильчатка відкидає їх на ситові вкладиші. Стружка притискається до зубчастих сегментів і сит, а крильчатка вдаряє по її частках і подрібнює їх. Здрібнені частки проходять через отвори сита й віддаляються з млина.

Технічні характеристики верстатів для одержання стружки

	ДС-7А	ДМ-8А
Найбільший розмір деревних часток, що переробляються, мм:		
довжина	10 - 60	10 - 60
ширина	30	30
Продуктивність, т/год	4.5 - 7	9 - 16
Частота обертання ротора, хв ⁻¹	1 000	1 000
Габарити, мм	3800×2000×1900	2600×2000×1900
Потужність електродвигуна, кВт	265	265
Маса, кг	10 500	5 700

Практична робота 3.

Бункери для зберігання тріски або стружки

Для зберігання деревної тріски й стружки на підприємствах використовуються вертикальні бункери. Стінки бункерів виконуються вертикальними або розбіжними донизу, що сприяє мимовільному опусканню матеріалу при розвантаженні бункера. Для розвантаження бункера використовуються шнекові живильники.

При тривалому зберіганні здрібнений матеріал злежується, у бункері утворюються зводи, які перешкоджають надходженню матеріалу до шнекових живильників. Для руйнування зводів живильники забезпечуються планшайбою з важелями-ворошителями.

Бункер ДБ060-1 призначений для зберігання міжопераційних запасів деревної тріски або вологої стружки й дозованої по обсягу видачі її на наступні технологічні операції.

Бункер 7 циліндричної форми (рис. 7) встановлений на зварній основі 1. На дні бункера змонтовано два розвантажувальних шнекових живильники 4 з редукторним приводом 3 і тічкою 2. Шнеки з'єднані також з редуктором 9, на веденому валу якого закріплена планшайба 8 з важелями.

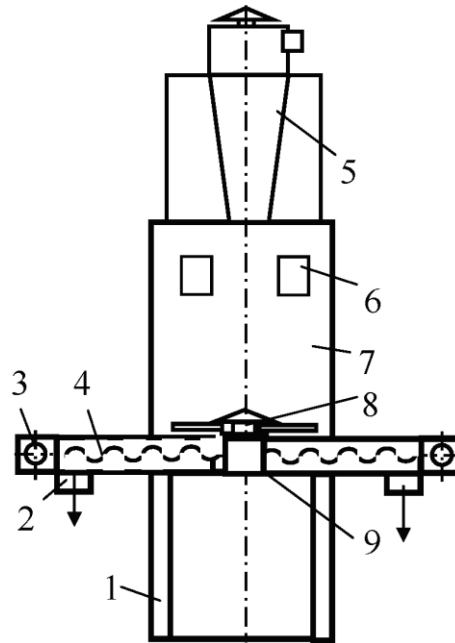


Рисунок 7 – Циліндричний бункер ДБ060-1

На даху бункера встановлений циклон 5, через який проводиться завантаження бункера деревними частками.

Технічні характеристики бункерів

	ДБ060-1	ДБОС60-1
Місткість бункера, м ³	60	60
Кількість розвантажувальних гвинтових конвеєрів, шт.	2	2
Продуктивність одного розвантажувального конвеєра (регульована), м ³ /год	12... 120	12... 120
Габаритні розміри бункера без окремо розташованого устаткування, мм:		
довжина	8400	8400
ширина	5100	5900
висота	11285	11950

Маса бункера, кг	20500	31500
Кількість електродвигунів, шт	6	6
Встановлена потужність, кВт	23,3	23,3

Бункер ДБОС60-1 призначений для зберігання й дозованої по обсягу видачі сухої стружки на наступні технологічні операції. У корпусі бункера є прорізи, у яких встановлені мембранні противибухові клапани. Клапани виконані у вигляді рамок 6 (див. рис. 149) з мембраною з фольги товщиною не більше 0,2 мм. Клапани встановлені фольгою назовні. Корпус оснащений також системою пожежогасіння.

Практична робота 4. Сепаратори стружки

Сепаратори застосовуються для сортування стружки по розмірах деревних часток. При сортуванні відбираються з загальної маси стружки частки, необхідні для формування шару стружечного килима, видаляються деревний пил і великі частки. Сепаратори можуть бути пневматичними й механічними.

На рис. 8 наведена схема механічного ситового сепаратора ДРС-2.

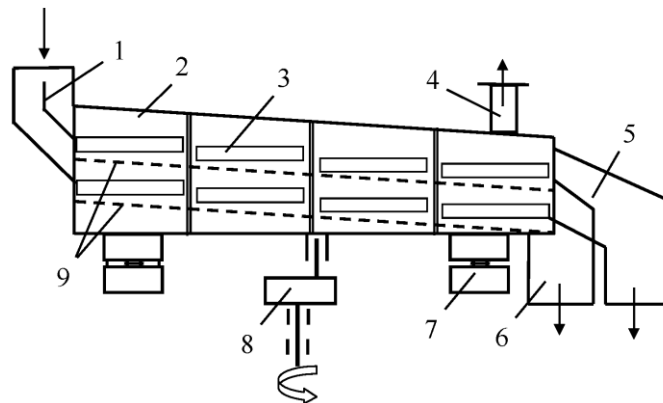


Рисунок 8 - Схема ситового сепаратора ДРС-2

Сепаратор складається з корпуса 2, в якому встановлені у два ряди по висоті змінні сита. Сита складаються з окремих секцій, закріплених на рамках. Для доступу до сит у корпусі передбачені дверцята 3. Під ситами розташовані у два ряди суцільні похилі аркуші 9 для збору просіяних часток.

Короб змонтований на опорах 7 з кутувими однокульковими підшипниками й оснащений ексцентриковим приводом 8. Під впливом привода короб робить плоско-паралельний коливальний рух у горизонтальній площині. В результаті цього кожне сито рухається по траєкторії окружності діаметром 70 - 100 мм. При такому русі стружка не підкидається, а скочує по поверхні сита.

На вході в короб потік стружки козирком 1 ділиться на два потоки. Стружка попадає на верхній і нижній ряди сит. Просіяна стружка провалюється через осередки сит і попадає на аркуші 9. По них дрібна стружка сковзає вправо й виходить з короба через тічку 6. Великі частки, що не пройшли через осередки сит, виходять з короба через тічку 5. Пил з короба відсмоктується потоком повітря через патрубок 4.

Технічна характеристика ситового сепаратора ДРС-2

Продуктивність, кг/год	10000
Загальна площа сит, м ²	16,4
Число, шт.	
сит	2
суцільних аркушів	2
секцій у кожному ситі	4
Розміри секцій, мм	
довжина	2165
ширина	948
Частота хитань, хв ⁻¹	150; 180
Габаритні розміри, мм	5350×2670×2745
Маса, кг	4300

Практична робота 5. Змішувальні машини

5.1. Класифікація змішувачів

Змішувальні машини призначені для перемішування здрібнених деревних часток зі сполучною й іншими добавками.

При **класифікації** змішувальні машини ділять на типи, класи, підкласи, групи й підгрупи.

Тип змішувальної машини визначається швидкістю переміщення деревних часток у змішувальній камері, що дозволяє судити про продуктивність змішувача.

При осмоленні деревні частки повинні переміщатися відносно одна одної так, щоб сполучне могло доходити до їх поверхонь і рівномірно покривати їх. При переміщенні часток обертовим лопатевим валом можна виділити випадок, коли відцентрова сила, що діє на деревну частку, дорівнює силі ваги цієї частки. Частота обертання лопатевого вала в цьому випадку називається критичною частотою. Цю умову можна описати наступним рівнянням:

$$mg = \frac{mV^2}{r} \quad (1)$$

де m - маса деревної частки, кг; g - прискорення вільного падіння, м/с²; V - окружна швидкість руху частки, м/с; r - радіус лопаток вала, м.

Виразивши окружну швидкість руху деревної частки через критичну частоту $n_{кр}$, одержимо

$$n_{кр} = \frac{42,3}{\sqrt{D}} \quad (2)$$

де D - діаметр окружності, описуваної лопатками вала, м.

При **класифікації** змішувальні машини стосовно критичної частоти обертання лопатевого вала ділять на типи: тихохідні змішувачі, середньошвидкісні й швидкохідні. Для тихохідних машин робоча частота обертання лопатевого вала $n \leq n_{кр}$. Частки, що перемішуються, завжди перебувають у нижній частині змішувальної камери. У середньошвидкісних змішувачах робоча частота обертання лопатевого вала $n_{кр} < n < 5 n_{кр}$. Деревні частки під дією відцентрових сил завжди перебувають у розпушеному стані. У швидкохідних змішувачах частота обертання лопатевого вала $n > 5 n_{кр}$. Деревні частки в них під дією відцентрових сил розподіляються в стружкове кільце, що обертається в циліндричному барабані. Кільце стружок притиснуто до стінок барабана й через тертя має знижену частоту обертання.

Якість осмолення деревних часток залежить від однорідності їх фракційного складу. Відомо, що дрібні деревні частки, що володіють більшою сумарною поверхнею, чим великі при однаковому обсязі, більшою мірою вбирають вологу. Тому, якщо в змішувальній камері виявляться дрібні й великі частки, то останні будуть не проклеєні. З врахуванням вищевикладеного, деякі змішувачі забезпечуються пристроєм для фракціонування часток, що значно ускладнює конструкцію змішувача. Таким чином, по можливості фракціонування змішувальні машини діляться на два класи: без фракціонування і з фракціонуванням.

Підкласи машин визначаються конструктивною ознакою, що дозволяє судити про напрямок руху стружок у машині й займаній змішувачем виробничої площі. Всі змішувачі можуть бути двох підкласів: горизонтальні й вертикальні.

Групу змішувальних машин можна відрізнити по конструкції органа, що перемішує. За цією ознакою можна виділити змішувачі лопатеві, гравітаційні, з центрифугою, з голчастим вальцем, пневматичні.

Підгрупа машин визначається по способу подачі сполучного в змішувальний барабан: пневматичним або безповітряним розпиленням, наливом, відцентровим або зовнішнім розпиленням.

5.2. Конструкції швидкохідних змішувачів

Для осмолення деревних часток найбільше поширення в сучасних умовах одержали швидкохідні змішувальні машини без фракціонування горизонтальні лопатеві. Конструктивно вони виконуються за схемою, наведеною на рис. 9. Змішувач включає циліндричний корпус 1 з кришкою, сорочку 2 для охолодження корпусу холодною водою, завантажувальний 7 і розвантажувальний 3 патрубкі.

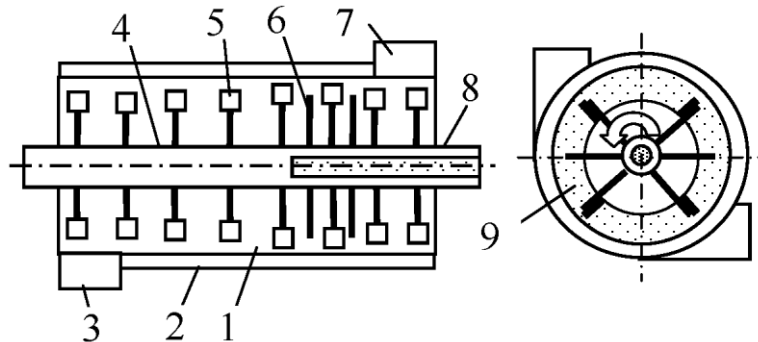


Рисунок 9 - Схема швидкохідного змішувача

Всередині корпусу співвісно йому розташований вал 4 з лопастями 5 і соплами 6. Вал змонтований у підшипникових опорах і з'єднаний клиноремінною передачею з електродвигуном. Вал виконаний порожнім. Його порожнина 8 з'єднана з соплами 6, і в неї подається сполучне під тиском 0,05 - 0,1 МПа.

Внутрішній діаметр корпусу змішувача дорівнює 400 - 1000 мм, частота обертання лопатевого вала $700 - 1600 \text{ хв}^{-1}$.

При роботі змішувача деревні частки дозовано завантажуються через завантажувальний патрубок у корпус. Обертові лопасті відкидають деревні частки до стінок і формують довкола нього обертове стружкове кільце 9. Лопасті, встановлені з поворотом вбік розвантажувального патрубка, обертаючи, переміщують стружкове кільце до виходу.

Частки проходять у корпусі три зони: завантаження, обливу сполучним й інтенсивного перемішування, вивантаження. У першій зоні формується стружкове кільце. У другій зоні через сопла під дією відцентрових сил розпорошується сполучне, крапельки якого при подальшому перемішуванні розмазуються по поверхнях часток. У третій зоні готова суміш вивантажується через розвантажувальний патрубок.

В описаному змішувачі сполучне подається до деревних часток відцентровим способом **зсередини** стружкового кільця. Так виконаний вітчизняний змішувач моделі ДСМ-5. При такій схемі подачі сполучного стружечне кільце й сопла обертаються в одну сторону. Швидкість атаки крапельок сполучного з деревними частками досягає 5 - 10 м/с.

В 1971-1972 р. фірми ФРН "Шнитслер" і "Драйс" розробили спосіб введення сполучного **ззовні** стружкового кільця (рис. 10). У цьому випадку

сполучне подається з колектора 3 через прозорі трубки 2 до сопел 1. Необхідну кількість сопел кріплять на стінці корпусу в ряд по його довжині.

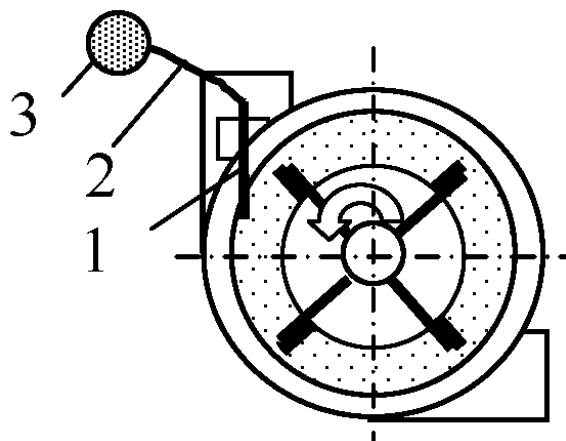


Рисунок 10 - Схема введення сполучного ззовні стружкового кільця

При введенні сполучні ззовні стружкового кільця швидкість атаки крапельок сполучного з деревними частками збільшилася до 15 - 20 м/с. Якість стружко-клеєвої суміші стала краще. У цей час за цією схемою випускаються вітчизняні змішувачі моделей ДСМ-7 і ДСМ-8, виконані на базі вузлів змішувача ДСМ-5.

Корпус змішувача. У змішувачах крапельки розпиленого сполучного попадають на внутрішні стінки корпусу й утворюють на них суцільну плівку. Клейова плівка згодом твердіє, росте по товщині й перетворюється в кірку, що може зруйнуватися й потрапити в стружко-клеєву суміш. Для видалення клейової кірки змішувач зупиняють на чищення.

Для боротьби з коркоутворенням корпус швидкохідного змішувача оснащують сорочкою, тобто подвійною стінкою, у яку під тиском 0,05...0,2 МПа нагнітається холодна вода з температурою на вході близько 12°C.

Корпус змішувача являє собою циліндричний барабан з кришкою. Стінки корпусу виконані з нержавіючої сталі. Для зменшення тертя деревних часток об стінки корпусу й запобігання коркоутворення внутрішні поверхні корпусу покривають шаром зносостійкої пластмаси, до якої не прилипає сполучне. Для цього використовують поліпропілен, поліетилен, тетрафторетилен.

По краях корпусу розташовані завантажувальний і розвантажувальний патрубки з підпірною заслінкою.

Сопла. Сопло призначено для подачі розчину сполучного в корпус змішувача. Воно являє собою трубу з внутрішнім діаметром 5 - 10 мм. Вихідний отвір сопла повинен бути повернений так, щоб деревні частки не забивали його й сполучне не попадало б на стінки корпусу. Сопло може бути з загнутим кінцем. Відстань між виступаючими кінцями сопел і внутрішньою поверхнею корпусу приблизно дорівнює 8 мм.

Лопасті змішувача. Лопасті змішувача призначені для створення стружкового кільця, транспортування його вздовж корпусу, регулювання окружної й осьової швидкостей і товщини стружкового кільця, регулювання часу перебування деревних часток у корпусі й для вивантаження їх зі змішувача. Кожній зоні змішувача відповідає свій тип лопастей. Робочий елемент лопастей, закріплений на стрижні, за формою може бути виконаний у вигляді плоскої прямокутної, серповидної, круглої або іншої форми пластини.

Кількість, крок лопастей і їх форма в кожній зоні вибираються по-різному з урахуванням їх функцій у даній зоні. Відстань від найбільш виступаючих точок лопастей до внутрішньої поверхні корпусу призначається приблизно так: в зоні завантаження 5 мм, в зоні розпилення сполучного й перемішування 8 мм і в зоні вивантаження 15 мм.

Для забезпечення поздовжнього переміщення стружкового кільця робочі поверхні лопастей повинні бути повернені стосовно поздовжньої осі вала під кутом $0 - 45^\circ$ вбік розвантажувального патрубку. В зоні перемішування для гальмування поздовжнього руху й збільшення товщини стружкового кільця деякі лопасті повертають у зворотну сторону.

Вал. Вал змішувача виконується порожнім. На його зовнішній поверхні приварені платики для кріплення лопастей і сопел. Порожнина вала може бути наскрізна і призначена для подачі через неї охолодної води. У змішувачах з відцентровим способом розпилення сполучного в порожнині вала встановлена перегородка. В цьому випадку через порожнину вала до сопел надходить сполучне.

Вал встановлений на шарикопідшипникових опорах. Після зборки лопатевий вал повинен бути статично збалансований.

Технічні характеристики швидкохідних змішувачів

	ДСМ-7	ДСМ-8
Продуктивність, кг/год:		
стружка	2000...16000	1000...8000
дрібна фракція	-	1000...6000
Розміри змішувального барабана, мм:		
довжина	2500	2000
внутрішній діаметр	600	500
Кількість лопастей, шт	-	16
Кількість сопел, шт	12	24
Витрата охолодної води, л/год	3000	700
Частота обертання лопатевого вала, хв^{-1}	875	980
Встановлена потужність, кВт	55	40,6
Габаритні розміри, мм	3800×1360×2740	3740×2813×1485

Маса, кг	3650	3200
----------	------	------

5.3. Розрахунок швидкохідного змішувача

При роботі змішувача лопасті захоплюють деревні частки масою m_1 і повідомляють їм кінетичну енергію T_1 (рис. 11):

$$T_1 = 0,5I_1\omega_1^2 = 0,5m_1r_1^2\omega_1^2z \quad (3)$$

де I - момент інерції щодо осі обертання; ω_1 - кутова швидкість обертання, c^{-1} ; $\omega_1 = \pi n/30$; m_1 - маса часток, кг; r_1 - радіус лопастей, м; z - кількість лопастей, шт.

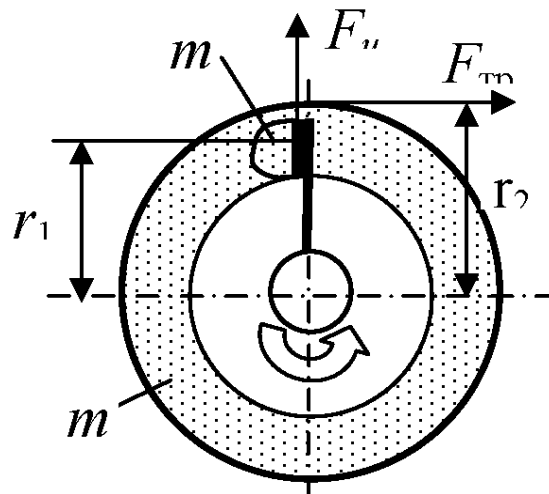


Рисунок 11 - Схема до розрахунку змішувача

Кінетична енергія T_1 витрачається на повідомлення стружкового кільця масою m_2 , кг, кінетичної енергії T_2 і на подолання роботи тертя стружок об стінки корпусу $T_{тр}$:

$$T = T_2 + T_{тр}, \quad (4)$$

$$T_2 = 0,5m_2r_2^2\omega_2^2 \quad (5)$$

$$T_{тр} = \pi Dm_2\omega_2^2r_2\mu \quad (6)$$

де D і r - відповідно діаметр і радіус змішувального барабана, м; μ - коефіцієнт тертя ковзання стружкового кільця по стінці барабана; ω_2 - кутова швидкість стружкового кільця, c^{-1} .

Вирішуючи (3) відносно ω_2 , одержимо

$$\omega_2 = \frac{r_1 \omega_1}{r_2} \sqrt{\frac{m_1 z}{m_2 (1 + 4\pi\mu)}} \quad (7)$$

Осьова швидкість руху стружкового кільця V_{oc} , м/с:

$$V_{oc} = 0,5 V \sin 2\alpha, \quad (8)$$

де V - окружна швидкість руху стружкового кільця, м/с; α - кут між поздовжньою віссю вала й робочою поверхнею лопасті, град.

Продуктивність змішувача Π , кг/год:

$$\Pi = 3600 m_2 V_{oc}. \quad (9)$$

Потужність на лопатевому валу P , кВт:

$$P = \frac{r_1^2 \omega_1^3}{2000} (m_{1,1} z_1 + m_{1,2} z_2 + m_{1,3} z_3) \quad (10)$$

де $m_{1,1}$, $m_{1,2}$, $m_{1,3}$ - маса деревних часток, захоплювана лопастю відповідно в зонах 1, 2 і 3, кг; z_1 , z_2 , z_3 - кількість лопастей у відповідних зонах.

Приклад. Розрахувати продуктивність і потужність на приводному валу змішувача, що має наступні параметри: внутрішній діаметр змішувального барабана $D = 300$ мм, довжина барабана $L = 1250$ мм, зовнішній діаметр лопатевого вала $d = 96$ мм, кількість лопастей $z = 30$ шт., в тому числі: в зоні завантаження $z_1 = 4$; в зоні розпилення сполучного $z_2 = 12$; в зоні перемішування й вивантаження $z_3 = 14$. Розміри лопастей, мм: завантажувальних - 100×50 ; в зоні розпилення сполучного 30×50 ; що перемішують 80×50 . Кут повороту лопастей щодо осі вала: в першій зоні - 45° ; 30° ; 20° ; 10° ; в другій зоні - 10° і в третій зоні - 0° - 10° . Частота обертання лопатевого вала $n = 1500$ хв⁻¹.

Рішення. Обсяг змішувального барабана, м³:

$$U = \frac{\pi L}{4} (D^2 - \varphi d^2), \quad (11)$$

де φ - коефіцієнт, що враховує обсяг лопастей у частках від обсягу вала.

$$U = \frac{3,14 \cdot 1,25}{4} (0,3^2 - 1,2 \cdot 0,096^2) = 0,076 \text{ м}^3.$$

Обсяг суміші в барабані змішувача, м³:

$$U_{cm} = k U \quad (12)$$

де k - коефіцієнт заповнення змішувального барабана. Оптимальне значення $k = 0,57$. Обсяг суміші в барабані $U_{cm} = 0,57 \times 0,076 = 0,043 \text{ м}^3$.

Внутрішній діаметр стружкового кільця D_{BH} , м:

$$D_{BH} = \sqrt{D^2 - \frac{4U_{CM}}{\pi L}} \quad (13)$$

$$D_{BH} = \sqrt{0,3^2 - \frac{4 \cdot 0,043}{3,14 \cdot 1,25}} = 0,215 \text{ м.}$$

Товщина стружечного кільця $h_{СК}$, м:

$$h_{СК} = (D - D_{BH})/2. \quad (14)$$

$$h_{СК} = (0,3 - 0,215)/2 = 0,043 \text{ м.}$$

Приймаємо, що всі лопасті відступають від стінок барабана на 5 мм. Знаходимо величину занурення лопастей у стружкове кільце l , мм:

$$l = (D_l - D_{BH})/2, \quad (15)$$

де D_l - діаметр окружності, описуваної зовнішніми крайками лопастей, мм.

$$l = (290 - 215) / 2 = 38 \text{ мм.}$$

Оскільки лопасті обертаються швидше стружкового кільця, то можна вважати, що вони захоплюють деревні частки всією своєю довжиною 50 мм. Знаходимо радіус центра ваги робочої площадки лопастей:

$$r_1 = 150 - 5 - 25 = 120 \text{ мм.}$$

Окружна швидкість обертання лопастей V_l , м/с:

$$V_l = \frac{2\pi r_1 n}{60000} \quad (16)$$

$$V_l = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 120 \cdot 1500}{60000} = 18,84 \text{ м/с.}$$

Кутова швидкість обертання лопатевого вала ω_1 , с^{-1} :

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{ с}^{-1}.$$

Приймаємо, що лопасть захоплює стовпчик деревних часток висотою, рівною її найменшій стороні. Знаходимо масу деревних часток, захоплених лопастю, m_1 , кг:

$$m_1 = a b c \rho \cos \alpha, \quad (17)$$

де a, b, c - відповідно довжина, ширина лопасті й висота стовпчика часток, м;
 ρ - щільність деревних часток, $\rho = 180 \text{ кг/м}^3$; α - кут повороту лопаток.

Значення m_1 знаходимо по зонах змішувача:

для зони завантаження

$$m_{1;1} = 0,1 \cdot 0,05 \cdot 0,05 \cdot 180 \cos\left(\frac{45 + 30 + 20 + 10}{4}\right) = 0,04 \text{ кг};$$

для зони розпилення сполучного

$$m_{1;2} = 0,03 \cdot 0,05 \cdot 0,03 \cdot 180 \cos 10 = 0,0077 \text{ кг};$$

для зони перемішування й вивантаження:

$$m_{1;3} = 0,05 \cdot 0,08 \cdot 0,05 \cdot 180 \cos 5 = 0,036 \text{ кг}.$$

Маса стружкового кільця m_2 , кг:

$$m_2 = U_{cm} \rho. \quad (18)$$

$$m_2 = 0,043 \cdot 180 = 7,74 \text{ кг}.$$

Кутова швидкість обертання стружкового кільця по формулі (7):
 для першої зони

$$\omega_{2;1} = \frac{120 \cdot 157}{(150 - 21)} \sqrt{\frac{0,04 \cdot 4}{7,74(1 + 4 \cdot 3,14 \cdot 0,4)}} = 8,37, \text{ с}^{-1};$$

для другої зони

$$\omega_{2;2} = \frac{120 \cdot 157}{(150 - 21)} \sqrt{\frac{0,0077 \cdot 12}{7,74(1 + 4 \cdot 3,14 \cdot 0,4)}} = 6,36, \text{ с}^{-1};$$

для третьої зони

$$\omega_{2;3} = \frac{120 \cdot 157}{(150 - 21)} \sqrt{\frac{0,036 \cdot 14}{7,74(1 + 4 \cdot 3,14 \cdot 0,4)}} = 14,85, \text{ с}^{-1}$$

Окружна швидкість обертання стружкового кільця V , м/с:

$$V = \omega_2 (D + D_{\text{вн}}) / 2. \quad (19)$$

Для першої зони $V_1 = 8,37 (0,3 + 0,215) / 2 = 2,16 \text{ м/с}$;

для другої зони $V_2 = 6,36 (0,3 + 0,215) / 2 = 1,64 \text{ м/с}$;

для третьої зони $V_3 = 14,85 (0,3 + 0,215) / 2 = 3,82 \text{ м/с}$.

Критична окружна швидкість обертання стружкового кільця $V_{кр}$, м/с:

$$V_{кр} = \sqrt{gr_{CP}} \quad (20)$$

$$V_{кр} = \sqrt{9,81 \cdot (0,3 + 0,215) / 2} = 1,59 \text{ м/с.}$$

Порівнюючи швидкості обертання стружкового кільця в різних зонах з критичною швидкістю, відзначимо: швидкість обертання деревних часток у всіх зонах більше критичної. Це значить, що у всіх зонах формується стружкове кільце.

Осьова швидкість переміщення стружкового кільця по формулі (8):

$$V_{oc} = 0,5 V_3 \sin 2 \alpha = 0,5 \times 3,82 \sin (2 \times 5) = 0,33 \text{ м/с.}$$

Продуктивність змішувача при відкритій заслінці на розвантажувальному патрубку по формулі (9):

$$П = 3600 m_2 V_{oc} = 3600 \times 7,74 \times 0,33 = 9195 \text{ кг/год.}$$

При відкритій заслінці деревні частки перебувають у барабані змішувача близько 6 с. Гарне проклеювання часток виходить при часі їх перебування в змішувачі 20...25 с. Для цього включають у роботу гальмову заслінку, що повинна в 4 рази довше втримувати частки в змішувачі. Тоді продуктивність змішувача при включеній гальмовій заслінці $П = 9195/4 = 2299$ кг/год.

Потужність на валу лопатевого вала по (10):

$$P = \frac{r_1^2 \omega_1^3}{2000} (m_{1; 1} z_1 + m_{1; 2} z_2 + m_{1; 3} z_3) = \frac{0,12^2 \cdot 157^3}{2000} (0,04 \cdot 4 + 0,0077 \cdot 12 + 0,036 \cdot 14) = 21,1 \text{ кВт.}$$

Рекомендована література

1. Кірик М.Д. Механічне оброблення деревини та деревних матеріалів. Підручник для вищих навчальних закладів. - Львів, КН, 2006. - 412 с.
2. Деревообробні верстати загального призначення: Підручник / В.В. Шостак, Я.І. Савчук, А.С. Григор'єв та ін.; За ред. В.В. Шостака. — К.: Знання, 2007. — 279 с.
3. Основи розрахунку та конструкції деревообробного обладнання: підручник / В.В. Шостак, Я.І. Савчук, Г.М. Ковальчук, Ю.І. Озимок, М.М. Савич; за ред. В.В. Шостака. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. - 392 с.
4. Сучасне лісосушильне та лісопильне устаткування / О.О. Пінчевська, З.С. Сірко, В.С. Коваль, Н.В. Марченко. - Харків: ПФ «Центрінформ», 2005. — 176 с.

Навчальне видання

ТЕХНОЛОГІЯ ДЕРЕВИННИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І
ФАНЕРИ
УСТАТКУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА ДЕРЕВИНО-СТРУЖЕЧНИХ
ПЛИТ ДЛЯ МЕБЛЕВИХ ВИРОБІВ

Методичні вказівки
до самостійного вивчення дисципліни
«Технологія деревинних композиційних матеріалів і фанери»

Укладачі:
ГРАДИСЬКИЙ Юрій Олександрович
Д'ЯКОНОВ Василь Іванович
СОСЄДКО Марія Олександрівна

Формат 60x84 /16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. _.

Наклад ___ пр.

Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44