

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ**

**А. М. Слізков, Т. О. Якубовська, О. П. Крижанівська**

**ЗБІРНИК ЗАДАЧ З ПРЯДІННЯ БАВОВНИ  
І ХІМІЧНИХ ВОЛОКОН**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**

**Київ  
КНУТД  
2012**

УДК 677.21.022-489(076)

ББК 37.231.73

С 47

Розглянуто та схвалено Вченою радою КНУТД як навчальний посібник для студентів  
напряму підготовки 6.051601 «Технологія та дизайн текстильних матеріалів»  
(пр. №9 від 30.05.2012р.)

#### **Рецензенти:**

**В. Д. Омельченко** – канд.техн.наук, професор кафедри ергономіки і проектування одягу Київського національного університету технологій та дизайну.

**В. І. Синельникова** – канд.техн.наук, директор ТОВ Науково-випробувального центру продукції текстильної та хімічної промисловості.

Слізков А. М. Збірник задач з прядіння бавовни і хімічних волокон: навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. / А.М. Слізков, Т.О. Якубовська, О.П. Крижанівська – К.:КНУТД, 2012. – 326 с. Укр. мовою.

ISBN \_\_\_\_\_

Збірник містить більше 700 варіантів задач, які можуть бути використані для проведення практичних, лабораторних і індивідуальних робіт, а також для проведення заліків і екзаменів по технології бавовнопрядильного і крутильного виробництв. В кожному розділі приведені основні відомості з теорії процесів, методики вирішення технологічних задач.

Збірник задач призначений в якості навчального посібника для студентів, що навчаються за спеціальністю «Прядіння натуральних і хімічних волокон», аспірантів та викладачів і може бути використаний інженерно – технічними робітниками бавовняного виробництва.

УДК 677.21.022-489(076)

ББК 37.231.73

С 47

ISBN \_\_\_\_\_

А.М. Слізков, Т.О. Якубовська, О.П. Крижанівська  
КНУТД, 2012

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕДМОВА</b> .....	7
<b>1. СИРОВИНА БАВОВНОПРЯДИЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ</b> .....	8
1.1. Характеристика волокон і їх сумішей .....	8
1.2. Завдання для розрахунку .....	16
<b>2. РОЗПУШУВАННЯ ОЧИЩЕННЯ І ЗМІШУВАННЯ. РОЗПУШУВАЛЬНО-ОЧИЩУВАЛЬНИЙ АГРЕГАТ</b> .....	22
2.1. Параметри ставки пак і роботи автоматичного пакорозпушувача .....	22
2.2. Проектування ставки пак і процесу розпушування .....	25
2.3. Параметри шару волокнистого потоку, що формується на поверхні робочих органів .....	30
2.4. Завдання для розрахунку .....	30
2.5. Інтенсивність і ефективність розпушування та очищення волокон. Загальні відомості .....	33
2.6. Завдання для розрахунку .....	36
2.7. Інтенсивність й ефективність змішування. Загальні відомості .....	40
2.8. Завдання для розрахунку .....	50
<b>3. КАРДОЧЕСАННЯ. КАРДОЧЕСАЛЬНІ МАШИНИ</b> .....	55
3.1. Число зубів, голок гарнітури робочого органа машини Основні відомості .....	55
3.2. Завдання для розрахунку .....	55
3.3. Технологічний розрахунок чесальної машини. Основні відомості .....	57
3.4. Завдання для розрахунку .....	71
3.5. Взаємодія зубів, голок гарнітури робочих органів машини з волокном, смітинкою .....	76
3.6. Завдання для розрахунку .....	79
3.7. Розрахунок інтенсивності кардочесання .....	80
3.8. Якість прочосу та стрічки .....	93
3.9. Завдання для розрахунку .....	93
3.10. Кількість відходів на чесальній машині. Ефект очищення..	99
3.11. Завдання для розрахунку .....	100
<b>4. СКЛАДАННЯ, ВИТЯГУВАННЯ, ВИРІВНЮВАННЯ. СТРІЧКОВІ МАШИНИ</b> .....	102
4.1. Розрахунок та регулювання швидкості робочих органів машин за схемою передачі руху .....	102

4.2. Розрахунок витяжки на стрічковій машині .....	105
4.3. Розрахунок та регулювання продуктивності стрічкової машини .....	107
4.4. Розрахунок розведень у витяжному приладі .....	109
4.5. Оцінка рівномірності продукту після процесів витягування і складання .....	112
4.6. Завдання для розрахунку .....	116
<b>5. ГРЕБЕНЕЧЕСАННЯ. СТРІЧКОЗ'ЄДНУВАЛЬНІ І ГРЕБЕНЕЧЕСАЛЬНІ МАШИНИ .....</b>	<b>124</b>
5.1. Підготування волокнистих настилів до гребенечесання .....	124
5.2. Завдання для розрахунку .....	130
5.3. Приготування стрічки на гребенечесальних машина .....	135
5.4. Завдання для розрахунку .....	147
5.5. Параметри гарнітури барабанчиків і верхнього гребеня .....	149
5.6. Завдання для розрахунку .....	155
5.7. Розрахунок параметрів сортування волокон по довжинах ..	156
5.8. Завдання для розрахунку .....	157
5.9. Інтенсивність гребенечесання бавовни .....	158
5.10. Завдання для розрахунку .....	161
5.11. Розрахунок параметрів порції волокон, що відокремлюються в прочіс, прочосу і гребінної стрічки .....	163
5.12. Завдання для розрахунку .....	165
5.13. Ефективність гребенечесання бавовни .....	166
5.14. Завдання для розрахунку .....	168
<b>6. ПЕРЕДПРЯДІННЯ. РІВНИЧНІ МАШИНИ .....</b>	<b>171</b>
6.1. Кінематична схема рівничної машини .....	171
6.2. Технологічний розрахунок рівничної машини .....	175
6.3. Задачі .....	189
6.4. Норма продуктивності рівничної машини .....	195
6.5 Завдання для розрахунку .....	198
6.6. Порядок розрахунку повної заправки рівничної машини ...	199
6.7 Завдання для розрахунку .....	199
6.8. Розведення між циліндрами у витяжному приладі .....	200
6.9. Завдання для розрахунку .....	200
6.10. Контроль якості рівниці .....	201
6.11. Завдання для розрахунку .....	202
<b>7. ПРЯДІННЯ. КІЛЬЦЕВІ ПРЯДИЛЬНІ МАШИНИ .....</b>	<b>204</b>
7.1. Вибір і розрахунок параметрів процесу крутіння пряжі .....	204
7.2. Завдання для розрахунку .....	209
7.3. Розрахунок потоншення продукту й параметрів процесу витягування у витяжному приладі .....	211

7.4. Завдання для розрахунку .....	213
7.5. Вибір і розрахунок параметрів процесу намотування пряжі на патрон .....	214
7.6. Завдання для розрахунку .....	227
7.7. Розрахунок норми продуктивності і норми обслуговування машин .....	232
7.8. Завдання для розрахунку .....	235
7.9. Умови прядіння на кільцевій прядильній машині .....	237
7.10. Завдання для розрахунку .....	243

## **8. ПНЕВМОПРЯДІННЯ. ПНЕВМОМЕХАНІЧНІ ПРЯДИЛЬНІ МАШИНИ .....**

8.1. Кінематична схема пневмомеханічної прядильної машини..	246
8.2. Розрахунок частоти обертання і швидкості робочих органів .....	248
8.3. Завдання для розрахунку .....	250
8.4. Розрахунок витяжки і числа зубців змінної витяжної шестерні .....	251
8.5. Завдання для розрахунку .....	254
8.6. Розрахунок величини крутіння пряжі і числа зубців змінної крутильної шестерні .....	254
8.7. Завдання для розрахунку .....	258
8.8. Розрахунок числа зубців мотальної шестерні .....	259
8.9. Завдання .....	263
8.10. Розрахунок допустимої частоти обертання прядильної камери, натягнення пряжі і діаметру змінного шківів .....	264
8.11. Завдання для розрахунку .....	267
8.12. Розрахунок інтенсивності дії дискретизуючого валика на стрічку .....	268
8.13. Завдання для розрахунку .....	270
8.14. Розрахунок числа циклічних складань шарів і ефективності вирівнювання продукту в жолобі прядильної камери .....	272
8.15. Завдання для розрахунку .....	277
8.16. Розрахунок лінійної густини та середнього числа волокон в поперечному перерізі потоку .....	278
8.17. Завдання для розрахунку .....	282
8.18. Розрахунок частки обвивних волокон в пряжі .....	283
8.19. Завдання для розрахунку .....	285
8.20. Розрахунок продуктивності прядильної машини, маси пряжі в бобіні та тривалості формування бобіни .....	285
8.21. Завдання для розрахунку .....	289

<b>9. СКРУЧУВАННЯ ПРЯЖІ. МОТАЛЬНІ, ТРОСТИЛЬНІ ТА КРУТИЛЬНІ МАШИНИ .....</b>	<b>291</b>
9.1. Підготовка пряжі до крутіння .....	291
9.2. Завдання для розрахунку .....	294
9.3. Приготування крученої пряжі .....	299
9.4. Завдання для розрахунку .....	303
9.5. Параметри намотування нитки на циліндричні та конічні бобіни .....	311
9.6. Завдання для розрахунку .....	320
9.7. Контроль якості крученої пряжі .....	322
9.8. Завдання для розрахунку .....	323
<b>Літературні джерела .....</b>	<b>325</b>

## ПЕРЕДМОВА

Текстильна промисловість є однією з важливих ділянок промисловості України, яка забезпечує споживачів різноманітними текстильними матеріалами (тканинами, трикотажем, нетканими матеріалами, пряжею тощо) для виготовлення одягу, технічних виробів тощо. Для розширення асортименту пряжі, тканин, зниження їх собівартості, підвищення ефективності використання сировини, зниження матеріалоемності виробів та підвищення продуктивності устаткування разом із зазначеною вище концепцією потрібно впровадження певних додаткових заходів. Такі заходи спрямовані на удосконалення існуючих технологій, та на розробку і впровадження принципово нових технологій.

Розширення асортименту, збільшення кількості виготовленої бавовняної пряжі та тканин, а також поліпшення їх якості в основному здійснюватиметься за рахунок впровадження досягнень науки та техніки у виробництво, реконструкцію та технічне переоснащення існуючих підприємств.

Основним завданням представленого навчального посібника є набуття навичок в кінематичному та технологічному розрахунках устаткування студентів прядильного спрямування, а також визначення засобів коригування роботи устаткування у відповідності з виробничим завданням.

Задачник написаний у відповідності з програмою дисципліни «Основи технології виробів» для студентів спеціальності 7.05160103 «Прядіння натуральних і хімічних волокон».

Задачник містить 9 розділів із завданнями для розрахунку. В першому розділі викладені основні відомості про сировину бавовнянопрядильного виробництва. В другому розділі наведені основні відомості про устаткування та розрахунки розпушувально-очисного агрегату. В третьому розділі містяться матеріали з розрахунку кардочесальних машин; в четвертому – стрічкових машин; в п'ятому – стрічков'єднувальних та гребенечесальних машин; в шостому – рівничних машин; в сьомому – кільцевих прядильних машин; в восьмому – пневмомеханічних прядильних машин, а в дев'ятому – мотальних, тростильних та крутильних машин.

Автори вдячні за допомогу при укладанні задачника аспірантці кафедри Матеріалознавства та технології переробки текстильних волокон Київського національного університету технологій та дизайну Трофімовій О. В.

Представлена книга буде корисною для спеціалістів прядильного виробництва вищих та середніх спеціальних навчальних закладів .

Всі зауваження та побажання читачів будуть з вдячністю прийняті та враховані авторами в подальшій роботі.

# 1. СИРОВИНА БАВОВНОПРЯДИЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ

Одним з найважливіших завдань, що вирішуються у бавовнопрядильному виробництві, є проектування й складання сумішей однорідних або неоднорідних волокон.

Зведеними характеристиками маси волокон бавовни, хімічних волокон і їх сумішей є довжина, лінійна густина, розривальне навантаження, наявність і кількість дефектів волокон і сміттєвих домішок тощо.

## 1.1. Характеристика волокон і їх сумішей

### *Масова частка різних волокон у сумішах, у продуктах.*

Для обчислення числових оцінок сукупностей волокон у паках, шарах, продуктах (напівфабрикаті й пряжі) використовують метод математичної статистики. Такі оцінки залежать від величини показників, що характеризують окремі волокна із різними властивостями у сукупності [9].

Масу,  $g$ , волокон довжиною  $l_e$ , мм, лінійної густини  $T_e$ , текс, обчислюють за формулою:

$$q_e = \frac{T_e \lambda_e}{10^{-6}} \quad (1.1)$$

Число  $m_{ei}$  і маса  $q_{ei}$ , г, довжина  $l_{ei}$ , мм, лінійна густина  $T_{ei}$ , текс, волокон суміші, у продукті зв'язані співвідношенням:

$$q_{ei} m_{ei} = \frac{T_e \lambda_e m_{ei}}{10^{-6}} \quad (1.2)$$

Середнє число волокон лінійної густини  $T_v$  у поперечному перерізі напівфабрикату, пряжі лінійної густини  $T_{np}$  обчислюють за формулою:

$$q_e = \frac{T_e \lambda_e}{10^{-6}} \quad (1.3)$$

Вміст волокон, що характеризуються величиною ознаки (довжина волокна, розривальне навантаження тощо), у сукупності волокон можуть представлятися або часткою  $\alpha_i$  за їх числом, або часткою  $\beta_i$  за їх масою.

Між часткою  $\alpha_i$  за числом волокон і часткою  $\beta_i$  за їх масою є співвідношення:

$$\alpha_i = \frac{m_i}{\sum m_i} = \frac{\beta_i}{\lambda_i T_{ei}} \frac{1}{\sum \lambda_i T_{ei}}; \quad (1.4.1)$$

$$\beta_i = \frac{q_i}{\sum q_i} = \alpha_i \bar{\lambda}_i \bar{T}_{ei} \frac{1}{\sum (\alpha_i \bar{\lambda}_i \bar{T}_{ei})} \quad (1.4.2)$$

Середньозважені значення властивостей волокон у сумішах (довжину  $l_e$ , площу поперечного перерізу волокон  $F$ , розривальне навантаження  $P_v$ ), дисперсію  $\sigma^2$ , квадратичну нерівноту  $C$ , %, можна обчислювати за формулами:



$$\bar{x} = \sum_{i=1}^k \alpha_i x_i; \quad (1.5)$$

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^k \alpha_i [\sigma_i^2 + (x_i - \bar{x})^2]; \quad (1.6)$$

$$C = \frac{\sigma}{\bar{x}} 100$$

**Довжина волокон.** Для бавовняних волокон розраховують середню масодовжину, модальну й штапельну довжину.

*Середня арифметична довжина* волокон – це середня довжина, розрахована по числу волокон різної довжини в сировині, продукті, мм:

$$\lambda_g = \frac{\sum (\lambda_i m_i)}{\sum m_i}$$

*Середня масодовжина* волокон розраховується як відношення суми добутків маси  $q_i$  волокон різної довжини і середньої довжини  $l_i$  волокон до сумарної маси волокон всіх довжин у суміші, продукті, г:

$$\bar{\lambda} = \frac{\sum (\lambda_i q_i)}{\sum q_i} \quad (1.7)$$

Тому що частка за масою  $\beta_i = q_i / \sum q_i$  більш довгих волокон у сировині, продукті завжди більше їх частки за числом  $\alpha_i = m_i / \sum m_i$ , то  $\bar{l}_g \geq l_a$  і різниця тим більша, чим менша рівномірність волокон по довжині.

*Модальна масодовжина* – середня довжина групи волокон з найбільшою масою, мм:

$$l_m = \frac{(l_n - 0,5k) + k(q_n - q_{n-1})}{[(q_n - q_{n-1}) + (q_n - q_{n+1})]} \quad (1.8)$$

де  $l_n$  – середня довжина групи волокон з максимальною масою, мм;

$k$  – класовий проміжок (для волокон бавовни до  $k = 2$ ),

$q_n$  – максимальна маса групи волокон, мг;

$q_{n-1}$  і  $q_{n+1}$  – маса суміжних груп волокон з довжиною відповідно  $(l_{n-2})$  і  $(l_{n+2})$ , мг.

*Штапельна масодовжина* – середня масодовжина з довжин, більших модальної масодовжини:

$$l_{um} = \frac{l_n + \sum_{j=n+1}^{j=k} (ikq_j)}{Y + \sum_{j=n+1}^{j=k} q_j} \quad (1.9)$$

де  $j$  – порядковий номер групи волокон;

$k$  – число груп волокон;

$i$  – різниця між порядковим номером групи волокон, довжина яких більше  $l_n$  і порядковим номером групи з довжиною  $l_n$ ;

$q_j$  – маса волокон  $j$ -ї групи довжин, мг;

$Y$  – максимальна маса волокон групи, довжина яких більше модальної, мг. При  $j = n + 1, i = 1$ ; при  $j = n + 2, i = 2$  й т.д.

$$Y = \frac{q_n [(\lambda_n + 1) - \lambda_m]}{2} \quad (1.10)$$

Квадратична нерівнота  $C_l$  волокон бавовни по довжині у середньоволокнистих сортів становить 20-24 %, а у тонковолокнистих – більше 25-29 %, у віскозного штапельного волокна ~ 15 %.

**Лінійна густина, площа поперечного перерізу волокон, продукту.**

Лінійна густина характеризує товщину волокон, пряжі. Одиниці лінійної густини: текс (мг/м; г/км), міллітекс (мг/км); кілотекс (г/м; кг/км).

Лінійна густина волокон  $T_g$ , продукту й площа поперечного перерізу  $F$  волокон, продукту зв'язані співвідношенням:

$$F = \frac{T_g}{10^3 \gamma} \quad (1.11)$$

де  $F$  – площа поперечного перерізу волокна, продукту, мм<sup>2</sup>;

$T_g$  – лінійна густина волокна, продукту, текс;

$\gamma$  – густина речовини волокон, продукту, мг/мм<sup>3</sup>.

Умовний діаметр непустотілих волокон циліндричної форми, мм, розраховують за формулою:

$$d_{\text{ум}} = 0,0357 \sqrt{\frac{T_g}{\gamma}} \quad (1.12)$$

Фактично поперечнику пустотілих волокон пряжі відповідає їх розрахунковий діаметр.

Розрахунковий діаметр, мм, обчислюють за формулою:

$$d_p = 0,0357 \sqrt{\frac{T_g}{\delta}} \quad (1.13)$$

де  $\delta$  – середня густина волокон, пряжі, тобто маса одиниці об'єму волокон, пряжі, обмірювана по зовнішньому контуру, мг/мм<sup>3</sup>.

У таблиці 1.1 наведені густина речовини волокон  $\gamma$  та густина  $\delta$  волокон і пряжі.

Від лінійної густини волокон суміші залежить мінімально допустима лінійна густина пряжі  $T_{np_{\min}}$ , текс, яка виготовлена із суміші й задовольняє вимоги споживача по міцності й рівномірності:

$$T_{np_{\min}} = \bar{T}_g m_{\min} \quad (1.14)$$

де  $\bar{T}_g$  – середня лінійна густина волокон суміші, текс;

$m_{\min}$  – мінімально допустиме середнє число волокон у поперечному перерізі пряжі.  $m_{\min}$  залежить від виду волокон в однорідній або неоднорідній суміші їх, лінійної густини пряжі, системи прядіння:

Компонент суміші	$m_{min}$
Тонковолокниста бавовна 1-го та 2-го типів гребінного прочосу	36
Середньоволокниста бавовна 5-го типу кардного прочосу	64
Бавовна з хімічними волокнами	75

Таблиця 1.1.

Волокно, пряжа	$T$ , текс	$\gamma$ , мг/мм <sup>3</sup>	$\delta$ , мг/мм <sup>3</sup>	$d_{ум}$ , мм	$d_p$ , мм
Волокно:					
бавовняне	0,12 – 0,2	1,52	0,9 – 1,3	0,010 – 0,013	0,013 – 0,018
віскозне	0,13; 0,31	1,52	0,8 – 1,2	0,014; 0,016	0,011; 0,022
поліефірне	0,17; 0,33	1,38	–	0,0125; 0,017	–
поліамідне	0,25	0,04 – 1,14	0,6 – 0,9	0,0167; 0,0175	0,023 – 0,019
поліакрило-	0,33	1,11 – 1,17	–	0,019	–
нітрильне					
полівініл-	0,22; 0,33	1,35	–	0,014; 0,018	–
хлорідне					
Пряжа бавовняна	5 – 320	1,52	0,8 – 0,9	0,064 – 0,518	0,084 – 0,71

При виготовленні пряджі з віскозного волокна з довжиною  $l_{ум} \leq 40$  мм по кардній системі прядіння рекомендується лінійна густина волокна  $T_v$  відповідно до лінійної густини пряджі  $T_{пр}$ :

$T_{пр}$ , текс	$T_v$ , мтекс
Менше 10	133 – 143
10 – 11,8	143 – 154
11,8 – 18,5	154 – 166
18,5 – 29,4	166 – 238
29,4 – 41,7	238 – 286
41,7 – 62,5	286 – 455

Середня лінійна густина волокон у суміші обчислюється за формулою:

$$\bar{T}_v = \frac{1}{\sum \frac{\beta_i}{T_{vi}}} = \frac{\sum (\alpha_i \bar{l}_i \bar{T}_{vi})}{\sum (\alpha_i \bar{l}_i)} \quad (1.15)$$

Нерівнота гіпотетичного продукту, %, лінійної густини  $T$ , текс, із суміші неоднорідних волокон обчислюється за формулою:

$$C_{z.сум} = \frac{100}{\sqrt{\bar{T}}} \sqrt{\sum (\beta_i \bar{T}_{vi} K_i^2)} \quad (1.16)$$

де  $\beta_i$  – масова частка волокон  $i$ -го компоненту;

$\bar{T}_{vi}$  – середня лінійна густина волокон  $i$ -го компоненту;

$K_i$  – коефіцієнт, що характеризує нерівноту волокон  $i$ -го компоненту по площі поперечних перерізів  $C_{Fi}$  або по діаметру  $C_{di}$ , %:

$$K_i = \sqrt{1 + (0,01C_{Fi})^2} = \sqrt{1 + 4(0,01C_{di})^2}. \quad (1.17)$$

Для бавовняних волокон при  $C_F = 35\%$  коефіцієнт  $K = 1,06$ ; для вовни при  $C_F = 50\%$   $K = 1,2$ ; для льону при  $C_F = 83\%$   $K = 1,3$ ; для віскозних штапельних волокон при  $C_F \approx 5\%$   $K = 1,02$ .

Нерівнота гіпотетичного продукту з однорідних волокон, коли  $\beta_1 = 1$ , а  $\beta_2 = \beta_3 = 0$ ;  $\bar{T}_{e_1} = \bar{T}_{e_2} = \bar{T}_{e_3} = \dots = \bar{T}_e$ ;  $K_1 = K_2 = K_3 = \dots = K$ , формула (1.16) має вид:

$$C = 100K \sqrt{\frac{\bar{T}_e}{T}} = \frac{100K}{\sqrt{\bar{m}}} \quad (1.18)$$

де  $\bar{m}$  – середнє число волокон у поперечному перерізі продукту.

Нерівнота бавовняних волокон по лінійній густині становить від 30 до 60% залежно від типу й ступеня зрілості. Штапельні хімічні волокна звичайно рівномірні по лінійній густині, і лише деякі партії нерівномірні, нерівнота їх може досягати 14–40%.

**Розривальні характеристики волокон.** Розривальне навантаження волокна  $P_e$ , сН, – найбільше зусилля, що витримується волокном до розриву ( $P_e = 2 - 6$  сН).

Питоме розривальне навантаження волокна – розривальне навантаження, віднесене до лінійної густини волокна до його розтягнення, сН/текс:

$$P_{n.e} = \frac{P_e}{T_e} \quad (1.19)$$

Питоме розривальне навантаження  $P_{n.e}$ , сН/текс: бавовняних волокон 20–34; штапельних віскозних 18–35; синтетичних 22–49.

Розривальне напруження волокна – розривальне навантаження, віднесене до площі поперечного перерізу, Па:

$$\sigma_e = \frac{10^7 P_e \gamma_e}{T_e} = 10^7 P_{n.e} \gamma_e \quad (1.20)$$

При  $P_e = 4$  сН;  $T_e = 0,16$  текс;  $\gamma_e = 1,52$  мг/мм<sup>3</sup>:

$$\sigma_e = \frac{10^7 \times 4 \times 1,52}{0,16} = 10^7 \cdot 38 \text{ Н/м}^2 = 10^7 \cdot 38 \text{ Па}$$

Абсолютне розривальне подовження – збільшення довжини волокна, зразка, що розтягується, до моменту розриву, мм:

$$l_p = l_1 - l_0 \quad (1.21)$$

де  $l_1$  – довжина зразка в момент розриву, мм,;

$l_0$  – початкова (затискна) довжина зразка, мм.

Відносне розривальне подовження – відношення абсолютного розривального подовження до початкової довжини волокна, зразка, %:

$$\varepsilon_p = 100 \frac{l_p}{l_o} \quad (1.22)$$

Розривальне подовження волокон наведене в літературі.

**Проектування прогнозованого питомого розривального навантаження пряжі.** Питоме розривальне навантаження пряжі кільцевого способу прядіння з волокон бавовни розраховується за аналітико-емпіричною формулою О.М. Соловйова, сН/текс:

$$P_{n.n} = P_{n.б} K_1 = \frac{P_б}{\bar{T}_б} K_1 \quad (1.23)$$

де  $P_{n.n}$  і  $P_{n.б}$  – питоме розривальне навантаження відповідно пряжі і волокон бавовни, сН/текс,

$P_б$  – абсолютне розривальне навантаження волокон, сН,

$\bar{T}_б$  – лінійна густина волокон, текс,

$K_1$  – коефіцієнт використання міцності волокна в пряжі.

$$K_1 = (1 - 0,0375 H_0 - \frac{2,65}{\sqrt{\frac{T_{np}}{T_б}}}) (1 - \frac{5}{l_{ум}}) k \eta \quad (1.24)$$

де  $H_0$  – питома нерівнота пряжі, що залежить від якості технологічного процесу (для кардного прядіння 4,5–5 %; для гребінного прядіння 3,5–4 %);

$T_{np}$  і  $T_б$  – лінійна густина відповідно пряжі й волокна, текс;

$l_{ум}$  – штапельна довжина волокон бавовни, мм;

$k$  – відношення розривного навантаження пряжі при коефіцієнті заправного скручення  $\alpha$  до розривного навантаження (максимального) пряжі при коефіцієнті критичного скручення  $\alpha_{кр}$ ,

$\eta$  – коефіцієнт, що враховує стан устаткування ( $\eta = 0,85 - 1,1$ ).

Коефіцієнт  $k$  у формулі О.М. Соловйова для пряжі з бавовняного волокна наведений у табл. 1.2.

Таблиця 1.2

$\alpha_T - \alpha_{кр}$	$k$	$\alpha - \alpha_{кр}$	$k$	$\alpha - \alpha_{кр}$	$k$	$\alpha - \alpha_{кр}$	$k$
-15,80	0,70	-4,74	0,96	3,16	0,99	15,80	0,88
-12,60	0,80	-3,16	0,98	4,74	0,98	18,9	0,85
-9,48	0,86	1,58	0,99	6,32	0,96	22,10	0,82
-7,90	0,91	0	1,00	9,48	0,94	25,30	0,79
-6,32	0,94			12,60	0,91		

Коефіцієнт критичного скручення бавовняної пряжі розраховується за формулою А.Н. Соловйова:

$$\alpha_{кр} = 0,316 \left[ (1120 - 70P_б) \frac{P_б}{\lambda_{ум}} + \frac{57,2}{\sqrt{T_{np}}} \right] \quad (1.25)$$

де  $P_б$  – розривальне навантаження бавовняного волокна, сН,

$l_{ум}$  – штапельна довжина бавовняного волокна, мм.

Коефіцієнт заправного скручення  $\alpha$  вибирають по нормативній документації на пряжу або в довіднику по бавовнопрядінню відповідно до призначення пряжі (основа, уток, пряжа для трикотажу, пряжа для ниток, пряжа технічного призначення).

Питоме розривальне навантаження пряжі кільцевого способу прядіння з віскозного волокна розраховують за формулою В.А. Усенко, сН/текс:

$$P_{n.np} = P_{n.г} K_{1г} = \frac{P_{г}}{T_{г}} K_{1г} \quad (1.26)$$

Коефіцієнт використання міцності волокна в пряжі із віскозного волокна розраховують за формулою:

$$K_{1г} = (1 - 0,0375H_o - \frac{2,8}{\sqrt{\frac{T_{np}}{T_{г}}}})(1 - \frac{7,83}{\lambda_{шт}})k_{г} \quad (1.27)$$

де  $H_o$  – нерівнота, що залежить від способу прядіння і стану устаткування (для пряжі з віскозного волокна при кардному прядінні  $H_o = 2-4$ ),

$k$  – коефіцієнт, що визначається за різницею між коефіцієнтами заправного і критичного скручення пряжі з віскозного волокна (табл. 1.3),

$\alpha_{кр}$  – коефіцієнт критичного скручення пряжі з віскозного волокна.

Таблиця.1.3.

$\alpha_T - \alpha_{кр}$	$k$	$\alpha - \alpha_{кр}$	$k$	$\alpha - \alpha_{кр}$	$k$	$\alpha - \alpha_{кр}$	$k$
-18,96	0,73	-6,32	0,95	3,14	0,98	15,80	0,87
-15,80	0,80	-4,74	0,97	4,74	0,97	18,97	0,82
-12,60	0,85	-3,16	0,98	6,32	0,95	22,10	0,78
-9,48	0,90	-1,58	0,99	9,48	0,94	25,30	0,73
-7,90	0,93	0	1,00	12,60	0,91	28,40	0,68

Коефіцієнт критичного скручення пряжі з віскозного волокна розраховують за формулою:

$$\alpha_{кр} = \frac{527,6 \sqrt{25 + \frac{1000}{T_{np}}}}{\sqrt[3]{\lambda_{шт}^4 \sqrt{\frac{1000}{T_{г}}}}} \quad (1.28)$$

Питоме розривальне навантаження пряжі із суміші волокон, що відрізняються розривальними подовженнями, розраховується за емпіричною формулою А.Н. Ванчикова, сН/текс:

$$P_{n.л.сум} = P_{n.в.сум} K_{сум} \quad (1.29)$$

де  $P_{n.в.сум}$  – середньозважене питоме розривальне навантаження волокон суміші, яка складається з волокон, що мають питоме розривальне навантаження  $P_{n.гi}$ , сН/текс, з масовою часткою  $\beta_i$  в суміші,

$K_{\text{сум}}$  – коефіцієнт використання розривального навантаження неоднорідних за розривальним подовженням волокон у пряджі.

Для сумішей волокон двох видів, у яких таке розходження досить суттєве ( $\varepsilon_2 \gg \varepsilon_1$ ), коефіцієнт  $K_{\text{сум}}$  можна обчислювати за формулою:

$$K_{\text{сум}} = K_1 - \alpha\beta_2 + b\beta_2^2 \quad (1.30)$$

де  $K_1$  – коефіцієнт використання міцності волокон з меншим розривальним подовженням в пряджі із суміші неоднорідних волокон.

Компонентами з меншим розривальним подовженням можуть бути бавовняні або віскозні волокна. Відповідно до цього коефіцієнт  $K_1$  розраховують за формулою (1.24) або (1.27).

Коефіцієнти  $a$  і  $b$  залежать від розривальних подовжень волокон  $\varepsilon_2$  і  $\varepsilon_1$ . При  $\varepsilon_1 < \varepsilon_2$ :

$$a = 1 - \sqrt{\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}} \quad (1.31)$$

$$b = (1 - \sqrt{\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}}) \sqrt{\frac{T_{\varepsilon 1}}{T_{\varepsilon 2}}} \eta \quad (1.32)$$

де  $\eta$  – коефіцієнт, що дорівнює для сумішей бавовняного волокна з віскозним 1,1; із синтетичним 1,0; для сумішей віскозного волокна з поліамідним, поліакрилонітрильним, полівінілхлоридним та іншими волокнами – 0,9–0,95.

**Прядильна здатність волокон.** Прядильна здатність волокна  $L_s$  – це максимальна довжина пряджі, отриманої з 1 кг сировини, властивості якої відповідають вимогам нормативної документації, км/кг.

$$L_s = \frac{10B}{T_s} \quad (1.33)$$

де  $B$  – вихід пряджі із сировини, %,

$T_s$  – мінімально можлива лінійна густина пряджі, міцність і нерівнота по міцності якої відповідають вимогам нормативної документації.

Величину  $T_s$  для бавовняної пряджі кільцевого способу прядіння можна обчислити за формулою О.М. Соловйова:

$$T_s = 10^3 \left( \frac{0,0838\sqrt{\bar{T}_\varepsilon} + \frac{b}{P_{n.\varepsilon} z k \eta}}{1 - 0,0375H_o - \frac{a}{P_{n.\varepsilon} z k \eta}} \right)^2 \quad (1.34)$$

де  $\bar{T}_\varepsilon$  – лінійна густина волокна, текс,

$P_{y\varepsilon}$  – питоме розривальне навантаження волокна, сН/текс,

$z$  – коефіцієнт, що розраховується за формулою:

$$z = 1 - \frac{5}{l_{um}} \quad (1.35)$$

$k$ – коефіцієнт, що дорівнює співвідношенню розривальних навантажень пряжі при заправному і критичному коефіцієнтах скручення пряжі;  $k$  може бути визначений з таблиці 1.2 або 1.3 відповідно до різниці ( $\alpha_{запр} - \alpha_{кр}$ ).

Коефіцієнти  $a$  і  $b$  для пряжі різної якості наведені в табл. 1.4.

Таблиця 1.4.

Бавовна	Пряжа		Коефіцієнт	
	вид	сорт	$a$	$b$
Середньоволокниста	Кардна	Вищий	12,2	0,1
	—"	I	11,7	0,1
	—"	II	11,0	0,1
	—"	III	10,0	0,1
Тонковолокниста	Гребінна	Вищий	21,6	-0,5
	—"	I	20,5	-0,5
	—"	II	19,5	-0,5

У першому наближенні розрахунок  $T_s$  можна вести при  $k = 1$  і  $\eta = 1$ .

Кондиційна маса партії бавовняного волокна обчислюється з урахуванням фактичної маси  $m_\phi$ , вологості волокна, % (фактичної  $W_\phi$  і кондиційної  $W_k$ ), вмісту дефектів і сміттєвих домішок, % (фактичного  $Z_\phi$  і розрахункового  $Z_p$ ):

$$m_k = m_\phi \left( \frac{100 + W_n}{100 + W_\phi} \right) \left( 1 - \frac{Z_\phi - Z_p}{100} \right) \quad (1.36)$$

Значення  $W_n$  і  $Z_p$  наведені в нормативній документації на волокно, а також у довідниковій літературі.

## 1.2. Завдання для розрахунку

1.1. Розрахувати масу одного волокна, що має довжину 30 мм і лінійну густину 0,17 текс.

1.2. Розрахувати довжину волокна лінійної густини  $T_e = 0,18$  текс, що має масу  $q_e = 5 \cdot 10^{-3}$  мг.

1.3. У чесальній стрічці лінійної густини  $T_c = 4$  ктекс волокна довжиною  $l_e = 32$  мм і лінійної густини  $T_e = 0,17$  текс становлять по масі 10 %. Розрахувати середнє число таких волокон у поперечному перерізі стрічки.

1.4. Розрахувати середнє число волокон бавовни  $m_{бав}$  лінійної густини  $T_{бав} = 0,18$  текс і поліефірних волокон  $m_{не}$  лінійної густини  $T_{не} = 0,33$  текс у поперечному перерізі бавовняно-поліефірної пряжі лінійної густини 15,4 текс, що містить 70 % по масі поліефірного волокна.

1.5. Розрахувати середнє число волокон у поперечному перерізі рівниці лінійної густини 0,4 ктекс за умови: середня довжина волокон 31 мм, а маса одного волокна 0,004 мг.



1.6. Розрахувати число волокон в 1 м рівниці за умовами завдання 1.5.

1.7. Розрахувати середню лінійну густину волокна за умовами завдання 1.5.

1.8. Розрахувати середню лінійну густину волокон бавовни по масі їх у вирізці  $q = 7,65$  мг, довжині вирізки  $L_s = 15$  мм і сумарному числі волокон вирізки  $m = 3000$ .

1.9. У чесальній стрічці числа волокон довжини  $\ell_1 = 18$  мм і довжини  $\ell_2 = 36$  мм однакові. Допускаючи, що лінійна густина волокон всіх довжин у стрічці однакова, розрахувати співвідношення числа волокон зазначених довжин у стрічці: а) по числу  $\alpha_2/\alpha_1$ ; б) по масі  $\beta_2/\beta_1$ ; в) по числу в поперечному перерізі стрічки.

1.10. Сукупність волокон середньої лінійної густини  $T_e = 0,17$  текс і середня довжина від 6 до 40 мм згрупована в 20 класів з інтервалом  $\kappa = 2$  мм; маси волокон класу із середньою довжиною  $\bar{l}_1 = 18$  мм і  $\bar{l}_2 = 36$  мм однакові (становлять частки  $\beta_1 = \beta_2 = 5\%$ ). Які частки  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  по числу цих волокон у масі продукту? Які частки цих волокон у поперечному перерізі продукту?

1.11. Для сукупності волокон, наведених в таблиці 1.5, розрахувати: середню масодовжину  $l$ , середнє квадратичне відхилення  $S$  і квадратичну нерівноту  $C_l$ .

Таблиця 1.5.

Межі класів довжини, мм	Масовий вміст волокон, %, по варіантах								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Селекційний сорт бавовни				Віскозне штапельне волокно				
	504-В	2 і 3	5476	5904-И	138-Ф	611-б	1298	Партія 1	Партія 2
6–7,9	0,09	0,11	0,10	0,12	0,09	0,13	0,12		
8–9,9	0,38	0,44	0,49	0,54	0,38	0,39	0,65	0,20	0,21
10–11,9	0,66	0,66	1,05	0,66	0,86	0,82	1,33	0,40	0,42
12–13,9	1,24	1,02	1,24	0,81	1,38	1,46	1,83	0,40	0,52
14–15,9	2,06	1,72	1,31	1,35	1,78	2,44	2,36	0,40	0,62
16–17,9	2,64	2,40	1,60	2,06	2,13	3,25	3,76	0,40	0,72
18–19,9	2,98	2,81	1,88	2,88	2,45	3,65	5,61	0,80	1,45
20–21,9	3,74	3,14	2,33	4,06	3,08	4,42	7,87	0,80	2,06
22–23,9	4,87	3,53	2,70	5,48	4,32	6,57	11,35	0,80	2,06
24–25,9	5,76	4,54	3,22	5,94	6,03	10,47	16,39	0,99	2,06
26–27,9	5,78	6,20	4,58	7,48	9,21	15,49	19,19	1,18	2,48
28–29,9	6,58	8,25	6,50	10,84	13,88	18,91	15,22	1,58	2,48
30–31,9	8,18	10,06	7,97	13,59	16,18	16,56	8,39	3,56	2,27
32–33,9	9,87	11,41	10,25	13,96	14,41	9,98	3,59	35,26	3,09
34–35,9	10,99	11,58	13,34	11,45	10,89	4,19	1,58	45,70	6,18
36–37,9	11,09	15,17	14,35	8,57	7,08	1,17	0,48	6,94	13,40
38–39,9	9,96	9,33	11,57	6,15	3,88	0,10	0,28	0,59	25,66
40–41,9	7,11	5,69	7,91	3,15	1,62	–	–	–	28,55
42–43,9	3,99	2,96	4,97	0,85	0,35	–	–	–	5,77
44–45,9	1,73	0,88	2,18	0,0	–	–	–	–	–
46–47,9	0,37	0,10	0,46	–	–	–	–	–	–
Усього	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Для обробки результатів використовувати «метод сум».

1.12. Вирішити завдання 1.11, використовуючи «метод добутків».

1.13. За даними таблиці 1.5 розрахувати характеристики волокон: а) середню масодовжину  $\bar{l}$ ; б) модальну масодовжину  $l_m$ ; в) штапельну масодовжину  $l_{um}$ ; г) квадратичну нерівноту по довжині волокон; д) сумарну масову частку волокон з довжиною, що дорівнює модальній довжині і перевищує її.

1.14. Розрахувати і порівняти, розташувавши в зростаючому порядку, поперечний переріз волокон різного виду, але однакової лінійної густини  $T_e = 0,17$  текс, густина яких  $\gamma, \text{мг/мм}^3$ , наведена в табл. 1.6.

Таблиця 1.6.

Варіант	Волокно	$P_e, \text{сН}$	$T_e, \text{текс}$	$\gamma_e, \text{мг/мм}^3$
1	Бавовняне	4,2	0,13	1,52
2	Бавовняне	3,8	0,16	1,52
3	Бавовняне	3,3	0,14	1,52
4	Віскозне	5,0	0,17	1,52
5	Полінозне	6,0	0,17	1,52
6	Сиблон	5,4	0,17	1,52
7	Поліефірне	8,0	0,17	1,38
8	Поліефірне	12,0	0,33	1,38
9	Поліамідне	8,0	0,25	1,10
10	Поліакрилонітрильне	8,0	0,33	1,14
11	Полівінілхлорідне	8,0	0,33	1,35
12	Полівінілхлорідне	7,5	0,22	1,35

1.16. У скільки разів умовний діаметр бавовняного волокна лінійної густини  $T_{e1} = 0,175$  текс більше, ніж у волокна лінійної густини  $T_{e2} = 0,140$  текс?

1.17. Розрахувати середнє число волокон  $m$  у поперечному перерізі пряжі із суміші неоднорідних волокон, наведених нижче:

1. Бавовна  $T_{e1} = 0,17$  текс ( $\beta_1 = 0,33$ ) з поліефірним волокном  $T_{e2} = 0,13$  текс,  $T_{np} = 15,4$  текс.

2. Бавовна  $T_{e1} = 0,16$  текс ( $\beta_1 = 0,67$ ) з поліефірним волокном  $T_{e2} = 0,17$  текс,  $T_{np} = 15,4$  текс.

3. Бавовна  $T_{e1} = 0,18$  текс ( $\beta_1 = 0,8$ ) з поліамідним волокном  $T_{e2} = 0,25$  текс,  $T_{np} = 50$  текс.

4. Бавовна  $T_{e1} = 0,18$  текс ( $\beta_1 = 0,85$ ) з поліамідним волокном  $T_{e2} = 0,22$  текс,  $T_{np} = 18,5$  текс.

5. Бавовна  $T_{e1} = 0,16$  текс ( $\beta_1 = 0,45$ ) з віскозним волокном  $T_{e2} = 0,17$  текс,  $T_{np} = 15,4$  текс.

6. Бавовна  $T_{e1} = 0,14$  текс ( $\beta_1 = 0,67$ ) з віскозним волокном  $T_{e2} = 0,13$  текс,  $T_{np} = 10$  текс.

1.18. Розрахувати масову частку  $\beta$  кожного із двох компонентів в суміші, у якій штапельна довжина, лінійна густина волокон і частка по числу волокон компонентів становлять відповідно:  $l_{um} = 32$  мм,  $T_{e1} = 0,17$  текс,  $\alpha_1 = 0,7$  і  $l_{um} = 30$  мм,  $T_{e2} = 0,15$  текс,  $\alpha_2 = (1 - \alpha_1)$ .

1.19. Розрахувати частку  $\alpha$  кожного із двох компонентів по числу волокон в суміші, у якій штапельна довжина, лінійна густина волокон і частка компонентів по масі становлять відповідно:  $l_{ум} = 32$  мм,  $T_{e1} = 0,17$  текс,  $\beta_1 = 0,6$  і  $l_{ум} = 31$  мм,  $T_{e2} = 0,177$  текс,  $\beta_2 = 0,4$ .

1.20. Розрахувати середню масодовжину волокон двокомпонентної суміші, у якій штапельна довжина, лінійна густина волокон і частка компонентів становлять відповідно: а)  $l_{ум} = 32$  мм,  $T_{e1} = 0,16$  текс,  $\beta_1 = 0,7$ ; б)  $l_{ум} = 31$  мм,  $T_{e2} = 0,17$  текс,  $\beta_2 = 0,3$ .

1.21. При якій максимальній лінійній густини волокон суміші досягається достатнє число волокон у поперечному перерізі пряжі лінійної густини: а)  $T_{np} = 5$  текс із тонковолокнистої бавовни; б)  $T_{np} = 8,5$  текс із тонковолокнистої бавовни; в)  $T_{np} = 16,5$  текс із середньоволокнистої бавовни; г)  $T_{np} = 16,5$  текс із суміші бавовни з хімічними волокнами; д)  $T_{np} = 10$  текс із суміші бавовни з хімічними волокнами?

1.22. Розрахувати середню лінійну густина волокон суміші і мінімально допустиму лінійну густина пряжі із цієї суміші при її складі по варіантах:

1. Бавовна тонковолокниста  $T_{e1} = 0,12$  текс ( $\beta_1 = 0,75$ ) і  $T_{e2} = 0,14$  текс.
2. Бавовна середньоволокниста  $T_{e1} = 0,12$  текс ( $\beta_1 = 0,40$ ) і  $T_{e2} = 0,15$  текс.
3. Бавовна  $T_{e1} = 0,17$  текс ( $\beta_1 = 0,30$ ) і віскозне волокно  $T_{e2} = 0,13$  текс.
4. Бавовна  $T_{e1} = 0,16$  текс ( $\beta_1 = 0,70$ ) і віскозне волокно  $T_{e2} = 0,17$  текс.
5. Бавовна  $T_{e1} = 0,16$  текс ( $\beta_1 = 0,30$ ) і поліефірне волокно  $T_{e2} = 0,13$  текс.

1.23. Розрахувати нерівноту по товщині гіпотетичного продукту із суміші волокон при умовах, зазначених у табл. 1.7.

Таблиця 1.7.

Варіант	Склад суміші			$C_d, \%$	$T_{прод}, \text{текс}$
	вид волокна	$T_e, \text{текс}$	$\beta$		
1	Бавовняне	0,12	0,4	40	3000
	Бавовняне	0,14	0,6	30	(стрічка)
2	Бавовняне	0,13	0,7	35	4000
	Віскозне	0,17	0,3	5	(стрічка)
3	Бавовняне	0,17	0,4	35	15.4
	Поліефірне	0,13	0,6	4	(пряжа)
4	Бавовняне	0,17	0,7	35	3600
	Поліефірне	0,13	0,3	4	(стрічка)
5	Бавовняне	0,18	0,40	35	29
	Поліакрилонітрильне	0,22	0,60	3	(пряжа)

1.24. Розрахувати питоме розривальне навантаження волокон при абсолютному розривному навантаженні  $P_e, \text{сН}$ , і лінійної густини  $T_e, \text{текс}$ , наведеної в завданні 1.14.

1.25. Розрахувати розривну напругу волокон  $\sigma_p, \text{Н/м}^2$ , використовуючи параметри, зазначені в завданні 1.14.

1.26. Порівняти питоме розривальне навантаження бавовняного волокна і сталі при умовах: розривна напруга бавовняних волокон  $\sigma_{p.бав} = 10^7 \cdot 38 \text{ Н/м}^2$ ,

сталі  $\sigma_c = 10^7 \cdot 100 \text{ Н/м}^2$ , густина речовини волокон бавовни  $\gamma_{\text{бав}} = 1,52 \text{ мг/мм}^3$ , а сталі  $\gamma_{\text{ст}} = 7,8 \text{ мг/мм}^3$ .

1.27. Розрахувати очікуване питоме розривальне навантаження кільцевої основної пряжі  $T_{np} = 11,8 \text{ текс}$ , виготовленої із суміші волокон бавовни. Характеристика волокон компонентів: абсолютне розривальне навантаження  $P_{e1} = 4,4 \text{ сН}$  і  $P_{e2} = 3,5 \text{ сН}$ , штапельна довжина  $l_{um1} = 34,4 \text{ мм}$  і  $l_{um2} = 36 \text{ мм}$ , лінійна густина  $T_{e1} = 168 \text{ мтекс}$  і  $T_{e2} = 145 \text{ мтекс}$ . Масова частка першого компонента  $\beta_1 = 0,65$ .

1.28 Розрахувати очікуване питоме розривальне навантаження кільцевої пряжі  $T_{np} = 25 \text{ текс}$  із віскозних штапельних волокон, якщо штапельна довжина волокон  $l_{um} = 38 \text{ мм}$ , лінійна густина волокон  $T_e = 0,17 \text{ текс}$ , розривальне навантаження волокон  $P_e = 3,4 \text{ сН}$ , коефіцієнт, що враховує вплив крутки,  $k = 0,98$ .

1.29. Розрахувати очікуване питоме розривальне навантаження  $P_{n.n}$  поліефірно-бавовняної кільцевої основної пряжі  $T_{np} = 7,5 \text{ текс}$ . Характеристика волокон тонковолокнистої бавовни (індекс 1) і поліефірного волокна (індекс 2): питоме розривальне навантаження  $P_{n.e1} = 24 \text{ сН/текс}$  і  $P_{n.e2} = 40 \text{ сН/текс}$ , лінійна густина  $T_{e1} = 0,17 \text{ текс}$  і  $T_{e2} = 0,17 \text{ текс}$ , штапельна довжина  $l_{um1} = 32 \text{ мм}$  і  $l_{um2} = 36 \text{ мм}$ , подовження при розриві волокон  $\varepsilon_1 = 8 \%$ ,  $\varepsilon_2 = 38 \%$ ; масова частка поліефірного волокна в пряжі  $\beta_2 = 0,7$ .

1.30. Розрахувати очікуване питоме розривальне навантаження кільцевої пряжі  $T_{np} = 25 \text{ текс}$  із бавовняно-віскозної суміші, у якій масова частка бавовняного волокна  $\beta_1 = 0,60$ , коефіцієнт використання розривного навантаження бавовняного волокна в пряжі  $K_1 = 0,49$ , розривальне подовження бавовняного волокна  $\varepsilon_1 = 7 \%$ , віскозного волокна  $\varepsilon_2 = 14 \%$ , лінійна густина волокон бавовни і віскозного волокна  $T_{e1} = T_{e2} = 0,17 \text{ текс}$ , коефіцієнт, що характеризує структурні властивості волокон суміші,  $\eta = 1,1$ .

1.31. Розрахувати прядильну здатність бавовняного волокна  $L_s$ , км/кг при параметрах, наведених у таблиці 1.8. У розрахунках прийняти  $\eta = 1,0$ .

Таблиця 1.8.

Параметри	Варіанти											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\bar{T}_e$	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,17
$P_{n.e}$	34	32	32,5	31	31	30	32	32,5	33	32,5	34	32
$l_{um}$	39	38,5	38	37,5	33	32	32	32,5	37	36	34	32
$H_o$	3,5	3,5	4,0	4,0	4,5	5,0	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	4,5
$k$	0,99	0,98	0,97	0,94	0,95	0,98	0,96	0,97	0,94	0,93	0,94	0,96
$a$	21,6	20,5	19,5	19,5	10,0	11,0	11,7	12,2	19,5	20,5	21,6	11,7
$e$	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,5	-0,5	0,1
$B$	0,70	0,72	0,75	0,90	0,91	0,92	0,90	0,75	0,76	0,75	0,74	0,90

1.32. Розрахувати прядильну здатність волокон бавовни лінійної густини  $0,18 \text{ текс}$  при розривному навантаженні  $P_e = 4,5 \text{ сН}$ , з якого може бути

виготовлена пряжа мінімальної лінійної густини  $T_{n_{\min}}$ , при розривному навантаженні 230 сН. Коефіцієнт використання міцності волокон у пряжі 0,5, а вихід пряжі із суміші  $B = 0,91$ .

1.33. У партії середньоволокнистої бавовни IV сорту масою 18 т фактична маса сміттєвих домішок становить  $Z_{\phi} = 7,2$  %, а фактична вологість волокон партії  $W_{\phi} = 12$  %. Розрахувати кондиційну масу волокон бавовни.

1.34. Розрахувати кондиційну масу бавовняного волокна, прийнятого споживачем, якщо партія середньоволокнистої бавовни першого сорту при фактичній вологості  $W_{\phi} = 10$  % має масу  $m_{\phi} = 45000$  кг, а вміст дефектів і сміттєвих домішок у ній  $Z_{\phi} = 3,1$  %.

1.35. Чому дорівнює коефіцієнт використання міцності волокна в пряжі  $T_{np} = 22$  текс при питомому розривному навантаженні 10,5 сН/текс, яка отримана з волокон лінійної густини 0,17 текс, що мають абсолютне розривальне навантаження 4,5 сН?

1.36. Розрахувати мінімально допустиму лінійну густину пряжі із бавовняного волокна при наступних середньозважених фізико-механічних показниках властивостей волокон суміші: розривальне навантаження волокон  $\bar{P}_e = 4,5$  сН, довжина  $\bar{l} = 32$  мм, лінійна густина  $T_e = 0,167$  мтекс, густина волокон  $\delta = 1,1$  г/см<sup>3</sup>. Розрахувати очікувану квадратичну нерівноту цієї пряжі за умови, що квадратична нерівнота волокон по площі поперечного перерізу  $C_F = 20$  %.

1.37. Скільки тонн бавовняного волокна і його пак повинно зберігатися на складі при тримісячному запасі (78 робочих днів), якщо бавовнопрядильна фабрика випускає за добу 22 т пряжі й вихід пряжі з бавовни  $B = 86$  %.

## 2. РОЗПУШУВАННЯ ОЧИЩЕННЯ І ЗМІШУВАННЯ. РОЗПУШУВАЛЬНО-ОЧИЩУВАЛЬНИЙ АГРЕГАТ.

### 2.1. Параметри ставки пак і роботи автоматичного пакорозпушувача

Позначення, що використані в розділі 2 [2]:

$L$  – довжина машини, м;

$L_1$  – довжина зони розміщення пак на одній стороні ставки, м;

$d_1$  – число груп пак сторони ставки, що різняться по висоті ( $d_1 = 1-3$ );

$d_2$  – число груп пак сторони ставки, волокна яких направляються для наступної обробки в різні технологічні лінії ( $d_2 = 1-3$ );

$L_{i1}$  – інтервал між групами пак однієї технологічної лінії, м ( $L_{i1} = 1,5-2$  м);

$L_{i2}$  – інтервал між групами пак різних технологічних ліній, м ( $L_{i2} = 2-3$  м);

$B_6$  – ширина захоплення розпушувальним барабаном, м ( $B_6 = 1,6; 2,2$  м);

$B$  – ширина однобічної ставки пак, м;

$k$  – число барабанів, що розпушують паки при кожному робочому ході;

$Z_6$  – число зубів, ножів, кілків на розпушувальному барабані;

$n_6$  – частота обертання розпушувального барабана,  $\text{хв}^{-1}$ ;

$v_p$  і  $v_x$  – швидкість переміщення вузла розпушування відповідно при робочому й холостому ході, м/хв;

$p$  – число робочих ходів вузла розпушування в циклі руху на одній стороні ставки ( $p = 1$  або  $2$ );

$C$  – число сторін ставки пак, розроблювальних в одному циклі руху вузла розпушування ( $C=1$  або  $2$ );

$t_{rev}$  – тривалість реверсування вузла розпушування наприкінці руху в кожному напрямку, хв;

$j$  – індекс сортування ( $j = 1, 2, \dots, R$ );

$ij$  – індекс, що відноситься до  $i$ -го компонента  $j$ -го сортування;  $i \neq j$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ );

$U$  – число циклів переміщення вузла розпушування для переробки пак ставки.

В таблиці 2.1 наведена технічна характеристика пакорозпушувачів різних марок.

Варіанти числа робочих ходів вузла розпушування в циклі переміщення:

$A_1$  – розпушування пак однієї сторони ставки при робочому ході в одному напрямку переміщення і холостому ході - в зворотному ( $p = 1$ );

$A_2$  – розпушування пак однієї сторони ставки при робочих ходах в обох напрямках переміщення ( $p = 2$ );

$A_3$  – розпушування пак обох сторін ставки при робочому ході в одному для кожної сторони напрямку переміщення з автоматичним поворотом на іншу сторону наприкінці кожного робочого ходу (напівциклу) ( $p = 1$ );

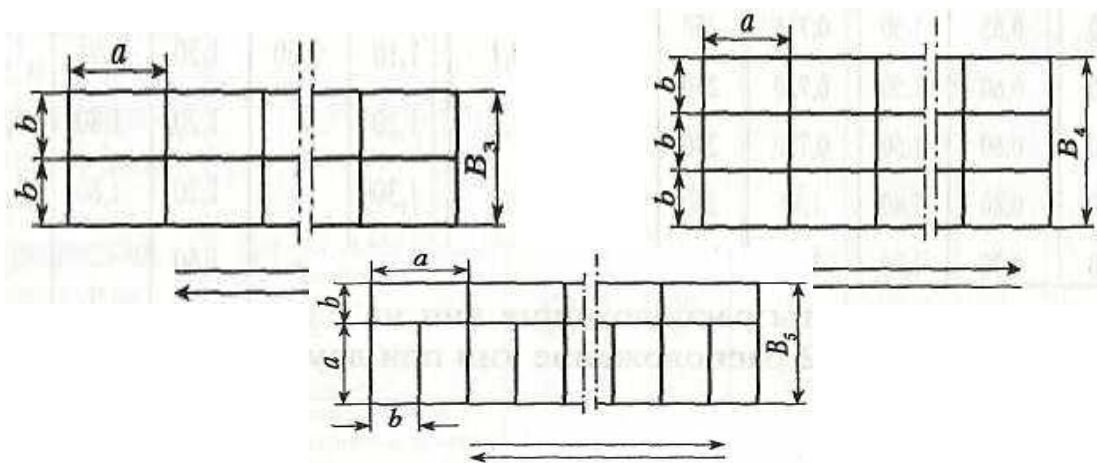
$A_4$  – розпушування пак обох сторін ставки при робочих ходах на кожній стороні у двох напрямках з автоматичним поворотом вузла розпушування на  $180^\circ$  наприкінці кожного напівциклу переміщення ( $p = 2$ ).

Таблиця 2.1.

Параметр	UNIFLOK				BLENDOMAT			
	A 1/2	A1/2- 2080	A10- 1700	A10- 2300	ВДТ- 013	ВДТ- 019		ВДТ- 020
Ширина захвату $B_{\delta}$ , м	1,6	2,2	1,6	2,2	1,6	1,6	2,2	1,6
Ширина двох сторін $B_{стор}$ , м	5,14	6,32	5,36	6,54	–	5,164	6,32	–
Довжина машини $L$ , м	11,5 – 41,5		13,2 – 53,2 <sup>*)</sup>		12,5	10,67 – 50,27 <sup>**)</sup>		15,62 – 32,94
Довжина зони розміщення пак $L_1$ , м	7,3 – 37,3		7,45 – 47,45		7,5	5,81 – 45,41		10,76
Довжина подовжуючого блоку $L_{\delta}$ , м	2,5		2,5		–	2,475		
Максимальне число пак на одній стороні $K$	100	140	130	180	15	130	180	60
Продуктивність $P_m$ , кг/год при кількості ліній обробки:								
одна	750	1000	950	1400	600	1200	1500	1000
дві	600	600	650	1000	–	900	1200	–
три	–	–	500	750	–	600	800	–
чотири	–	–	400	600	–	–	–	–
Швидкість вузла розпушування, м/хв								
при робочому ході $v_p$	7,2 – 8,7				10	5 – 15		–
при холостому ході $v_x$	–				30	30		–
Глибина захвату $h$ , мм	2 – 5				0,1 – 19,9			

<sup>\*)</sup> Довжина машини = Довжина каналу + Довжина шафи електроживлення (0,47 м) + Довжина ділянки повороту вузла розпушування наприкінці ставки (0,86 м).

<sup>\*\*)</sup> Стандартна довжина 23,045 м.



**Рис. 2.1.** Варіанти розміщення пак при однобічній ставці (стрілками зазначений напрямок руху вузла відбору)

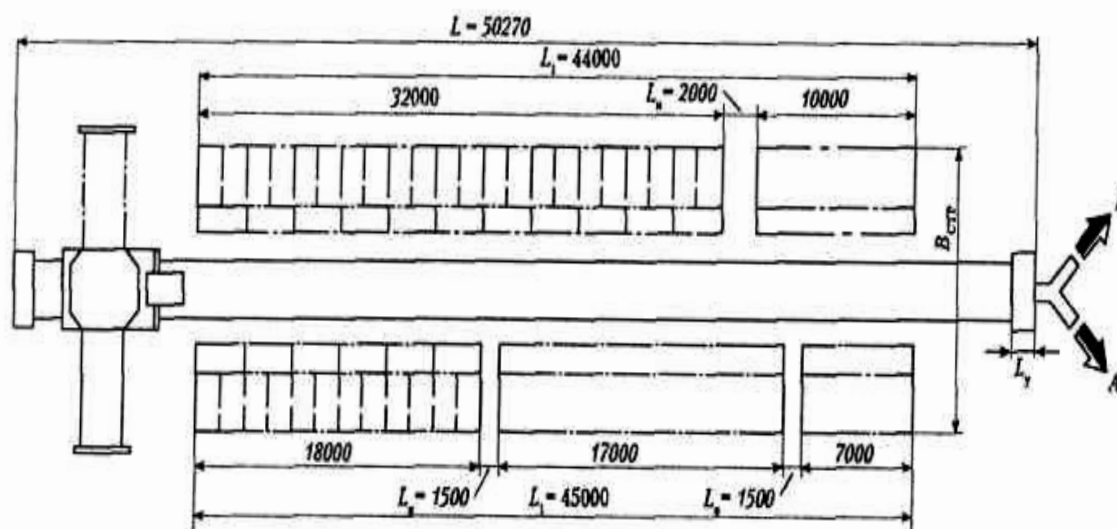
В таблиці 2.2 наведена характеристика пак і ставки на пакорозпушувачі при односторонній ставці.

Таблиця 2.2.

Пака <sup>*)</sup>						Ставка				
<i>a</i> , мм	<i>b</i> , мм	<i>h</i> , м	<i>ab</i> , м <sup>2</sup>	<i>G</i> , кг	<i>p</i> , кг/м <sup>3</sup>	<i>B</i> <sub>1</sub> , м	<i>B</i> <sub>2</sub> , м	<i>B</i> <sub>3</sub> , м	<i>B</i> <sub>4</sub> , м	<i>B</i> <sub>5</sub> , м
1,05	0,50	1,60	0,525	250	297,6	1,05	2,10	1,0	1,50	1,55
1,10	0,65	1,50	0,715	250	233,1	1,10	2,20	1,30	1,95	1,75
1,20	0,60	1,50	0,720	250	231,5	1,20	–	1,20	1,80	1,80
1,30	0,60	1,50	0,780	240	205,1	1,30	–	1,20	1,80	1,90
1,40	0,80	1,40	1,12	250	159,4	1,40	–	1,60	–	2,20
1,60	0,70	1,70	1,12	260	136,6	1,60	–	1,40	2,10	–

<sup>\*)</sup>*h* - висота розпакованої паки; *G* - маса паки; *p* - щільність розпакованої паки.

На рис. 2.1 показані варіанти розміщення пак на одній із сторін ставки, а на рис. 2.2 розміщення пак при двосторонній ставці.



**Рис. 2.2.** Варіант розміщення пак двосторонньої ставки

На рис. 2.2 показаний варіант розміщення пак за умов роботи:

- у кожному циклі переміщення вузла відбору розпушуються паки двосторонньої ставки;
- пакорозпушувач живить дві технологічні лінії для підготовки сортування А, що складається із волокон бавовни, і сортування В, що складається з волокон бавовни (30 %) і поліефірного волокна.

В таблиці 2.3 наведена характеристика пак і ставки на пакорозпушувачі при двосторонній ставці.



Таблиця 2.3

Сортування	Довжина ставки, м	Число пак		
		уздовж	поперек	загальне
А	18000	16	36	52
	17000	14	34	48
	7000	6	14	20
В	32000	32	64	96
	10000	10	20	30

## 2.2. Проектування ставки пак і процесу розпушування

Нижче наведена методика розрахунку параметрів ставки пак і параметрів процесу розпушування розпушувачами UNIFLOC і BLENDOMAT моделі BDT 019 (рис. 2.2).

Максимальне число пак:

- на одній стороні ставки ( $K_l$  – лівої або  $K_n$  – правої) (з округленням розрахованого числа до найближчого цілого):

$$K_{\max 1} = \frac{B[L_1 - L_{i1}(d_1 - 1) - L_{i2}(d_2 - 1)]}{a_{ij}b_{ij}} \quad (2.1)$$

- на обох сторонах ставки;

$$K_{\max} = K_l + K_n \quad (2.2)$$

Максимальне число пак  $j$ -го сортування в ставці (з округленням розрахованого числа до найближчого цілого):

- при розміщенні пак  $R$  сортвань на одній стороні ставки:

$$K_j = K_{\max(1)} \frac{\beta_j}{G_j} \frac{1}{\sum_{j=1}^R \frac{\beta_j}{G_j}} \quad (2.3)$$

- при розпушуванні в кожному циклі пак обох сторін ставки:

1)  $R_n$  сортвань  $j_n$ , встановлених на лівій стороні ставки:

$$K_{j(n)} = K_{\max(n)} \frac{\beta_{j(n)}}{G_{j(n)}} \frac{1}{\sum_{j=1}^{R(n)} \frac{\beta_{j(n)}}{G_{j(n)}}} \quad (2.4)$$

2)  $R_n$  сортвань  $j_n$ , встановлених на правій стороні ставки:

$$K_{j(n)} = K_{\max(n)} \frac{\beta_{j(n)}}{G_{j(n)}} \frac{1}{\sum_{j=1}^{R(n)} \frac{\beta_{j(n)}}{G_{j(n)}}} \quad (2.5)$$

Загальне число пак  $R$  сортвань ставки:

$$K = \sum_{j_n=1}^{R_n} K_{j(n)} + \sum_{j_n=1}^{R_n} K_{j(n)} \quad (2.6)$$

Плановане число пак  $i$ -ого компонента  $j$ -ого сортування ставки:

$$K_{ij} = K_j \frac{\beta_{ij}}{G_{ij}} \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{\beta_{ij}}{G_{ij}}} = K_j \frac{\beta_{ij}}{G_{ij}} G_j \quad (2.7)$$

Маса волокон  $i$ -го компонента  $j$ -го сортування ставки при масі пак  $G_{ij}$  і числі їх  $K_{ij}$ , кг:

$$Q_{ij} = G_{ij} K_{ij} \quad (2.8)$$

Маса волокон пак  $j$ -го сортування в ставці, кг:

$$Q_j = \sum_{i=1}^N (G_{ij} K_{ij}) \quad (2.9)$$

Маса волокон ставки, що містить паки  $R$  сортунань, кг:

$$Q = \sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^N (G_{ij} K_{ij}) \quad (2.10)$$

Частка маси пак  $i$ -го компонента в масі стосів  $j$ -го сортування при масі  $G_{ij}$  числі  $K_{ij}$  пак компонентів:

$$\beta_{ij} = \frac{G_{ij} K_{ij}}{\sum_{i=1}^N (G_{ij} K_{ij})} = \frac{G_{ij} K_{ij}}{Q_j} = \frac{Q_{ij}}{Q_j} \quad (2.11)$$

Середня маса однієї паки  $j$ -го сортування в ставці, кг:

$$G_j = \frac{1}{\sum_{i=1}^N (\beta_{ij} / G_{ij})} \quad (2.12)$$

Частка  $\beta_j$  маси пак  $j$ -го сортування в масі пак ставки при масі  $G_{ij}$  і числі  $K_{ij}$  компонентів сортування в ставці:

$$\beta_j = \frac{Q_j}{Q} \quad (2.13)$$

$$\beta_j = \frac{\sum_{i=1}^N (G_{ij} K_{ij})}{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^N (G_{ij} K_{ij})} \quad (2.14)$$

Тривалість одного переміщення вузла розпушування в одному напрямку на одній стороні ставки, хв:

- при робочому ході з розпушуванням пак:

$$t_p = \frac{L_1}{v_p} \quad (2.15)$$

- при холостому ході після реверсування:

$$t_x = \frac{L_1}{v_x} \quad (2.16)$$

Тривалість циклу руху вузла розпушування при різній послідовності відбору волокон з пак, хв (див.рис.2.1):

- по варіанту  $A_1$  при  $C = 1; p = 1; t_{nos} = 0; t_{pev} > 0$ :

$$t_u = t_p + t_x + 2t_{pev} = \frac{L_1}{v_p} + \frac{L_1}{v_x} + 2t_{pev} \quad (2.17)$$

- по варіанту  $A_2$  при  $C = 1; p = 2; t_x = t_{nos} = 0; t_{pev} > 0$ :

$$t_u = 2t_p + 2t_{pev} = 2\left(\frac{L_1}{v_p} + t_{pev}\right) \quad (2.18)$$

- по варіанту  $A_3$  при  $C = 2; p = 2; t_x = 0; t_{pev} > 0; t_{nos} > 0$ :

$$t_u = 2t_p + 2t_{nos} = 2\left(\frac{L_1}{v_p} + t_{nos}\right) \quad (2.19)$$

- по варіанту  $A_4$  при  $C = 2; p = 2; t_x = 0; t_{pev} > 0; t_{nos} > 0$ :

$$t_u = 2t_{pev} + 4t_p + 2t_{nos} = 2\left(2\frac{L_1}{v_p} + t_{pev} + t_{nos}\right) \quad (2.20)$$

Машинний час спрацювання пак ставки, хв:

$$t_c = \frac{Q \times 60}{\Pi_m} = \frac{Q_j \times 60}{\Pi_{m_j}} = \frac{\beta_j Q \times 60}{\Pi_{m_o}} \quad (2.21)$$

$$t_c = Ut_u \quad (2.22)$$

Тривалість відбору волокон від однієї паки  $i$ -го компонента при одному робочому ході вузла розпушування, хв, і положенні паки щодо ходових рейок:

- поперечному:

$$t_{k_{ij}} = \frac{b_{ij}}{v_p} = \frac{t_p b_{ij}}{L_1} \quad (2.23)$$

- поздовжньому:

$$t_{k_{ij}} = \frac{a_{ij}}{v_p} = \frac{t_p a_{ij}}{L_1} \quad (2.24)$$

Теоретична продуктивність розпушувача, кг/год:

$$\Pi_m = \frac{Q \times 60}{t_c} t_c = \frac{Q \times 60}{Ut_u} \quad (2.25)$$

Теоретична продуктивність розпушувача по розпушеній масі з пак сортунань 1 та 2-го, розміщених відповідно на лівій і правій сторонах ставки, за умови послідовної обробки і однакої теоретичній тривалості спрацювань всіх пак ставки, кг/год:

$$\Pi_m = \frac{p \times 60}{t_u} \sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^N \left( \frac{a_{ij} b_{ij} y_{ij} \delta_{ij} K_{ij}}{\beta_j' \beta_{ij}'} \right) \quad (2.26)$$

$$\Pi_{m_j} = \frac{\Pi_m Q_j}{Q} = \beta_j \Pi_m \quad (2.27)$$

або

$$\Pi_{m_{j=2}} = \frac{\Pi_{m_{j=1}} Q_{j=2}}{Q_{j=1}} \quad (2.28)$$

Число циклів руху вузла розпушування за час спрацювання пак ставки:

$$U = \frac{t_c}{t_u} \quad (2.29)$$

$$U = \frac{Q \times 60}{\Pi_m t_u} = \frac{Q_j \times 60}{\Pi_{m_j} t_u} \quad (2.30)$$

і для пак всіх груп висоти в ставці:

$$U = \frac{h_{ij}}{py_{ij}} = \frac{h_{11}}{py_{11}} = \frac{h_{21}}{py_{21}} = \dots = \frac{h_{21}}{py_{21}} = \frac{h_{22}}{py_{22}} \quad (2.31)$$

Швидкість переміщення вузла розпушування при послідовності відбору волокон з пак, м/хв:

- по варіанту  $A_1$ :

$$v_p = \frac{L_1}{t_u - t_x - 2t_{peg}} = \frac{L_1}{\frac{Q \times 60}{\Pi_m U} - \frac{L_1}{V_x} - 2t_{peg}} \quad (2.32)$$

- по варіанту  $A_2$ :

$$v_p = \frac{2L_1}{t_u - 2t_{peg}} = \frac{2L_1}{\frac{Q \times 60}{\Pi_m U} - 2t_{peg}} \quad (2.33)$$

- по варіанту  $A_3$ :

$$v_p = \frac{2L_1}{t_u - 2t_{nos}} = \frac{2L_1}{\frac{Q \times 60}{\Pi_m U} - 2t_{nos}} \quad (2.34)$$

- по варіанту  $A_4$ :

$$v_p = \frac{4L_1}{t_u - 2(t_{peg} + t_{nos})} = \frac{4L_1}{\frac{Q \times 60}{\Pi_m U} - 2(t_{peg} + t_{nos})} \quad (2.35)$$

Глибина захоплення розпушувальним барабаном у паці  $i$ -го компонента  $j$ -го сортування при кожному робочому ході вузла розпушування, м/роб.хід:

$$y_{ij} = \frac{h_{ij}}{U_p} \quad (2.36)$$

або

$$y_{ij} = \frac{h_{ij} t_u}{t_c p} \quad (2.37)$$

або

$$y_{ij} = \Pi_m t_u \frac{\beta_j \beta_{ij}}{a_{ij} b_{ij} \delta_{ij} K_{ij} p \times 60} \quad (2.38)$$

При режимах роботи (див. рис. 2.2):

- по варіанту  $A_1$ :

$$y_{ij} = \frac{h_{ij} \Pi_m}{Q \times 60} \left[ L_1 \left( \frac{1}{v_p} + \frac{1}{v_x} \right) + 2t_{пес} \right] \quad (2.39)$$

- по варіанту  $A_2$ :

$$y_{ij} = \frac{2h_{ij} \Pi_{mj}}{Q_j \times 60} \left( \frac{L_1}{v_p} + t_{пес} \right) \quad (2.40)$$

- по варіанті  $A_3$ :

$$y_{ij} = \frac{2h_{ij} \Pi_{mj}}{Q_j \times 60} \left( \frac{L_1}{v_p} + t_{нос} \right) \quad (2.41)$$

- по варіанту  $A_4$ :

$$y_{ij} = \frac{2h_{ij} \Pi_{mj}}{Q_j \times 60} \left( \frac{2L_1}{v_p} + t_{пес} + t_{нос} \right) \quad (2.42)$$

Середня щільність розпакованої паки  $i$ -го компонента, кг/м<sup>3</sup>:

$$\delta_{ij} = \frac{G_{ij}}{a_{ij} b_{ij} h_{ij}} \quad (2.43)$$

Маса волокон  $i$ -го компонента  $j$ -го сортування, що відбирається від однієї паки вузлом розпушування при кожному робочому ході, кг/роб.хід:

$$q_{ij} = \frac{G_{ij} y_{ij}}{h_{ij}} = \frac{G_{ij}}{U_p} = \frac{G_{ij} t_u}{t_c p} = \frac{\Pi_m t_u \beta_j \beta_{ij}}{K_{ij} p \times 60} \quad (2.44)$$

або

$$q_{ij} = a_{ij} b_{ij} y_{ij} \delta_{ij} \quad (2.45)$$

Інтенсивність впливу розпушувального барабана на волокнисту масу пак ставки:

- число ножів барабана, що діють на 1 г волокнистої маси  $j$ -го сортування, ніж/г:

$$S_{\sigma} = \frac{60 \times Z_{\sigma} n_{\sigma} k}{10^3 \beta_j \Pi_m} \quad (2.46)$$

- середня маса комплексу волокон  $j$ -го сортування, що приходить на один ніж розпушувального барабана, г/ніж

$$g_j = \frac{1}{S_{\sigma}} = \frac{10^3 \beta_j \Pi_m}{60 Z_{\sigma} n_{\sigma} k} \quad (2.47)$$

- середнє число волокон  $j$ -го сортування, що відбираються за один робочий хід, які приходяться на один ніж розпушувального барабана, вол./ніж:

$$m_j = \frac{10^6 g_j}{l_{ej} T_{ej}} = \frac{10^9 \beta_j \Pi_m}{60 Z_{\sigma} n_{\sigma} k l_{ej} T_{ej}} \quad (2.48)$$

### 2.3. Параметри шару волокнистого потоку, що формується на поверхні робочих органів

Середня лінійна густина шару, що формується на рухомій перфорованій поверхні барабана конденсора, може бути розрахована за формулою, ктекс:

$$T_w = \frac{\Pi_m \beta \times 10^3}{v_{\sigma} \times 60} = \frac{\Pi_m \beta \times 10^3}{\pi d_{\sigma} n_{\sigma} \times 60} \quad (2.49)$$

Середня лінійна густина шару на перфорованій поверхні барабана розраховується за формулою, мм:

$$h = \frac{\Pi_m \beta \times 10^3}{v_{\sigma} B \delta \times 60} = \frac{\Pi_m \beta \times 10^3}{\pi d_{\sigma} n_{\sigma} B \delta \times 60} \quad (2.50)$$

де  $\Pi_m$  – теоретична продуктивність машини, кг/год;  $\beta$  – масова частка волокнистого потоку, що розподіляється на барабані (для однобарабанного конденсора (КБ-3, КБ-4 тощо)  $\beta = 1$ ; для пари перфорованих барабанів секцій ножового барабана, тіпала  $\beta_{верх.} = 2/3$  і  $\beta_{ниж.} = 1/3$ );  $v_{\sigma}$  – швидкість барабана, м/хв,  $d_{\sigma}$  – діаметр барабана, м,  $n_{\sigma}$  – частота обертання барабана, хв<sup>-1</sup>,  $B$  – ширина шару на барабані, м,  $\delta$  – щільність шару на барабані, кг/м<sup>3</sup>.

### 2.4. Завдання для розрахунку

2.1. Довжина зони ставки пак у автоматичного розпушувача UNifloc A 1/2  $L_l = 42,45$  м; характеристика компонентів пак сортування, що переробляється, наведена в таблиці 2.4.

Інтервал  $L_{il} = 1,5$  м, число груп пак на одній стороні ставки  $d = 2$ , ширина захоплення розпушувальним барабаном  $B_{\sigma} = 1,6$  м; паки встановлені з шириною ставки  $B_5 = 1,55$  м. Розрахувати: 1) максимальне число пак, що розміщуються на одній стороні ставки; 2) число пак  $i$ -го компонента в ставці; 3) масу волокон пак кожного компонента в ставці; 4) масу пак ставки; 5) масову частку волокон кожного компонента в ставці.

Таблиця 2.4

Компонент	Масова частка в суміші	Характеристика розпакованої паки			
		$a_i$ , м	$b_i$ , м	$h_i$ , м	$G_i$ , кг
Бавовна 4–I	0,65	1,3	0,5	1,5	240
Бавовна 5–I	0,20	1,3	0,5	1,3	210
Бавовна 5–II	0,15	1,3	0,5	1,5	190

2.2. В однобічній ставці автоматичного розпушувача встановлено 120 пак для двох сортунань. Число пак сортунання  $j = 1$  і  $j = 2$  у ставці співвідносяться як  $K_{j1}/K_{j2} = 2/3$ . Масова частка компонентів і середня маса однієї паки в ставці для першого сортунання  $\beta_{11} = 0,6$ ;  $\beta_{21} = 0,3$ ;  $\beta_{31} = 0,1$ ;  $G_{11} = 250$  кг;  $G_{21} = 230$  кг;  $G_{31} = 200$  кг і для другого –  $\beta_{11} = 0,33$ ;  $\beta_{22} = 0,67$ ;  $G_{12} = 240$  кг і  $G_{22} = 200$  кг. Розрахувати: 1) число пак  $K_{j1}$  і  $K_{j2}$  в ставці для кожного сортунання; 2) масу волокон  $Q_{ij}$  кожного компонента в ставці; 3) масу волокон пак  $Q_j$  кожного сортунання в ставці.

2.3. Продуктивність автоматичного розпушувача пак  $P=1$  т/год; довжина робочого ходу вузла розпушунання в одному напрямку  $L_l = 18$  м; швидкість переміщення при робочому ході  $v_p = 10$  м/хв; число робочих ходів у циклі  $p = 2$ ; тривалість реверсуваннн  $t_{rev} = 0,5$  хв. Розрахувати: 1) тривалість циклу руху вузла відбору  $t_u$ ; 2) середню продуктивність розпушувача в одному циклі відбору  $P_u$ , кг/год.

2.4. За даними завдання 2.3 розрахувати: 1) число робочих ходів вузла розпушунання для переробки повної ставки пак загальною масою  $Q_c = 15$  т; 2) тривалість спрацюваннн пак ставки  $t_c$ , год.

2.5. Довжина зони розміщеннн пак ставки автоматичного розпушувача Blendomat BDT-019  $L_l = 40,65$  м; вузол розпушунання працює в режимі варіанта  $A_3$ , у кожному циклі розпушуються паки бавовни лівої ставки для сортунання  $j = 1$  і паки бавовни і поліефірного волокна правої ставки для сортунання  $j = 2$ . Швидкість переміщення вузла розпушунання при робочому ході  $v_p = 7,5$  м/хв; тривалість повороту вузла розпушунання на  $180^\circ$  наприкінці кожного однобічного переміщеннн  $t_{nov} = 0,5$  хв; сумарна продуктивність розпушувача по обидва боки ставки  $P_m = 900$  кг/год. Розрахувати: 1) максимальне число пак, розміщених на кожній із сторін (лівої й правої) ставки; 2) число пак  $i$ -го компонента сортунань  $j = 1$  і  $j = 2$ , розташовуваних на відповідній стороні ставки; 3) масу волокон пак  $i$ -го компонента в кожному сортунанні; 4) масову частку пак  $i$ -го компонента в сортунанні; 5) сумарну масу пак  $j$ -го сортунання в ставці. Число груп пак на лівій стороні ставки  $d_1 = 3$ ;  $d_2 = 0$ ,  $L_{i1} = 1,5$  м і на правій стороні (бавовна і поліефірне волокно)  $d_1 = 0$ ,  $d_2 = 2$ ,  $L_{i1} = 3$  м.

2.6. Довжина шляху вузла розпушунання уздовж ставки в Blendomat BDT-019  $L_l = 40,65$  м, вузол розпушунання рухається за маршрутом варіанта  $A_3$  в одному для кожної сторони ставки пак напрямку з поворотом двічі на  $180^\circ$  наприкінці кожного робочого ходу, тобто число робочих ходів на кожній стороні ставки  $p = 1$ , швидкість переміщення вузла розпушунання  $v_p = 10$  м/хв, тривалість повороту вузла розпушунання після кожного робочого ходу  $t_{nov} = 0,5$  хв, у межах кожної групи біля  $1/3$  пак встановлюється уздовж рейок, а інші ( $2/3$ ) – поперек рейок (на рис. 2.1 варіант із шириною ставки  $B_5 = a + b$ ), теоретична продуктивність розпушувача  $P_m = 600$  кг/год. Число сортунань, які підготовлює розпушувач, – 2. Суміш бавовняних волокон одержують із трьох

груп, що містять 46, 25 і 7 пак, а поліефірно-бавовняну суміш – із двох груп, що містять 36 пак бавовни і 64 пак поліефірного волокна; середня маса пак бавовни  $G_{баб} = 240$  кг, пак поліефірного волокна  $G_{ПЕ} = 218$  кг. Розрахувати: 1) тривалість переміщення вузла розпушування в одному напрямку; 2) тривалість циклу руху вузла розпушування; 3) машинний час одночасного спрацювання пак обох сторін ставки; 4) тривалість відбору волокон з пак паралельної й поперечної при кожному робочому ході; 5) теоретичну продуктивність розпушувача по масі волокон, що відбираються від пак, для кожного із сортунань, кг/год.

2.7. За умовами завдання 2.6 розрахувати: 1) число циклів руху вузла розпушування для спрацювання пак ставки при середній масі волокон однієї паки  $G_{j=1} = 240$  кг у бавовняній і  $G_{j=2} = 220$  кг у поліефірно-бавовняній ставці пак; 2) середню масу волокон, що відбираються з однієї паки відповідної маси за один робочий хід.

2.8. Автоматичний розпушувач пак переробляє 72 паки при однобічній ставці протягом 24 годин. Середня маса стосу  $G = 240$  кг. Кожний із двох розпушувальних барабанів має 112 ножів і обертається із частотою  $n_б = 1400$  хв<sup>-1</sup>. Розрахувати: 1) середнє число дії (ножів), що приходяться на 1 г переробленої волокнистої маси; 2) середню масу волокон, що відбираються від паки і приходяться на один ніж; 3) середнє число волокон лінійної густини  $B = 0,17$  текс і середньої довжини  $\ell = 30$  мм, що приходяться на один ніж.

2.9. Автоматичний пакорозпушувач Blendomat BDT-019 переробляє паки двох сортунань, що встановлені відповідно на лівій і правій сторонах ставки; сумарна теоретична продуктивність розпушувача для обох сортунань  $\Pi_m = 1$  т/год сумарна маса пак ставки на лівій стороні  $\sum G_{j=1} = 28$  т, на правій –  $\sum G_{j=2} = 20$  т. Вузол розпушування переміщається в циклі за схемою варіанта  $A_3$  в одному напрямку на відстань  $L_l = 40,46$  м зі швидкістю робочого ходу  $v_p = 10$  м/хв. Тривалість повороту вузла розпушування на  $180^\circ$  наприкінці кожного робочого ходу  $t_{нов} = 0,5$  хв. Розрахувати: 1) теоретичну продуктивність розпушувача  $\Pi_{j=1}$  і  $\Pi_{j=2}$  по масі волокон кожного із сортунань за умови однакової тривалості спрацювання всіх пак обох сортунань; 2) тривалість циклу руху вузла розпушування при роботі за варіантом  $A_3$ ; 3) тривалість одночасного спрацювання пак обох сторін; 4) число циклів відбору волокон вузлом розпушування за час спрацювання всіх пак ставки.

2.10. Розрахувати необхідну швидкість переміщення вузла розпушування при робочому ході  $v_p$  за умов роботи: теоретична продуктивність розпушувача  $\Pi_m = 800$  кг/год, сумарна маса пак ставки  $Q = 24$  т; вузол розпушування при кожному проході відбирає від паки в середньому  $1/500$  частину первинної маси й працює в послідовності варіанта  $A_3$ , переміщуючись уздовж ставки пак у кожному циклі на відстань  $L_l = 35,51$  м; у циклі реверсивного руху відбувається один робочий хід ( $p = 1$ ), тривалість реверсування  $t_{рев} = 0,5$  хв.

2.11. Розрахувати тривалість спрацювання бавовняних волокон пак ставки в потоковій лінії „пака – чесальна стрічка”, що включає 10 чесальних машин, за умов: число пак у ставці  $K = 124$ ; середня маса паки  $G = 250$  кг;



норма продуктивності чесальної машини 52 кг/год; кількість відходів на агрегаті РТА  $V_a = 4\%$  від вихідної маси суміші; на кожній чесальній машині  $V_u = 5\%$ .

2.12. Розрахувати середній вертикальне зміщення  $y_i$  вузла розпушування автоматичного розпушувача перед відбором волокон  $i$ -го компонента ставки пак при кожному робочому ході за умов:  $\Pi_m = 1$  т/год;  $\beta_i = 0,6$ ;  $K_i = 58$  пак; розмір поверхні відбору від паки  $a_{1i} \cdot b_{2i} = 1,0 \cdot 0,6$  м<sup>2</sup>;  $\delta_i = 280$  кг/м<sup>3</sup>; тривалість циклу роботи (подвійного ходу вузла відбору)  $t_u = 5$  хв.

2.13. Діаметр перфорованого барабана конденсора КБ-4  $D_b = 0,54$  м, частота його обертання  $n_b = 105 - 137$  хв<sup>-1</sup>. Розрахувати діапазон лінійної густини потоку волокнистої маси на барабані при переміщенні 600 кг/год маси бавовняних волокон.

2.14. За умовами завдання 2.13 розрахувати густину шару волокнистого потоку  $\delta$ , кг/м<sup>3</sup>, шириною  $B = 1$  м і висотою  $h = 40$  мм на поверхні перфорованого барабана.

2.15. Діаметр перфорованого барабана конденсора КБ-3  $D_b = 0,54$  м, частота обертання барабана  $n_{b1} = 20$  хв<sup>-1</sup> при продуктивності по переміщуваній масі бавовни, рівної 150 кг/год. Розрахувати: 1) середню лінійну густину волокнистого потоку на барабані; 2) частоту обертання барабана  $n_{b2}$ , необхідну для переміщення їм волокнистого потоку тієї ж лінійної густини при теоретичній продуктивності  $\Pi = 600$  кг/год.

## 2.5. Інтенсивність і ефективність розпушування та очищення волокон. Загальні відомості

*Інтенсивність розскубування* волокнистої маси голчастою решіткою живильників-змішувачів характеризується [2]:

- числом голок решітки, що приходить на 1 г волокнистої маси, що виходить із машини, голок/г:

$$S_z = \frac{v_{z.p} B \times 60}{ab \Pi_m \times 10} \quad (2.51)$$

- середнім завантаженням одиниці поверхні голчатої решітки на виході із зони взаємодії з волокнистим настилом, г/м<sup>2</sup>:

$$q_z = \frac{10^3 \Pi_m}{60 v_{z.p}} \quad (2.52)$$

де  $v_{z.p}$  – швидкість голчатої решітки, м/хв;  $B$  – робоча ширина голчатої решітки, м;  $a$  і  $b$  – крок голок відповідно уздовж і поперек решітки, м;  $\Pi_m$  – теоретична продуктивність машини, кг/год.

*Інтенсивність розпушення* волокнистої маси в затиснутому стані характеризують числом ударів ножів, кілків барабана, що приходяться на 1 г волокнистої маси, уд./г:

$$S_p = \frac{a_n n_b \times 10^3}{v_u T_u} = \frac{a_n n_b \times 60}{\Pi_u \times 10^3} \quad (2.53)$$

де  $a_n$  – число ножів, кілків на барабані;  $n_b$  – частота обертання барабана, хв<sup>-1</sup>;  $v_{uu}$  – швидкість шару волокон, що подається, м/хв;  $T_{uu}$  – лінійна густина шару, текс;  $\Pi_m$  – теоретична продуктивність машини, кг/год.

*Інтенсивність (ступінь) тіпання* волокнистої маси в затиснутому стані для її очищення шляхом ударного впливу характеризується:

- числом ударів бил тіпала, що приходяться на 1 г оброблюваної волокнистої маси, уд./г:

$$S_{min} = \frac{a_{min} n_{min} \times 10^3}{v_{uu} T_{uu}} = \frac{a_{min} n_{min} \times 60}{\Pi_m \times 10^3} \quad (2.54)$$

- сумарним імпульсом ударного впливу, що приходиться на 1 г оброблюваної волокнистої маси:

$$I = I_1 S_{min} = \eta M_b v_{min} \frac{a_{min} n_{min} \times 10^3}{v_{uu} T_{uu}} = \eta \frac{a_{min} \pi M_b D_{min} n_{min}^2 \times 10^3}{v_{uu} T_{uu}} \quad (2.55)$$

або

$$I = \eta \frac{a_{min} \pi M_b D_{min} n_{min}^2 \times 60}{\Pi_m \times 10^3} \quad (2.56)$$

де  $a_{min}$  – число бил тіпала;  $n_{min}$  – частота обертання тіпала, хв<sup>-1</sup>;  $I_1$  – імпульс сили одного удару.

$$I_1 = \eta M_b v_{min}$$

$$\eta = \sum_i \alpha_i \beta_i$$

де  $\alpha_i$  і  $\beta_i$  – величини, що залежать від положення частки в борідці і від розподілу мас і швидкостей у товщі борідки;  $M_b$  – маса борідки;  $D_{min}$  – діаметр тіпала, м.

У формулах (2.55) і (2.56) величини  $\eta$  і  $M_b$  невідомі. Ці формули можна використовувати для порівняння інтенсивності ударної дії органів тіпання різних конструкцій, різних значень  $D_{min}$ ,  $n_{min}$ ,  $v_{uu}$ ,  $T_{uu}$ ,  $\Pi_m$  при дотриманні умов:  $I' = I''$ ;  $\eta_1 = \eta_2$  і  $M_{b1} = M_{b2}$ .

*Ефективність процесу розпушування* оцінюють:

- ступенем зменшення середньої маси жмутка з  $G_{i-1}$  до  $G_i$  при обробці на  $i$ - й машині, %:

$$\varepsilon_p \{G\} = \left(1 - \frac{G_i}{G_{i-1}}\right) 100 \quad (2.57)$$

- ступенем збільшення розпушеності волокнистої маси з  $r_{i-1}$  до  $r_i$  при обробці на  $i$ -й машині, %:

$$\varepsilon_p \{r\} = \left(1 - \frac{r_i}{r_{i-1}}\right) 100 = \frac{(\gamma_{i-1} - \gamma_i) 100}{\gamma_0 - \gamma_{i-1}} \quad (2.58)$$

$$r_i = 1 - \frac{\gamma_i}{\gamma_0} \quad (2.59)$$

де  $\gamma_0$  – щільність волокон, г/см<sup>3</sup>;  $\gamma_{i-1}$  і  $\gamma_i$  – щільність розпушеної маси до і після обробки на  $i$ -й машині, г/см<sup>3</sup>.

Ефективність розпушення послідовними  $N$  машинами за зміною середньої маси  $\{G\}$  або розпушеності  $\{r\}$  обчислюють за формулами, %:

$$\mathcal{E}_p\{G\} = 100[1 - (1 - 0,01\varepsilon_{p1}\{G\})(1 - 0,01\varepsilon_{p2}\{G\}) \dots (1 - 0,01\varepsilon_{pN}\{G\})] \quad (2.60)$$

$$\mathcal{E}_p\{r\} = 100[1 - (1 - 0,01\varepsilon_{p1}\{r\})(1 - 0,01\varepsilon_{p2}\{r\}) \dots (1 - 0,01\varepsilon_{pN}\{r\})] \quad (2.61)$$

Ефективність очищення волокон суміші  $i$ -ї з послідовно працюючих машин оцінюють частками маси сміттєвих домішок і дефектів волокон (вузлики, джгутики, завитки тощо), виділених на  $i$ -й машині, % від їхнього вмісту:

- в суміші напівфабрикату, що надходить в  $i$ -у машину:

$$\varepsilon_i = \frac{p_i Y_i}{Z_{i-1}} \quad (2.62)$$

- у вихідній суміші, що надійшла в першу машину:

$$\mathcal{E}_i = \frac{p_i Y_i}{Z_0} \quad (2.63)$$

де  $p_i$  – масова частка дефектів і сміттєвих домішок в масі відходів на  $i$ -й машині, %;  $Y_i$  – масова частка відходів, виділених  $i$ -ю машиною із суміші, що надійшла в першу машину, %;  $y_i$  – масова частка відходів, виділених  $i$ -ю машиною із суміші напівфабрикатів, що надійшли в цю машину, %;  $Z_{i-1}$  і  $Z_0$  – масова частка дефектів волокон і сміттєвих домішок відповідно у вихідній суміші і у продукті, що надійшов в  $i$ -у машину, %.

Кількість відходів  $y_i$  і  $Y_i$  зв'язані формулами:

$$Y_i = y_i[1 - 0,01(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{i-1})] \quad (2.64)$$

$$Y_i = y_i[1 - (1 - 0,01y_1)(1 - 0,01y_2) \dots (1 - 0,01y_{i-1})] \quad (2.65)$$

Загальна кількість відходів, виділених  $N$  послідовно працюючими машинами:

$$Y = \sum_{i=1}^N Y_i = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_i + \dots + Y_N \quad (2.66)$$

$$Y = 100[1 - (1 - 0,01y_1)(1 - 0,01y_2) \dots (1 - 0,01y_i) \dots (1 - 0,01y_N)] \quad (2.67)$$

Вихід волокнистої маси напівфабрикату із суміші:

$$B = 100 - \sum_{i=1}^N Y_i = 100 - (Y_1 + Y_2 + \dots + Y_i + \dots + Y_N) \quad (2.68)$$

$$B = 100[(1 - 0,01y_1)(1 - 0,01y_2) \dots (1 - 0,01y_i) \dots (1 - 0,01y_N)] \quad (2.69)$$

Ефективність очищення волокон сукупністю  $N$  послідовних машин:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_i + \dots + \mathcal{E}_N = \sum_{i=1}^N \mathcal{E}_i \quad (2.70)$$

або

$$\mathcal{E} = 100[1 - (1 - 0,01\varepsilon_1)(1 - 0,01\varepsilon_2)\dots(1 - 0,01\varepsilon_i)\dots(1 - 0,01\varepsilon_N)] \quad (2.71)$$

Достатню ефективність очищення волокон у технології прядіння можна розрахувати із умови:

$$\mathcal{E}_{\min} \geq 100 - B \frac{Z_n}{Z_o} \quad (2.72)$$

де  $Z_n$  й  $Z_o$  – масова допустима (нормована) частка сміттєвих і твердих домішок відповідно в продукті після обробки і у вихідній суміші, що надходить у першу машину, %.

Необхідне число  $N$  машин (зон очищення) для досягнення достатньої ефективності очищення  $\mathcal{E}_{\min}$  можна розрахувати, використовуючи формулу (2.72) і співвідношення  $q$  між частковими ефектами очищення послідовно працюючих машин за умови:

$$\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{\mathcal{E}_3}{\mathcal{E}_2} = \dots = \frac{\mathcal{E}_N}{\mathcal{E}_{N-1}} = q = const \quad (2.73)$$

$$\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_1 q^{i-1}$$

$$0 < q < 1;$$

$$\mathcal{E} = \frac{\sum_{i=1}^N \mathcal{E}_i}{(1-q)} = \mathcal{E}_{\min} \quad (2.74)$$

звідки

$$N = \frac{\lg \left[ 1 - \mathcal{E}_{\min} \frac{(1-q)}{\mathcal{E}_1} \right]}{\lg q} \quad (2.75)$$

при  $1 \leq q \leq \frac{E}{a}$

## 2.6. Завдання для розрахунку

2.16. Після машин розпушувально-тіпального агрегату РТА середня маса жмутка волокнистої маси І сорту, мг: живильника-змішувача – 0,25, головного живильника – 0,25, горизонтального розпушувача – 0,20, вертикального розпушувача 0,15, похилого очисника ОН-6-1 – 0,15, осьового очисника – 0,08, похилого очисника ОН-6-2 – 0,078; на тіпальній машині після ножового барабана – 0,07, після голчастого барабана – 0,006. Розрахувати ефективність процесу розпушування волокнистої маси бавовни І сорту машинами РТА за зміною середньої маси жмутка, наведеної в таблиці 2.5.

2.17. Розрахувати ефективність розпушування волокнистої маси бавовни низьких сортів машинами РТА за зміною середньої маси жмутка, наведеної в таблиці 2.5.

2.18. Розрахувати ефективність розпушування машинами РТА волокнистої маси бавовни за зміною щільності,  $\text{кг}/\text{м}^3$ , наведеної в таблиці 2.5.

2.19. Розрахувати середнє завантаження волокном однієї голки голчастої решітки живильника-змішувача,  $\text{г}/\text{голка}$ , на виході із зони взаємодії з решіткою, що розрівнює, якщо лінійна швидкість голчастої решітки  $v_{z,p} = 15 \text{ м}/\text{хв}$ , відстань між голками на планці  $b = 37 \text{ мм}$ , відстань між голками сусідніх планок  $a = 64 \text{ мм}$ , ширина решітки  $B = 1 \text{ м}$ , теоретична продуктивність живильника  $P_m = 150 \text{ кг}/\text{год}$ .

Таблиця 2.5

Машина, що випускає волокнисту масу	Середня маса жмутка, мг, при переробці бавовни		Щільність волокнистої маси бавовни, $\text{кг}/\text{м}^3$
	I сорту	нижчих сортів	
Живильник-змішувач	0,25	0,60	17,00
Головний живильник	0,25	0,40	15,70
Горизонтальний розпушувач	0,20	0,30	11,90
Вертикальний розпушувач	0,15	0,25	—
Похилий очисник ОН-6-1	0,15	0,20	—
Осьовий очисник	0,08	0,10	—
Похилий очисник ОН-6-2	0,078	0,10	—
Приймальний бункер тіпальної машини	—	—	11,85
Ножовий барабан тіпальної машини	0,07	0,15	—
Резервний бункер тіпальної машини	—	—	10,55
Голчасте тіпало тіпальної машини	0,06	0,012	—

2.20. Розрахувати середнє число волокон, що приходяться на одну голку вивідної голчастої решітки живильника, при його продуктивності  $160 \text{ кг}/\text{год}$ , лінійній швидкості голчастої решітки  $15 \text{ м}/\text{хв}$ , відстані між голками на поперечній планці  $37 \text{ мм}$ , відстані між голками сусідніх планок  $64 \text{ мм}$ , середньозваженій довжині волокон  $25 \text{ мм}$  і лінійній густині волокон  $0,166 \text{ текс}$ .

2.21. Розрахувати середнє завантаження одиниці поверхні голчастої решітки живильника-змішувача волокном,  $\text{г}/\text{м}^2$ , на виході із зони взаємодії із решіткою, що розрівнює, якщо лінійна швидкість голчастої решітки  $v_{z,p} = 20 \text{ м}/\text{хв}$ , її робоча ширина  $B = 0,975 \text{ м}$ , теоретична продуктивність живильника  $P_m = 180 \text{ кг}/\text{ч}$ .

2.22. Розрахувати середню масу комплексу волокнистого матеріалу, що приходиться на одну голку вивідної голчастої решітки живильника, при його продуктивності  $180 \text{ кг}/\text{год}$ , лінійній швидкості голчастої решітки  $12 \text{ м}/\text{хв}$ , кількості голок на  $1 \text{ м}$  решітки –  $200$  і ширині волокнистого потоку  $1 \text{ м}$ .

2.23. Вміст сміттєвих домішок у волокнистій суміші, що подається в першу машину потокової лінії "пака - стрічка",  $Z_o = 3 \%$ , а в суміші, що подається в очисник UNICIEAN B-11  $Z_{ex} = 2,3 \%$ . Відходи, що виділяються на очиснику,  $Y = 0,3 \%$  від маси суміші, що подається в першу машину; масова

частка сміттєвих домішок у відходах  $p = 65$  %. Розрахувати частку виділених очисником сміттєвих домішок від маси їх у суміші, що подається: а) у першу машину  $\mathcal{E}$ , %; б) в очисник  $\varepsilon$ , %.

2.24. Вміст сміттєвих домішок у волокнистій суміші, що подається в першу машину потокової лінії "пака-стрічка"  $Z_o = 2,5$  %, а в суміші, що подається у змішувач-очисник UNIMEX В 7/3  $Z_{ex} = 2,1$  %. Відходи, що виділяються на очиснику,  $Y = 0,65$  % від маси суміші, що подається в першу машину; масова частка сміттєвих домішок у відходах  $p = 70$  %. Розрахувати частку виділених машиною сміттєвих домішок у відсотках від маси їх у суміші, що подається: а) у першу машину  $\mathcal{E}$ , %; б) у змішувач-очисник  $\varepsilon$ , %.

2.25. Вміст сміттєвих домішок у волокнистій суміші, що подається в першу машину потокової лінії "пака-стрічка",  $Z_o = 1,8$  %, а в суміші, що подається у машину тонкого очищення UNIBLEND А-80  $Z_{ex} = 1,0$  %. Відходи, що виділяються на цій машині,  $Y = 0,4$  % від маси суміші, що подається в першу машину; масова частка сміттєвих домішок у відходах  $p = 30$  %. Розрахувати частку виділених машиною тонкого очищення сміттєвих домішок від маси їх у суміші, що подається: а) у першу машину  $\mathcal{E}$ , %; б) в очисник  $\varepsilon$ , %.

2.26. Вміст сміттєвих домішок у волокнистій суміші, що подається в першу машину потокової лінії "пака-стрічка",  $Z_o = 2,2$  %, а в суміші, що подається у похилий очисник SRS6  $Z_{ex} = 1,9$  %. Відходи, що виділяються очисником, становлять  $Y = 0,6$  % від маси суміші, що подається в першу машину; масова частка сміттєвих домішок у відходах  $p = 40$  %. Розрахувати частку виділених на похилому очиснику сміттєвих домішок у відсотках від маси їх у суміші, що подається: а) у першу машину  $\mathcal{E}$ , %; б) в очисник  $\varepsilon$ , %.

2.27. Продуктивність автоматичного розпушувача пак бавовни  $P_m = 900$  кг/год, лінійна густина волокон  $T_g = 0,17$  текс, середня довжина волокон  $l = 30$  мм, кількість ножів на кожному із двох розпушувальних барабанів  $a = 112$ , частота обертання барабанів  $n_b = 1400$  хв<sup>-1</sup>. Розрахувати: 1) кількість ножів барабана, що приходить на 1 г волокнистої маси; 2) середню масу комплексу волокон, що приходить на один ніж барабана; 3) середнє число волокон комплексу, що приходить на один ніж.

2.28. Для збільшення продуктивності потокової лінії "пака-стрічка" збільшена швидкість волокнистого шару до тіпала до  $v_{u2} = 4,2$  м/хв при незмінній лінійній густині шару. Розрахувати необхідну частоту обертання тіпала при нових умовах для збереження значення імпульсу ударної дії, якщо при швидкості шару  $v_{u1} = 3,5$  м/хв. частота обертання тіпала була  $n_{min1} = 850$  хв<sup>-1</sup>.

2.29. Маса сміття й твердих домішок у вихідній суміші бавовняних волокон  $Z_o = 3$  %, а у волокнистому потоці, що надходить в і-у машину потокової лінії,  $Z_{i-1}$ , %. Машина виділила відходи, які складають  $Y_i$  % від маси переробленої вихідної суміші, а масова частка сміття й твердих домішок у відходах на і-й машині дорівнює  $p_i$ , %. Розрахувати відсутні в таблиці 2.6 параметри очищення волокнистої маси машинами агрегату РТА.

Таблиця 2.6.

Машини	$Z_{i-1}$ , %	$Y_i$ , %	$y_i$ , %	$p_i$ , %	$p_i Y_i$	$p_i y_i$	$\varepsilon_i$ , %	$\mathcal{E}_i$ , %
Розпушувач пак Blendomat		0,01		15				
Змішувач Formiter		0,30		14				
Осьовий очисник Ахі-Flо		1,10		44				
Мультизмішувач МРМ-8		0,50		18				
Аеродинамічний очисник АСТА		0,70		52				
Пильчастий очисник Exactafied		1,00		47				
Бункерний живильник		0,40		29				

2.30. Розрахувати необхідний ефект очищення волокон суміші потоковою лінією "пака - стрічка", %, для одержання стрічки, у якій припустима масова частка сміття  $Z_o$  не більше 0,4 % від маси стрічки, а маса відходів, що виділяється у камери машин потокової лінії, складе 10 % від маси вихідної суміші. Маса сміття й дефектів волокон у вихідній суміші  $Z_o = 3,5$  %.

2.31. Маса сміттєвих домішок у вихідній суміші  $Z_o = 3$  % від маси суміші; відходи на розпушувально-очисному агрегаті РОА  $Y_a = 4$  %, у яких маса сміттєвих домішок  $p_a = 45$  % від маси відходів, і відходи на чесальних машинах  $Y_c = 5$  % від маси вихідної суміші; маса сміттєвих домішок, що залишилися в чесальній стрічці,  $Z_c = 0,4$  % від маси стрічки. Розрахувати ефективність очищення суміші  $\mathcal{E}_c$  на чесальних машинах по частці сміття, що видаляється, і твердих домішок у відсотках від їхньої маси у вихідній суміші і від їхньої маси в живильному настилі  $\varepsilon_c$ .

2.32. У вихідній суміші маса сміттєвих домішок  $Z_o = 3,5$  % від маси суміші. Для забезпечення стабільного процесу вміст їх у чесальній стрічці не повинен перевищувати допустиму масову частку в стрічці з чесальних машин  $Z_n = 0,4$  %. Вихід відходів на агрегаті  $Y_a = 4,2$  % від маси вихідної суміші, на чесальних машинах потокової лінії  $Y_c = 5$  %; маса сміттєвих домішок у відходах на агрегаті  $p_a = 55$  % від маси цих відходів. Розрахувати: 1) необхідний загальний ефект очищення  $\mathcal{E}_o$  волокон на потоковій лінії "пака - стрічка"; 2) ефект очищення на агрегаті; 3) необхідний середній відсоток маси сміттєвих домішок у відходах на чесальній машині  $p_c$  для досягнення заданого ефекту очищення.

2.33. Розрахувати необхідний ефект очищення волокон вихідної суміші на машинах потокової лінії "пака - стрічка" за умов, наведених у таблиці 2.7: масова частка сміттєвих домішок у вихідній суміші  $Z_o$ , %; допустима масова частка сміттєвих домішок у чесальній стрічці  $Z_n$ , %; відходи, що виділяються в камери машин потокової лінії не більше  $Y$ , % від маси переробленої вихідної суміші.

2.34. Розрахувати допустимий відсоток маси сміттєвих домішок у масі волокон сортування  $Z_o$  при гранично допустимій нормі засміченості стрічки, що надходить у пневмомеханічні прядильні машини,  $Z_n = 0,4$  %; виході стрічки із суміші, обумовленому очищенням волокон,  $B = 87$  % і загальному ефекті очищення в прядильному виробництві  $\mathcal{E}_o = 88$  %.

Таблиця 2.7.

Параметр	Варіант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Z_o, \%$	11,2	8,8	6,0	3,0	5,0	4,0	3,	10,0	5,0
$Z_n, \%$ ;	0,5	0,7	0,3	0,2	0,5	0,1	0,3	0,15	0,25
$Y, \%$	8,0	8,1	6,0	7,5	8,8	7,8	7,5	8,5	8,3
Параметр	Варіант								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$Z_o, \%$	3,8	3,8	2,1	1,2	2,4	3,8	5,2	6,	1,7
$Z_n, \%$ ;	0,3	0,2	0,2	0,2	0,25	0,88	0,3	0,35	0,4
$Y, \%$	7,0	7,1	7,9	7,3	7,8	7,5	7,2	8,5	8,0

2.35. Яка може бути допустима засміченість суміші бавовни, якщо гранично допустима норма засміченості стрічки, що надходить на прядильні машини,  $Z_n = 0,4 \%$ , а загальний ефект очищення в прядильному виробництві  $\mathcal{E}_o = 88 \%$ ; вихід стрічки із суміші  $B = 87 \%$ ?

2.36. Розрахувати вихід відходів на похилому очиснику ОН-6-4, що входить до складу потокової лінії "пака - стрічка", за умови, що за 1 год роботи на потоковій лінії виготовлено 400 кг чесальної стрічки і виділено відходів на машинах розпушувально-очисного агрегату 11,9 кг, у тому числі на машині ОН-6-4 – 1,9 кг і на чесальних машинах – 18,5 кг.

2.37. При якому максимальному відсотку маси сміттєвих домішок у вихідній суміші волокон  $Z_o$  можна виробити пряжу, у якій маса сміттєвих домішок не перевищить величини  $Z_n \leq 0,02 \%$ , якщо вихід пряжі із суміші  $B = 82 \%$ , а загальний ефект очищення волокон  $\mathcal{E}_o \leq 98,9 \%$ .

2.38. Для виготовлення пряжі на пневмомеханічних прядильних машинах фабрика використовує бавовну, у якій сміття й тверді домішки  $Z_o = 2,7 \%$  від маси суміші. Ефект очищення волокнистого матеріалу розпушувально-очисним агрегатом  $\mathcal{E}_p = 65\%$ , а пневмомеханічні прядильні машини не мають вузла сміттєвидалення.

Розрахувати: 1) необхідний загальний ефект очищення; 2) абсолютний ефект очищення чесальними машинами; 3) відносний ефект очищення чесальними машинами.

2.39. За 1 годину роботи потокової лінії "пака - стрічка" виготовлено чесальної стрічки  $Q_c = 400$  кг, і при цьому виділено відходів: машинами РОА  $q_a = 11,9$  кг, у тому числі похилим очисником  $q_{o,n} = 1,9$  кг і чесальними машинами  $q_c = 18,5$  кг. Розрахувати вихід відходів, %, з маси переробленої суміші: а) машинами РОА; б) чесальними машинами; в) похилим очисником.

## 2.7. Інтенсивність й ефективність змішування. Загальні відомості

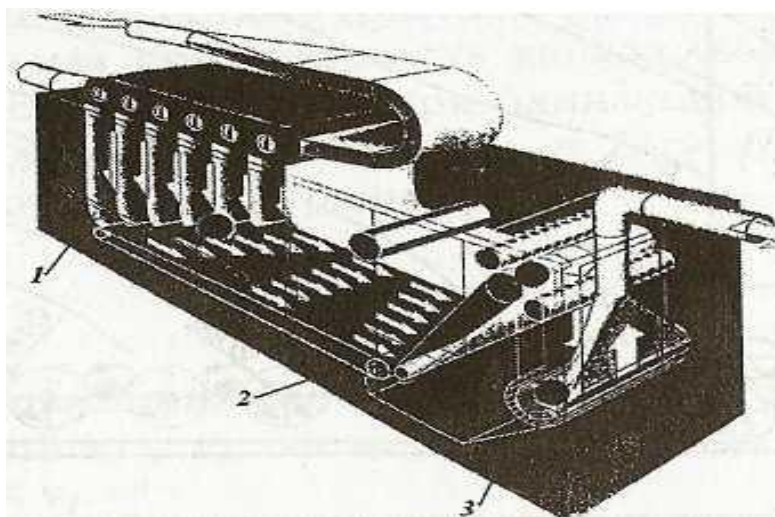
Змішувальні машини (змішувачі) сучасних потокових ліній здійснюють організоване змішування жмутків волокон паралельних потоків волокнистої маси [1].

Змішувальну машину можна представити у вигляді ряду прилеглих один до одного каналів (бункерів), по яких волокниста маса переміщається до зони



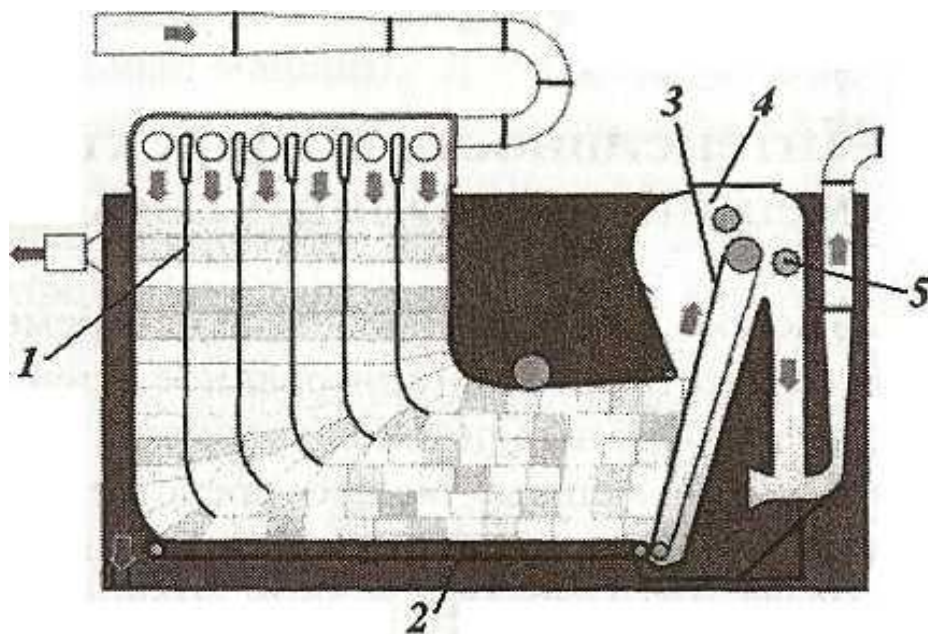
змішування (рис. 2.3). Волокниста маса, що безперервно пневматично подається, розподіляється по каналах, у яких підтримується однаковий або, для посилення ефекту змішування, неоднаковий рівень заповнення масою. Швидкості руху потоків в суміжних каналах також розрізняються.

У потокових лініях бавовнопрядіння «пака – стрічка» використовують подібні машини типу моделей UNIBLEND A 80, UNIMIX B 7/3 фірми «Rieter» (Швейцарія) (рис. 2.3, 2.4), моделей MPM 8/2000 фірми «Trutzchler» (Німеччина), моделей МСП-6 і МСП-8 (Росія) (рис. 2.5) та ін.

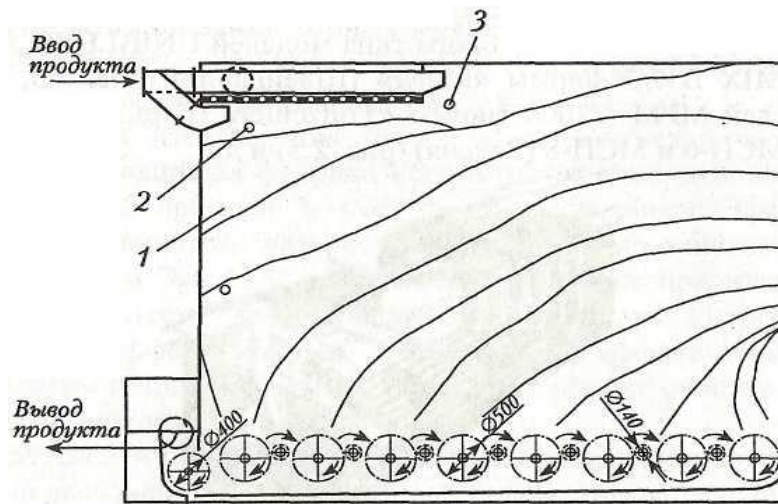


**Рис. 2.3.** Змішувач UNIMIX B7/3 фірми „Rieter”:

1 – завантажувальні бункери; 2 – голчасте полотно, що відбирає волокно; 3 – вузол очищення.



**Рис. 2.4.** Схема зміщення частин волокнистої маси в камері змішувача И 7/3:



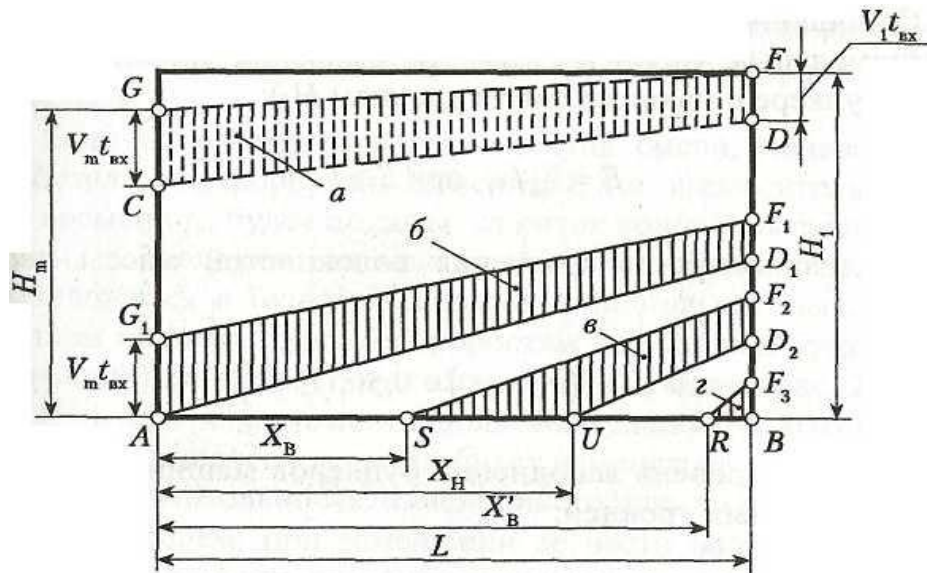
**Рис. 2.5.** Технологічна схема змішувальної машини МСП-8

1 – завантажувальні бункери; 2 – конвеєрна стрічка; 3 – голчасте полотно, що відбирає волокно; 4 – зона змішування; 5 –збивний валик.

**Неперервне змішування на одній машині.** Ефект змішування досягається в результаті того, що жмутки волокнистої маси, що надійшли в машину одночасно, рухаються до зони змішування по каналах різної довжини і з неоднаковими швидкостями (рис. 2.4).

Максимальна довжина каналу (висота рівня заповнення) у першому бункері, при однаковій різниці рівнів сусідніх каналів, так що  $H_{\max} = H_1 > H_2 > H_3 > \dots > H_m$  (рис. 2.6) при відношенні рівнів:

$$a = \frac{H_m}{H_1} \quad \text{при } a \leq 1. \quad (2.76)$$



**Рис. 2.6.** Положення збуреної маси, у камері змішувача МСП-8:

а – після завантаження в камеру; б – на початку перехідного процесу; в – на протязі перехідного процесу; г – наприкінці перехідного процесу

Швидкість руху жмутків маси через бункери: перший  $v_1 = v_{\max}$ ; другий  $v_2 < v_1$ ;  $i$ -й  $v_i < v_{i-1} < \dots < v_2 < v_1$ ;  $m$ -й  $v_m < v_{m-1} < \dots < v_2 < v_1$ .

Відношення максимальної швидкості жмутків  $v_m$  (у бункері з мінімальним рівнем  $H_m$ ) до мінімальної швидкості жмутків (у бункері з максимальним рівнем  $H_1$ ):

$$E = \frac{v_m}{v_1} \quad \text{при} \quad E > 1 \quad (2.77)$$

Середня швидкість руху волокнистої маси через машину:

$$\bar{v} = 0,5(v_m + v_1) = 0,5v_1(E + 1). \quad (2.78)$$

Середній рівень заповнення бункерів машини до верхніх контрольних рівнів:

$$\bar{H} = 0,5(H_m + H_1) = 0,5H_1(a + 1) \quad (2.79)$$

Швидкість випуску суміші, м/год:

$$v_1 = \frac{\Pi_m H_1 (a + 1)}{Q_k (E + 1)} \quad \text{і} \quad v_m = \frac{\Pi_m H_1 (a + 1)}{Q_k \left(1 + \frac{1}{E}\right)} \quad (2.80)$$

Тривалість вибирання із суміші маси  $Q_k$  волокон, що заповнюють камеру машини до верхніх контрольних рівнів без подачі в неї волокон, год:

$$\tau_k = \frac{\bar{H}}{\bar{v}} = \frac{H_1}{v_1} \left( \frac{a + 1}{E + 1} \right) = \frac{Q_k}{\Pi_m} \quad (2.81)$$

де  $\Pi_m$ - теоретична продуктивність змішувача, кг/годоод.

Маса волокон, що заповнюють всю камеру або всі бункери змішувача до верхніх контрольних рівнів, (рис. 2.5):

$$Q_k = 0,5LB(H_m + H_1)\delta = 0,5BH_1(a + 1)\delta, \quad (2.82)$$

де  $L$  - довжина камери машини, м;  $B$  - ширина камери (бункера), м;  $\delta$  - щільність волокнистої маси в камері, кг/м<sup>3</sup> ( $\delta = 32-42$  кг/м<sup>3</sup>).

Якщо в деякий момент склад суміші, що подається в змішувач, стрибкоподібно зміниться, тобто в змішувач протягом часу  $t_{\text{ex}}$  буде подаватися потік волокон збуреної маси, то волокниста маса нового (зміненого) складу розміститься в бункерах шарами, товщина яких буде в середньому пропорційна швидкостям руху в бункері, тобто продуктивності відповідного бункера (рис. 2.6).

З деякого моменту частка збуреної маси, у суміші, що випускається змішувачем, буде змінюватися.

Тривалість зміни складу суміші, що випускає змішувач, при заміщенні її частини волокнами збуреної маси, є тривалість перехідного процесу, яку можна розрахувати за формулою, год:

$$\tau_{пер} = \frac{H_1}{v_1} \left(1 - \frac{a}{E}\right) = \tau_{\kappa} \left(\frac{E+1}{a+1}\right) \left(1 - \frac{a}{E}\right) = \frac{Q_k}{\Pi_m} \left(\frac{E+1}{a+1}\right) \left(1 - \frac{a}{E}\right). \quad (2.83)$$

Важливою характеристикою змішувальних машин є коефіцієнт змішування:

$$K_{см} = \frac{\tau_{пер}}{\tau_{\kappa}} = \frac{Q_{пер}}{Q_k} = \left(\frac{E+1}{a+1}\right) \left(1 - \frac{a}{E}\right), \quad (2.84)$$

де  $Q_{пер}$  - маса суміші, випущена змішувачем протягом часу  $\tau_{пер}$  перехідного процесу.

Тривалість виходу збуреної маси, зі змішувача:

$$\tau_{вых} = \tau_{пер} + \tau_{ex} = \frac{H_1}{v_1} \left(1 - \frac{a}{E}\right) = \frac{Q_k}{\Pi_m} \left(\frac{E+1}{a+1}\right) \left(1 - \frac{a}{E}\right) + \tau_{ex} = \frac{Q_k K_{см}}{\Pi_m} + \tau_{ex}. \quad (2.85)$$

Маса суміші, що містить волокна збуреної маси, і випускаємої протягом часу  $\tau_{пер}$  перехідного процесу:

$$Q_{пер} = \Pi_m \tau_{пер} = Q_k K_{см} = Q_k \left(\frac{E+1}{a+1}\right) \left(1 - \frac{a}{E}\right). \quad (2.86)$$

Маса суміші, що виходить зі змішувача з волокнами збуреної маси, протягом часу  $t_{вых}$ :

$$Q_{вых} = \Pi_m \tau_{вых} = \Pi_m (\tau_{пер} + \tau_{ex}) = Q_{пер} + \Pi_m \tau_{ex} \quad (2.87)$$

або

$$Q_{вых} = Q_k K_{см} + \Pi_m \tau_{ex} = Q_k \left(\frac{E+1}{a+1}\right) \left(1 - \frac{a}{E}\right) + \Pi_m \tau_{ex} \quad (2.88)$$

Середня частка волокон збуреної маси, у суміші, що виходить зі змішувача:

- протягом часу перехідного процесу  $\tau_{пер}$  :

$$\bar{p}_{пер} = p_{ex} \tau_{ex} / \tau_{пер}, \quad \text{при } \tau_{ex} \leq \tau_{пер} \quad (2.89)$$

- протягом часу виходу збуреної маси, поданої в машину за  $t_{ex}$  час :

$$\bar{p}_{вых} = z_{ex} \tau_{ex} / \tau_{вых} = p_{ex} \tau / (\tau_{пер} + \tau_{ex}), \quad (2.90)$$

де  $t_1 = \tau_{ex}$  при  $\tau_{ex} \leq \tau_{пер}$ ;  $t_1 = \tau_{пер}$  при  $\tau_{ex} > \tau_{пер}$ ;  $p_{ex}$  - частка волокон збуреної маси, у потоці, що входить у змішувач протягом часу  $\tau_{ex}$ .

На рис. 2.7 показане відношення частки  $p_{\text{вих}}(t)$  збуреної маси, у потоці, що виходить зі змішувача в момент часу  $t$ , до частки  $\bar{p}_{\text{ex}}$  її в потоці, поданому в змішувач протягом часу  $t_{\text{ex}}$ :  $t_1 = \tau_{\text{ex}} < \tau_{\text{пер}}$ , то в інтервалі від  $t_n = 0$  до  $t = \tau_{\text{ex}1}$ :

$$p_{\text{вих}}(t)/\bar{p}_{\text{ex}} = 1/A, \quad (2.91)$$

тобто зростає за рівнянням кривої  $Oa$ ; в інтервалі від  $t = \tau_{\text{ex}1}$  до  $t = \tau_{\text{вих}1} = \tau_{\text{ex}1} + \tau_{\text{пер}}$ :

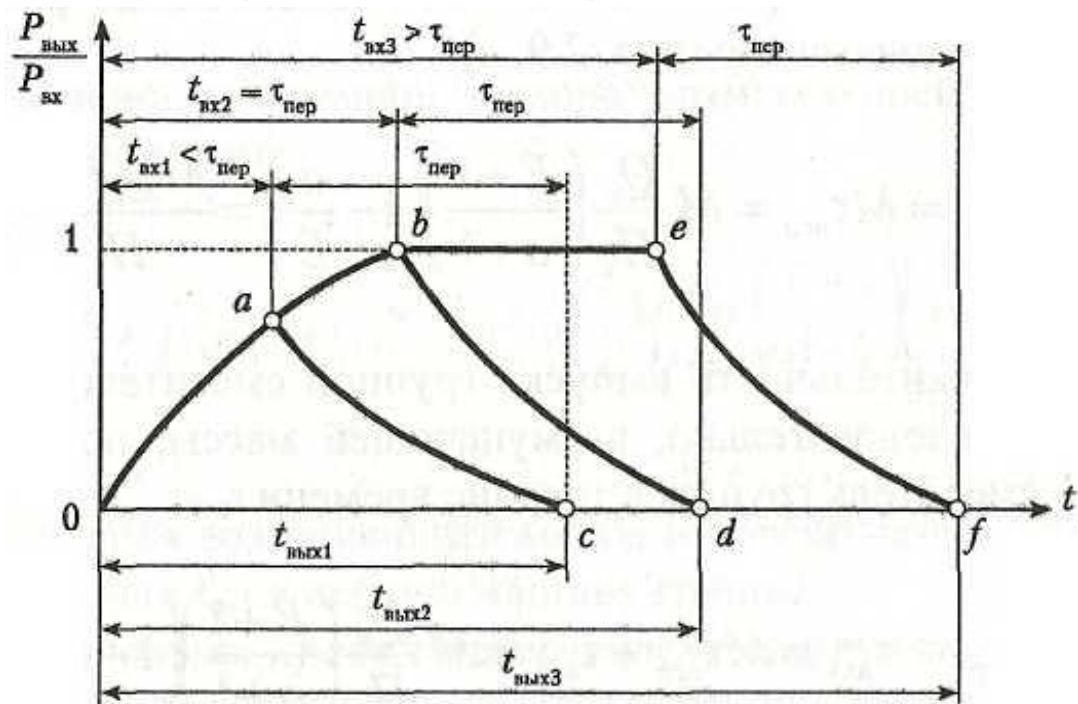
$$p_{\text{вих}}(t)/\bar{p}_{\text{ex}} = 1/A - 1/A_1, \quad (2.92)$$

тобто зменшується за рівнянням кривої  $ac$ .

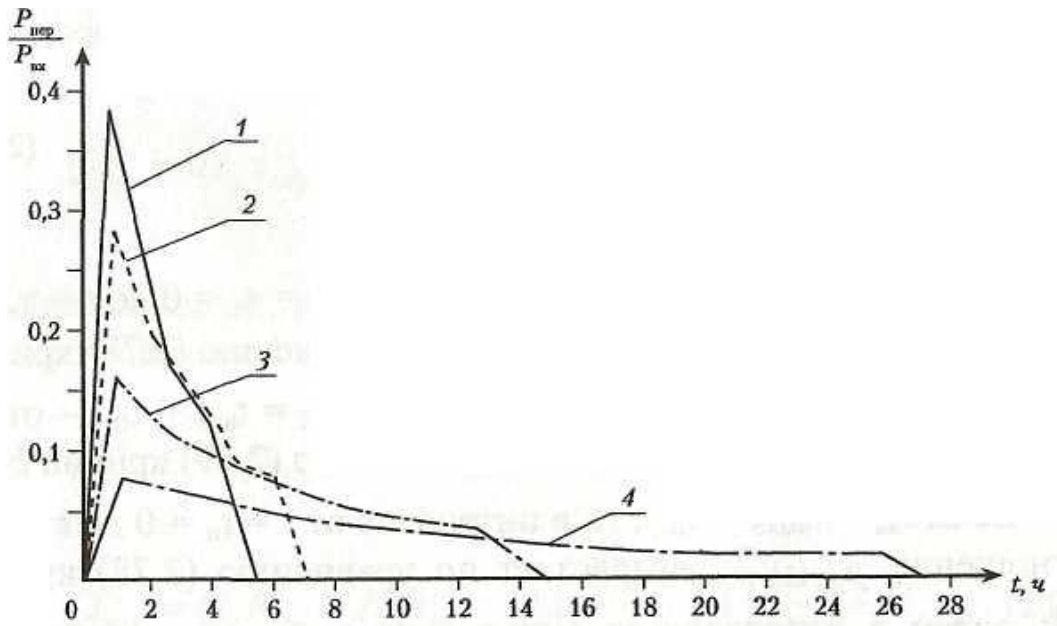
Якщо  $\tau_{\text{ex}} = \tau_{\text{ex}2} = \tau_{\text{пер}}$ , то в інтервалі від  $t = t_n = 0$  до  $t = \tau_{\text{ex}2} = \tau_{\text{пер}}$  відношення  $p_{\text{вих}}(t) = \bar{p}_{\text{ex}}$  зростає за рівнянням (2.78) кривої  $Ob$ , в інтервалі від  $t = \tau_{\text{ex}2} = \tau_{\text{пер}}$  до  $t = \tau_{\text{вих}2} = \tau_{\text{ex}2} + \tau_{\text{пер}}$  - відношення  $p_{\text{вих}}(t) = \bar{p}_{\text{ex}}$  зменшується за рівнянням (2.89) кривої  $bd$ .

Якщо  $\tau_{\text{ex}} = \tau_{\text{вих}3} > \tau_{\text{пер}}$ , то в інтервалі від  $t = t_n = 0$  до  $t = \tau_{\text{пер}}$  відношення  $p_{\text{вих}}(t) = \bar{p}_{\text{ex}}$  зростає за рівнянням (2.78) кривої  $Ob$ , потім в інтервалі від  $t = \tau_{\text{пер}}$  до  $\tau_{\text{ex}} = \tau_{\text{вих}3}$  відношення  $p_{\text{вих}}(t) = \bar{p}_{\text{ex}} = 1$  т.е. залишається незмінним (пряма  $be$ ), в інтервалі часу від  $t = \tau_{\text{ex}3}$  до  $t = \tau_{\text{вих}3}$  відношення  $p_{\text{вих}}(t) = \bar{p}_{\text{ex}}$  зменшується за рівнянням (2.79) кривої  $ef$ , де:

$$A = 1 + (\tau_{\text{пер}}/\tau_{\text{ex}} - 1)/E \text{ і } A_1 = 1 + (\tau_{\text{пер}}/(t - \tau_{\text{ex}}) - 1)/E \quad (2.93)$$



**Рис. 2.7.** Зміна частки волокон збуреної маси, у потоці суміші, що випускається змішувачем, при тривалості її подачі  $\tau_{\text{ex}1} < \tau_{\text{пер}}$ ,  $\tau_{\text{ex}1} = \tau_{\text{пер}}$ ,  $\tau_{\text{ex}1} > \tau_{\text{пер}}$



**Рис. 2.8.** Зміна частки волокон збуреної маси, у суміші, що виходить із змішувальної машини, при продуктивності 500 кг/год (1); 333 кг/год (2); 167 кг/год (3); 83 кг/год (4)

**Параметри процесу змішування групою послідовно з'єднаних змішувачів.** Тривалість перехідного процесу при змішуванні  $M$  змішувачами, що працюють послідовно (рис. 2.9, а):

$$\tau_{пер.г} = M\tau_{пер} = M \frac{Q_k}{\Pi_m} \left( \frac{E+1}{a+1} \right) \left( 1 - \frac{a}{E} \right) = \frac{MQ_k K_{см}}{\Pi_m}. \quad (2.94)$$

Тривалість випуску групою змішувачів, з'єднаних послідовно, збуреної маси, поданої в перший змішувач групи протягом часу  $t_{ex1}$ :

$$\tau_{вых.г} = \tau_{пер.г} + \tau_{ex1} = M\tau_{пер} + \tau_{ex1} = M \frac{Q_k}{\Pi_m} \left( \frac{E+1}{a+1} \right) \left( 1 - \frac{a}{E} \right) + \tau_{ex1}. \quad (2.95)$$

Маса суміші, що випускається групою послідовно працюючих  $M$  змішувачів:

- час перехідного процесу в групі:

$$Q_{пер.г} = \Pi_m \tau_{пер} = \Pi_m M \tau_{пер} = MQ_k \left( \frac{E+1}{a+1} \right) \left( 1 - \frac{a}{E} \right); \quad (2.96)$$

- за час виходу збуреної маси, із групи:

$$Q_{вых.г} = \Pi_m \tau_{вых.г} = \Pi_m (M\tau_{пер} + \tau_{ex1}) = MQ_k \left( \frac{E+1}{a+1} \right) \left( 1 - \frac{a}{E} \right) + \Pi_m \tau_{ex1}; \quad (2.97)$$

Середня частка волокон збуреної маси, у суміші, що випускається групою з  $M$  машин:

- протягом часу перехідного процесу в групі змішувачів:

$$\bar{p}_{пер.г} = p_{ex1} \tau_1 / \tau_{пер.г} = p_{ex1} \tau_1 / [M \frac{Q_k}{\Pi_m} \left( \frac{E+1}{a+1} \right) \left( 1 - \frac{a}{E} \right)]; \quad (2.98)$$

- протягом часу виходу збуреної маси, із групи змішувачів:

$$\bar{p}_{вых.г} = p_{ex1} \tau_{ex1} / \tau_{вых.г} = p_{ex1} \tau_{ex1} / [M \frac{Q_k}{\Pi_m} \left( \frac{E+1}{a+1} \right) \left( 1 - \frac{a}{E} \right) + \tau_{ex1}]; \quad (2.99)$$

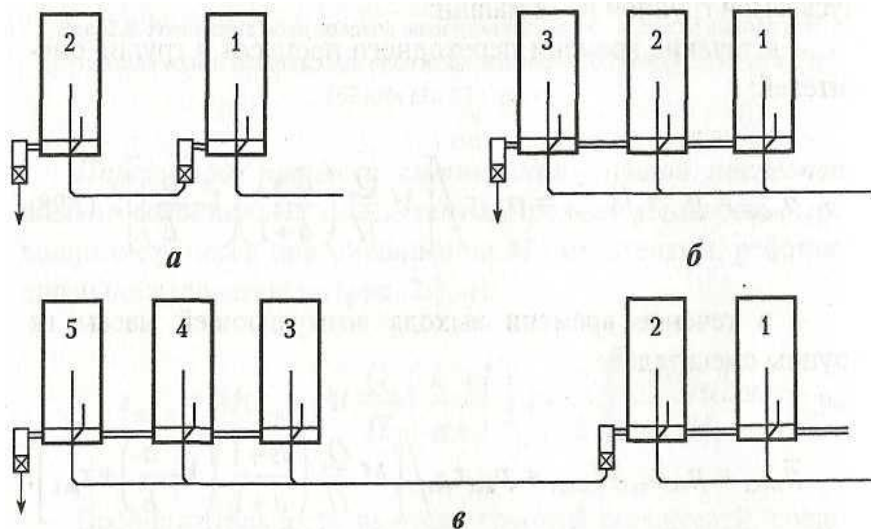
де  $p_{ex1}$  – частка збуреної маси, у потоці, поданому протягом часу  $t_{ex1}$  в першу машину групи.

Необхідна тривалість перехідного процесу в змішувачі або групі змішувачів, при якій середня частка волокон збуреної маси, у суміші, що виходить за час перехідного процесу, буде не більше припустимої величини  $p_0$ :

$$\tau_{min} = \tau_{ex} p_{ex1} / p_0 \quad (2.100)$$

при  $\tau_{ex} \leq \tau_{пер.г}$ ,  $\tau_{ex} = \tau_{пер.г}$ ,  $\tau_{ex} > \tau_{пер.г}$  – тривалість перехідного процесу в групі змішувачів.

Для зменшення частки збуреної маси, у підготовлюваної змішувачами суміші збільшують тривалість перехідного процесу, використовуючи декілька одночасно працюючих змішувачів, поєднуючи їх у групи (рис. 2.9).



**Рис. 2.9.** Принципові схеми послідовного (а), паралельного (б), комбінованого (в) з'єднання змішувальних машин

Тривалість перехідного процесу в групі з  $M$  змішувачів, що працюють послідовно (рис. 2.9 а), при однаковій їхній продуктивності  $\Pi_1 = \Pi_2 = \dots = \Pi_m = \Pi_m$  за рівнянням (2.94) повинна відповідати умові:

$$\tau_{min} \leq \tau_{пер.г} = M \tau_{пер} = M \frac{Q_k}{\Pi_m} \left( \frac{E+1}{a+1} \right) \left( 1 - \frac{a}{E} \right) = \frac{M Q_k K_{cm}}{\Pi_m}. \quad (2.101)$$

Необхідне число  $M$  послідовно працюючих змішувачів визначається умовами:

- по припустимій частці збуреної маси, у суміші, що випускається протягом перехідного процесу в групі послідовно працюючих змішувачів:

$$M_1 \geq \frac{\tau_{\min}}{\frac{Q_k}{\Pi_m} \left( \frac{E+1}{a+1} \right) \left( 1 - \frac{a}{E} \right)} = \frac{P_{\text{ex}} t_1}{\bar{P}_{\text{пер.д}} \frac{Q_k}{\Pi_m} \left( \frac{E+1}{a+1} \right) \left( 1 - \frac{a}{E} \right)}; \quad (2.102)$$

- по припустимій частці збуреної маси, у суміші, що випускається послідовно працюючими змішувачами протягом години  $t_{\text{вих.р}}$ :

$$M_2 \geq \left( \frac{\bar{P}_{\text{ex}}}{\bar{P}_{\text{виход}}} - 1 \right) \tau_{\text{ex}} / \left[ \frac{Q_k}{\Pi_m} \left( \frac{E+1}{a+1} \right) \left( 1 - \frac{a}{E} \right) \right]. \quad (2.103)$$

Параметри процесу змішування групою змішувачів, з'єднаних паралельно. Продуктивність групи паралельно працюючих  $N$  змішувачів (рис. 2.9, б):

$$\Pi_m = \Pi_1 + \Pi_2 + \dots + \Pi_N = \Pi_1 + \Pi_1 x + \Pi_1 x^2 + \dots + \Pi_1 x^{N-1} = \Pi_1 \sum_{i=1}^N x^{i-1} \quad (2.104)$$

де  $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_N$  – продуктивність змішувачів у групі при співвідношенні:

$$x = \Pi_2 / \Pi_1 = \Pi_3 / \Pi_2 = \dots = \Pi_N / \Pi_{N-1}, \quad (2.105)$$

де  $x > 1$ ,  $\Pi_1 \geq 100$ .

Вираз (2.104) являє собою геометричну прогресію зі знаменником  $x$ . Тому:

$$\Pi_m = \Pi_1 \frac{x^N - 1}{x - 1} \quad (2.106)$$

або

$$\Pi_1 = \Pi_m \frac{x - 1}{x^N - 1} \quad (2.107)$$

Тривалість перехідного процесу в групі  $N$  змішувачів, з'єднаних паралельно:

$$\tau_{\text{пер.р}} = \frac{Q_k}{\Pi_m} \left( \frac{E+1}{a+1} \right) \left( 1 - \frac{a}{Ex^{N-1}} \right) = \frac{Q_k}{\Pi_m} \left( \frac{x^N - 1}{x - 1} \right) \left( \frac{E+1}{a+1} \right) \left( 1 - \frac{a}{Ex^{N-1}} \right) \quad (2.108)$$

Тривалість випуску групою паралельно з'єднаних змішувачів волокон збуреної маси, поданої в групу протягом часу  $t_{\text{ex1}}$ :

$$\tau_{\text{вих.р}} = \tau_{\text{пер.р}} + \tau_{\text{ex}} = \frac{Q_k}{\Pi_m} \left( \frac{x^N - 1}{x - 1} \right) \left( \frac{E+1}{a+1} \right) \left( 1 - \frac{a}{Ex^{N-1}} \right) + \tau_{\text{ex}} \quad (2.109)$$

або



$$\tau_{\text{вих.г}} = \frac{Q_k}{\Pi_1} \left( \frac{E+1}{a+1} \right) \left( 1 - \frac{a}{Ex^{N-1}} \right) + \tau_{\text{ex}} \quad (2.110)$$

Маса суміші, що випускається групою паралельно працюючих  $N$  змішувачів:

- за час перехідного процесу в групі:

$$Q_{\text{пер.г}} = \Pi_m \tau_{\text{пер.г}} = \Pi_m M \tau_{\text{пер}} = \Pi \frac{Q_k}{\Pi_1} \left( \frac{E+1}{a+1} \right) \left( 1 - \frac{a}{Ex^{N-1}} \right) = Q_k \left( \frac{x^N - 1}{x - 1} \right) \left( \frac{E+1}{a+1} \right) \left( 1 - \frac{a}{Ex^{N-1}} \right) \quad (2.111)$$

- за час виходу збуреної маси, із групи змішувачів:

$$Q_{\text{вих.г}} = \Pi_m \tau_{\text{вих.г}} = Q_{\text{пер.г}} + \Pi_m \tau_{\text{ex}} = Q_k \left( \frac{x^N - 1}{x - 1} \right) \left( \frac{E+1}{a+1} \right) \left( 1 - \frac{a}{Ex^{N-1}} \right) + \Pi_m \tau_{\text{ex}}. \quad (2.112)$$

Середня частка волокон збуреної маси, у суміші, що виходить із групи  $N$  паралельно працюючих змішувачів:

- за час перехідного процесу:

$$\bar{p}_{\text{пер.г}} = p_{\text{ex}} \tau_{\text{ex}} / \tau_{\text{пер.г}} = p_{\text{ex}} \tau_{\text{ex}} / \left[ \frac{Q_k}{\Pi_m} \left( \frac{x^N - 1}{x - 1} \right) \left( \frac{E+1}{a+1} \right) \left( 1 - \frac{a}{Ex^{N-1}} \right) \right]; \quad (2.113)$$

- за час виходу збуреної маси, із групи змішувачів:

$$\bar{p}_{\text{вих.г}} = p_{\text{ex}} \tau_{\text{ex}} / (\tau_{\text{пер.г}} + \tau_{\text{ex}}). \quad (2.114)$$

Необхідна тривалість перехідного процесу, визначена за умовою (2.100), досягається при послідовній роботі  $M$  змішувачів (див. формулу (2.103)) або при паралельній роботі  $N$  змішувачів. Співвідношення числа змішувачів  $M$  и  $N$  одержимо спільним рішенням рівнянь (2.94) і (2.108):

$$M = \frac{x^N - 1}{x - 1} \left( 1 - \frac{a}{Ex^{N-1}} \right) / \left( 1 - \frac{a}{E} \right) \quad (2.115)$$

при  $x > 1, N < M$ .

*Ефективність процесу змішування.* Для оцінки ефективності змішування запропонований ряд показників [9], у тому числі нерівнота й повнота змішування.

*Нерівнота змішування* характеризує нерівномірність розподілу компонентів в об'ємі  $V$  суміші або у відрізьку напівфабрикату, пряжі довжиною  $L$ , й обчислюється за формулою, %:

$$C_{\text{см}} = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k C_i^2}, \quad (2.116)$$

де  $k$  – число компонентів у суміші;

$C_i$  – квадратична нерівнота розподілу частки  $i$ -го компонента в одиниці об'єму  $V$  або у відрізьку продукту довжиною  $L$ , %:

$$C_i = S_i \{ \beta_i \} 100 / \beta_i, \quad (2.117)$$

де  $S_i \{ \beta_i \}$  – середнє квадратичне відхилення частки  $\beta_i$   $i$ -го компонента від середньої частки  $\bar{\beta}_i$  компонента в пробах.

*Повнота змішування* характеризує відносно (у відсотках) відхилення реального складу суміші від рецепту в об'ємі  $V$  суміші або у відрізьку напівфабрикату, пряжі довжиною  $L$ . Повнота змішування, %:

$$S_{cm} = 100 - \frac{1}{K} \sum_{i=1}^k \Delta_i \quad (2.118)$$

де  $\Delta_i$  – відхилення середньої частки  $\bar{\beta}_i$   $i$ -го компоненту (в одиниці об'єму або довжині  $L$ ) від частки  $\beta_{Ri}$  цього компоненту за рецептом:

$$\Delta_i = 100 | \beta_{Ri} - \bar{\beta}_i | / \beta_{Ri}. \quad (2.119)$$

Чим більше показник  $S_{cm}$ , тим краще змішування.

## 2.8. Завдання для розрахунку

2.40. Параметри роботи змішувача в потоковій лінії наведені в таблиці 2.8, де: маса волокон, що заповнюють камеру до верхніх контрольних рівнів  $Q_k$ , кг; висота заповнення камер у задньої стінки  $H_1$ , м, у передньої стінки  $H_m$ , м; відношення їх  $a = H_m / H_1$ ; швидкість руху потоку (шарів), м/год, у задньої стінки  $V_1$ , у передньої стінки  $v_m$ , їхнє співвідношення  $E = v_m / v_1$ ; продуктивність змішувача  $P_T$ , кг/год; тривалість подачі в змішувач волокон збуреної маси, що відрізняється за властивостями від рецептурної суміші  $\tau_{ex}$ ; довжина камери  $L$ , м; ширина камери  $B$ , м; середня щільність маси в камері  $\delta$ , кг/м<sup>3</sup>; тривалість випуску змішувачем маси  $Q_k$  дорівнює  $\tau_k$ , год.

Розрахувати: 1) тривалість перехідного процесу  $\tau_{nep}$ , год; 2) коефіцієнт змішування змішувачем  $K_{cm}$ ; 3) масу  $Q_{nep}$  суміші, що випускає змішувач протягом часу  $\tau_{nep}$  перехідного процесу; 4) масу  $Q_{вих}$  суміші, що випускає змішувач, з вмістом волокон збуреної маси, що подавалися в змішувач протягом часу  $\tau_{ex}$ .

2.41. Заданий склад суміші волокон, що подається в змішувач, у деякий момент часу стрибкоподібно змінюється через попадання волокон збуреної маси, що складає в середньому  $\bar{p}_{ex}$ , %, потоку. Масова частка  $\bar{p}_{ex}$ , %, збуреної маси, у потоці, що подається в змішувач протягом часу  $t_{ex}$ , наведена в таблиці 2.9.

Використовуючи умови завдання 2.40, розрахувати середню частку волокон збуреної маси: 1)  $\bar{p}_{nep}$  - у суміші, що випускається протягом перехідного процесу; 2)  $\bar{p}_{nep}$  - у суміші, що випускається протягом часу  $\tau_{вих}$ .

Таблиця 2.8.

Варіант завдання	Параметри змішувача і процесу										
	$H_I$ , м	$V_I$ , м/год	$a$	$E$	$Q_k$ , кг	$Пг$ , кг/год	$L$ , м	$B$ , м	$\delta$ , кг/м <sup>3</sup>	$\tau_k$ , год	$\tau_{ex}$ , г
1	3,5	0,5	0,77	2,31	—	500	—	—	—	—	1
2	—	—	0,77	2,31	1800	250	—	—	—	—	1
3	—	—	0,77	2,31	—	660	—	—	—	4	1
4	3,5	0,4	0,77	2,31	—	400	—	—	—	—	1
5	3,5	—	0,77	2,31	—	600	5,75	2	35	—	0,5
6	3,0	—	0,8	2,2	—	500	6,0	2	30	—	0,5
7	3,2	0,3	0,8	2,3	—	400	—	—	—	—	0,75
8	8,4	—	0,8	2,2	—	350	5,5	2	—	—	0,6
9	—	—	0,77	2,3	1700	600	—	—	—	—	0,8
10	3,0	0,6	0,8	2,2	—	600	—	—	—	—	1
11	—	—	0,8	2,2	1500	500	—	—	—	—	1
12	—	—	0,8	2,2	—	350	—	—	—	3	0,5
13	3,0	0,6	0,8	2,2	—	450	—	—	—	—	1
14	3,0	—	0,8	2,4	—	600	5,0	2	32	—	1
15	2,8	—	0,77	2,3	—	600	4,0	2	34	—	0,5
16	—	—	0,8	2,3	1600	450	—	—	—	—	1
17	—	—	0,8	2,3	1300	500	—	—	—	—	0,5

Таблиця 2.9.

Варіант	$\bar{p}_{ex}$ , %	Варіант	$\bar{p}_{ex}$ , %	Варіант	$\bar{p}_{ex}$ , %	Варіант	$\bar{p}_{ex}$ , %	Варіант	$\bar{p}_{ex}$ , %
1	100	5	20	9	60	13	100	17	60
2	75	6	40	10	70	14	90	18	50
3	60	7	50	11	80	15	80	19	40
4	30	8	50	12	90	16	70	20	30

2.42. Використовуючи умови завдань 2.40 і 2.41, розрахувати зміну масової частки збуреної маси,  $p_{ex}$  у вихідній із змішувача суміші в інтервалі часу виходу із змішувача волокон збуреної маси (від  $t = 0$  до  $t = \tau_{вих}$ ). Побудувати графіки зміни частки  $p_{ex}$  у суміші.

2.43. Для змішування волокон у потоковій лінії використається група  $M$  змішувальних машин, з'єднаних послідовно. Умови роботи змішувачів у групі наведені в таблиці 2.8.

Розрахувати:

1) тривалість перехідного процесу в групі  $M$  послідовних змішувачів; 2) масу суміші, що випускається за час перехідного процесу  $\tau_{пров.г}$  у групі змішувачів; 3) середню частку збуреної маси, що виходить з останнього в групі  $M$ -го змішувача в інтервалі часу  $0 \leq t \leq \tau_{пер.г}$ ; 4) тривалість  $\tau_{вих.г}$  випуску групою волокон збуреної маси, у складі суміші; 5) масу суміші з волокнами збуреної маси, що випускається  $M$ -м змішувачем; 6) середню частку збуреної маси, у суміші, що виходить із  $M$ -го змішувача за час: а)  $\tau_{пер.г}$ ; б)  $\tau_{вих}$ .

Таблиця 2.10.

Варіант	$M$	$Q_k$ , кг	$P_T$ , кг/год	$\tau_k$ , год	$a$	$E$	$K_{см}$	$\tau_{ex}$ , год
1	2		–	3	0,8	2,4	–	0,80
2	3	1600	600	–	0,7	2,1	–	0,50
3	4	–	–	2,8	–	–	1,24	0,70
4	5	–	–	4,5	0,77	2,31	–	1
5	3	1800	450	–	–	–	1,26	0,25
6	2	1700	800	–	–	–	1,26	0,40
7	4	1500	–	2,5	–	–	1,24	0,60
8	3	–	500	2,8	–	–	1,24	1
9	5	1800	620	–	0,77	2,31	–	0,60
10	3	1400	470	–	–	–	1,25	0,30
11	5	–	800	2	–	–	1,24	0,30
12	2	1700	600	–	0,7	2,1	–	0,40
13	5	1600	–	2	–	–	1,24	0,80
14	2	1800	500	–	0,8	2,4	–	0,75
15	4	1600	–	2	–	–	1,26	0,45
16	3	1800	600	–	0,8	2,4	–	1
17	5	1600	–	1,8	–	–	1,25	0,65
18	4	1700	500	–	0,77	2,31	–	0,50
19	3	1800	700	–	–	–	1,26	0,25
20	2	1600	800	–	–	–	1,26	0,40

Таблиця 2.11.

Варіант	$P_T$ , кг/год	$N$	$x$	$a$	$E$	$Q_k$ , кг
1						
2	500	5	1,25	0,8	2,4	1300
3	600	2	1,5	0,8	2,4	1400
4	700	4	1,17	0,8	2,4	1500
5	500	3	1,4	0,8	2,4	1600
6	600	2	1,2	0,8	2,4	1700
7	600	3	1,3	0,77	2,31	1800
8	700	4	1,35	0,77	2,31	1700
9	700	3	1,7	0,77	2,31	1600
10	800	4	1,45	0,77	2,31	1500
11	700	3	1,18	0,77	2,31	1400
12	700	2	1,17	1,2	3,6	1300
13	800	3	1,5	1,2	3,6	1400
14	900	4	1,4	1,2	3,6	1500
15	900	5	1,4	1,2	3,6	1600
16	800	4	1,3	1,2	3,6	1700
17	700	3	1,2	0,7	2,1	1800
18	800	2	1,6	0,7	2,1	1700
19	750	3	1,2	0,7	2,1	1600
20	700	4	1,5	0,7	2,2	1500
	800	3	1,3	0,7	2,1	1400

2.44. Для змішування волокон у потоковій лінії використовується група  $N$  змішувальних машин, працюючих паралельно. Продуктивність групи  $N$  змішувачів дорівнює  $P$ , а продуктивність окремих змішувачів у групі задовольняє умові (2.103) збурена маса, подається в змішувачі протягом  $\tau_{ex} = 1$  г. Умови роботи змішувача наведені в таблиці 2.9.

Розрахувати:

1) продуктивність  $P_i$   $i$ -го змішувача групи; 2) тривалість перехідного процесу в групі  $\tau_{пер.г}$  паралельно працюючих змішувачів; 3) масу суміші  $Q_{пер.г}$ , що випускається протягом перехідного процесу в групі змішувачів; 4) середню масову частку що  $\bar{p}_{в.м}$  збуреної маси в потоці, що випускається групою машин за час перехідного процесу; 5) масу  $Q_{вих.г}$  суміші, що випускається групою змішувачів, із вмістом збуреної маси.

2.45. У безперервному потоці волокна, що подаються у змішувальні машини стрибкоподібно змінюється склад волокон через попадання в нього волокон збуреної маси. Масова частка волокон збуреної маси у цьому потоці становить  $p_{ex}$ , а тривалість подачі такого потоку в групу змішувачів становить  $\tau_{ex}$ , год. Розрахувати: 1) тривалість  $\tau_{пер.г}$  перехідного процесу, достатню для зменшення середньої частки збуреної маси, у суміші, що випускається змішувачами за час перехідного процесу  $\tau_0$ , до  $p_{вих}$ ; 2) необхідне число  $M$  змішувачів, працюючих послідовно; 3) необхідне число  $N$  змішувачів, працюючих паралельно.

Умови роботи змішувачів і їхніх груп наведені в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12.

Варіант	$\bar{p}_{ex}$ , %	$\tau_{ex}$ , г	$\bar{p}_{вих.г}$ , %	$Q_k$ , кг	$P_t$ , кг/год	$x$	$a$	$E$
1	0,5	2	0,028	1800	80	1,17	0,80	2,40
2	0,6	1	0,030	1800	120	1,10	0,70	2,10
3	0,7	0,5	0,040	1800	150	1,30	0,77	2,31
4	0,8	1,5	0,025	1500	75	1,60	0,75	2,25
5	0,9	1	0,050	1700	120	1,20	0,80	2,30
6	1,0	0,5	0,040	1600	160	1,13	0,68	2,00
7	0,9	0,8	0,040	1600	140	1,17	0,70	2,50
8	0,8	1	0,070	1400	180	1,50	0,85	2,55
9	0,7	1	0,060	1800	250	1,80	0,80	2,30
10	0,6	1,5	0,030	1500	75	1,50	0,80	2,30
11	1,0	1	0,050	1500	125	1,40	0,80	2,40
12	0,9	1	0,030	1500	70	1,30	0,80	2,40
13	0,8	1,5	0,010	1800	110	1,90	0,70	2,40
14	0,7	1	0,020	1800	90	2,00	0,70	2,25
15	0,6	0,8	0,015	1500	80	1,60	0,77	2,31
16	0,8	0,15	0,015	1400	200	1,30	0,65	1,95
17	0,6	1	0,040	1700	175	1,50	0,70	2,10
18	0,4	1	0,020	1700	120	1,50	0,80	2,40
19	0,8	1	0,030	1800	70	1,30	0,77	2,31

2.46. В експериментальному дослідженні ефективності змішування волокон у бавовняно-поліефірній суміші визначена середня маса бавовни  $g_{бав} = 63$  мг у пробі ділянки суміші, середнє квадратичне відхилення від середнього  $S_{бав} = 118$  мг і маса поліефірного волокна відповідно  $g_{ПЕ} = 220$  мг й  $S_{ПЕ} = 58$  мг.

Розрахувати: 1) квадратичну нерівноту розподілу часток кожного компонента  $C_{бав}$  і  $C_{ПЕ}$  по ділянках суміші; 2) квадратичну нерівноту змішування компонентів у суміші  $C_{сум}$ .

2.47. Експериментальне дослідження ефективності змішування по відхиленню фактичних середніх часток компонентів у пробах від часток їх за рецептом показали, що при запланованій за рецептом частці поліефірного волокна  $\beta_{Рi} = 0,67$  експериментальна середня частка склала  $\bar{\beta}_{ПЕ} = 0,69$ , а для бавовняних волокон  $\bar{\beta}_{бав} = 0,31$ . Розрахувати повноту змішування волокон компонентів у бавовняно-поліефірній суміші.

### 3. КАРДОЧЕСАННЯ. КАРДОЧЕСАЛЬНІ МАШИНИ

#### 3.1. Число зубців, голок гарнітури робочого органа машини. Основні відомості

Щільність гарнітури [3]:

- число голок на  $1 \text{ см}^2$  еластичної голчастої стрічки:

$$Z_{y.u.} = 0,78N;$$

- число скобок на  $1 \text{ см}^2$  еластичної голчастої стрічки:

$$Z_{y.c.} = 0,39N;$$

- число зубців на  $1 \text{ см}^2$  барабана, валика:

$$Z_{y.z} = N/1.2903;$$

або

$$Z_{y.z} = 100k/(t_3b),$$

де  $N$  - умовний номер гарнітури;  $k$  - число заходів витків канавки на приймальному барабані ( $k = 6$  або  $k = 1$  при безканавочному навиванні; для інших барабанів і валиків  $k = 1$ );  $t_3$  - крок зубців, мм;  $b$  - крок витків навивання, мм.

Число зубців на поверхні барабана, валика:

$$Z_{\sigma} = Z_{y.z} \pi d_{\sigma} B \cdot 10^{-2} = k \pi d_{\sigma} B / (t_3 b),$$

де  $d_{\sigma}$  - діаметр барабана, валика по вершинах зубців, мм;  $B$  - ширина поверхні, обтягнутою гарнітурою, мм.

#### 3.2. Завдання для розрахунку

3.1. Розрахувати число зубців на поверхні приймального барабана шириною  $B = 1000$  мм, обтягнутого гарнітурою 209T, при навиванні з канавкою і відстані між витками  $b = 4,2$  мм, діаметрі  $d_{\sigma} = 234$  мм, кроці зубців  $t = 6,5$  мм.

3.2. Розрахувати число зубців на поверхні приймального барабана шириною  $B = 1000$  мм, обтягнутого гарнітурою 210T, при навиванні з канавкою й відстані між витками  $b = 4,2$  мм, діаметрі  $d_{\sigma} = 234$  мм, кроці зубців  $t = 6,5$  мм.

3.3. Розрахувати число зубців на поверхні приймального барабана шириною  $B = 1000$  мм, обтягнутого гарнітурою 104 (0-4), при навиванні з канавкою, відстані між витками  $b = 4,2$  мм, діаметрі  $d_{\sigma} = 234$  мм, кроці зубців  $t = 8$  мм.

3.4. Розрахувати число зубців на поверхні приймального барабана шириною  $B = 1000$  мм і діаметром  $d_{\sigma} = 248$  мм при безканавочному навиванні гарнітури Л-51 з відстанню між нитками  $b = 2,5$  мм і кроком зубців  $t = 6,5$  мм при переробці засміченого бавовняного волокна.

3.5. Розрахувати число зубців на поверхні приймального барабана

шириною  $B = 1000$  мм і діаметром  $d_o = 248$  мм при безканавочному навиванні гарнітури Л-52 із кроком витків  $b = 2,5$  мм і кроком зубців  $t = 6,5$  мм при переробці хімічних волокон.

3.6. Розрахувати число зубців на поверхні приймального барабана шириною  $B = 1000$  мм і діаметром  $d_o = 248$  мм при безканавочному навиванні гарнітури Л-50 із кроком витків  $b = 2,5$  мм і кроком зубців  $t = 6,5$  мм при переробці бавовни перших сортів.

3.7. Розрахувати номер ( $N$ ) гарнітури 104 (0-4) із кроком зубців  $t = 8$  мм, навитої на приймальний барабан із запресовуванням у канавці з відстанню між витками  $4,2$  мм, і гарнітури Л-51 з товщиною підґрунтя  $b = 2,5$  мм і кроком зубців  $t = 6,5$  мм при безканавочному навиванні на приймальний барабан.

3.8. Розрахувати число зубців робочого валика діаметром (по вершинах зубців)  $80$  мм робочої пари під приймальним барабаном машини ЧМД-5, обтягнути на ширині  $B = 1000$  мм гарнітурою ЦМПЛ-8 (Л-16).

3.9. Розрахувати число зубців очищувального валика діаметром (по вершинах зубців)  $52$  мм робочої пари під приймальним барабаном машини ЧМД-5, обтягнутого на ширині  $B = 1000$  мм гарнітурою ЦМПЛ-8 (Л-16) із кроком витків  $b = 1$  мм і кроком зубців  $t = 3,2$  мм.

3.10. Розрахувати й порівняти число зубців на  $1$  см<sup>2</sup> поверхні приймального барабана при обтягуванні з навиванням гарнітурою 210T з відстанню між витками  $b = 4,2$  мм і при безканавочному навиванні гарнітурою Л-50.

3.11. Розрахувати і порівняти число зубців на  $1$  см<sup>2</sup> поверхні приймального барабана при безканавочному навиванні гарнітури Л-51 і гарнітури ЦМПЛ-1 на головному барабані.

3.12. Розрахувати для машини ЧМ-50 число зубців на поверхні головного барабана діаметром  $d_r = 1,29$  м, шириною  $B = 1000$  мм, обтягнутого гарнітурою ЦМПЛ-3.

3.13. Розрахувати для машини ЧМД-5 число зубців на поверхні головного барабана діаметром  $d_r = 0,67$  м, шириною  $B = 1000$  мм, обтягнутого гарнітурою ЦМПЛ-3 (КЦ-25).

3.14. Розрахувати для машини ЧМД-5 число зубців на поверхні головного барабана діаметром  $d_r = 0,67$  м, шириною  $B = 1000$  мм, обтягнутого гарнітурою ЦМПЛ-1 (деталь 4).

3.15. Розрахувати для машини ЧМД-5 число зубців на поверхні знімного барабана діаметром  $d_r = 0,67$  м, шириною  $B = 1000$  мм, обтягнутого гарнітурою ЦМПЛ-5 (КЦ-26).

3.16. Розрахувати для машини ЧМ-50 число зубців на поверхні знімного барабана діаметром  $d_r = 0,68$  м, шириною  $B = 1000$  мм, обтягнутого гарнітурою ЦМПЛ-5.

3.17. Розрахувати для зони передачі потоку волокон з першого головного барабана на другий число зубців на поверхні одного (із двох) знімно-



передаючого барабана діаметром (по вершинах зубців) 234 мм, машини ЧМД-5, обтягнутого на ширині  $B = 1000$  мм гарнітурою ЦМПЛ-8 (Л-16).

3.18. Розрахувати для механізму валичного знімання прочосу машини ЧМД-5 число зубців на поверхні знімного валика діаметром (по вершинах зубців) 172 мм, обтягнутого на ширині  $B = 1000$  мм гарнітурою ЦМПЛ-7 (КЦ-60).

3.19. Розрахувати для механізму валичного знімання машини ЧМД-5 число зубців на поверхні передаючого валика діаметром (по вершинах зубців) 34 мм, обтягнутого на ширині  $B = 1000$  мм гарнітурою ЦМПЛ-7 (КЦ-60).

3.20. Розрахувати та порівняти число зубців на  $1 \text{ см}^2$  поверхні головного й знімного барабанів, обтягнутих гарнітурою відповідно ЦМПЛ-3 і ЦМПЛ-5.

### **3.3. Технологічний розрахунок чесальної машини. Основні відомості**

Технологічний розрахунок чесальної машини виконують із метою визначення параметрів машини, а також розведень між її робочими органами, які забезпечують технологічну й економічну ефективність процесу кардочесання [3].

Кінематичні схеми чесальних машин різних моделей можуть відрізнятися одна від одної, але при цьому вони об'єднані загальними принципами:

- можливість пуску, руху та зупинки робочих органів (приймального барабана з робочим і знімно-передавальним валиками, головного барабана, першого й другого головних барабанів зведеної чесальної машини, першого й другого знімно-передаючих барабанів, шляпкового полотна), оснащених розчісувальною гарнітурою, без подачі в машину й випуску з неї волокнистого матеріалу;

- можливість пуску живильних і випускних робочих органів машини тільки після надання руху робочих органів, оснащених розчісувальною гарнітурою, можливість зупинки живильних та випускних органів без зупинки прочісувачих робочих органів;

- можливість зміни швидкостей всіх робочих органів, що приймають участь у чесанні, швидкостей випускних і живильних органів одночасно й пропорційно один одному ;

- можливість зміни співвідношення швидкостей між живильними та випускними органами;

- миттєва зупинка всіх робочих органів.

В передачу руху робочим органам чесальної машини входять змінні елементи для зміни частоти обертання й швидкості робочих органів, загальної та часткових витяжок волокнистого потоку між робочими органами. Ці швидкості змінюють відповідно до необхідної ефективності процесів в окремих робочих зонах чесальної машини, а також її продуктивністю для досягнення необхідної технологічної й економічної ефективності процесу.

**Розрахунок і регулювання витяжки.** Витяжка - це міра подовження продукту. Витяжка  $E$  и потоншення  $U$  продукту зв'язані між собою співвідношенням:

$$U = E \cdot 100 / (100 - Y) \quad (3.1)$$

або

$$E = U \cdot (100 - Y) / 100 \quad (3.2)$$

де  $Y$ - кількість відходів, виділених у камери на машині, % від маси волокнистого матеріалу, що переробляється; на чесальних машинах різних типів залежно від якості сировини й вимог, пропонованих до якості продукту, виділяється [5] від 3,5 до 5,5 % відходів:

$$Y = \frac{q_e}{Q_{стр} + q_e} \quad (3.3)$$

де  $q_{\dot{a}}$  й  $Q_{\dot{н\ddot{o}d}}$  - маса відповідно відходів і чесальної стрічки, отриманих при чесанні волокнистої суміші масою  $q_{\dot{a}} + Q_{стр}$ .

Необхідне потоншення розраховується по заданим лінійним густинам живильного настилу  $T_{жив}$  й стрічки  $T_{стр}$ :

$$U = T_{жив} / T_{стр} \quad (3.4)$$

і, отже, на чесальній машині з урахуванням формули (3.2) необхідна загальна витяжка:

$$E = \frac{T_{жив}}{T_{стр}} \frac{100 - Y}{100}$$

При розрахунку за кінематичною схемою чесальної машини:

- загальна витяжка:

$$E = v_{в.с} / v_{ж.ц} = d_{в.с} i_{ж.ц-в.с} / d_{ж.ц}; \quad (3.6)$$

- часткова витяжка між живильним  $q$ -м і наступним  $k$ -м робочими органами:

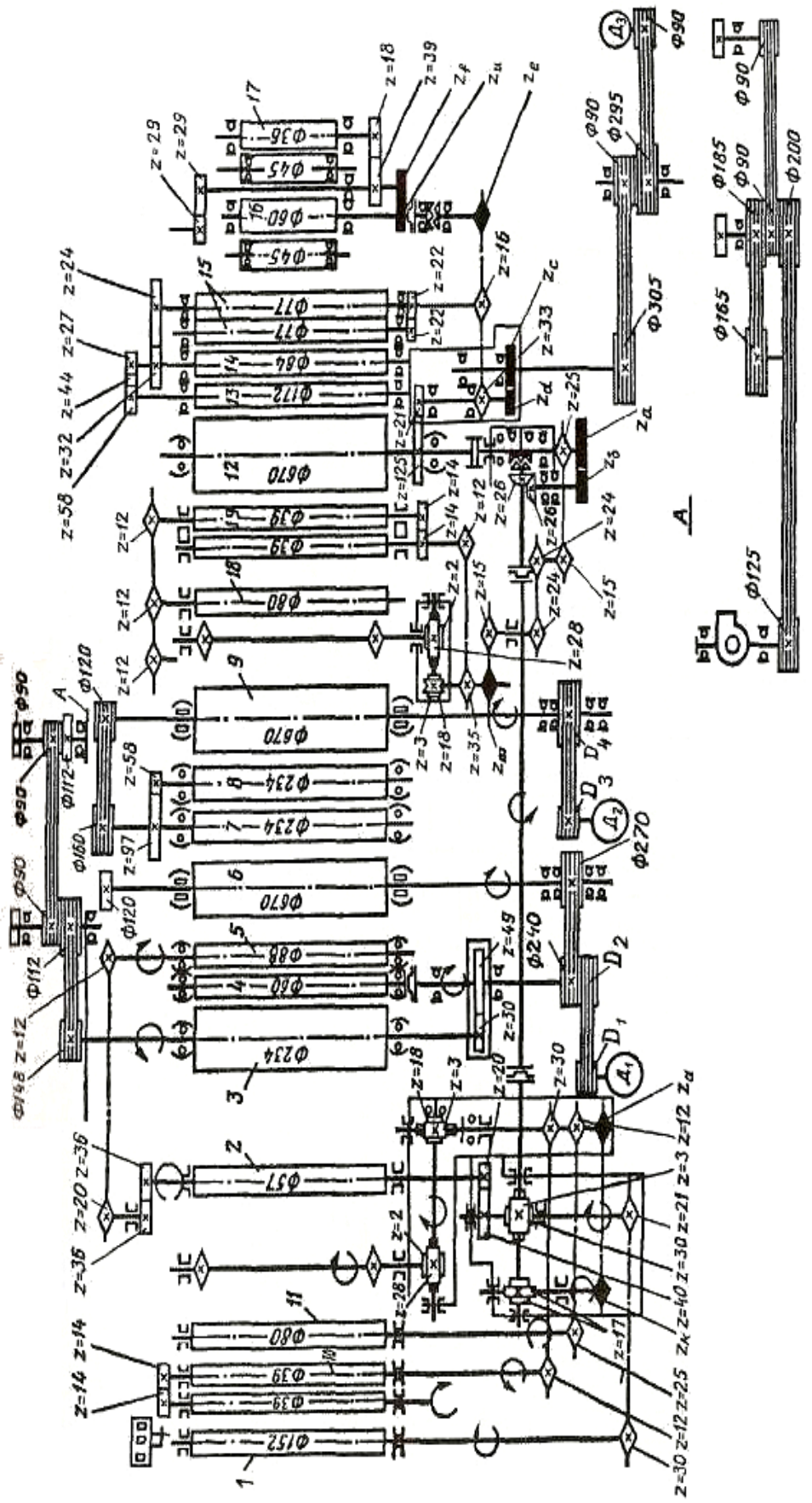
$$E_{q-k} = v_k / v_q = d_k i_{q-k} / d_q, \quad (3.7)$$

де  $v_{\dot{a},\bar{n}}$  й  $v_{\dot{a},\ddot{o}}$  - швидкість відповідно випуску стрічки валиками стрічкоукладача й подачі в машину живильного шару, м/хв;  $d_{\dot{a},\bar{n}}$  і  $d_{\dot{a},\ddot{o}}$  - діаметр відповідно валиків стрічкоукладача й живильного циліндра, м;  $i_{\dot{a},\ddot{o}-\dot{a},\bar{n}}$  - передавальне відношення між живильним циліндром і валиками стрічкоукладача, рівне числу обертів валиків стрічкоукладача за один оберт живильного циліндра;  $i_{q-k}^3$  - передавальне відношення між  $q$ -м й  $k$ -м робочими органами.

Кінематичні схеми чесальних машин ЧМ-60, ЧМД-4 і ЧММ-14 наведені на рис. 3.1-3.3. Чесальна машина ЧМ-60 (рис. 3.1) для надання руху робочим органам має чотири електродвигуни.

Електродвигун  $D_1$  надає рух головному барабану 4, що обертається з великою частотою, приймальному барабану 2, а також валу 5 приводу щіток і щіткам 6 знімного барабана.





**Рис. 3.2.** Кінематична схема чесальної машини ЧМД-4:

1 - настільний валік; 2 - живильний циліндр; 3 - приймальний барабан; 4 і 5 - робочий і чистильний валік; 6 і 9 - перший і другий головні барабани; 7 і 8 — перший і другий змінно-передавальні барабани; 10 й 19 — вивідні валіки першого й другого шляпкових полотен; 11 і 18 - провідні валі першого й другого шляпкових полотен; 12 - знімний барабан; 13 й 14 - знімний і змінно-передавальний валіки; 15 - давильні валі; 16 й 17 - перший і другий циліндри витяжного

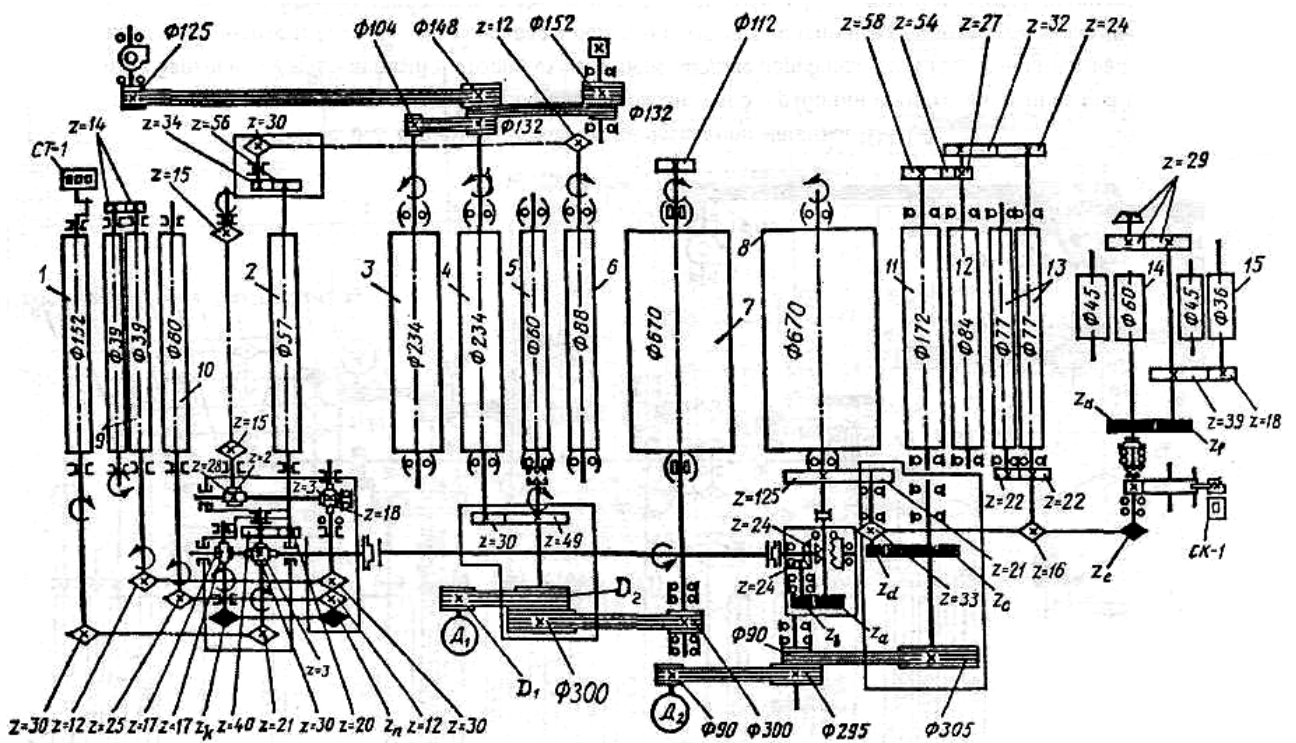


Рис. 3.3. Кінематична схема чесальної машини ЧММ-14:

1 - настільний валик; 2 - живильний циліндр; 3 і 4- приймальний і передавальний барабани; 5 і 6 - робочий і чистильний валики; 7- головний барабан; 8 - знімний барабан; 9- вивідні валики шляпкового полотна; 10 - провідний вал шляпкового полотна; 11 і 12- знімний і знімно-передавальний валики; 13 - давильні вали; 14 і 15 - перший і другий циліндри витяжного приладу; частоти обертання  $n_{d1}=1460 \text{ хв}^{-1}$ ,  $n_{d2}=940, 2800 \text{ хв}^{-1}$ ,

Електродвигун  $D_2$  приводить в рух живильні циліндри 1, розпушувальний валик 3, знімний барабан 7, що знімає шар прочосу з головного барабана 4, знімний валик 8, давильні вали 10, стрічкові поперечні конвеєри 11, живильну 12 і випускню 13 пари витяжного приладу, валики стрічкоукладача 14, верхню й нижню тарілки (підтазник) стрічкоукладача.

Електродвигун  $D_2$  можна перемикає з робочої частоти обертання його ротора на меншу для зменшення частоти обертання робочих органів при заправленні прочосу й стрічки.

Електродвигун  $D_3$  включається після заповнення таза стрічкою для повороту головки стрічкоукладача до порожнього резервного тазу.

Електродвигун  $D_4$ , обертає щітку 9, яка очищує шляпки, що вийшли із зони чесання.

Для зміни параметрів заправлення чесальної машини в кінематичній передачі руху передбачені змінні елементи:

- змінний шків  $D_1$  призначений для зміни частоти обертання головного барабана 4, приймального барабана 2 і щітки 9 шляпкового полотна;  $D_1 = 105$  й  $130 \text{ мм}$ ;

- змінна витяжна шестерня  $Z_B = 15...40$  зуб. призначена для зміни, регулювання загальної витяжки на машині шляхом зміни швидкості подачі волокнистого шару в машину при незмінній швидкості випуску з машини;

- змінна шестерня  $Z_d = 27...30$  зуб. служить для зміни часткової витяжки між знімним барабаном 7 і знімним валиком 5, а отже, і загальної витяжки;

- змінні шестерні  $Z_m = 38...42$  зуб. й  $Z_k = 30...35$  зуб. змінюють парами (при  $Z_m + Z_k = 71, 72$  або  $73$  зуб.) для зміни часткової витяжки між знімним валиком 8 і давильними валами 10; одночасно при цьому змінюється й загальна витяжка на машині;

- змінна шестерня  $Z_e = 33...36$  зуб. служить для регулювання часткової витяжки між давильними валами 10 і поперечними стрічковими конвеєрами 11 з одночасною зміною загальної витяжки;

- змінною шестірнею  $Z_c = 38$  (або  $39$  зуб.) регулюють часткову витяжку між поперечними конвеєрами 11 і живильною парою 12 витяжного приладу, змінюючи швидкість обох витяжних пар витяжного приладу, валиків й обох тарілок стрічкоукладача; при цьому змінюється й загальна витяжка;

- змінна шестерня  $Z_i = 41.. 43$  зуб. потрібна для зміни часткової витяжки між випускною парою 13 витяжного приладу й валиками 14 стрічкоукладача; при цьому змінюється й загальна витяжка на машині.

Передавальне відношення визначають діленням добутку діаметрів провідних шківів і чисел зубців шестерень на добуток діаметрів ведених шківів з урахуванням коефіцієнта ковзання ( $\eta = 0,98$ ) у кожній гнучкій передачі й чисел зубців шестерень.

Якщо параметр  $A$  процесу (частота обертання або швидкість робочого органа, часткова або загальна витяжка, продуктивність й ін.) визначається за кінематичною схемою машини рівняннями:

$$A = C_A \frac{Z_x}{Z_y} \text{ і } Z_x + Z_y = C_z,$$

де  $C_A$  - константа параметра, що включає прийняті (обрані) діаметри змінних шківів і числа зубців шестерень за винятком змінних шестерень  $Z_x$  й  $Z_y$ ;  $C_z$  - сума чисел зубців шестерень  $Z_x$  й  $Z_y$  при  $C_z = \text{const}$ , то для розрахунку чисел зубців шестерень  $Z_x$  й  $Z_y$  по заданому параметрі  $A$  можна використати умови:

$$Z_x = \frac{C_z}{1 + C_A / A} \quad (3.8)$$

$$Z_x = C_z - Z_y, \quad (3.9)$$

**Розрахунок і регулювання продуктивності чесальної машини.** Норма продуктивності чесальної машини, кг/год:

$$H = \Pi_T K_{KЧ}, \quad (3.10)$$

де  $K_{КЧ}$  - коефіцієнт корисного часу чесальної машини ( $K_{КЧ} = 0,92...0,96$ ) [5];  
 $\Pi_T$  - теоретична продуктивність чесальної машини, кг/год, що визначається:  
 а) по параметрах випускної стрічки:

$$\Pi_T = \frac{\pi d_{\text{в.с.}} n_{\text{в.с.}} T_c \cdot 60}{10^3} = \frac{\pi d_{\text{з.б.}} n_{\text{з.б.}} E_{\text{з.б.-в.с.}} T_c \cdot 60}{10^3}, \quad (3.11)$$

де  $d_{\text{в.с.}}$  і  $i_{\text{в.с.}}$  - діаметр, м, і частота обертання,  $\text{хв}^{-1}$ , валиків стрічкоукладача;  $d_{\text{з.б.}}$  і  $i_{\text{з.б.}}$  - діаметр, м, і частота обертання,  $\text{хв}^{-1}$ , знімного барабана;  $A_{\text{з.б.-в.с.}}$  - часткова витяжка між знімним барабаном і валиками стрічкоукладача;  $\rho_{\text{н}}$  - лінійна густина випускаємої стрічки, ктекс;

б) по параметрах вхідного в машину потоку волокон:

$$\Pi_T = \frac{\pi d_{\text{ж.ц.}} n_{\text{ж.ц.}} T_{\text{жив}} \cdot 60}{10^3} \frac{100 - V}{100}, \quad (3.12)$$

де  $d_{\text{ж.ц.}}$  і  $i_{\text{ж.ц.}}$  - діаметр, м, і частота обертання,  $\text{хв}^{-1}$ , живильного циліндра;  $\rho_{\text{ж.ш.}}$  - лінійна густина живильного шару, що подається живильним циліндром, ктекс;  
 $V$  - вихід відходів, що виділяються на чесальній машині з живильного шару, %.

Час наповнення тазу стрічкою,  $\text{хв}$ :

$$t_T = \frac{M_c \cdot 60}{\Pi_T} \quad (3.13)$$

де  $M_c$  - маса стрічки в тазу, кг.

**Приклад розрахунку частоти обертання, швидкості робочих органів і витяжки на чесальній машині ЧМ-60** (рис. 3.1). Число зубців змінних шестерень  $Z_a = 33$ ,  $Z_b = 25$ ,  $Z_c = 38$ ,  $Z_d = 28$ ,  $Z_e = 33$ ,  $Z_f = 42$ ,  $Z_k = 31$ ,  $Z_m = 33$  зуб., діаметр шківа  $D_1 = 130$  мм.

**Рішення.**

Частота обертання й швидкість робочих органів:

- живильного циліндра:

$$n_{\text{ж.ц.}} = 2900 \frac{90 \cdot 0,98}{125} \frac{90 \cdot 0,98}{300} \frac{24}{65} \frac{Z_a}{195} \frac{36}{54} \frac{Z_b}{154} = 4,93 \cdot 10^{-3} Z_a Z_b = 4,93 \cdot 10^{-3} \cdot 33 \cdot 25 = 4,07 \text{ хв}^{-1};$$

$$v_{\text{ж.ц.}} = 3,14 \cdot 0,08 \cdot 4,07 = 1,022 \text{ м/хв};$$

- приймального барабана:

$$n_{\text{пр.б.}} = 1450 \frac{130 \cdot 0,98}{235} = 786 \text{ хв}^{-1};$$

$$v_{\text{пр.б.}} = 3,14 \cdot 0,248 \cdot 786 = 612 \text{ м/хв};$$

- розпушувального валика:

$$n_{p.в} = n_{ж.ц} i_{ж.ц-p.в} = 4,08 \frac{180 \cdot 0,98}{90} = 7,98 \text{ хв}^{-1};$$

$$v_{p.в} = 3,14 \cdot 0,098 \cdot 7,98 = 2,56 \text{ м/хв};$$

- головного барабана:

$$n_{з.б} = 1450 \frac{D_1 \eta}{485} = 1450 \frac{130 \cdot 0,98}{485} = 381 \text{ хв}^{-1}$$

$$v_{з.б} = 3,14 \cdot 1,29 \cdot 381 = 1543,6 \text{ м/хв};$$

- знімного барабана:

$$n_{з.б} = 2900 \frac{90 \cdot 0,98}{125} \frac{90 \cdot 0,98}{300} \frac{24}{65} \frac{Z_a}{195} = 4,14 Z_a = 1,14 \cdot 33 = 37,6 \text{ хв}^{-1};$$

$$v_{з.б} = 3,14 \cdot 0,68 \cdot 37,6 = 80,3 \text{ м/хв};$$

- знімного валика:

$$n_{з.в} = n_{з.б} \frac{195}{Z_d} \frac{52}{47} \frac{47}{Z_m} = 10140 \frac{n_{з.б}}{Z_d Z_m} = 10140 \frac{37,6}{28 \cdot 40} = 340,4 \text{ хв}^{-1};$$

$$v_{з.в} = 3,14 \cdot 0,08 \cdot 340,4 = 85,55 \text{ м/хв};$$

- давильного вала:

$$n_{д.в} = n_{з.б} i_{з.б-д.в} = n_{з.б} \frac{195}{Z_d} \frac{52}{47} \frac{47}{Z_k} = 10140 \frac{n_{з.б}}{Z_d Z_k} = 10140 \frac{37,6}{28 \cdot 31} = 439,24 \text{ хв}^{-1};$$

$$v_{д.в} = 3,14 \cdot 0,075 \cdot 439,24 = 103,5 \text{ м/хв};$$

- поперечного конвеєра:

$$n_{к.к} = n_{з.б} \frac{195}{Z_d} \frac{52}{47} \frac{47}{Z_e} = 12554,28 \frac{n_{з.б}}{Z_d Z_e} = 12554,28 \frac{340,4}{28 \cdot 33} = 510,8 \text{ хв}^{-1};$$

$$v_{к.к} = 3,14 \cdot 0,066 \cdot 510,8 = 105,9 \text{ м/хв};$$

- живильного циліндра витяжного приладу:

$$n_{жив.в.пр} = n_{з.б} \frac{195}{Z_d} \frac{33}{42} \frac{52}{Z_c} \frac{64}{37} = 13781 \frac{n_{з.б}}{Z_d Z_c} = 13781 \frac{37,6}{28 \cdot 38} = 487 \text{ хв}^{-1};$$

$$v_{жив.в.пр} = 3,14 \cdot 0,072 \cdot 487 = 110,15 \text{ м/хв};$$

- випускного циліндра витяжного приладу при передавальному відношенні регулятора, рівному одиниці:

$$n_{вип.в.пр} = n_{з.б} \frac{195}{Z_d} \frac{49}{21} \frac{52}{Z_c} \frac{64}{37} \frac{21}{49} \frac{58}{62} \frac{67}{23} = 47796,87 \frac{n_{з.б}}{Z_d Z_c} = 47796,87 \frac{37,6}{28 \cdot 38} = 1689 \text{ хв}^{-1};$$

$$v_{вип.в.пр} = 3,14 \cdot 0,027 \cdot 1689 = 143,3 \text{ м/хв};$$

- валиків стрічкоукладача:



$$n_{\text{в.с}} = n_{\text{з.б}} \frac{195 \cdot 52 \cdot 64 \cdot 49 \cdot 21 \cdot 28 \cdot 42 \cdot 26 \cdot 23}{Z_d Z_c 37 \cdot 21 \cdot 49 \cdot 28 Z_i \cdot 26 \cdot 23} = 736657,3 \frac{n_{\text{з.б}}}{Z_d Z_c Z_i} = 736657,3 \frac{37,6}{28 \cdot 38 \cdot 42} = 619,8 \text{ хв}^{-1}$$

$$v_{\text{д.н}} = 3,14 \cdot 0,076 \cdot 619,8 = 147,98 \text{ м/хв.}$$

Загальна і часткова витяжки:

- між живильним циліндром і приймальним барабаном по співвідношенню швидкостей:

$$E_1 = v_{\text{пр.б}} / v_{\text{ж.ц}} = \pi d_{\text{пр.б}} n_{\text{пр.б}} / (\pi d_{\text{ж.ц}} n_{\text{ж.ц}});$$

$$E_1 = 612 / 1,022 = 598,5;$$

- між приймальним і головним барабанами по співвідношенню швидкостей:

$$E_2 = v_{\text{з.б}} / v_{\text{пр.б}} = \pi d_{\text{з.б}} n_{\text{з.б}} / (\pi d_{\text{пр.б}} n_{\text{пр.б}});$$

$$E_2 = 1544,6 / 612 = 2,54;$$

- між головним і знімним барабанами по співвідношенню швидкостей:

$$E_3 = v_{\text{з.б}} / v_{\text{з.б}} = \pi d_{\text{з.б}} n_{\text{з.б}} / (\pi d_{\text{з.б}} n_{\text{з.б}});$$

$$E_3 = 80,3 / 1544,6 = 0,052;$$

Витяжка  $E_3 = 0,052 < 1$ , що свідчить про згущення волокон на знімному барабані в число раз, рівне  $1/E_3 = 1/0,052 = 19,22$ ;

- між знімним барабаном і знімним валиком:

1) по співвідношенню швидкостей:

$$E_4 = v_{\text{з.в}} / v_{\text{з.в}} = 85,6 / 80,3 = 1,065;$$

2) за кінематичною схемою:

$$E_4 = \frac{80}{680} \frac{195}{Z_d} \frac{52}{47} \frac{47}{Z_m} = \frac{1192,9}{Z_d Z_m} = \frac{1192,9}{28 \cdot 40} = 1,065;$$

- між знімним валиком і давильними валами:

1) по співвідношенню швидкостей:

$$E_5 = v_{\text{д.в}} / v_{\text{з.в}} = 103,5 / 85,6 = 1,21;$$

2) за кінематичною схемою:

$$E_5 = \frac{75}{80} \frac{Z_m}{Z_k} = \frac{75}{80} \frac{40}{31} = 1,21;$$

- між давильними валами й поперечним конвеєром:

1) по співвідношенню швидкостей:

$$E_6 = v_{\text{д.к}} / v_{\text{д.к}} = 105,9 / 103,5 = 1,023;$$

2) за кінематичною схемою:

$$E_6 = \frac{66}{75} \frac{Z_k}{Z_e} \frac{26}{21} = \frac{66}{75} \frac{31}{33} \frac{26}{21} = 1,023;$$

- між поперечним конвеєром і задньою парою витяжного приладу:

1) по співвідношенню швидкостей:

$$E_7 = v_{ж.ив.в.пр} / v_{в.к} = 110,15 / 105,9 = 1,04;$$

2) за кінематичною схемою:

$$E_7 = \frac{72}{66} \frac{Z_e}{47} \frac{47}{Z_c} \frac{26}{21} \frac{64}{37} \frac{33}{42} = 1,1975 \frac{Z_e}{Z_c} = 1,1975 \frac{33}{38} = 1,04;$$

- у витяжному приладі при передавальному відношенні варіатора, рівному одиниці:

1) по співвідношенню швидкостей:

$$E_8 = v_{вип.в.пр} / v_{ж.ив.в.пр} = 143,3 / 110,15 = 1,3;$$

2) за кінематичною схемою:

$$E_6 = \frac{27}{72} \frac{42}{33} \frac{49}{21} \frac{58}{62} \frac{67}{23} = 1,3;$$

- між випускною парою витяжного приладу й валиками стрічкоукладача:

1) по співвідношенню швидкостей:

$$E_9 = v_{в.л} / v_{вип.в.пр} = 147,98 / 143,3 = 1,032;$$

2) за кінематичною схемою:

$$E_9 = \frac{76}{27} \frac{23}{67} \frac{62}{58} \frac{28}{28} = 1,302;$$

Загальна витяжка на машині:

1) по співвідношенню швидкостей:

$$E = v_{в.в} / v_{ж.ц} = 147,98 / 1,022 = 144,7;$$

2) за кінематичною схемою:

$$E = \frac{76}{80} \frac{154}{Z_b} \frac{54}{36} \frac{195}{Z_d} \frac{52}{Z_c} \frac{64}{37} \frac{49}{21} \frac{28}{49} \frac{21}{28} \frac{42}{Z_i} \frac{26}{26} \frac{23}{23} = \frac{1611659443,9}{Z_b Z_d Z_c Z_i};$$

$$E = 16165944,9 / (25 \cdot 2838 \cdot 42) = 144,7.$$

Загальна витяжка дорівнює добутку часткових витяжок:

$$E = E_1 E_2 \dots E_9 = 598,5 \cdot 2,54 \cdot 0,052 \cdot 1,065 \cdot 1,21 \cdot 1,023 \cdot 1,04 \cdot 1,3 \cdot 1,03 = 144,7.$$

**Приклад розрахунку необхідного діаметра змінного шківів і числа зубців змінних шестерень.** Розрахувати діаметр  $D_1$  змінного шківів для обертання головного барабана із частотою  $n_{z.б} = 381 \text{ хв}^{-1}$  і число зубців шестерень  $Z_a$  й  $Z_b$  для приготування з живильного настилу лінійної густини  $T_{жив} = 600$  ктекс чесальної стрічки лінійної густини  $T_{стр} = 4$  ктекс при теоретичній продуктивності чесальної машини ЧМ-60 рівної  $\Pi_T = 35 \text{ кг/год}$  і числі зубців допоміжних змінних шестерень  $Z_d = 28$ ,  $Z_c = 38$  й  $Z_i = 42$  зуб;  $n_{з1} = 2900 \text{ хв}^{-1}$ .

**Рішення.** Діаметр шківів  $D_1$  визначають за кінематичною схемою з умови (див. рис. 3.1):

$$n_{z.б} = n_{з1} D_1 \eta / 485 = 381,$$

звідки

$$D_1 = 485 n_{z.б} / (n_{з1} \eta) = 485 \cdot 381 / (2900 \cdot 0,98) = 130 \text{ мм}.$$

Число зубців шестерні  $Z_a$  визначають по заданій теоретичній продуктивності машини.

Частоту обертання валиків стрічкоукладача визначають за кінематичною схемою:

$$n_{e.c} = n_{з1} \frac{90 \cdot 0,98}{125} \frac{90 \cdot 0,98}{300} \frac{24}{65} \frac{Z_a}{Z_d} \frac{52}{Z_c} \frac{64}{37} \frac{49}{21} \frac{28}{28} \times \frac{42}{Z_i} \frac{26}{26} \frac{23}{23} = 289,36 \frac{n_{з1} Z_a}{Z_d Z_c Z_i}.$$

За умовами приклада  $n_{з1} = 2900 \text{ хв}^{-1}$ ;  $Z_d = 28$ ,  $Z_c = 38$  й  $Z_i = 42$  зуб:

$$n_{e.c} = 289,36 \frac{2900 Z_a}{28 \cdot 38 \cdot 42} = 18,77 Z_a,$$

вирішуючи отриману рівність відносно  $Z_a$  і прирівнюючи  $i_{a.н} = 610,8$ , знаходимо:

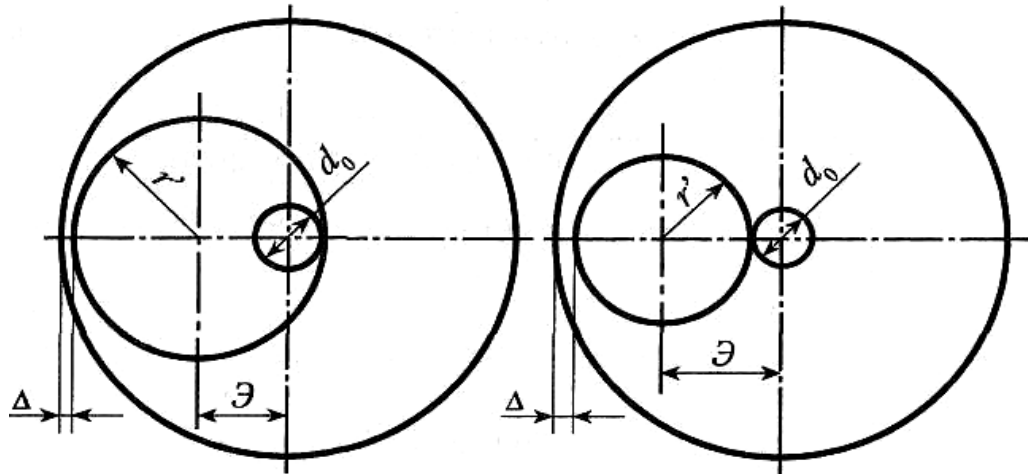
$$Z_a = 610,8 / 18,77 = 32,52,$$

приймаємо  $Z_a = 33$  зуб.

**Кінематичний розрахунок укладання стрічки в таз.** Стрічку, що ущільнюється валиками стрічкоукладача, укладають у таз із такою щільністю, щоб при максимальному використанні обсягу таза її можна було без зайвого натягу вибирати з таза на наступних технологічних переходах.

Верхня тарілка стрічкоукладача, обертаючись, формує витки стрічки, що укладаються у таз нижньою тарілкою (підтазником). Напрямок обертання тарілок зазвичай протилежний. Осі обертання верхньої й нижньої тарілок зміщені на величину  $\mathcal{E}$  (рис. 3.4). Залежно від співвідношення зсуву  $\mathcal{E}$  і радіуса  $r'$  витка розрізняють два типи укладання стрічки в циліндричний таз: зацентровий - при  $r' > \mathcal{E}$  (рис. 3.4, а) і доцентровий - при  $r' < \mathcal{E}$  (рис. 3.4, б).

У середині тазу при укладанні обох типів утворюється порожній циліндр діаметром  $d_0$ . Щільність укладання витків у середині тазу більша, ніж по краях, і це зменшує ємність тазу. Максимальна ємність тазу досягається при  $d_0 = 0,252D$ , де  $D$  - діаметр тазу.



**Рис. 3.4.** Схеми укладання стрічки в циліндричний таз

Розрахунок параметрів роботи стрічкоукладача:

- радіус  $r'$  і відстань  $\mathcal{E}$ :

1) для зацентрового укладання ( $r' > \mathcal{E}$ ):

$$r' = 0,5(0,625 D - \Delta);$$

$$\mathcal{E} = 0,5(0,375 D - \Delta); \quad (3.13)$$

2) для доцентрового укладання ( $r' < \mathcal{E}$ ):

$$r' = 0,5(0,375 D - \Delta);$$

$$\mathcal{E} = 0,5(0,625 D - \Delta), \quad (3.14)$$

де  $D$  - діаметр тазу, мм;  $\Delta$  - зазор між стрічкою й тазом, мм (для тазів стрічкових машин  $D = 220$  мм,  $\Delta = 4-5$  мм [5]);

- необхідний зсув наступного витка стрічки щодо попереднього, заміряне по дузі окружності радіуса  $\mathcal{E}$ :

$$b = d_n / k,$$

де  $k$  - коефіцієнт перекриття ( $k > 1$ );  $d_c$  - товщина стрічки, мм:

$$d_c = 0,0357 \sqrt{T_c / \delta_n},$$

де  $T_c$  - лінійна густина стрічки, текс;  $\delta_n$  - щільність стрічки, мг/мм<sup>3</sup> ( $\delta_n = 0,018...0,020$  мг/мм<sup>3</sup>; при використанні ущільнюючих насадок щільність стрічки збільшується на 20...40%);

- передавальне відношення між нижньою й верхньою тарілкою:

$$i = 2\pi\mathcal{E}k / d_c = 176\mathcal{E}k\sqrt{\delta_c / T_c}. \quad (3.15)$$

Передавальне відношення  $i$  вибирають (змінюють) відповідно до лінійної густини  $\dot{O}_n$  і щільності стрічки  $\delta_n$  (див. рис. 3.5).

Швидкість укладання стрічки в таз - змінна величина:

$$v = \mathcal{E}\omega_2 \cdot 60\sqrt{1 + 2\lambda \cos i\varphi + \lambda^2},$$

де  $\omega_2$  - середня кутова швидкість нижньої тарілки;

$$\lambda = r'(i+1) / \mathcal{E}; \quad (3.16)$$

$\varphi$  - кут повороту нижньої тарілки.

При цьому максимальна  $V_{\max}$  й мінімальна  $V_{\min}$  швидкість укладання стрічки:

при  $i\varphi = 0$   $v = v_{\max} = \mathcal{E}\omega_2 \cdot 60(1 + \lambda);$

при  $i\varphi = 180^\circ$   $v = v_{\min} = \mathcal{E}\omega_2 \cdot 60(1 - \lambda)$

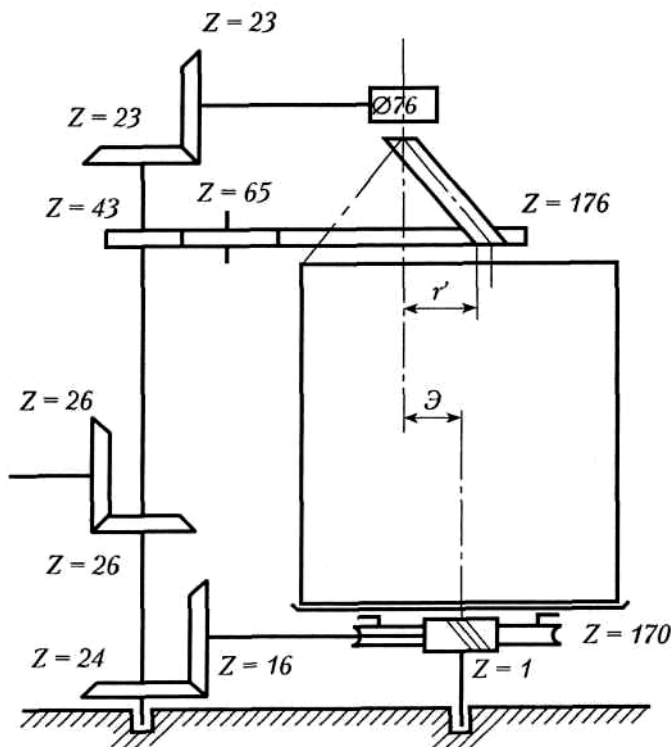


Рис. 3.5. Кінематична схема стрічкоукладача чесальної машини ЧМ-60.

Середня швидкість укладання стрічки в таз:

$$v_{cp} = 0,5(v_{max} + v_{min}).$$

Середню швидкість укладання стрічки  $v_{cp}$  установлюють на 2-4 % більше швидкості подачі стрічки валиками стрічкоукладача:

$$v_{cp} = 0,5(v_{max} + v_{min}) = E_y v_{e.l}. \quad (3.17)$$

де  $E_y = 1,02 \dots 1,04$ , або  $v_{cp} = \omega_2 \cdot 60$ .

Середня кутова швидкість нижньої тарілки:

$$\omega_2 = \frac{v_{cp}}{60\lambda} = \frac{E_y v_{e.l}}{60\lambda}. \quad (3.18)$$

Для забезпечення сталої швидкості  $v_{cp}$  необхідно, щоб нижня тарілка стрічкоукладача оберталася зі змінною швидкістю:

$$v_{2(max)} = \frac{E_y v_{e.l}}{60\lambda(\lambda - 1)} \quad \text{і} \quad v_{2(min)} = \frac{E_y v_{e.l}}{60\lambda(\lambda + 1)} \quad (3.19)$$

Частота обертання тарілок:

$$\text{нижньої} \quad n_2 = 30\omega_2 / \pi; \quad (3.20)$$

$$\text{верхньої} \quad n_1 = 30\omega_1 / \pi = n_2 i; \quad (3.21)$$

Довжина стрічки, що укладається за час циклічної зміни швидкості укладання стрічки при кожному оберті верхньої тарілки:

$$L = \pi d_{e.l} i_{e.m-e.l} E_y,$$

де  $i_{e.m-e.l}$  - передавальне відношення між верхньою тарілкою й валиками стрічкоукладача.

На чесальних машинах ЧММ-450, ЧММ-14, ЧМ-450-7 довжина стрічки у витку  $L = 0,55 \dots 0,60$  м, а на машинах моделей ЧМ-50, ЧМ-60  $L = 1$  м.

Кут нахилу  $\beta$  трубки (каналу) верхньої тарілки до площини тарілки й висота трубки  $h$  зв'язані з радіусом  $r$  центра отвору й коефіцієнтом тертя  $\mu$  волокон об метал співвідношенням, що забезпечує вільний рух стрічки по каналу під дією сили тяжіння:

$$\text{tg}\beta = h/r > \mu \quad \text{або} \quad h \geq r\mu,$$

де  $\mu$  - коефіцієнт тертя волокна об стінку каналу.

### 3.4. Завдання для розрахунку

3.21. У кінематичну передачу руху чесальної машини ЧМ-60 (рис. 3.1) встановлений шків  $D_1 = 130$  мм, змінні шестерні  $Z_a = 25$  зуб.,  $Z_d = 28$  зуб.,  $Z_c = 39$  зуб.,  $Z_m = 40$  зуб.,  $Z_k = 32$  зуб.,  $Z_e = 35$  зуб.,  $Z_i = 42$  зуб.,  $Z_b = 25$  зуб. Розрахувати частоту обертання,  $\text{хв}^{-1}$ , швидкість, м/хв, приймального 2 і головного 4 барабанів, живильних циліндрів 1, розпушувального валика 3, знімного барабана 7, знімного валика 8, давильних валів 10, заднього 12 і переднього 13 циліндрів витяжного приладу, валиків 14 стрічкоукладача, а також швидкість, м/хв, стрічкових конвесрів і частоту обертання,  $\text{хв}^{-1}$ , верхньої тарілки й підтазника. Ковзання в кожній гнучкій передачі 2 %.

3.22. У передачу руху чесальної машини ЧМД-4 (рис. 3.2), входять шків  $D_1 = 140$  мм,  $D_2 = 240$  мм,  $D_3 = 150$  мм,  $d_4 = 270$  мм, змінні шестерні  $Z_a = 43$  зуб.,  $Z_b = 33$  зуб.,  $Z_c = 23$  зуб.,  $Z_d = 45$  зуб.,  $Z_e = 12$  зуб.,  $Z_k = 12$  зуб.,  $Z_u = 25$  зуб.,  $Z_f = 17$  зуб.,  $Z_m = 20$  зуб.,  $Z_k = 12$  зуб.,  $Z_n = 25$  зуб. Часткова витяжка між випускним циліндром витяжного приладу й валиками стрічкоукладача дорівнює 1,06, частота обертання вала електродвигунів  $n_{\text{дв}1} = n_{\text{дв}2} = 1460$   $\text{хв}^{-1}$ ,  $n_{\text{дв}3} = 940$ ; 1440; 2800,  $\text{хв}^{-1}$ . Розрахувати частоту обертання,  $\text{хв}^{-1}$ , швидкість, м/хв, приймального барабану 3, робочого 4 і чистильного 5 валиків, першого 6 і другого 9 головних барабанів, першого 7 і другого 8 знімно-передавальних барабанів, настільного валика 1, живильного циліндра 2, знімного барабана 12, знімного валика 13, знімно-передавального валика 14, давильних валів 15, заднього 16 і переднього 17 циліндрів витяжного приладу, валиків стрічкоукладача. Ковзання в кожній гнучкій передачі 2 %.

3.23. У передачі руху чесальної машини ЧММ-14 (рис. 3.3), на якій встановлені шків  $D_1 = 140$  мм,  $D_2 = 270$  мм, змінні шестерні  $Z_a = 28$  зуб.,  $Z_b = 48$  зуб.,  $Z_c = 23$  зуб.,  $Z_d = 45$  зуб.,  $Z_e = 12$  зуб.,  $Z_k = 12$ ; 15 зуб.,  $Z_n = 15$ ; 20; 25 зуб.,  $Z_u = 23$  зуб.,  $Z_f = 19$  зуб. Часткова витяжка між випускним циліндром витяжного приладу й валиками стрічкоукладача дорівнює 1,06, частота обертання вала електродвигунів  $n_{\text{дв}1} = 1460$   $\text{хв}^{-1}$  і  $n_{\text{дв}2} = 2800$   $\text{хв}^{-1}$ . Розрахувати частоту обертання,  $\text{хв}^{-1}$ , швидкість, м/хв, приймального 3 і передавального 4 барабанів, робочого 5 і чистильного 6 валиків, головного барабана 7, настільного валика 1, живильного 2, валиків шлямпового полотна 9, живильного вала шлямпового полотна 10, знімного барабана 8, знімного валика 11, знімно-передавального валика 12, давильних валів 13, заднього 14 і переднього 15 циліндрів витяжного приладу й валиків стрічкоукладача. Ковзання в кожній гнучкій передачі 2 %.

3.24. Розрахувати за схемою передач мінімальну й максимальну швидкості живильного циліндра й валиків стрічкоукладача, продуктивність чесальної машини ЧМ-60, кг/год, при випуску стрічки лінійної густини  $T_{\text{ср}} = 4$  ктекс.

3.25. Розрахувати за схемою передач число витків стрічки, що укладаються за один оберт тазу на чесальній машині ЧМ-60.

3.26. При якому співвідношенні лінійних швидкостей робочих органів буде гарантований перехід волокон із приймального на головний барабан чесальної машини, якщо середня довжина волокон  $\lambda = 28$  мм, середній коефіцієнт розпрямленості волокон  $\eta = 0,4$ , а довжина дуги знімання  $S = 0,05$  м?

3.27. Розрахувати максимальну частоту обертання приймального барабана чесальної машини ЧМ-60 виходячи з кінематичних умов переходу волокон із зубців приймального на зубці головного барабана, що обертається із частотою  $n_2 = 300$  хв<sup>-1</sup>.

3.28. Розрахувати за схемою передач чесальної машини ЧМ-60 (рис. 3.1) загальну й часткові витяжки в зонах: а) живильний циліндр - приймальний барабан; б) приймальний барабан - головний барабан; в) головний барабан — знімний барабан; г) знімний барабан - знімний валик; д) знімний валик - давильні вали; е) давильні вали - поперечний конвеєр; ж) поперечний конвеєр - задній циліндр витяжного приладу; з) витяжний прилад (середню витяжку); і) передній циліндр витяжного приладу - валики стрічкоукладача.

Розрахунок виконати при діаметрі шківів  $D_1$  й числах зубців змінних шестерень, наведених у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Змінні шківів й шестерні	Варіант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$D_1$ , мм	105	130	105	130	105	130	105	130	105	130	105	130
$Z_a$ , зуб.	17	19	20	22	23	25	26	28	29	30	33	34
$Z_b$ , зуб.	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	40
$Z_d$ , зуб.	27	30	27	30	27	28	29	30	29	28	27	40
$Z_m$ , зуб.	41	39	40	38	41	38	40	39	38	39	40	39
$Z_k$ , зуб.	33	33	33	32	32	33	32	32	33	33	33	32
$Z_e$ , зуб.	36	35	34	33	34	35	36	35	34	33	34	35
$Z_c$ , зуб.	38	39	38	39	38	39	38	39	38	39	38	39
$Z_i$ , зуб.	41	41	41	42	42	42	43	43	43	42	41	43

3.29. Розрахувати за схемою передач чесальної машини ЧМД-4 загальну й часткові витяжки в зонах: а) живильний циліндр - приймальний барабан; б) приймальний барабан - перший головний барабан; в) перший головний барабан - перший змінно-передавальний барабан; г) перші й другий змінно-передавальні барабани; д) другий змінно-передавальний барабан - другий головний барабан; е) другий головний барабан - знімний барабан; ж) знімний барабан - знімний валик; з) знімний валик - змінно-передавальний валик; і) змінно-передавальний валик - давильні вали; к) давильні вали - задній циліндр витяжного приладу; л) витяжний прилад; м) передній циліндр витяжного приладу - валики стрічкоукладача.

Розрахунок виконати при діаметрі шківів  $D_1$  й числах зубців змінних шестерень, наведених у таблиці 3.2.



Таблиця 3.2.

Змінні шківні й шестерні	Варіант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$D_1$ , мм	140	125	140	125	140	125	140	125	140	125	140	125
$D_2$ , мм	250	240	240	240	250	250	250	240	240	240	240	250
$D_3$ , мм	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
$D_4$ , мм	300	270	300	270	300	270	300	270	300	270	300	270
$Z_a$ , зуб.	57	42	55	44	51	48	47	52	44	56	45	53
$Z_b$ , зуб.	19	34	21	32	25	28	29	24	32	20	31	23
$Z_c$ , зуб.	29	23	28	24	26	25	24	18	22	21	20	17
$Z_d$ , зуб.	39	45	40	44	42	43	44	50	46	47	48	51
$Z_u$ , зуб.	23	24	25	24	22	23	24	25	24	23	22	23
$Z_f$ , зуб.	19	18	17	18	20	19	18	17	18	19	20	19

3.30. Розрахувати за схемою передач чесальної машини ЧММ-14 загальну й часткові витяжки в зонах: а) живильний циліндр - приймальний барабан; б) приймальний барабан - головний барабан; в) головний барабан - знімний барабан; г) знімний барабан - знімний валик; д) знімний валик - знімно-передавальний валик; е) знімно-передавальний валик - давильні вали; ж) давильні вали - задній циліндр витяжного приладу; з) витяжний прилад; і) передній циліндр витяжного приладу - валики стрічкоукладача.

Розрахунок виконати при діаметрі шківів  $D_1$  й числах зубців змінних шестерень, наведених у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.

Змінні шківні й шестерні	Варіант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$D_1$ , мм	125	140	125	140	125	140	125	140	125	140	125	140
$D_2$ , мм	250	250	250	250	250	250	270	270	270	270	270	270
$Z_a$ , зуб.	38	57	41	52	44	49	47	46	50	43	53	41
$Z_b$ , зуб.	38	19	35	24	32	27	29	30	26	33	23	35
$Z_c$ , зуб.	17	26	19	24	21	22	23	21	25	24	27	29
$Z_d$ , зуб.	51	42	49	44	47	46	45	47	43	44	41	39
$Z_e$ , зуб.	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12
$Z_u$ , зуб.	25	24	23	22	23	25	24	22	23	24	25	23
$Z_f$ , зуб.	17	18	19	20	19	17	18	20	19	18	17	19

3.31. Розрахувати за схемою передач максимальну продуктивність і норму продуктивності, кг/год, чесальної машини ЧМД-4, що виробляє стрічку лінійної густини  $T_{стр} = 4$  ктекс при  $K_{КЧ} = 0,92$ .

3.32. Розрахувати за схемою передач максимальну й мінімальну норму продуктивності, кг/год, чесальної машини ЧМД-4, у яку подається волокнистий настил лінійної густини  $T_{жив} = 430$  ктекс, виділяється 4,2 % відходів,  $K_{КЧ} = 0,92$ .

3.33. Розрахувати необхідні числа зубців шестерень  $Z_c$  й  $Z_d$  для чесальної машини ЧМД-4, що випускає 31,4 кг/год стрічки лінійної густини  $T_{стр} = 5$  ктекс при  $K_{КЧ} = 0,92$  і числі зубців змінних шестерень  $Z_e = 12$  зуб.,  $Z_u = 23$  зуб. й  $Z_f = 19$  зуб.

3.34. Розрахувати максимальну й мінімальну продуктивність, кг/год, чесальної машини ЧМ-60, що виробляє стрічку лінійної густини  $T_{стр} = 3,5$  ктекс при  $K_{кч} = 0,93$ .

3.35. Розрахувати максимальну й мінімальну продуктивність, кг/год, чесальної машини ЧМ-60, у яку подається волокнистий настил лінійної густини  $T_{стр} = 500$  ктекс, виділяється 3,0 % відходів,  $K_{кч} = 0,92$ .

3.36. Розрахувати необхідне число зубців шестерні  $Z_a$  для випуску чесальної машини ЧМ-60, що випускає 21,7 кг/год стрічки лінійної густини 4 ктекс при  $K_{кч} = 0,92$  і числі зубців змінних шестерень  $Z_d = 28$  зуб.,  $Z_c = 38$  зуб. й  $Z_i = 42$  зуб.

3.37. Розрахувати витяжку волокнистого потоку між живильним циліндром діаметром 80 мм і приймальним барабаном діаметром 248 мм чесальної машини ЧМ-60, що випускає 40 кг стрічки в годину при лінійній густини живильного шару  $T_{жив} = 400$  ктекс, стрічки  $T_{стр} = 3,6$  ктекс, виході стрічки з живильного шару  $\varphi = 97$  %, частоті обертання приймального барабана  $n_{пр.б} = 500$  хв<sup>-1</sup>.

3.38. Розрахувати машинний час наповнення таза, що вміщає 16 кг стрічки, якщо лінійна густина живильного настилу чесальної машини ЧМ-60  $T_{жив} = 400$  ктекс, витяжка за схемою передач  $E = 109$ , відходи виділяються в кількості  $y = 2,5$  % від маси переробленого настилу, витяжка між валиками стрічкоукладача й знімним барабаном  $A_{с-д.л} = 1,5$ , частота обертання знімного барабана  $n_3 = 35$  хв<sup>-1</sup>.

3.39. Розрахувати необхідну витяжку на чесальній машині при переробці волокнистого настилу лінійної густини  $T_{жив} = 600$  ктекс в стрічку лінійної густини  $T_{стр} = 3$  ктекс, при виділенні з 100 кг настилу 4 кг відходів.

3.40. Розрахувати необхідну лінійну густину волокнистого настилу, що заправляється в чесальну машину, для приготування стрічки лінійної густини  $T_{стр} = 4$  ктекс при виділенні з настилу 3,6 % відходів і відношенні швидкості валиків стрічкоукладача до швидкості живлення  $E = 120,6$ .

3.41. Розрахувати вихід чесальної стрічки в частках маси волокнистого настилу при лінійній густині настилу  $T_{жив} = 600$  ктекс, стрічки  $T_{стр} = 4,5$  ктекс і витяжці на чесальній машині  $E = 130$ .

3.42. За планом прядіння номінальна лінійна густина чесальної стрічки  $T_{стр.н} = 4$  ктекс, а її фактична лінійна густина  $T_{стр.ф} = 3,8$  ктекс при змінній шестерні  $Z_б = 20$  зуб. на чесальній машині ЧМ-60. Розрахувати число зубців цієї шестерні, необхідне для доведення лінійної густини стрічки до номінального значення.

3.43. На чесальній машині ЧММ-14 виготовляють чесальну стрічку заданої лінійної густини з волокнистого настилу лінійної густини  $T_{н1} = 400$  ктекс при числах зубців змінних шестерень  $Z_б/Z_a = 32/44$ . Розрахувати число зубців цих шестерень, необхідне для готування стрічки тієї ж лінійної густини з волокнистого настилу лінійної густини  $T_{н2} = 500$  ктекс за умови, що  $Z_a + Z_б = 76$

зуб. і при тому ж виході стрічки з настилу.

3.44. На чесальній машині ЧМД-4 виробляється стрічка лінійної густини  $T_{cmp1} = 3200$  текс при числах зубців змінних шестерень  $Z_b/Z_a = 32/44$ . Розрахувати необхідні числа зубців цих шестерень для виготовлення стрічки лінійної густини  $T_{cmp2} = 4000$  текс із настилу тієї ж лінійної густини за умови, що  $Z_a + Z_b = 76$  зуб. і зменшенні виходу відходів з 4 до 3,75 %.

3.45. На чесальній машині ЧММ-14 виробляється чесальна стрічка при числах зубців змінних шестерень  $Z_a/Z_b = 30/46$  й  $Z_u/Z_f = 22/20$ . Розрахувати числа зубців шестерень  $Z_b/Z_a$  для випуску стрічки тієї ж лінійної густини при збільшенні витяжки у витяжному приладі до 1,91 (при  $Z_u/Z_f = 25/17$ ).

3.46. Розрахувати теоретичну продуктивність і норму продуктивності, кг/год, чесальної машини ЧММ-14 при лінійній густині продукту й числах зубців змінних шестерень, наведених у таблиці 3.4 [8]. Втрати на ковзання в гнучкій передачі рівні 2 %,  $K_{кч} = 0,94$ .

Таблиця 3.4.

Змінні шківні й шестерні	Варіант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$T_a$ , ктекс	3,0	-	3,4	-	3,6	-	3,8	-	4,0	-	4,2	-
$T_{num}$ , ктекс	-	300	-	320	-	350	-	360	-	380	-	400
$Z_a$ зуб.	-	2,5	-	3,0	-	3,2	-	2,9	-	3,5	-	3,2
$Z_b$ зуб.	-	57	-	51	-	46	-	43	-	41	-	38
$Z_c$ зуб.	-	19	-	25	-	30	-	33	-	35	-	38
$Z_d$ зуб.	22	26	24	24	26	22	25	21	20	21	22	29
$Z_e$ зуб.	46	42	44	44	42	46	43	47	48	47	46	39
$Z_u$ зуб.	11	11	11	12	11	12	12	11	12	11	12	12
$Z_f$ зуб.	25	24	24	22	23	22	22	24	23	22	24	23
$Z_g$ зуб.	17	18	18	20	19	20	20	18	19	20	18	19

3.47. Розрахувати максимальну й мінімальну продуктивність, кг/год, чесальної машини ЧММ-14, що виробляє стрічку лінійної густини  $T_{cmp} = 4$  ктекс при діаметрі валиків стрічкоукладача  $D_{в.л} = 55$  мм,  $K_{кч} = 0,94$ .

3.48. Розрахувати максимальну й мінімальну продуктивність, кг/год, чесальної машини ЧММ-14, у яку подається бавовняний настил лінійної густини  $T_n = 430$  ктекс із виділенням з нього 3 % відходів;  $K_{кч} = 0,94$ .

3.49. Розрахувати необхідні числа зубців шестерень  $Z_c$  і  $Z_d$  для випуску чесальною машиною ЧММ-14 стрічки лінійної густини  $T_{cmp} = 4$  ктекс у кількості 32,2 кг/год при  $K_{кч} = 0,92$  і числі зубців змінних шестерень  $Z_e = 11$  зуб.,  $Z_u = 24$  зуб. й  $Z_f = 18$  зуб.

3.50. Розрахувати параметри процесу укладання стрічки в таз: а) радіус  $r'$  траєкторії руху точки виходу стрічки із трубки; б) ексцентриситет  $\varepsilon$  (див. рис. 3.4) верхньої тарілки щодо нижньої; передавальне відношення  $i$  передачі від нижньої тарілки до верхньої; в) частоту обертання  $n_1$  верхньої тарілки і  $n_2$  нижньої тарілки; г) кут нахилу каналу стрічководу при вихідних даних, наведених у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5.

Параметр	Варіант													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Тип укладання 1-доцентровий; 2- зацентровий)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
$D$ , мм	400	450	500	600	900	1000	450	500	600	900	1000	600	500	400
$T_d$ , ктекс	2,8	3,2	4,0	4,2	4,6	5,0	2,8	4,0	4,6	5,0	4,2	3,2	3,8	3,6
$\delta$ , мг/мм <sup>3</sup>	0,020	0,020	0,021	0,028	0,018	0,026	0,024	0,025	0,023	0,024	0,020	0,018	0,025	0,024
$k$	1,1	1,15	1,0	1,05	1,15	1,0	1,0	1,15	1,08	1,2	1,15	1,0	1,08	1,06
$k_1$	1,02	1,03	1,04	1,03	1,02	1,01	1,0	1,01	1,02	1,03	1,04	1,03	1,02	1,01
$P_T$ , кг/год	60	70	80	85	90	100	50	60	70	80	80	70	60	50

$k$  - коефіцієнт перекриття витків;  $k_1$  - коефіцієнт випередження

3.51. Використовуючи вихідні дані завдання 3.47, розрахувати швидкість укладання стрічки по подовженій епіциклоїді при кутах повороту верхньої тарілки в інтервалі  $i\varphi = 0...360^0$  для положень, кратних куту  $45^0$ .

Розрахувати максимальне відхилення у відсотках швидкості укладання стрічки від її середнього значення.

3.52. Розрахувати мінімально допустиму висоту  $h$  похилої трубки каналу верхньої тарілки стрічкоукладача, при якій стрічка буде вільно рухатися по каналу під дією власної маси, якщо коефіцієнт тертя волокон об стінку каналу  $\mu = 0,28$ , а радіус  $r$  окружності, що описує центр отвору, дорівнює,  $r = r' + 0,012$ , м, де  $r'$  - радіус окружності, що описується точкою виходу стрічки з каналу в таз,  $\mu$ , визначається з умови завдання 3.48.

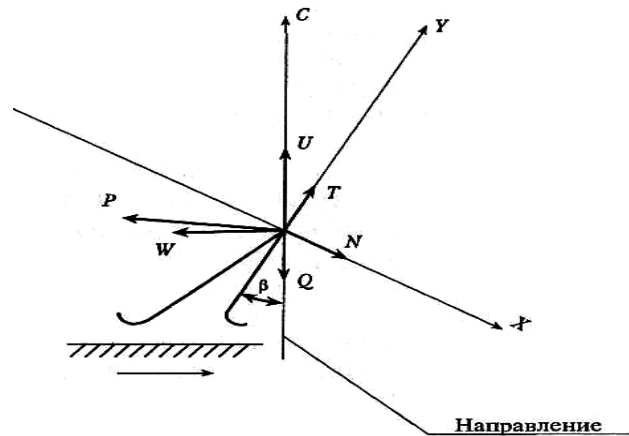
### 3.5. Взаємодія зубців, голок гарнітури робочих органів машини з волокном, смітинкою

Схеми сил, що діють на волокно, смітинку з боку голки, зуба гарнітури, показані на рис. 3.6, де  $\beta$  - кут нахилу робочої частини голки, передньої грані зуба до радіусу робочого органу, проведеного через вершину голки, зуба;  $C$  - відцентрова сила волокна, смітинки, захоплених голкою, зубом робочого органу, що обертається;  $P$  - сила чесання, тобто сила опору пучка розтягуванню, сила опору смітинки витяганню з волокнистої маси;  $W$  - сила тиску повітря на волокно, смітинку, що рухається разом з голкою, зубом;  $U$  - сила реакції пружного шару волокнистої маси, що знаходиться в гарнітурі;  $Q$  - сила тиску волокон потоку, що знаходиться між взаємодіючими робочими органами;  $N$  - сила реакції зуба гарнітури;  $T$  - сила тертя волокна, смітинки, що рухається уздовж голки, передньої грані зуба при скиданні з гарнітури або зануренні в неї:

$$T = N\mu = N \operatorname{arctg} \varphi_*$$

де  $\mu$  - коефіцієнт тертя волокна, смітинки об голку, зуб гарнітури;  $\varphi_*$  - кут тертя волокна, смітинки об голку, зуб гарнітури.

Силу тяжіння волокна, смітинки через порівняльно малі величини не враховують.



**Рис. 3.6.** Сили, що діють на волокно, смітинку, що захоплені зубом робочого органу чесальної машини

$K$  – алгебраїчна сума сил  $P$  і  $W$ , направлена по дотичній до траєкторії руху робочого органу:

$$K = P + W.$$

$S$  – алгебраїчна сума сил  $C$ ,  $U$  і  $Q$ , направлена по радіусу обертання робочого органу:

$$S = C + U - Q.$$

$R$  – рівнодіюча сил  $K$  і  $S$ , направлена під кутом  $\tau$  до дотичної траєкторії руху і під кутом чесання  $\gamma$  до голки, передньої грані зуба:

$$R = \sqrt{K^2 + S^2}$$

Кут  $\tau$ :

$$\tau = \arctg \frac{S}{K} = \arctg \frac{C + U - Q}{P + W} \quad (3.22)$$

Кут чесання  $\gamma$ :

$$\begin{aligned} \gamma &= 90^\circ - \beta + \tau = 90^\circ - \beta + \arctg \frac{S}{K} \\ \gamma &= 90^\circ - \beta + \arctg \frac{C + U - Q}{P + W} \end{aligned} \quad (3.23)$$

Залежно від співвідношення сил, вказаних у формулі (3.23), волокно, смітинка, що рухаються разом з гарнітурою, поведуться по-різному:

- можуть бути скинуті з гарнітури за умови (рис. 3.7, а):

$$\beta < \arctg \frac{S}{K} - \varphi = \tau - \varphi \quad (3.24)$$

або

$$\tau > \beta + \varphi$$

або

$$\gamma > 90^\circ + \beta + \varphi \quad (3.25)$$

- можуть зміщуватися до низу гарнітури за умови (рис. 3.7, б):

$$\beta > \arctg \frac{S}{K} + \varphi = \tau + \varphi \quad (3.26)$$

або

$$\tau > \beta - \varphi$$

або

$$\gamma > 90^\circ + \beta - \varphi$$

- можуть залишатися на гарнітурі унаслідок прояву умови самогальмування (рис. 3.7, в, г):

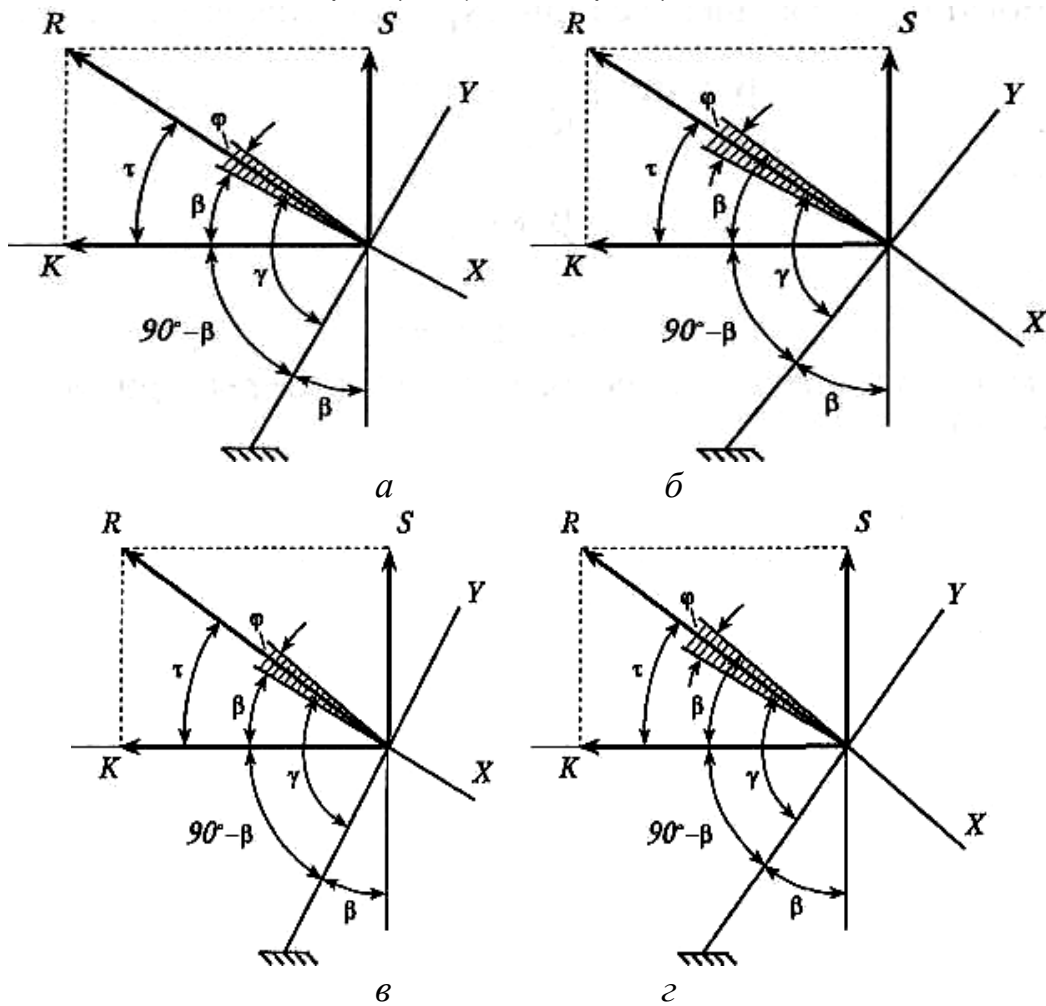
$$\tau - \varphi < \beta + \tau + \varphi \quad (3.27)$$

або

$$\beta - \varphi < \tau < \beta + \varphi$$

або

$$90^\circ + \beta - \varphi < \gamma < 90^\circ + \beta + \varphi$$



**Рис. 3.7.** Схеми сил, що діють на волокно, смітинку:

*a* - при русі до вершини зуба; *б* - при русі до низу зуба; *в* - при самогальмуванні, якщо  $\tau - \varphi \leq \beta \leq \tau$ ; *г* — при самогальмуванні, якщо  $\tau \leq \beta \leq \tau + \varphi$

Кут нахилу  $\beta$  передній грані зуба приймального барабана, при якому зуб легко проникає в борідку шару волокон, що подається живильним циліндром по живильному столику, повинен задовольняти умові:

$$\beta < \arcsin \frac{b}{R_{np}} + \varphi \quad (3.28)$$

де  $b$  - довжина робочої грані столика;  $R_{np}$  - радіус приймального барабана по вершинах зубців.

### 3.6. Завдання для розрахунку

3.53. На волокно, захоплене зубом органу гарнітури, що обертається, діють сили: по дотичній до траєкторії вершини зуба - сила  $K$ , рівна сумі сил чесання  $P$  і тиску повітря  $W$ , а уздовж радіусу, проведеного через вершину зуба, - сила  $S$ , рівна алгебраїчній сумі відцентрової сили  $C$ , сили реакції  $U$  пружного шару волокон, що знаходиться на гарнітурі, і сила тиску волокон  $Q$ , що знаходяться між взаємодіючими органами у вершини зубців. Співвідношення сил  $S/K = 0,60$ , а кут тертя волокон об зуб  $\varphi = 14^\circ$ . Розрахувати мінімальний кут нахилу  $\beta$  передньої грані зуба до радіусу приймального барабана, при якому волокно злетить із зуба.

3.54. За умовами завдання 3.40 розрахувати мінімальний кут нахилу  $\beta$  передньої грані зуба до радіусу приймального барабана, при якому волокно занурюватиметься в гарнітуру, рухаючись до низу зуба.

3.55. За умовами завдання 3.40 розрахувати граничний кут нахилу  $\beta$  передньої грані зуба до радіусу приймального барабана, при якому виявлятиметься ефект самогальмування волокна об зуб.

3.56. При якому відношенні відцентрової сили  $C$ , що діє на смітинку, захоплену зубом приймального барабана, до сили тиску повітря  $W$  в напрямі, перпендикулярному радіусу обертання вершини зуба, можливе скидання смітинки із зуба, якщо кут нахилу його передньої грані до радіусу приймального барабана  $\beta = 25^\circ$ , а коефіцієнт тертя волокна об цю грань  $\mu = 0,27$ ?

3.57. Чому рівне мінімальне відношення відцентрової сили  $C$ , що діє на смітинку, захоплену зубом приймального барабана, до сили тиску повітря  $W$  на неї в напрямі, перпендикулярному радіусу обертання вершини зуба в зоні камери відходів, при якому можливе скидання смітинки, якщо передня грань зуба нахилена до радіусу приймального барабана, проведеного через вершину зуба, під кутом  $\beta = 15^\circ$ , а коефіцієнт тертя волокна об цю грань  $\mu = 0,27$ ?

3.58. Чи буде смітинка, захоплена зубом приймального барабана, скинута з нього відцентровою силою  $C = 36$  мкН в зоні камери відходів, якщо сила тиску повітря, що діє перпендикулярно радіусу приймального барабана,  $W = 40$  мкН, кут нахилу передньої грані зуба до радіусу приймального барабана  $\beta = 25^\circ$ , а коефіцієнт тертя волокон об цю грань  $\mu = 0,27$ ?

3.59. При якій мінімальній відцентровій силі  $C$  смітинка, захоплена зубом приймального барабана, може бути скинута в камеру відходів, якщо тиск повітря на смітинку, що діє перпендикулярно радіусу обертання вершини зуба,  $W = 5$  мкН, кут нахилу передньої грані зуба до радіусу, проведеного через вершину зуба  $\beta = 15^\circ$ , а коефіцієнт тертя смітинки об передню грань  $\mu = 0,25$ ?

3.60. Порівняти умови взаємодії волокон і смітинок з гарнітурою головного барабана великого діаметру ( $d_1 = 1280$  мм) і малого діаметру ( $d_2 = 680$  мм) при частоті їх обертання на чесальних машинах відповідно  $n_1 = 400$  хв<sup>-1</sup> і  $n_2 = 750$  хв<sup>-1</sup>.

3.61. Пояснити, в якому напрямі здійснюватиме рух волокно щодо зуба гарнітури робочого органу, що обертається, якщо на волокно діють по дотичній до траєкторії назустріч його руху сила  $K$ , рівна сумі сил чесання  $P$  і тиск повітря  $W$ , а уздовж радіусу - сила  $S$ , рівна алгебраїчній сумі відцентрової сили  $C$ , сили  $U$  реакції пружного шару, що знаходиться в гарнітурі, і сили  $Q$  тиску повітря між робочими органами у вершини зубців, при коефіцієнті тертя волокна об гарнітуру  $\mu = 0,22$ , куті нахилу робочої грані зуба до радіусу  $\beta = 15^\circ$  і співвідношенні сил  $S/K$ , рівному: а) 0,025; б) 0,3; в) 0,4; г) 0,6; д) 0,8.

3.62. При якому мініальному куті нахилу  $\beta$  передньої грані зубців приймального барабана до його радіусу, проведеного через вершину зуба, зубці легко проникають у борідку шару, якщо коефіцієнт тертя волокон об передню грань зуба  $\mu = 0,27$ , довжина ділянки борідки, що припадає на зону поглиблення зуба в неї  $\beta = 25$  мм, а радіус приймального барабана по вершині зуба  $R_{np} = 117$  мм?

### 3.7. Розрахунок інтенсивності кардочесання

Уведемо наступні позначення:

$U$  - потоншення живильного потоку на машині;

$E$  - загальна витяжка на машині; часткові витяжки;

$E_1$  - між живильним циліндром і приймальним барабаном;

$E_2$  - між приймальним і головним барабаном;

$E_3$  - між головним і знімним барабанами;

$E_4$  - між знімним барабаном і валиками стрічкоукладача;

$E_3 E_4$  - між головним барабаном і валиками стрічкоукладача;

$B$  - ширина волокнистого потоку на робочому органі ( $B = 1$  м);

$A$  - ширина голчастого поля шляпок у напрямку їхнього руху, м;

$P$  - число шляпок у робочій зоні;

кількість відходів, % від маси живильного потоку волокон:  $y$  - загальне;  $y_{np.б}$  - під приймальним барабаном;  $y_{ш}$  - шляпковий прочіс;  $y_r$  - пух з-під ґрат головного барабана;

$T$  - лінійна густина, г/м:  $T_{жив}$  - потоку волокон, що надходить у машину;  $T_{стр}$  - стрічки, що випускається машиною;

$K_3$  - коефіцієнт знімання волокон з головного барабана;



$K_{cз}$  - еквівалентний коефіцієнт знімання;

$D_{\bar{a}}$  - діаметр головного барабана, м.

Кінематичні й технологічні параметри процесу кардочесання дозволяють оцінювати інтенсивність процесу, використовуючи ряд характеристик.

**Лінійна густина потоків волокон на гарнітурі робочих органів чесальної машини.** Ширина потоку волокон на поверхні, що прочісує чесальної машини в бавовнопрядінні дорівнює 1 м. Тому маса, г, волокнистого потоку, що доводиться на 1 м<sup>2</sup> пильчастої, голчастої поверхні робочого органа чесальної машини, дорівнює масі цього потоку на поверхні, що відповідає 1 м довжини, тобто чисельно дорівнює лінійній густині потоку в ктексах.

Використовуючи співвідношення (рис. 3.8):

$$\begin{aligned}y &= y_{np.б} + y_u + y_r; \\E &= v_{стр} / v_{жив}; \\E_1 &= v_{np.б} / v_{жив}; \\E_2 &= v_r / v_{жив}; \\E_3 &= v_3 / v_r; \\E_4 &= v_{стр} / v_3\end{aligned}\tag{3.29}$$

Коефіцієнт знімання волокон знімним барабаном з головного барабана:

$$K_з = T_{\bar{a}3} / T_{r2} = T_{стр} E_3 E_4 / T_{\bar{a}2}\tag{3.30}$$

де  $T_{\bar{a}3}$  - лінійна густина, г/м, частини потоку волокон головного барабана, що переходить на знімний барабан;  $T_{\bar{a}2}$  — лінійна густина, г/м, потоку волокон, що підводиться головним барабаном до знімного.

Еквівалентний коефіцієнт знімання волокон з головного барабана - відношення маси волокон, що знімає в прочіс із периметра  $\pi d_r$  головного барабана, до загальної маси  $Q_{c.в}$  «вільних» волокон:

$$K_{з.э} = T_{\bar{a}3} \pi d_r / Q_{c.в} = T_{стр} E_3 E_4 \pi d_r / Q_{c.в}\tag{3.31}$$

або

$$K_{з.э} = \frac{T_{жив} (1 - 0,01y) \pi d_r}{E_1 E_2 Q_{c.в}}\tag{3.32}$$

де  $Q_{c.в}$  - маса «вільних» волокон, рівна масі волокон, що виходить із чесальної машини після припинення подачі волокон у машину, г.

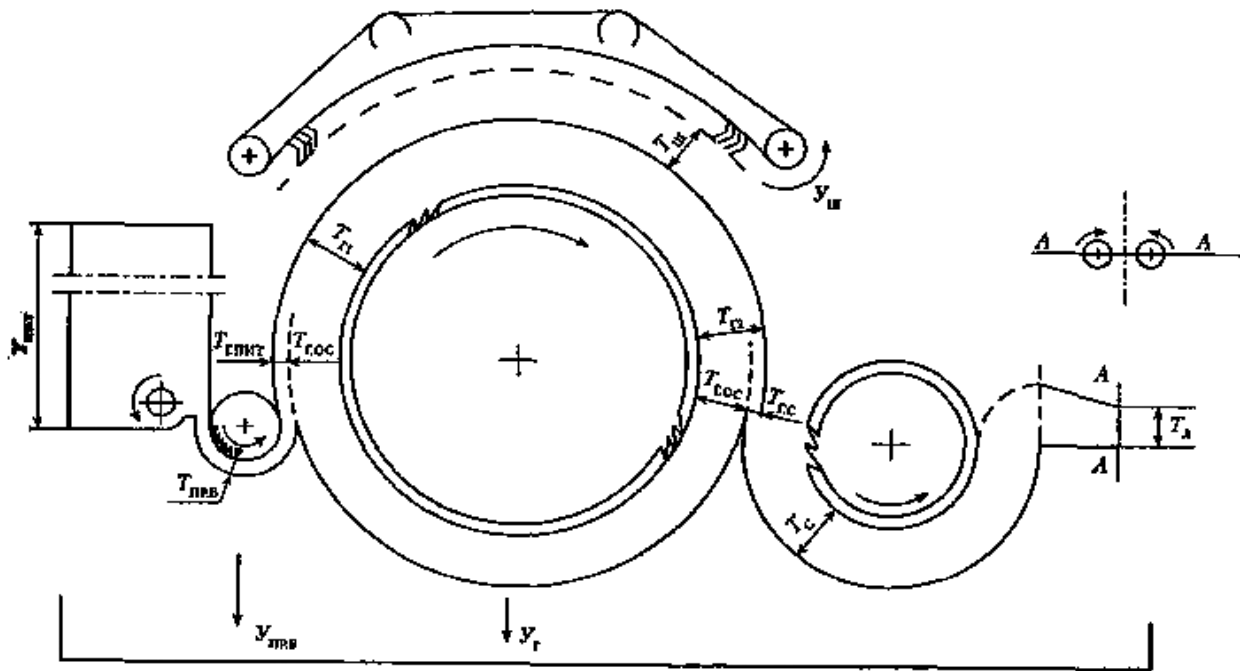


Рис. 3.8. Схема розподілу волокнистого потоку в чесальній машині

Зі співвідношень (3.30), (3.28) і (3.31) знаходимо:

$$K_{3.3} / K_3 = T_{22} \pi d_r / Q_{c.в} = Q_{c.в2} / Q_{c.в} \quad (3.33)$$

Лінійна густина, ктекс:

- волокнистого потоку на приймальному барабані:

$$T_{пр.б} = T_{жив} \frac{v_{жив}}{v_{пр.б}} (1 - 0,01 y_{пр.б}) = T_{жив} \frac{1}{E_1 (1 - 0,01 y_{пр.б})}$$

$$T_{пр.б} = T_{спр} \frac{v_{спр}}{v_{пр.б}} \frac{1 - 0,01 y_{пр.б}}{1 - 0,01 y} = T_{спр} E_2 E_3 E_4 \frac{1 - 0,01 y_{пр.б}}{1 - 0,01 y}$$

- потоку на головному барабані, що перейшов із приймального:

$$T_{2.жив} = T_{жив} \frac{v_{жив}}{v_2} (1 - 0,01 y_{пр.б}) = T_{жив} \frac{1}{E_1 E_2} (1 - 0,01 y_{пр.б})$$

$$T_{2.жив} = T_{спр} \frac{v_{спр}}{v_2} \frac{1 - 0,01 y_{пр.б}}{1 - 0,01 y} = T_{спр} E_3 E_4 \frac{1 - 0,01 y_{пр.б}}{1 - 0,01 y}$$

- потоку, що віддає головний барабан знімному:

$$T_{2.3} = T_{жив} \frac{v_{жив}}{v_2} (1 - 0,01 y) = T_{жив} \frac{1}{E_1 E_2} (1 - 0,01 y)$$

$$T_{2.3} = T_{спр} \frac{v_{спр}}{v_2} = T_{спр} E_3 E_4$$

- потоку на знімному барабані:

$$T_3 = T_{жив} \frac{v_{жив}}{v_3} (1 - 0,01y) = T_{жив} \frac{1}{E_1 E_2 E_3} (1 - 0,01y)$$

$$T_3 = T_{стр} \frac{v_{стр}}{v_{нас}} = T_{жив} E_4$$

- залишкового потоку на головному барабані, що підводиться в зону його взаємодії із приймальним:

$$T_{2.зал} = T_{жив} \frac{v_{жив}}{v_2} \left[ (1 - 0,01y) \left( \frac{1}{K_2} - 1 \right) - 0,01y_2 \right];$$

$$T_{2.зал} = T_{стр} \frac{v_{стр}}{v_2} \left( \frac{1}{K_3} - 1 - \frac{0,01y_r}{1 - 0,01y} \right) = T_{стр} E_3 E_4 \left( \frac{1}{K_3} - 1 - \frac{0,01y_2}{1 - 0,01y} \right);$$

- повного потоку на головному барабані, що підводиться до шляпок, сформованого в зоні приймального барабана:

$$T_{2.1} = T_{жив} \frac{v_{жив}}{v_2} \left( \frac{1 - 0,01y}{K_3} + 0,01y_{ш} \right) = T_{жив} \frac{1}{E_1 E_2} \left( \frac{1 - 0,01y}{K_3} + 0,01y_{ш} \right);$$

$$T_{2.1} = T_{стр} \frac{v_{стр}}{v_2} \left( \frac{1}{K_3} + \frac{0,01y_{ш}}{1 - 0,01y} \right) = T_{стр} E_3 E_4 \left( \frac{1}{K_3} + \frac{0,01y_{ш}}{1 - 0,01y} \right);$$

- повного потоку на головному барабані після зони шляпок, що підводиться до знімного барабана:

$$T_{22} = T_{жив} \frac{v_{жив}}{v_2} (1 - 0,01y) \frac{1}{K_3} = T_{жив} \frac{1 - 0,01y}{E_1 E_2 K_3}$$

$$T_{22} = T_{стр} \frac{v_{стр}}{v_2} = T_k E_3 E_4 \frac{1}{K_3}$$

**Приклад.** Теоретична продуктивність чесальної машини  $P_T = 32$  кг/год; машина виділяє відходи під приймальним барабаном  $y_{np.б} = 2\%$ , шляпковий прочіс  $y_{ш} = 2,5\%$ , пух під барабаном  $y_{\bar{a}} = 0,5\%$ , усього відходів  $y = 5\%$ ; швидкість приймального барабана  $v_{np} = 1200$  м/хв, головного барабана  $v_2 = 1500$  м/хв; витяжка між головним і знімним барабанами  $E_3 = 0,05$ , між знімним барабаном і валиками стрічкоукладача  $E_4 = 1,87$ ; потоншення продукту на машині  $U = 105,3$ , середня довжина волокон  $\lambda = 30$  мм, середня лінійна густина волокон  $T_6 = 0,18$  текс. Експериментально визначені: лінійна густина стрічки  $T_{стр} = 3,8$  ктекс і потоку, що підводиться головним барабаном до знімного  $T_{22} = 5,066$  г/м, маса «вільних» волокон  $Q_{c.в} = 23,4$  г. Розрахувати: 1) коефіцієнти знімання  $K_3$  і  $K_{3\bar{3}}$ ; 2) лінійну густина потоків на основних робочих органах машини.

**Рішення.** Швидкості робочих органів валиків стрічкоукладача:

$$v_{cmp} = \frac{10^3 \Pi_T}{60 T_l} = \frac{10^3 \cdot 32}{60 \cdot 3,8} = 140 \text{ м/хв}$$

- знімного барабана:

$$v_3 = v_{cmp} / E_4 = 140 / 1,87 = 74,86 \text{ м/хв};$$

- живильного циліндра:

$$v_{жив} = \frac{v_{cmp}}{E} = \frac{V_{cmp}}{U} \frac{100}{100-y} = \frac{140}{105,3} \frac{100}{100-5} = 1,4 \text{ м/хв.}$$

Лінійна густина потоку, що передається головним барабаном знімному:

$$T_{2.б} = T_{cmp} E_3 E_4 = 3,8 \cdot 0,05 \cdot 1,87 = 0,355 \text{ г/м.}$$

Коефіцієнт знімання волокон за формулою (3.30):

$$K_3 = 0,355 / 5,066 = 0,07.$$

Еквівалентний коефіцієнт знімання за формулою (3.31):

$$K_{3.э} = \frac{3,8 \cdot 0,05 \cdot 1,87 \cdot 3,14 \cdot 1,28}{23,4} = 0,061.$$

Лінійна густина потоку волокон у чесальній машині:

- живильного шару:

$$T_{жив} = T_{cmp} U = 3,8 \cdot 105,3 = 400 \text{ ктекс (г/м);}$$

- на приймальному барабані:

$$T_{пр.б} = 400 \frac{1,4}{1200} (1 - 0,01 \cdot 2) = 0,457 \text{ ктекс (г/м);}$$

$$T_{пр.б} = 3,8 \frac{140}{1200} \frac{1 - 0,01 \cdot 2}{1 - 0,01 \cdot 5} = 0,457 \text{ ктекс (г/м);}$$

- на головному барабані, що перейшов із приймального:

$$T_{2.жив} = 400 \frac{1,4}{1500} (1 - 0,01 \cdot 2) = 0,366 \text{ ктекс (г/м);}$$

$$T_{2.жив} = 3,8 \frac{140}{1500} \frac{1 - 0,01 \cdot 2}{1 - 0,01 \cdot 5} = 0,366 \text{ ктекс (г/м);}$$

- віддаваемого головним барабаном знімному:

$$T_{2,3} = 400 \frac{1,4}{1500} (1 - 0,01 \cdot 5) = 0,355 \text{ ктекс (г/м)};$$

$$T_{2,3} = 3,8 \frac{140}{1500} = 0,355 \text{ ктекс (г/м)};$$

- сформованого на знімному барабані:

$$T_{\zeta} = 400 \frac{1,4}{74,9} (1 - 0,01 \cdot 5) = 7,1 \text{ ктекс (г/м)};$$

$$T_3 = 3,8 - 1,87 = 7,1 \text{ ктекс (г/м)};$$

- що підводиться головним барабаном до зони взаємодії із приймальним:

$$T_{2,3ал} = 400 \frac{1,4}{500} \left[ (1 - 0,01 \cdot 5) \left( \frac{1}{0,07} - 1 \right) - 0,01 \cdot 0,5 \right] = 4,71 \text{ ктекс (г/м)};$$

$$T_{2,3ал} = 3,8 \frac{140}{1500} \left[ \left( \frac{1}{0,07} - 1 \right) - \frac{0,01 \cdot 0,5}{1 - 0,01 \cdot 5} \right] = 4,71 \text{ ктекс (г/м)};$$

- сформованого на головному барабані, що підводиться до шляпок в зоні приймального барабана:

$$T_{21} = 400 \frac{1,4}{1500} \left( \frac{1 - 0,01 \cdot 5}{0,07} + 0,01 \cdot 0,25 \right) = 5,076 \text{ ктекс (г/м)};$$

$$T_{21} = 3,8 \frac{140}{1500} \left( \frac{1}{0,07} + \frac{0,01 \cdot 2,5}{1 - 0,01 \cdot 5} \right) = 5,076 \text{ ктекс (г/м)};$$

- що відводиться від шляпок до знімного барабана:

$$T_{22} = 400 \frac{1,4}{1500} (1 - 0,01 \cdot 5) \frac{1}{0,07} = 5,066 \text{ ктекс (г/м)};$$

$$T_{22} = 3,8 \frac{140}{1500} \frac{1}{0,07} = 5,066 \text{ ктекс (г/м)}.$$

**Число волокон гарнітури барабанів чесальної машини.** Маса волокон потоку гарнітури барабанів чесальної машини, визначена за умови матеріального балансу, виражається наведеними вище рівняннями.

Число волокон в 1 м потоку на гарнітурі барабана, волокон/м:

$$m = \frac{T_{nom} \cdot 10^3}{T_{\zeta} \lambda} \quad (3.34)$$

де  $T_{nom}$  й  $T_{\zeta}$  - лінійна густина відповідно потоку волокон на барабані й волокон, текс;  $\lambda$  - середня довжина волокна, мм.

Сумарна площа, займана волокнами, що становлять завантаження гарнітури барабана на дузі окружності барабана,  $m^2$ , довжиною 1 м:

$$\sum F_a = m\lambda d_g \cdot 10^{-6}$$

де  $d_g$  - розрахунковий діаметр волокон, мм:

$$d_g = 0,0357 \sqrt{T_g / \delta_g}$$

де  $\delta_g$  - середня щільність волокон,  $mg/mm^3$ ,  $g/cm^3$  (бавовняного 0,9-1,3; лляного 1,3-1,4; віскозного 0,8-1,2; поліамідного 0,64-0,9).

**Приклад.** Розрахувати частку поверхні гарнітури, займану волокнами на головному барабані чесальної машини, за даними попереднього прикладу.

**Рішення.** Число волокон в 1 м потоку гарнітури головного барабана:

- потоку, що перейшов на головний барабан із приймального барабана, з урахуванням формули (3.48):

$$m_{г.жив} = \frac{366 \cdot 10^3}{0,18 \cdot 30} = 67778 \text{ волокон/м}$$

- залишкового шару на головному барабані, що підводиться до зони взаємодії із приймальним барабаном:

$$m_{г.зал} = \frac{4710 \cdot 10^3}{0,18 \cdot 30} = 872222$$

- повного потоку на головному барабані в зоні приймального барабана, що підводиться до шляпок:

$$m_{г1} = \frac{5076 \cdot 10^3}{0,18 \cdot 30} = 940000$$

Розрахунковий діаметр бавовняного волокна при лінійній щільності  $T_g = 0,18$  текс і середньої щільності  $\delta = 1,1$   $mg/mm^3$ :

$$d_{gp} = 0,0357 \sqrt{0,18/1,1} = 0,0144 \text{ мм.}$$

Сумарна площа, займана потоком волокон на головному барабані шириною 1м:

- що перейшли із приймального барабана:

$$\sum F_{г.г.жив} = 67778 \cdot 30 \cdot 0,0144 \cdot 10^{-6} = 0,294 \text{ м}^2$$

або 2,94 % поверхні головного барабана;

- ті, що залишилися на головному барабані:

$$\sum F_{г.г.зал} = 872222 \cdot 30 \cdot 0,0144 \cdot 10^{-6} = 0,378 \text{ м}^2$$

або 37,8 % поверхні головного барабана;

- ті, що підводяться від головного барабана до шляпок

$$\sum F_{6.2.1} = 940000 \cdot 30 \cdot 0,0144 \cdot 10^{-6} = 0,4074 \text{ м}^2$$

або 40,74 % поверхні головного барабана.

Отже, при ширині потоку  $B = 1$  м його волокна займають на гарнітурі головного барабана відповідно 2,94, 37,8 й 40,74 % поверхні, тобто навіть повний шар волокон являє собою рідку ватку.

**Середній час перебування волокна в гарнітурі головного барабана і шляпок.** Для оцінки інтенсивності вирівнювання потоку й змішування волокон чесальною машиною можна використати розрахунковий час перебування волокна на гарнітурі барабана, а також на гарнітурі шляпок. На сьогодні відсутній метод експериментального визначення часу перебування волокна на кожній шляпці ймовірності переходу волокна на окремі шляпки.

Для розрахунку середнього часу обробки волокна гарнітурою робочих органів чесальної машини користуються формулами, у які входять параметри, обумовлені експериментальним способом.

Середній час перебування волокна в шляпковій чесальній машині, хв:

а) за формулою І.Г. Борзунова:

$$\bar{t} = Q_{6.6} / (T_{cmp} v_{cmp}) \quad (3.35)$$

б) за формулою Н.М. Ашніна:

$$\bar{t} = \frac{1 - K_3}{K_3 n_2} + \bar{t}_{ш}, \quad (3.36)$$

де  $Q_{6.6}$  - маса вільних волокон тобто волокон, що виходять із машини після припинення живлення, г;  $T_{cmp}$  - лінійна густина стрічки, ктекс;  $v_{под}$  - швидкість стрічки, м/хв;  $n_2$  - частота обертання головного барабана, хв<sup>-1</sup>;  $\hat{E}_c$  - коефіцієнт знімання волокон з головного барабана;  $\bar{t}_{ш}$  - середній час перебування волокна в гарнітурі шляпок, хв:

$$\bar{t}_{ш} = \frac{1}{n_2} \left( \frac{1}{K_{3.3}} - \frac{1}{K_3} \right) \quad (3.37)$$

тоді середній час перебування волокна на шляпках і циркуляції волокна головного барабана:

$$\bar{t} = \frac{1}{n_2} \left( \frac{1}{K_{3.3}} - 1 \right) \quad (3.38)$$

Непрямою оцінкою участі шляпок у процесі чесання може служити частка часу перебування волокон на робочих шляпках за час перебування волокна в машині:

$$\delta_{ш} = \bar{t}_{ш} / \bar{t} = \left( \frac{1}{K_{3,3}} - \frac{1}{K_3} \right) / \left( \frac{1}{K_{3,3}} - 1 \right) \quad (3.39)$$

Для розрахунку  $K_3$  за формулою (3.27) і  $\hat{E}_{\phi, \gamma}$  за формулою (3.28) необхідно попередньо визначити експериментальним способом лінійну густину випускаємої стрічки,  $T_{cmp}$ , масу вільних волокон  $Q_{\hat{a}, \hat{a}}$  і лінійну густину потоку на головному барабані  $T_{\hat{a}2}$ .

Дисперсія часу обробки волокон у машині:

$$D = \frac{1}{K_3^2} \left( \frac{1 - K_3}{n_2} + \sum_{k=1}^p p_k t_k \right)^2 = t^{-2} \quad (3.40)$$

де  $p_k$  - ймовірність переходу волокон на  $k$ -ту шляпку;  $t_k$  - час перебування волокон на  $k$ -ій шляпці;  $p$  - число робочих шляпок.

Через відсутність у цей час експериментальних методів визначення  $p_k$  й  $t_k$  розраховують дисперсію:

$$D = \left( \frac{1 - K_{3,3}}{K_{3,3} n_2} \right)^2 = \frac{1}{n_2^2} \left( \frac{1}{K_{3,3} - 1} \right)^2 = t^{-2} \quad (3.41)$$

Волокна, що ввійшли в машину одночасно, у стрічці виявляються зміщеними одні відносно інших на відстань, м:

$$\bar{a} = v_{cmp} (t_2 - t_1),$$

де  $v_{\hat{n}od}$  - швидкість випуску стрічки, м/хв;  $t_2$  - розрахунковий час перебування волокна на барабані й шляпках;  $t_1$  - мінімальний час проходження волокном з гарнітурою головного барабана шляху  $S_{2-5}$  від приймального до знімного барабана, що становить від периметра барабана частина  $\delta_{2-5} = S_{2-5} / \pi D_r$  (див. рис. 3.8):

$$t_1 = \delta_{2-5} / n_r,$$

де  $\delta_{2-5}$  - дуга окружності барабана від приймального через зону шляпок до знімного барабана.

Час  $t_2$  для різних волокон характеризується математичним очікуванням і дисперсією. При  $t_2 = \bar{t}$  між волокнами, що потрапили на барабан одночасно, зміщення в стрічці:

$$\bar{a} = v_{cmp} (\bar{t} - t_1) = \frac{v_{cmp}}{n_2} \left( \frac{1}{K_{3,3}} - 1 + \delta_{2-5} \right). \quad (3.42)$$



**Участь головного барабана й шляпок у вирівнюючих і змішувальних діях чесальної машини.** Участь головного барабана й шляпок у вирівнюванні визначають відповідно до часток вільних волокон у гарнітурі кожного із цих органів.

Вільні волокна головного барабана утворюють на його гарнітурі безперервний потік змінної лінійної густини.

Частина цього потоку на дузі від приймального барабана до шляпок має лінійну густину  $T_{a1}$  і від шляпок до знімного барабана має лінійну густину  $T_{a2}$ , а інша частина на дузі  $S_{2-5}$  від знімного до приймального барабана -  $T_{a\zeta a\ddot{e}}$ . Зневажаючи малою масою відходів під барабаном, приймаємо  $Y_r = 0$  й одержуємо:

$$T_{2.3a1} = T_{22}(1 - K_3).$$

Маса вільних волокон у гарнітурі головного барабана, м:

$$Q_{6.6.2} \approx [\delta_{2-5} + (1 - \delta_{2-5})(1 - K_3)]\pi D_2 T_{22},$$

$$Q_{6.6.2} \approx [1 - K_3(1 - \delta_{2-5})(1 - K_3)]\pi D_2 T_{cmp} E_3 E_4 / K_3$$

або

$$Q_{6.6.2} = (1/K_3 - 1 + \delta_{2-5})\pi D_2 T_{cmp} E_3 E_4, \quad (3.43)$$

де  $\delta_{2-5}$  - відношення довжини дуги  $S_{2-5}$  до периметра головного барабана:

$$S_{2-5} = \delta_{2-5}\pi D_2.$$

Частка маси вільних волокон у гарнітурі головного барабана  $Q_{\hat{a}\hat{a}\hat{a}}$  в загальній масі вільних волокон машини  $Q_{\hat{a}\hat{a}}$ , м:

$$\delta\{Q_{6.6.2}\} = Q_{6.6.2} / Q_{6.6} = [1 - K_3(1 - \delta_{2-5})\pi D_2 T_{cmp} E_3 E_4 / (K_3 Q_{6.6})] \quad (3.44)$$

або

$$\delta\{Q_{6.6.2}\} = Q_{6.6.2} / Q_{6.6} = [1 - K_3(1 - \delta_{2-5})]K_{3.3} / K_3. \quad (3.45)$$

Частка маси вільних волокон гарнітури шляпок  $Q_{\hat{a}\hat{a}\hat{o}}$  у загальній масі вільних волокон машини:

$$\delta\{Q_{6.6.u}\} = 1 - \delta\{Q_{6.6.2}\}. \quad (2.46)$$

Приймаючи  $\delta_{2-5} = 0,5$  і вважаючи, що  $K_\zeta = (1 - \delta_{2-5}) = 0$  через незначимість щодо одиниці, знаходимо масу вільних волокон гарнітури головного барабана й шляпок, що беруть участь у вирівнюванні й змішуванні потоку волокон:

$$\delta\{Q_{6.6.2}\} = K_{3.3} / K_3 = Q_{6.6.2} / Q_{6.6} \quad (3.47)$$

$$\delta\{Q_{6.6.u}\} = 1 - K_{3.3} / K_3 = 1 - Q_{6.6.2} / Q_{6.6}. \quad (3.48)$$

**Приклад.** Частота обертання головного барабана чесальної машини ЧМ-60  $n_2 = 373 \text{ хв}^{-1}$ , ширина потоку волокон на гарнітурі барабанів  $B = 1 \text{ м}$ , загальна кількість відходів  $Y=5\%$ , швидкість випуску стрічки  $v_{cmp} = v_{6.cmp} = 140 \text{ м/хв}$ , часткова витяжка між головним і знімним барабанами  $E_3 = 0,05$ , а між знімним барабаном і валиками стрічкоукладача  $E_4 = 1,87$ , частка в периметрі головного барабана довжини дуги його поверхні, що несе шар вільних волокон лінійної густини  $(1-K_3)T_{22}$  становить  $\delta_{2-5} = 0,5$ . Експериментально визначені лінійна густина стрічки  $T_{cmp} = 3,8 \text{ ктекс}$ , лінійна густина потоку, що підводиться головним барабаном до знімного,  $T_{22} = 5,071 \text{ ктекс}$ , загальна маса вільних волокон на гарнітурах барабана й шляпок  $Q_{6.6} = 23,4 \text{ г}$ . Розрахувати: 1) коефіцієнти знімання  $K_3$  і  $K_{3,3}$ ; 2) середній час  $t$  і дисперсію  $D$  часу перебування волокна в чесальній машині, частку часу  $\delta_{uu}$  перебування волокна на шляпках від часу обробки волокон, середнє зміщення волокон в стрічці, для яких  $t_1 = \delta_{2-5}/n_2; t_2 = t$ ; 3) частку вільних волокон у гарнітурі шляпок і головного барабана в загальній масі вільних волокон.

**Рішення.** 1. Розрахунок коефіцієнтів знімання. За формулою (3.30):

$$K_3 = T_{2,3} / T_{22}$$

Попередньо розраховують лінійну густина волокон частини потоку, що переходить на знімний барабан:

$$T_{2,3} = 3,8 \cdot 0,05 \cdot 1,87 = 0,355 \text{ г/м},$$

тоді

$$K_3 = 0,355 / 5,071 = 0,07.$$

За формулою (3.31):

$$K_{3,3} = 3,8 \cdot 0,05 \cdot 1,87 \cdot 3,14 \cdot 1,28 / 23,4 = 0,061.$$

2. Розрахунок середнього часу, дисперсії часу перебування волокна в зоні «барабан - шляпка» і частки часу перебування волокна на шляпках у часі обробки волокна:

- середній час перебування волокна в гарнітурі шляпок за формулою (3.34):

$$\bar{t}_{uu} = \frac{1}{373} \left( \frac{1}{0,061} - \frac{1}{0,07} \right) = 5,65 \cdot 10^{-3} \text{ мін} = 0,34 \text{ с};$$

- середній сумарний час перебування волокна на шляпках і циркуляції на головному барабані за формулою (3.38):

-

$$\bar{t} = \frac{1}{373} \left( \frac{1}{0,061} - 1 \right) = 0,04127 \text{ хв} = 2,476 \text{ с};$$

- дисперсія часу обробки волокна в зоні «барабан -шляпка» за формулою (3.41):

$$D = \left( \frac{1 - 0,061}{0,061 \cdot 373} \right)^2 = 0,0413^2 = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ хв}^2 = 6,14 \text{ с}^2$$

- середня частка часу перебування волокна на робочих шляпках у часі перебування волокна в зоні «барабан -шляпка» чесальної машини:

$$\delta_{ui} = 5,65 / (10^3 \cdot 0,0413) = 0,137 \text{ або } 13,7 \%$$

Час  $\bar{t}$  розрахований за формулою (3.35):

$$\bar{t} = 23,4 / (3,8 \cdot 140) = 0,4379 \text{ хв.}$$

Різниця між часом  $\bar{t}$ , розрахованим за формулою (3.35), і часом  $t$ , розрахованим за формулою (3.36), становить +6,03 %.

Середнє зміщення в стрічці між волокнами, що одночасно ввійшли в машину:

$$\bar{a} = \frac{140}{373} \left( \frac{1}{0,061} - 1 + 0,5 \right) = 5,96 \approx 6 \text{ м}$$

3. Розрахунок частки маси вільних волокон на гарнітурі шляпок і головного барабана, що беруть участь у вирівнюванні чесальною машиною, у загальній масі вільних волокон.

Маса вільних волокон головного барабана розраховується за формулою (3.43):

$$Q_{в.в.г} = (1/0,07 - 1 + 0,5) 3,14 \cdot 1,28 \cdot 3,8 \cdot 0,05 \cdot 1,87 = 19,9 \text{ г.}$$

Частка  $Q_{в.в.г}$  в загальній масі вільних волокон у машині:

$$\delta\{Q_{в.в.г}\} = 19,9 / 23,4 = 0,85, \text{ або } 85 \%$$

Частка  $Q_{в.в.ш}$  в загальній масі вільних волокон розраховується за формулою (3.44):

$$\delta\{Q_{в.в.ш}\} = 1 - 0,85 = 0,15, \text{ або } 15\%.$$

Порівнюючи частки участі шляпок у розчісуванні й вирівнюванні потоку, розраховані за часом перебування волокон у робочих шляпках  $\delta_{ui} = 0,137$  і по масі вільних волокон у шляпках  $\delta\{Q_{в.в.ш}\} = 0,15$ , можна відзначити порівняно близькі чисельні значення цих величин.

**Ступінь чесання волокон приймальним барабаном.** Ступінь чесання, тобто число зубців приймального барабана, що приходить на одне волокно потоку, що надходить у машину:

$$S_{np} = \frac{Z_{np} n_{np} T_s \lambda}{10^3 T_{жив} v_{жив}} \quad (3.49)$$

або

$$S_{np} = \frac{Z_{np} n_{np} T_e \lambda}{10^3 T_{cmp} v_{cmp}} \frac{100 - y}{100} \quad (3.50)$$

або

$$S_{np} = \frac{60 Z_{np} n_{np} T_e \lambda}{10^9 P_T} \frac{100 - y}{100} \quad (3.51)$$

де  $Z_{np}$  - число зубців на приймальному барабані, що розраховують за формулою (3.5);  $n_{np}$  - частота обертання приймального барабана,  $\text{хв}^{-1}$ ;  $T_e, T_{жив}, T_{cmp}$  - лінійна густина відповідно волокна, живильного настилу й стрічки, текс;  $\lambda$  - середня довжина волокна, мм;  $v_{від}, v_{под}$  - швидкість відповідно живильного настилу й стрічки, м/хв;  $P_T$  - теоретична продуктивність чесальної машини (по стрічці), кг/год.

**Модуль робочої пари барабана.** Модуль робочої пари дорівнює числу обертів барабана за час, протягом якого волокна, що перейшли з барабана на робочий валик, переходять на знімно-передавальний валик і повертаються барабану:

$$M = n_{np} \delta \left( \frac{1}{n_p} + \frac{1}{n_{c.n}} \right), \quad (3.52)$$

де  $n_{n.p}, n_p, n_{z.n}$  - частота обертання відповідно барабана, робочого й знімно-передавального валиків,  $\text{хв}^{-1}$ ;  $\delta$  - частка довжини окружності робочого й знімно-передавального валиків, що передають робочий шар волокон ( $\delta \approx 0,75$ ).

**Ступінь чесання волокон у зоні «барабан - шляпки».** Ступінь чесання волокон у зоні «барабан - шляпки» можна оцінити сумою ступеня чесання волокон зубами барабана й ступеня чесання голками шляпок. При цьому передбачаються ймовірні варіанти руху волокон:

- волокно закріплюється на шляпці, прочошується гарнітурою головного барабана, але не переходить на нього, а виноситься шляпкою у складі шляпкових пачосів;

- волокно, що утримується якийсь час головним барабаном, прочошується послідовно розташованими шляпками;

- волокно, що затримується на деякий зовсім малий час на шляпці, прочошується головним барабаном, а потім переходить на цей барабан; такий процес може повторюватися багаторазово.

Середня маса вільних волокон, що закріплюються на шляпках, становить 1/40... 1/120 частини від маси шляпкових пачосів.

Аналіз процесу чесання для одержання розрахункових формул ступеня чесання зроблений за умов:

- враховувався вплив дії чесання на волокно тільки тих зубців барабана й голок шляпок, які не завантажені вільними волокнами, утримувані даним робочим органом;

- не враховувалися вільні волокна, що виносяться із зони чесання й попадають у шляпкові пачоси.

Ступінь чесання зубами головного барабана вільних волокон, утримуваних голками шляпок, зуб/волокно:

$$S_z = \frac{\lambda}{tb \cdot 10^3} \left( \frac{BT_6}{T_{cmp} E_3 E_4} - \frac{d_6}{K_3 \cdot 10^3} \right). \quad (3.53)$$

Ступінь чесання голками шляпок вільних волокон, утримуваних зубами головного барабана, голок/волокно:

$$S_{uu} = \frac{Z_{y.uu} \lambda}{10^2} \left[ \frac{T_6 ABp \cdot 10^3}{T_{cmp} E_3 E_4 \pi D_a} - d_6 \left( \frac{1}{K_{3.3}} - \frac{1}{K_3} \right) \right] (1 - K_3), \quad (3.54)$$

де  $Z_{y.uu}$  - щільність гарнітури шляпок, тобто число голок на 1 см<sup>2</sup> поверхні шляпок;  $A$  - ширина набору голчастої пластини ( $A = 0,022$  м);  $p$  - число шляпок у робочій зоні;  $d_6$  - розрахунковий діаметр волокна, мм;  $B$  - ширина потоку волокон на гарнітурі, м;  $D_a$  - діаметр барабана, м.

Сумарний ступінь чесання в зоні «барабан - шляпки», впливів/волокно, обчислюється за формулою:

$$S = S_z + S_{uu} \quad (3.55)$$

### 3.8. Якість прочосу та стрічки

Якість прочосу визначається числом дефектів в 1 г прочосу. Залежно від числа дефектів в 1 г прочосу йому дається оцінка «відмінно», «добре» або «задовільно». Прочіс повинен бути рівномірним за своєю структурою, розташуванню волокон, не мати «хмарності», дір і рваних країв.

Якість стрічки оцінюють, порівнюючи її фактичну лінійну густину із номінальною (за планом прядіння) при перезаправленні й перевірці плану прядіння, після капітального, середнього ремонту, при перевірці виходу відходів.

Лінійна густина стрічки  $T_{cmp}$  повинна задовольняти умові:

$$T_n(1 - 0,01d_2) \leq T_{cmp} \leq T_n(1 + 0,01d_1), \quad (3.56)$$

де  $T_n$  - номінальна лінійна густина стрічки;  $d_1$  і  $d_2$  - відхилення кондиційної лінійної густини від номінальної відповідно в більшу й меншу сторону, що допускаються стандартом, %, за умови використання цієї стрічки.

Нерівнота чесальної стрічки по масі довгих відрізків для одержання пряжі I, II й III сортів не повинна перевищувати відповідно 4,0; 4,8 або 6,0 % [8].

Нерівнота чесальної стрічки по масі коротких (3 см) відрізків не повинна перевищувати 4,0 %, за результатами випробувань на приладі «Устер» не більше 4,0 %.

Розраховують квадратичну нерівноту стрічки, %, за формулою [11]:

$$C = (S/\bar{x})100, \quad (3.57)$$

де  $\bar{x}$  - середня арифметична маса відрізка, м;  $S$  - середнє квадратичне відхилення заміряних мас відрізків від середньої маси, м.

### 3.9. Завдання для розрахунку

3.63. Розрахувати число волокон на 1 м<sup>2</sup> поверхні приймального барабана при параметрах заправлення чесальної машини, наведених у таблиці 3.6.

3.64. За умовами завдання 3.63, заправним параметрам й експериментально визначеною лінійною густиною потоку на головному барабані  $T_{2,2} = 6$  ктекс і масі вільних волокон  $Q_{6,6} = 28$  м розрахувати коефіцієнт знімання  $K_3$  й еквівалентний коефіцієнт знімання  $K_{3,3}$ .

Таблиця 3.6.

Параметр	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$d_{np}$ , мм	248	248	248	254	254	248	234	248	248	248
$d_z$ , мм	670	1290	1290	1290	670	1290	670	1290	1290	1290
$n_{np}$ , хв <sup>-1</sup>	1628	786	786	786	635	786	1363	635	786	635
$n_z$ , хв <sup>-1</sup>	725	380	308	380	772	380	802	308	380	308
$Z_{np}$ , зуб	27000	-	-	-	49000	-	-	-	29000	-
$t$ , мм	-	6,5	6,5	8	-	8	8	6,5	-	6,5
$b$ , мм	-	2,5	2,5	1,1	-	1,1	1,1	2,5	-	2,5
$E_2$ , %	-	1,2	-	1,5	-	-	1,1	-	-	-
$U$ , %	3,8	4	4,5	4	3,8	3,5	4	3,5	4	3,8
$T_{жив}$ , ктекс	500	-	-	-	-	-	600	500	-	-
$T_{стр}$ , ктекс	-	-	3,6	3,8	-	-	-	-	4	3,8
$T_n$ , ктекс	0,14	0,15	0,17	0,16	0,17	0,16	0,13	0,17	0,17	0,16
$l$ , мм	30	32	31	36	32	32	33	32	34	32
$V_{жив}$ , м/хв	1,5	-	-	-	-	-	2,6	2	-	-
$V_{стр}$ , м/хв	-	-	140	160	-	-	-	-	300	250
$P_T$ , кг/год	-	40	-	-	38	40	-	-	-	-

3.65. За умовами завдання 3.63 розрахувати лінійну густину потоку на приймальному барабані  $T_{np}$ ; потоку на головному барабані, що перейшов з приймального,  $T_{2,жив}$ ; потоку, що віддає головний барабан знімному,  $T_{2,3}$ ; потоку на знімному барабані  $T_3$ ; залишкового потоку на головному барабані, що підводиться до зони взаємодії із приймальним барабаном,  $T_{2,зал}$ ; повного потоку на головному барабані, сформованого в зоні приймального барабана й такого, що підводиться до шляпок,  $T_{21}$ .

3.66. Розрахувати середнє число волокон  $m_{2,жив}$  у поперечному перерізі потоку на поверхні головного барабана, що переходить із приймального, якщо швидкість подачі шару живильним циліндром  $V_{жив} = 1,6$  м/хв, діаметр головного барабана  $D_z = 280$  мм, частота обертання головного барабана  $n_z = 450$  хв<sup>-1</sup>, лінійна густина живильного шару  $T_{жив} = 400$  ктекс, лінійна густина волокон  $T_6 = 0,17$  текс, кількість відходів у зоні приймального барабана  $y_{np} = 1,2$  %.

3.67. У скільки разів можна збільшити продуктивність чесальної машини при збереженні незмінного повного завантаження, г/м, поверхні головного барабана, якщо збільшити коефіцієнт знімання волокон з головного барабана із  $K_3 = 0,04$  до  $K_3 = 0,08$  при незмінній частоті обертання головного барабана? Розрахувати сумарне завантаження, г/м, поверхні головного барабана волокнами залишкового шару  $T_{\text{з.зал}}$  й волокнами, що поступають на кожному оберті зі сторони приймального барабана,  $T_{\text{з.жив}}$ , г/м, якщо продуктивність чесальної машини  $P_T = 30$  кг/год, ширина шару волокон на барабані  $B = 1$  м, діаметр головного барабана по вершинах голок  $D_2 = 1,28$  м, частота обертання його  $n_2 = 300$  хв<sup>-1</sup> і коефіцієнт знімання волокон з головного барабана  $K_3 = 0,08$ .

3.68. Розрахувати лінійну густину чесальної стрічки  $T_{\text{стр}}$ , текс, середнє число волокон у поперечному перерізі стрічки, продуктивність чесальної машини  $P_T$ , кг/год, за умов роботи: лінійна густина потоку волокон на знімному барабані  $T_3 = 7$  ктекс, частота обертання знімного барабана  $n_2 = 30$  хв<sup>-1</sup>, витяжка продукту між знімним барабаном і валиками стрічкоукладача  $E_4 = 2$ , середня лінійна густина волокон  $T_6 = 0,17$  текс.

3.69. Розрахувати теоретичну продуктивність  $P_T$ , кг/год, чесальної машини ЧММ-14, лінійну густину стрічки  $T_{\text{стр}}$ , ктекс, потоку волокон на знімному барабані  $T_3$  і потоку, що знімається з поверхні головного барабана перед згущенням  $T_{2,3}$ , якщо середня маса однометрових відрізків стрічки  $g = 3$  г, частота обертання знімного барабана  $n_3 = 25$  хв<sup>-1</sup>, витяжка між знімним барабаном і валиками стрічкоукладача  $E_4 = 2$ .

3.70. Розрахувати теоретичну продуктивність  $P_T$ , кг/год, чесальної машини ЧММ-14, лінійну густину стрічки  $T_{\text{стр}}$ , ктекс, шару волокон на головному барабані в зоні між шляпками й знімним барабаном  $T_{2,2}$ , якщо середня маса однометрових відрізків стрічки  $g = 3,1$  г, частота обертання головного барабана  $n_2 = 720$  хв<sup>-1</sup>, знімного барабана  $n_3 = 24$  хв<sup>-1</sup>, витяжка між знімним барабаном і валиками стрічкоукладача  $E_4 = 2$ , коефіцієнт знімання волокон знімним барабаном з головного  $K_3 = 0,08$ .

3.71. Розрахувати лінійну густину чесальної стрічки  $T_{\text{стр}}$ , ктекс, і продуктивність чесальної машини  $P_T$ , кг/год, за умов роботи: лінійна густина потоку волокон на приймальному барабані  $T_{\text{пр}} = 600$  текс, лінійна швидкість приймального барабана  $v_{\text{пр.б}} = 600$  м/хв, знімного барабана  $v_3 = 70$  м/хв, витяжка між знімним барабаном і валиками стрічкоукладача  $E_4 = 1,8$ , вихід шляпкових пачосів й відходів під головним барабаном  $y_r = 3$  %.

3.72. Розрахувати середній час  $\bar{t}$  і дисперсію  $D$  часу перебування волокон у чесальній машині ЧМ-60 при наступних умовах роботи: частота обертання головного барабана  $n_2 = 380$  хв<sup>-1</sup>, витяжка між головним барабаном і валиками стрічкоукладача  $E_3 E_4 = 0,08$ , лінійна густина стрічки  $T_{\text{стр}} = 3,5$  ктекс;

експериментально визначені маса вільних волокон  $Q_{6.6} = 30$  г і лінійна густина потоку, що підводиться до знімного барабана,  $T_{z2} = 6$  ктекс.

Вказівка: попередньо розрахувати за формулами (3.30) і (3.31) коефіцієнти  $K_3$  і  $K_{3.9}$ .

3.73. Вирішити завдання 3.72, визначивши середній час перебування волокон у чесальній машині за формулою (3.36). Оцінити абсолютну й відносну (%) різницю результатів розрахунків за формулами (3.35) і (3.36).

3.74. За умовами завдання 3.72 розрахувати: а) частку часу перебування волокон на шляпках  $\delta_{ш}$  у середньому часі перебування волокон у чесальній машині; б) частку вільних волокон на гарнітурах шляпок  $\delta\{Q_{6.6.ш}\}$  у всій масі вільних волокон  $Q_{6.6}$ .

3.75. Розрахувати середнє число впливів на одне волокно: а)  $S_z$  - зубців головного барабана на вільне волокно, що перебуває в гарнітурі шляпок; б)  $S_{ш}$  - голок шляпок на волокно потоку на головному барабані; в)  $S$  - сумарне за умов кардочесання: діаметр головного барабана  $D_z = 1,29$  м, ширина волокнистого потоку на гарнітурі  $B = 1$  м, крок зубців гарнітури барабана  $t = 1,8$  мм, крок витків гарнітури  $b = 1$  мм, питома щільність голок на шляпках  $Z_{y.m} = 48$  голок/см<sup>2</sup>, ширина набору голчастої платини шляпки  $A = 22$  мм, лінійна густина волокон  $T_6 = 0,17$  текс, середня довжина волокон  $\lambda = 30$  мм, лінійна густина стрічки  $T_{cmp} = 4$  ктекс, витяжка між головним барабаном і валиками стрічкоукладача  $E_3E_4 = 0,04$ ; експериментально визначена маса вільних волокон  $Q_{6.6} = 20,6$  м і лінійна густина потоку, що підводиться до знімного барабана,  $T_{z2} = 4,34$  ктекс, число шляпок у робочій зоні  $p = 40$ .

Вказівка: попередньо розрахувати коефіцієнти  $K_3$  і  $\hat{E}_{c,y}$  за формулами (3.30) і (3.31) і розрахунковий діаметр волокна  $d_6$ .

3.76. Скільки зубців приймального барабана чесальної машини приходить на одне волокно живильного шару при наступних умовах: на приймальному барабані гарнітура 209Т, запресована в шестизахідну канавку, що має крок гвинтової лінії 25,4 мм, тобто відстань між витками стрічки  $b = 4,2$  мм, діаметр приймального барабана по вершині зубців  $D_{np} = 234$  мм, крок зубців гарнітури  $t = 6,5$  мм, ширина волокнистого потоку  $B = 1$  м, лінійна густина живильного шару  $T_{жив} = 400$  ктекс, волокон  $T_6 = 0,17$  текс, середня довжина волокон  $\lambda = 30$  мм, швидкість живильного циліндра  $v_{жив} = 1,25$  м/хв, частота обертання приймального барабана  $n_{np.б} = 800$  хв<sup>-1</sup>.

3.77. У скільки разів й як зміниться число зубців приймального барабана, що доводяться на одне волокно, якщо при продуктивності, що відповідає умовам завдання 3.76, використати приймальний барабан того ж діаметра по вершинах зубців, обтягнутий безканавочним способом гарнітурою Л-50 із кроком зубців  $t = 6,5$  мм і відстанню між витками  $b = 2,5$  мм?



3.78. Скільки зубців приймального барабана чесальної машини доводиться на одне волокно живильного шару при наступних умовах: приймальний барабан діаметром  $D_{np.б} = 248$  мм обтягнуть гарнітурою Л-51 безканавочним способом з відстанню між витками  $b = 2,5$  мм, кроком зубців  $t = 6,5$  мм, частота обертання приймального барабана  $n_{np.б} = 786$  хв<sup>-1</sup>, ширина волокнистого потоку  $B = 1$  м, лінійна густина волокон  $T_g = 0,17$  текс, випускамої стрічки  $T_{cmp} = 4$  ктекс, середня довжина волокон  $\lambda = 30$  мм, швидкість випуску стрічки  $v_{cmp} = 120$  м/хв, вихід стрічки з настилу  $\varphi = 97$  %?

3.79. Розрахувати число обертів приймального барабана чесальної машини ЧМД-4 (див. рис. 3.8) за час руху волокна з робочим і знімно-передавальними валиками до повернення його на приймальний барабан при наступних умовах: діаметри шківів  $D_1 = 140$  мм,  $D_2 = 240$  мм, числа зубців змінних шестерень  $Z_a = 48$  зуб.,  $Z_b = 28$  зуб.,  $Z_c = 27$  зуб.,  $Z_d = 41$  зуб., частина окружності знімного й знімно-передавального валиків, через яку проходить волокно, захоплене робочою парою,  $\delta = 0,75$ .

3.80. Розрахувати число обертів приймального барабана чесальної машини за час руху волокна в робочій парі під приймальним барабаном, що обертається із частотою  $n_{np.б} = 1290$  хв<sup>-1</sup>, при частотах обертання робочого валика  $n_p = 4$  хв<sup>-1</sup> і знімно-передавального валика  $n_{с.п} = 750$  хв<sup>-1</sup>.

3.81. Розрахувати число зубців приймального барабана, що доводиться на одне волокно прочісуваного шару, при параметрах заправлення чесальної машини, наведених у завданні 3.63.

3.82. Розрахувати частоту обертання приймального барабана, при якій число його зубців, що приходяться на одне прочісуване волокно,  $S = 0,15$ , якщо число зубців на поверхні приймального барабана  $Z_{np} = 27000$ , середня довжина волокон  $\lambda = 30$  мм, лінійна густина волокон  $T_g = 0,17$  текс, вихід відходів з живильного шару на машині  $Y = 6$  %, чесальна машина випускає 40 кг/год чесальної стрічки.

3.83. Розрахувати теоретичну продуктивність чесальної машини (кг чесальної стрічки в годину), при якій ступінь чесання приймальним барабаном, тобто число його зубців, що приходяться на одне прочісуване волокно,  $S = 0,14$ , якщо частота обертання приймального барабана  $n_{np.б} = 600$  хв<sup>-1</sup>, число зубців на приймальному барабані  $Z_{np} = 27000$ , середня довжина волокон  $\lambda = 30$  мм, лінійна густина волокон  $T_g = 0,16$  текс, вихід чесальної стрічки з переробляемого настилу  $\varphi = 94$  %.

3.84. Розрахувати середню масу пучка волокон, що приходяться на один зуб приймального барабана, при параметрах заправлення чесальної машини, наведених у завданні 3.64.

3.85. Розрахувати середнє зміщення двох волокон у чесальній стрічці, що одночасно потрапили на головний барабан чесальної машини, при наступних умовах: частота обертання головного барабана  $n_g = 380$  хв<sup>-1</sup>, коефіцієнт знімання

волокон з головного барабана  $K_3 = 0,057$ , еквівалентний коефіцієнт знімання волокон  $K_{3,9} = 0,049$ ; волокно  $A$  рухається з головним барабаном до знімного барабана, і волокно  $B$  перебуває на гарнітурах барабана й шляпок протягом середнього часу  $t$ , швидкість випуску стрічки  $v_{cmp} = 120$  м/хв.

3.86. Чесальна стрічка з машини ЧМД-5 використовується при виготовленні пряжі I сорту. При випробуванні середня маса однометрового відрізка стрічки  $x = 3,6$  г, а середнє квадратичне відхилення маси відрізків  $S = 0,15$  г. Чи задовольняє стрічка по рівномірності вимогам галузевих норм?

3.87. Чесальна стрічка з машини ЧМД-5 використовується при виготовленні пряжі II сорту. При випробуванні середня маса однометрового відрізка стрічки  $x = 3,8$  г, а середнє квадратичне відхилення маси відрізків  $S = 0,16$  г. Чи задовольняє стрічка по рівномірності вимогам галузевих норм?

3.88. Чесальна стрічка з машини ЧМД-5 використовується для виготовлення пряжі I сорту. При випробуванні середня маса однометрового відрізка стрічки  $x = 3,2$  г, а середнє квадратичне відхилення маси відрізків  $S = 0,16$  г. Чи задовольняє стрічка по рівномірності вимогам галузевих норм?

3.89. Чесальна стрічка з машини ЧМД-5 використовується для виготовлення пряжі II сорту. При випробуванні середня маса однометрового відрізка стрічки  $x = 2,8$  г, а середнє квадратичне відхилення маси відрізків  $S = 0,16$  г. Чи задовольняє стрічка по рівномірності вимогам галузевих норм?

3.90. Чесальна стрічка з машини ЧМД-5 використовується для виготовлення пряжі I сорту. При випробуванні середня маса однометрового відрізка стрічки  $x = 3,4$  г, а середнє квадратичне відхилення маси відрізків  $S = 0,18$  г. Чи задовольняє стрічка по рівномірності вимогам галузевих норм?

3.91. Чесальна стрічка з машини ЧМД-5 використовується для виготовлення пряжі II сорту. При випробуванні середня маса однометрового відрізка стрічки  $x = 3,4$  г, а середнє квадратичне відхилення маси відрізків  $S = 0,20$  г. Чи задовольняє стрічка по рівномірності вимогам галузевих норм?

3.92. При виготовленні основної пряжі  $T_n = 20$  текс, використовується чесальна стрічка номінальної лінійної густини  $T_n = 3,5$  ктекс. Розрахувати межі лінійної густини стрічки  $T_{cmp\ min}$  й  $T_{cmp\ max}$ , у яких допускається відхилення фактичної лінійної густини  $T_{cmp.\phi}$  від номінальної.

3.93. При виготовленні утокової пряжі  $T_n = 25$  текс використовується чесальна стрічка номінальної лінійної щільності  $T_n = 3,6$  ктекс. При технічному контролі фактична лінійна густина  $T_{cmp.\phi}$  чесальної стрічки виявилася рівна, ктекс: а) 3,75; б) 3,7; в) 3,65; г) 3,55; д) 3,45. Вкажіть й обґрунтуйте, яка фактична лінійна густина стрічки укладається в припустимі межі її відхилення від номінального значення?

3.94. При виготовленні утокової пряжі  $T_n = 18,5$  текс використовується чесальна стрічка номінальної лінійної густини (за планом прядіння)  $T_n = 3,2$  ктекс. Розрахувати межі лінійної густини стрічки  $T_{cmp\ min}$  й  $T_{cmp\ max}$ , які

фактично може мати вироблювана чесальна стрічка, а також граничні середні маси, г, відрізків стрічки довжиною 5 м, визначені при технічному контролі.

3.95. При кардочесанні тонковолокнистої бавовни пильного очищення довжиною 38...40 мм отриманий прочіс, що містить 140 дефектів в 1 г. Яка оцінка (відмінно, добре, задовільно) відповідає даній якості прочосу?

3.96. При кардочесанні тонковолокнистої бавовни пильного очищення довжиною 38...40 мм отриманий прочіс, що містить 160 дефектів в 1 г. Яка оцінка (відмінно, добре, задовільно) відповідає даній якості прочосу?

3.97. При кардочесанні середньоволокнистої бавовни пильного очищення довжиною 33...35 мм отриманий прочіс, що містить 100 дефектів в 1 г. Яка оцінка (відмінно, добре, задовільно) відповідає даній якості прочосу?

3.98. При кардочесанні тонковолокнистої бавовни пильного очищення довжиною 38...40 мм отриманий прочіс, що містить 100 дефектів в 1 г. Яка оцінка (відмінно, добре, задовільно) відповідає даній якості прочосу?

3.99. При кардочесанні середньоволокнистої бавовни пильного очищення довжиною 31...33 мм отриманий прочіс, що містить 115 дефектів в 1 г. Яка оцінка (відмінно, добре, задовільно) відповідає даній якості прочосу?

3.100. При кардочесанні середньоволокнистої бавовни пильного очищення довжиною 28-31 мм отриманий прочіс, що містить 100 дефектів в 1 г. Яка оцінка (відмінно, добре, задовільно) відповідає даній якості прочосу?

### **3.10. Кількість відходів на чесальній машині. Ефект очищення**

**Кількість відходів.** На чесальній машині залежно від умов кардочесання виділяється до 6 % відходів різного виду [4]. Кількість, %, відходів кожного виду приймають, керуючись галузевими нормами, а також досвідом роботи підприємств залежно від вимог до якості прочосу, стрічки й пряжі з них; від якості сортування волокон, очищувальної здатності устаткування, що передує кардочесанню; від типу чесальної машини; від економічної ефективності виробництва, тощо.

Налагодження, заправлення й обслуговування повинні забезпечити таку роботу чесальної машини, при якій досягаються кращі результати відносно кількості відходів, а отже, виходу стрічки, складу відходів при заданій продуктивності машини.

На машині регулюють наступні показники: у зоні приймального барабана - кількість і склад відділюваного горішка й пуху, у зоні «барабан - шляпки» - кількість шляпкових пачосів, у зоні головного барабана - між знімним і приймальним барабанами - кількість пуху.

Кількість, %, відходів всіх видів, виділених машиною за час випуску стрічки масою  $q_{cmp}$  :

$$y = \frac{\sum q_i}{q_{cmp} + \sum q_i} 100, \quad (3.58)$$

де  $q_i$  - маса виділених машиною відходів  $i$ -го виду за час випуску машиною стрічки масою  $q_{cnp}$ .

Кількість, %, відходів  $i$ -го виду, виділених машиною:

$$y_i = \frac{q_i}{q_{cnp} + \sum q_i} 100, \quad (3.59)$$

Прогнозована кількість шляпкових пачосів у відсотках від переробленої машиною маси волокнистого потоку можна розрахувати за формулою:

$$y_{ш} = \frac{q_{ш} v_{ш} \varphi \cdot 60}{10^3 P_T h}, \quad (3.60)$$

де  $q_{ш}$  - середня маса пачосів на одній шляпці, г;  $v_{ш}$  - швидкість шляпкового полотна, мм/хв;  $P_T$  - продуктивність машини по масі випускаємої стрічки, кг/год;  $h$  - крок ланцюга шляпкового полотна, мм;  $\varphi$  - вихід чесальної стрічки з живильного шару, %.

### 3.11. Завдання для розрахунку

3.101. Розрахувати кількість відходів, що виділяються в зоні приймального барабана у відсотках від маси живильного шару, якщо за 1 год. роботи машини ЧМ-60 отримано 35 кг чесальної стрічки, 1,8 кг волокнистих відходів, у тому числі відходів під приймальним барабаном 0,4 кг.

3.102. Яка кількість шляпкових пачосів у відсотках від переробленої маси волокон виділилась при кардочесанні бавовни, якщо швидкість руху шляпок  $v_{ш}$ , мм/хв, крок шляпкових ланцюгів  $h = 37$  мм, середня маса смужки пачосу з однієї шляпки  $q_{ш}$ , г, вихід стрічки з живильного настилу  $\varphi$ , %, теоретична продуктивність чесальної машини,  $P_T$ , кг/год?

Наведені в умові параметри дані в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7.

Параметр	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$q_{ш}$ , м	2,8	2,5	3,5	3,25	3,2	3,5	4,0	2,8	2,8	3,5
$V_{ш}$ , мм/хв	100	100	80	140	170	140	100	170	170	170
$\varphi$ , %	95	94	97	96	95	94	97	95	95	96
$P_T$ , кг/ГОД	28	20	22	25	28	30	35	40	45	38

3.103. При якій швидкості шляпок  $v_{ш}$ , мм/хв чесальна машина буде виділяти шляпкові пачоси у кількості  $y_{ш}$ , % від маси переробленого настилу, якщо продуктивність по стрічці  $P_T$ , кг/год, виході стрічки з настилу  $\varphi$ , %, середня маса смужки пачосу на одній шляпці  $q_{ш}$ , г, крок ланцюга шляпок  $t = 37$  мм?

Наведені в умові параметри дані в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8.

Параметр	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$q_{ш}, м$	3,0	2,7	3,7	2,8	3,1	2,7	3,2	3,3	3,0	3,5
$P_T, кг/год$	25	28	30	32	34	36	38	40	42	44
$\varphi, \%$	95	97	95	96	97	96	95	97	96	95
$u_{ш}, \%$	1,48	1,7	1,9	1,9	2,0	2,0	2,2	2,2	1,9	2,1

3.104. Для виготовлення пряжі прядильна фабрика використовує сортування бавовни, у якій сміттєві й тверді домішки становлять  $3_0, \%$  від маси суміші, ефект очищення суміші на машинах розпушувально-очисного агрегату  $\mathcal{E}_A = \varepsilon, \%$ , на пневмомеханічних прядильних машинах  $\varepsilon_n, \%$ . Вихід стрічки із суміші  $B, \%$ . Розрахувати: а) загальний необхідний ефект очищення в прядильному виробництві  $\mathcal{E}, \%$ ; б) абсолютний  $\mathcal{E}_q$  і відносний  $\varepsilon_q$  ефекти очищення чесальними машинами. Наведені в умові параметри дані в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9.

Варіант	Параметр							
	$3_0, \%$		$3_0, \%$		$3_0, \%$		$3_0, \%$	
1	1,4	1	1,4	1	1,4	1	1,4	1
2	1,4	2	1,4	2	1,4	2	1,4	2
3	1,7	3	1,7	3	1,7	3	1,7	3
4	1,7	4	1,7	4	1,7	4	1,7	4
5	3,3	5	3,3	5	3,3	5	3,3	5
6	3,4	6	3,4	6	3,4	6	3,4	6
7	2,9	7	2,9	7	2,9	7	2,9	7
8	2,9	8	2,9	8	2,9	8	2,9	8
9	3,2	9	3,2	9	3,2	9	3,2	9
10	3,5	10	3,5	10	3,5	10	3,5	10
11	3,8	11	3,8	11	3,8	11	3,8	11
12	4,0	12	4,0	12	4,0	12	4,0	12
13	3,8	13	3,8	13	3,8	13	3,8	13
14	3,5	14	3,5	14	3,5	14	3,5	14
15	3,0	15	3,0	15	3,0	15	3,0	15
16	3,2	16	3,2	16	3,2	16	3,2	16
17	2,9	17	2,9	17	2,9	17	2,9	17
18	4,2	18	4,2	18	4,2	18	4,2	18
19	4,5	19	4,5	19	4,5	19	4,5	19
20	3,1	20	3,1	20	3,1	20	3,1	20

## 4. СКЛАДАННЯ, ВИТЯГУВАННЯ, ВИРІВНЮВАННЯ. СТРІЧКОВІ МАШИНИ

### 4.1. Розрахунок та регулювання швидкості робочих органів машин за схемою передачі руху

На кінематичній схемі передачі руху робочим органам стрічкової машини є наступні змінні елементи (рис. 4.1):

- шківів різного діаметра, установлювані на валу електродвигуна відповідно до заданої швидкості роботи машини, тобто швидкість випуску стрічки в таз;

- змінні шестерні для забезпечення необхідної загальної та часткових витяжок у витяжному приладі та на машині;

- змінні шестерні для регулювання частоти обертання верхньої тарілки та нижньої тарілки стрічкоукладача відповідно до діаметра використовуваних тазів.

Частоту обертання  $i$ -го робочого органа машини розраховують, використовуючи частоту обертання:

- валу електродвигуна  $n_e$  та передавальне відношення передачі  $i_{e-i}$  від електродвигуна до  $i$ -ого робочого органу машини;

- частоту обертання  $k$ -го робочого органа та передавальне відношення передачі  $i_{k-i}$  від  $k$ -го до  $i$ -ого робочого органу:

$$n_{\text{г}} = n_e i_{\text{г}-i} = n_k i_{k-i} \quad (4.1)$$

**Приклад.** Розрахувати швидкість основних робочих органів стрічкової машини Л2-50-1М при наступних умовах роботи: частота обертання валу електродвигуна  $n_e = 1450 \text{ хв}^{-1}$ ; діаметр шківів на валу електродвигуна  $D_1 = 180$  мм; коефіцієнт ковзання в клинопасовій передачі  $\eta = 0,98$ ; змінні шестерні  $Z_1 = 53$  зуб,  $Z_2 = 48$  зуб,  $Z_3 = 50$  зуб й  $Z_4 = 39$  зуб.

**Рішення.** Розрахунок частоти обертання та швидкості робочих органів:

- головного вала:

$$n_{\text{г.в.}} = n_e \frac{D_1 \eta}{190} \quad (4.2)$$

$$n_{\text{г.в.}} = 1450 \frac{180 \cdot 0,98}{190} = 1346,2 \text{ хв}^{-1}$$

- вибираючих валиків 1 (див. рис. 4.1):

$$n_1 = n_e \frac{D_1 \cdot 36 \cdot 21 \cdot 32 \cdot 50 \cdot 22 \cdot 30}{190 Z_1 \cdot 40 \cdot 26 Z_3 \cdot 32 \cdot 30} = 5306,4 \frac{D_1 \eta}{Z_1 Z_3} = 5306,4 \frac{180 \cdot 0,98}{53 \cdot 50} = 353,22 \text{ хв}^{-1}$$

де 5306,4 - константа;

$$v_1 = \pi d_1 n_1 = 3,14 \cdot 0,05 \cdot 353,22 = 55,48 \text{ м/хв};$$

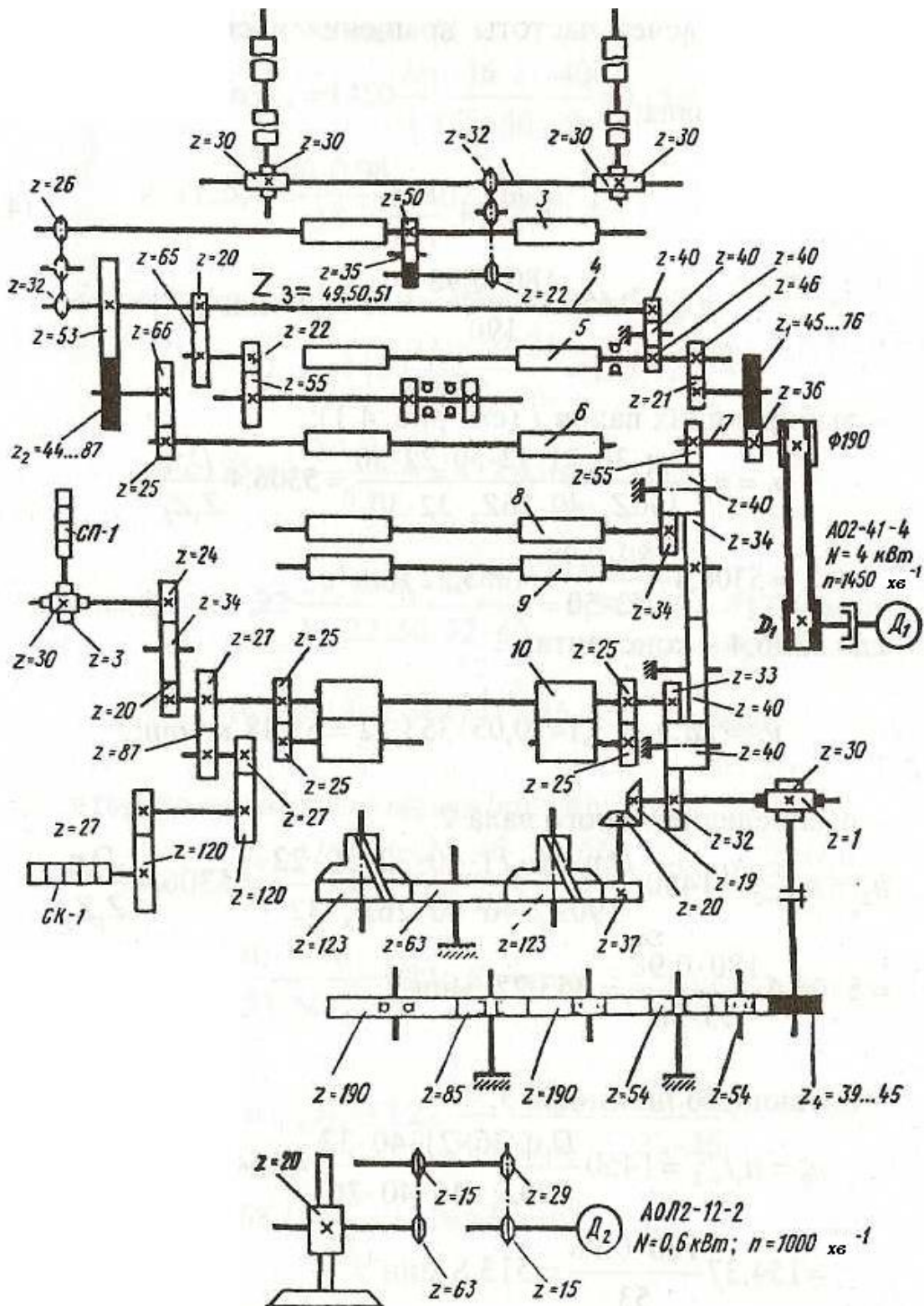


Рис. 4.1. Кінематична схема стрічкової машини Л2-50-1М (діаметр таза 500 мм):

1 - розподільний вал; 2 - вибираючий вал,  $d = 50$  мм; 3 - живильний циліндр  $d = 35$  мм; 4 - проміжний вал; 5 - задній витяжний циліндр  $d = 44$  мм; 6 - середній витяжний циліндр  $d = 28$  мм; 7 - головний вал; 8 - передній витяжний циліндр  $d = 50$  мм; 9 - ущільнюючий вал  $d = 50,5$  мм; 10 - плющильний вал стрічкоукладача  $d = 50$  мм; змінний шків  $D_1 = 100; 135; 165; 180$  та  $205$  мм

- розподільного вала 2:

$$n_2 = n_e i_{e-2} = 1450 \frac{D_1 \eta \cdot 36 \cdot 21 \cdot 40 \cdot 32 \cdot 50 \cdot 22}{190 Z_1 \cdot 46 \cdot 40 \cdot 26 Z_3 \cdot 32} = 5306,4 \frac{D_1 \eta}{Z_1 Z_3} = 5306,4 \frac{180 \cdot 0,98}{53 \cdot 50} = 353,22 \text{ } x\epsilon^{-1}$$

- живильного циліндра 3:

$$n_3 = n_e i_{e-3} = 1450 \frac{D_1 \eta \cdot 36 \cdot 21 \cdot 40 \cdot 32}{190 Z_1 \cdot 46 \cdot 40 \cdot 26} = 153,47 \frac{D_1 \eta}{Z_1} = 153,47 \frac{180 \cdot 0,98}{53} = 513,8 \text{ } x\epsilon^{-1}$$

$$n_3 = n_2 i_{2-3} = 353,22 \frac{30 \cdot 32 Z_3}{30 \cdot 22 \cdot 50} = 10,275 Z_3 = 10,275 \cdot 50 = 513,8 \text{ } x\epsilon^{-1};$$

$$v_3 = 3,14 \cdot 0,035 \cdot 513,8 = 56,49 \text{ } \text{м/хв};$$

- проміжного вала 4:

$$n_4 = n_e i_{e-4} = 1450 \frac{D_1 \eta \cdot 36 \cdot 21 \cdot 40}{190 Z_1 \cdot 46 \cdot 40} = 125,4 \frac{D_1 \eta}{Z_1} = 125,4 \frac{180 \cdot 0,98}{55} = 402,26 \text{ } x\epsilon^{-1}$$

- заднього циліндра 5 витяжного приладу:

$$n_5 = n_e i_{e-5} = 1450 \frac{D_1 \eta \cdot 36 \cdot 21}{190 Z_1 \cdot 46} = 125,42 \frac{D_1 \eta}{Z_1} = 125,42 \frac{180 \cdot 0,98}{53} = 417,45 \text{ } x\epsilon^{-1};$$

$$n_5 = n_1 i_{1-5} = 353,22 \frac{30 \cdot 32 Z_3 \cdot 26 \cdot 40}{30 \cdot 22 \cdot 50 \cdot 32 \cdot 40} = 8,348 \cdot 50 = 417,45 \text{ } x\epsilon^{-1};$$

$$v_5 = 3,14 \cdot 0,044 \cdot 417,45 = 57,7 \text{ } \text{м/хв};$$

- другого (середнього) циліндра 6 витяжного приладу :

$$n_6 = n_e i_{e-6} = 1450 \frac{D_1 \eta \cdot 36 \cdot 21 \cdot 40 \cdot 32 \cdot 53 \cdot 66}{190 Z_1 \cdot 46 \cdot 40 Z_2 \cdot 25} = 17549,23 \frac{D_1 \eta}{Z_1 Z_2} = 17549,23 \frac{180 \cdot 0,98}{53 \cdot 50} = 1216,86 \text{ } x\epsilon^{-1}$$

$$n_6 = n_1 i_{1-6} = 353,22 \frac{30 \cdot 32 Z_3 \cdot 26 \cdot 53 \cdot 66}{30 \cdot 22 \cdot 50 \cdot 32 Z_2 \cdot 25} = 1168,17 \frac{50}{48} = 1216,86 \text{ } x\epsilon^{-1}$$

$$v_6 = 3,14 \cdot 0,028 \cdot 1216,86 = 107,05 \text{ } \text{м/хв};$$

- третього (переднього) циліндра 8 витяжного приладу:

$$n_8 = n_e i_{e-8} = 1450 \frac{D_1 \eta \cdot 55}{190 Z_1 \cdot 34} = 12,345 D_1 \eta = 12,345 \cdot 180 \cdot 0,98 = 2177,7 \text{ } x\epsilon^{-1}$$



$$n_8 = n_1 i_{1-8} = 353,22 \frac{30 \cdot 32 Z_3 \cdot 26 \cdot 40 \cdot 46 Z_1 \cdot 55}{30 \cdot 22 \cdot 50 \cdot 32 \cdot 40 \cdot 21 \cdot 36 \cdot 34} = 0,812 Z_3 Z_1 = 0,812 \cdot 50 \cdot 53 = 2177,7 \text{ хв}^{-1}$$

$$v_8 = 3,14 \cdot 0,050 \cdot 2177,7 = 342 \text{ м/хв};$$

- ущільнюючого вала 9:

$$n_9 = n_e i_{e-9} = n_e \frac{D_1 \eta \cdot 55}{190 \cdot 34} = 1450 \frac{D_1 \eta}{190 \cdot 34} = 12,345 D_1 \eta = 12,345 \cdot 180 \cdot 0,98 = 2177,7 \text{ хв}^{-1}$$

$$v_9 = 3,14 \cdot 0,0505 \cdot 2177,7 = 345,5 \text{ м/хв};$$

- плющильних валиків стрічкоукладача 10 :

$$n_{10} = n_e i_{e-10} = n_e \frac{D_1 \eta \cdot 55}{190 \cdot 33} = 1450 \frac{D_1 \eta}{190 \cdot 33} = 12,72 D_1 \eta = 12,72 \cdot 180 \cdot 0,98 = 2243,7 \text{ хв}^{-1}$$

$$v_{10} = 3,14 \cdot 0,050 \cdot 2243,7 = 352,4 \text{ м/хв};$$

$$v_{10} = 3,14 \cdot 0,05 \cdot 12,72 D_1 \eta = 2 D_1 \eta;$$

(4.3)

$$v_{10} = 2 \cdot 180 \cdot 0,98 = 352,8 \text{ м/хв};$$

- частота обертання верхньої тарілки стрічкоукладача:

$$n_{e.m} = n_{10} i_{10-e.m} = \frac{33 \cdot 19 \cdot 37}{32 \cdot 20 \cdot 123} = 661,2 \text{ хв}^{-1}$$

- частота обертання нижньої тарілки стрічкоукладача:

$$n_{n.m} = n_{e.m} i_{e.m-n.m} = 661,2 \frac{123 \cdot 20 \cdot 1 \cdot 39}{37 \cdot 19 \cdot 30 \cdot 190} = 15,8 \text{ хв}^{-1}.$$

## 4.2. Розрахунок витяжки на стрічковій машині

Загальна витяжка, розрахована по лінійній густині вхідного в машину продукту  $T_{вх}$ , вихідного продукту  $T_{вих}$  та числу складень  $d$  на стрічковій машині:

$$E = \frac{T_{вх.d}}{T_{вих}}. \quad (4.4)$$

Загальна витяжка на стрічковій машині, розрахована за схемою передачі:

$$E = \frac{d_{вин}}{d_{жив}} i_{жив-вин} \quad (4.5)$$

де  $d_{вин}$  - діаметр випускного органа - валиків стрічкоукладача;  $d_{жив}$  - діаметр живильного органа (на машині Л2-50-1М - діаметр вибираючих валів);  $i_{жив-вин}$  - передавальне число від живильного до випускного робочого органа.

При розрахунку загальної витяжки по схемі передач виділяють постійні величини, після чого формула може прийняти наступний вигляд:

$$E_o = \frac{const}{Z_1} \quad (4.6)$$

- коли витяжку змінюють, змінюючи тільки одну витяжну шестерню  $Z_1$ ;

$$E = \text{const} \frac{Z_1}{Z_2}, \quad (4.7)$$

- коли витяжку регулюють, змінюючи число зубців двох змінних витяжних шестерень ( $Z_1$  і  $Z_2$ ):  
або

$$E = \text{const} Z_1 Z_2. \quad (4.8)$$

Відмінність формул (4.7) і (4.8) відповідає різним положенням цих шестерень у кінематичній схемі машини певної моделі.

**Приклад.** Розрахувати загальну та часткові витяжки за схемою передачі стрічкової машини Л2-50-1М при числі зубців змінних шестерень  $Z_1 = 53$ ,  $Z_2 = 48$ ,  $Z_3 = 50$ .

**Рішення.** Загальна витяжка за схемою передачі від вибираючих валів до валиків стрічкоукладача розраховується за формулою (4.1):

$$E = \frac{50 \cdot 30 \cdot 32 Z_3 \cdot 26 \cdot 40 \cdot 46 Z_1 \cdot 55}{50 \cdot 30 \cdot 22 \cdot 50 \cdot 32 \cdot 40 \cdot 21 \cdot 36 \cdot 33} = 0,0024 Z_1 Z_3,$$

де 0,0024 - константа загальної витяжки.

Підставивши значення чисел зубців змінних шестерень, одержуємо:

$$E = 0,0024 \cdot 53 \cdot 50 = 6,36.$$

Часткові витяжки за схемою передачі:

- між живильним циліндром 3 (див. рис. 4.1) і вибираючими валами 1:

$$E_1 = \frac{35 \cdot 30 \cdot 32 Z_3}{50 \cdot 30 \cdot 22 \cdot 50} = 0,0203 Z_3,$$

де 0,02036 - константа часткової витяжки;

$$E_1 = 0,02036 \cdot 50 = 1,018;$$

- між заднім циліндром 5 витяжного приладу та живильним циліндром 3:

$$E_2 = \frac{44 \cdot 26 \cdot 40}{35 \cdot 32 \cdot 40} = 1,0214,$$

- між середнім циліндром 6 і заднім циліндром 5:

$$E_3 = \frac{28 \cdot 40 \cdot 53 \cdot 66}{44 \cdot 40 Z_2 \cdot 25} = \frac{89,04}{Z_2},$$

де 89,04 - константа часткової витяжки;

$$E_3 = 89,04/48 = 1,855;$$

- між переднім циліндром 8 і середнім циліндром 6:

$$E_4 = \frac{50 \cdot 25Z_2 \cdot 40 \cdot 46Z_1 \cdot 55}{28 \cdot 66 \cdot 53 \cdot 40 \cdot 21 \cdot 36 \cdot 34} = 0,001256Z_1Z_2,$$

де 0,001256 - константа часткової витяжки;

$$E_4 = 0,001256 \cdot 53 \cdot 48 = 3,195;$$

- між ущільнюючим валом 9 і переднім циліндром 8:

$$E_5 = \frac{50,5 \cdot 34}{50,5 \cdot 34} = 1,01.$$

- між плющильними валиками 10 стрічкоукладача та ущільнюючим валом 9:

$$E_5 = \frac{50,5 \cdot 34}{50,5 \cdot 33} = 1,02.$$

Загальна витяжка на машині дорівнює:

$$E = E_1E_2E_3E_4E_5E_6; \quad (4.9)$$

$$E = 1,018 \cdot 1,0214 \cdot 1,855 \cdot 3,19 \cdot 1,01 \cdot 1,02 = 6,35.$$

Загальна витяжка, що розрахована по схемі передачі руху:

$$E = \frac{v_{10}}{v_1} = \frac{d_{10}}{d_1} i_{1-10} = \frac{50 \cdot 30 \cdot 32Z_3 \cdot 25 \cdot 40 \cdot 46Z_1 \cdot 55}{50 \cdot 30 \cdot 22 \cdot 50 \cdot 32 \cdot 40 \cdot 21 \cdot 36 \cdot 33} = 0,0024Z_3Z_1, \quad (4.10)$$

де 0,0024 - константа загальної витяжки.

Підставляючи значення чисел зубців  $Z_3 = 50$  і  $Z_1 = 53$ , одержуємо:

$$E = 0,0024 \cdot 50 \cdot 53 = 6,35.$$

### 4.3. Розрахунок та регулювання продуктивності стрічкової машини

Продуктивність стрічкової машини зазвичай визначають по лічильнику, а також по швидкості переднього циліндра витяжного приладу з поправкою на часткову витяжку між валиками стрічкоукладача та переднім циліндром.

Теоретична продуктивність машини, кг/год:

$$P_T = \frac{v_{\text{вип.}} \cdot T_l a \cdot 60}{10^3} = \frac{\pi d_{n.ц} n_{n.ц} E_o T_l a \cdot 60}{10^3}, \quad (4.11)$$

де  $v_{\text{вип.}}$  - швидкість випуску продукту валиками стрічкоукладача, м/хв.:

$$v_{\text{вип.}} = \pi d_{n.ц} n_{n.ц} E_o; \quad (4.12)$$

де  $d_{n.ц}$  - діаметр переднього циліндра витяжного пристрою, м;  $n_{n.ц}$  - частота обертання переднього циліндра,  $хв^{-1}$ ;  $E_0$  - часткова витяжка між валиками стрічкоукладача та переднім циліндром;  $T_c$  - лінійна густина стрічки, що випускається, ктекс;  $a$  - число випусків на машині.

Норма продуктивності, кг/год:

$$H = \Pi_T K_{кч} \quad (4.13.)$$

де  $K_{кч}$  - коефіцієнт корисного часу ( $K_{кч} = 0,76 \dots 0,85$ ).

Планова продуктивність машини, кг/год:

$$\Pi_{пл} = HK_{пв} = \Pi_T K_{кч} K_{пв}, \quad (4.14)$$

де  $K_{пв}$  - коефіцієнт працюючого обладнання, що враховує простої: капітальний, середній ремонт, періодичні чистки.

Час, необхідний для наповнення таза стрічкою, хв., %:

$$t_c = \frac{M_T \cdot 10^3}{T_c v_{вип}}, \quad (4.15)$$

чи

$$t_c = \frac{M_T a \cdot 60}{\Pi_T}, \quad (4.16)$$

де  $M_T$  - маса стрічки в тазу, кг;  $T_c$  - лінійна густина стрічки, ктекс;  $v_{вип}$  - швидкість випуску, м/хв.

**Приклад.** Розрахувати норму продуктивності стрічкової машини Л2-50-1М за 8 год роботи при таких умовах: діаметр шківна на валу електродвигуна  $D_1 = 165$  мм, коефіцієнт ковзання в клинопасовій передачі 2%, лінійна густина стрічки, що випускається  $T_c = 3,5$  ктекс;  $E_0 = E_5 \cdot E_6 = 1,01 \cdot 1,02 = 1,03$  (див. розрахунок витяжок), число випусків  $a = 2$ ,  $K_{кч} = 0,79$ . Розрахувати час наповнення таза стрічкою при масі стрічки у повному тазу  $M_T = 12$  кг.

**Рішення.** Швидкість випуску стрічки розраховується за формулою (4.3) :

$$v_{вип} = v_{10} = 2 \cdot 165 \cdot 0,98 = 323,4 \text{ м/хв.}$$

Теоретична продуктивність машини розраховується за формулою (4.11):

$$\Pi_T = \frac{323,4 \cdot 3,5 \cdot 2 \cdot 60}{10^3} = 135,8 \text{ кг/год}$$

Норма продуктивності машини розраховується за формулою (4.13)

$$H = 135,8 \cdot 0,79 = 107,3 \text{ кг/год}$$

Час наповнення таза стрічкою розраховується за формулою (4.15):

$$t_c = \frac{12 \cdot 10^3}{3,5 \cdot 232,4} = 10,6 \text{ хв.}$$

#### 4.4. Розрахунок розведень у витяжному приладі

##### Числа волокон в полі витягування

Розведення в зоні витяжного приладу дорівнює відстані між затисками живильної та випускної пар. На стрічкових машинах Л2-50-1М і Л2-50-220У взаємне положення циліндрів витяжного приладу при регулюванні не змінюється, відстань між осями заднього і середнього циліндрів рівна 40 мм, а між осями середнього і переднього циліндрів - 41 мм. Розведення вибирають відповідно до довжини волокон, що переробляються, і регулюють переміщенням від середнього положення переднього натискного валика в межах  $\pm 4$  мм, середнього натискного валика з вузлом контролюючого прутка в межах  $\pm 4$  мм і заднього натискного валика в межах  $+5 \dots -10$  мм. Знак «+» вказує на відхилення валика вперед по ходу процесу, знак «-» - відхилення назад.

На стрічкових машинах Л2-50-1М і Л2-50-220У встановлюють розведення, мм:

$$R = \lambda_{um} + a \quad (4.17)$$

де  $\lambda_{um}$  - штапельна довжина волокон суміші, що переробляється, мм;  $a$  - поправка, яка вибирається по таблиці 4.5 залежно від системи прядіння, зони витяжного приладу, мм.

Таблиця 4.5

Зона витяжного приладу	В кардній системі прядіння, мм	В гребінній системі прядіння, мм
Випускна, передня, Задня	6...8 8...10 <sup>*)</sup>	6,5 6...7 <sup>*)</sup>

<sup>\*)</sup> Більші значення приймають для продукту з більшою розпрямленістю волокон.

Розрахувавши розведення, визначають по таблицях, що приводяться в технічних паспортах машин, в довіднику по бавовнопрядінню, необхідне положення (відхилення) осі натискних валиків кожної лінії витяжної пари.

**Приклад.** Розрахувати розведення і положення осі натискних валиків стрічкової машини Л2-50-1М для переробки гребінної стрічки при штапельній довжині волокон суміші  $\lambda_{um} = 37,7$  мм.

**Рішення.** Розведення в зоні витяжного приладу, мм:

- передній:

$$R_{\text{пер}} = 37,7 + 6,5 = 44,2$$

- задній :

$$R_{\text{зад}} = 37,7 + 7 = 44,7$$

Отримані розведення можуть бути реалізовані відповідно до таблиці довідника при положеннях осі натискних валиків щодо вертикальних площин, що проходять через осі відповідних циліндрів: переднього валика - відхилення +2; середнього валика - відхилення -2; заднього валика - відхилення -8.

Закономірність руху волокон в зонах витяжного приладу, а отже, ефективного розпрямлення, роз'єднання при мінімальній нерівності в результаті витягування залежать від числа волокон продукту, рух яких в цих зонах витягування контролюється для забезпечення руху з певними швидкостями волокон живильним і витяжним затискачами.

У поперечному перетині продукту лінійної густини  $T$ , текс, з волокон лінійної густини  $T_b$ , текс, середнє число волокон всіх довжин:

$$m = T/T_b;$$

- контрольованих витяжними затискачами:

$$m_k = \sum_{\lambda_i=R}^{\lambda_{\max}} (T/T_{bi}) = \sum_{\lambda_i=R}^{\lambda_{\max}} m_i$$

- плаваючих (неконтрольованих):

$$m_{\text{пл}} = \sum_{\lambda_{\min}}^{\lambda_i=R} (T/T_{bi}) = m - m_k = m - \sum_{\lambda_i=R}^{\lambda_{\max}} m_i$$

При першій граничній схемі руху в полі витягування волокно рухається із швидкістю  $v_1$  живильної витяжної пари до моменту попадання переднього кінця в затиск цієї пари, що надає цьому волокну швидкість  $v_2 > v_1$ . Потоншення продукту починається у задній межі поля витягування 00 (рис. 4.2, а) і продовжується на всьому його протязі до передньої межі поля, що визначається зоною дії переднього витяжного затискача. Число волокон в зоні витягування:

- затиснутих одночасно в живильному та випускному затискачах:

$$m_{o.3} = m_2 \sum_{\lambda_i=R}^{\lambda_{\max}} (1 - R/\lambda_i) = m_1 / E \sum_{\lambda_i=R}^{\lambda_{\max}} (1 - R/\lambda_i) \quad (4.18)$$

- плаваючих:

$$m_{o.nl} = m_2 E \sum_{\lambda_{\min}}^{\lambda_i=R} (R/\lambda_i - 1) = m_1 / E \sum_{\lambda_{\min}}^{\lambda_i=R} (R/\lambda_i - 1) \quad (4.19)$$

де  $m_1$  і  $m_2$  - середнє число волокон в поперечному перетині відповідно вхідного та вихідного продукту.

Теоретичну криву потоншення продукту в полях витягування порівнюють з експериментальною кривою потоншення і використовують для оцінки процесу якості витягування.

Розглянемо побудову теоретичної кривої потоншення за умов: всі волокна перед витягуванням повністю розпрямлені, мають однакову товщину, продукт рівномірний по товщині, розподіл волокон будь-якої довжини уздовж продукту рівномірний, з рівним зміщенням. Прийmemo також, що в зоні витягування всі волокна (контрольовані і плаваючі) рухаються по першій граничній схемі.

Виділимо в продукті волокна завдовжки  $l_i$  і допустимо, що в перетині вхідного продукту їх кількість рівна

$$m_{1,i} = \alpha_i m_i,$$

де  $\alpha_i$  - частка числа волокон довжини  $l_i$  в поперечному перетині, в який входять тільки волокна інших довжин.

Графоаналітичний метод побудови кривої потоншення продукту в зоні витягування полягає в наступному. Вибравши першу граничну схему руху волокон, будують часткові криві потоншення для потоків волокон кожної групи довжин.

На рис. 4.2, а:  $O_1O_1$  - лінія заднього затиску пари;  $O_2O_2$  - лінія переднього затиску;  $OO$  - задня межа поля витягування;  $m_{1,i}$  і  $m_{2,i}$  - число волокон завдовжки  $l_i$  у поперечному перетині відповідно вхідного в зону і вихідного потоку волокон, завдовжки  $l_i$ .

Число волокон на відстані  $x$  (при  $0 \leq x \leq l_i$ ) від лінії  $O_2O_2$  витяжного затиску:

- які рухаються зі швидкістю  $v_1$ :

$$m_{1,i}(x) = \alpha_i m_{1,i} x / l_i$$

- які рухаються зі швидкістю  $v_2$ :

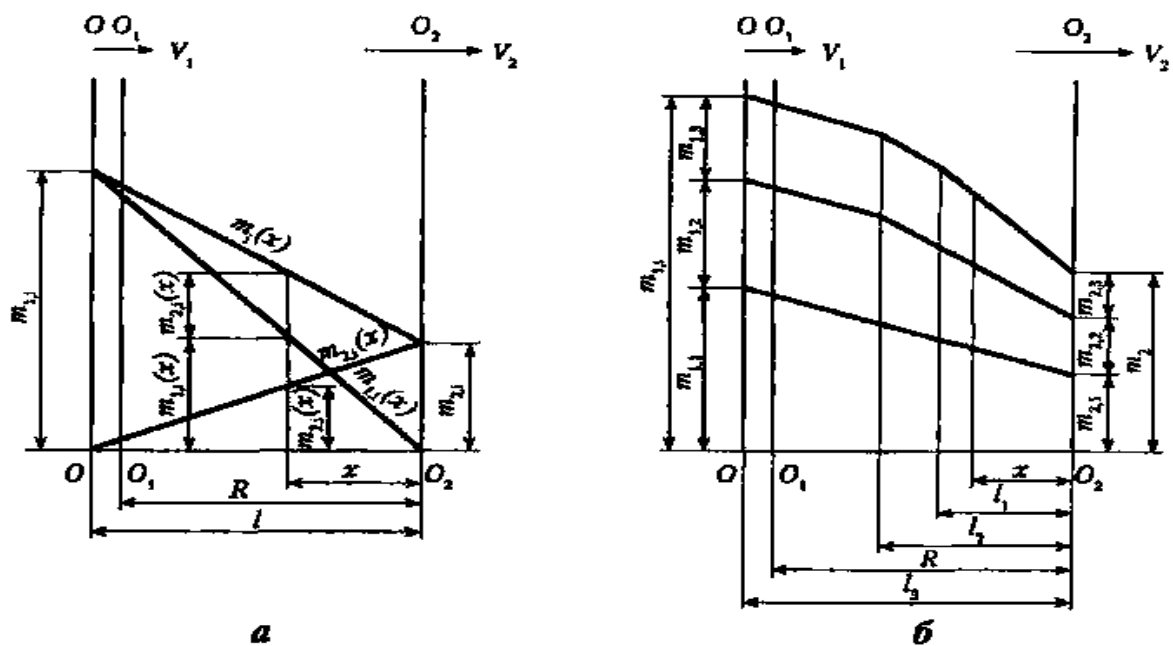
$$m_{2,i}(x) = \alpha_i m_2 (1 - x/\lambda_i) = \alpha_i \frac{m_1}{E} (1 - x/\lambda_i)$$

де  $E$  - витяжка в зоні витягування.

Загальне число волокон завдовжки  $l_i$ , в перетині  $x$  потоку:

$$m_i(x) = m_{1,i}(x) + m_{2,i}(x) = \alpha_i m_1 \left[ \left(1 - \frac{1}{E}\right) \frac{x}{\lambda_i} + \frac{1}{E} \right]$$

при  $x = l_i$   $m_i(x) = \alpha_i m_1$ , а при  $x = 0$   $m_i(x) = \alpha_i m_2 = \alpha_i m_1 / E$ .



**Рис.4.2.** Криві потоншення продукту: а – часткова; б – загальна

Криву потоншення продукту, що складається з волокон різних довжин, будують, підсумовуючи ординати всіх часткових кривих потоншення у відповідних перетинах  $x$ .

У разі руху волокон по першій граничній схемі теоретична крива потоншення виходить опуклою (рис. 4.2, б), а при русі по другій граничній схемі - увігнутою.

#### 4.5. Оцінка рівномірності продукту після процесів витягування і складання

Для вироблення пряжі необхідної якості використовують напівфабрикат, квадратична нерівнота якого за товщиною не перевищує встановленої норми [9].

Норма квадратичної нерівноти товщини стрічки відповідно з планованим сортом пряжі, що випускається: не більше 1,5 % для пряжі I сорту, не більше 2 % для пряжі II сорту і не більше 2,4 % для пряжі III сорту.

Нерівнота  $C_q$  продукту по товщині з дійсним (фактичним) розташуванням волокон завжди більше нерівноти  $C_r$  ідеального, або гіпотетичного, продукту з випадковим (рандомізованим) розташуванням волокон.

Випадковий розподіл волокон в продукті характеризується тим, що будь-яке волокно з однаковою вірогідністю може перетинати даний поперечний перетин продукту, причому цей перетин може відбуватися незалежно від перетинів іншими волокнами.



Розподіл перетинів такого гіпотетичного продукту по числу волокон в цих перетинах є розподілом Пуассона; квадратична нерівнота продукту за площею його поперечних перетинів обчислюється за формулою:

$$C_{\Gamma} = 100\sqrt{1 + (C_q / \sqrt{\bar{m}})^2} = 100\sqrt{1 + 4(C_d / 100)^2} / \sqrt{\bar{m}} \quad (4.20)$$

або

$$C_{\Gamma} = 100K / \sqrt{\bar{m}}, \quad (4.21)$$

де  $C_q = 2 C_d$  - квадратична нерівнота волокон за площею їх поперечних перетинів;  $C_d$  - квадратична нерівнота волокон по їх діаметру;  $\bar{m} = T / \bar{T}_B$  - середнє число волокон в перетині продукту;  $T$  - лінійна густина продукту;  $\bar{T}_B$  - лінійна густина волокон;  $K$  - коефіцієнт, що залежить від роду волокна [10, 12] і рівний 1,06 для бавовни при умові, що  $C_q \leq 35\%$ , 1,03 для льону і 1,02 для віскозного волокна:

$$K = \sqrt{1 + (C_q / 100)^2} = \sqrt{1 + 4(C_d / 100)^2}. \quad (4.22)$$

Про ступінь рівномірності продукту, отриманого на машині, можна судити по відхиленню характеристик реального продукту від ідеального, або гіпотетичного, продукту.

Нерівнота гіпотетичного продукту (пряжі), утвореного з суміші різнорідних волокон, визначається за формулою:

$$C_{z.сум} = 100\sqrt{\sum (\beta_i \bar{T}_B K_i^2)} / \sqrt{T}, \quad (4.23)$$

де  $\beta_i$  - частка волокон  $i$ -го компоненту в продукті, утвореному з суміші;  $\bar{T}_{Bi}$  - середня лінійна густина волокон  $i$ -го компоненту;  $K_i$  - коефіцієнт, що визначається за формулою (4.22) для волокон  $i$ -го компоненту;  $T$  - лінійна густина продукту, пряжі з суміші волокон.

*Індекс нерівноти* – відношення нерівноти дійсного продукту  $C_d$  до нерівноти гіпотетичного продукту  $C_{\Gamma}$ :

$$I = C_d / C_{\Gamma} = C_d \sqrt{\bar{m}} / (100K) \quad (4.24)$$

Чим більше індекс нерівноти у одного з продуктів з постійним середнім числом волокон в поперечному перетині, тим менше рівномірність його і тим менш досконалою була технологія виготовлення продукту.

Індекс нерівноти збільшується зі збільшенням середнього числа волокон в поперечному перетині продукту, тому він може служити питомою мірою нерівноти порівнюваних продуктів при однаковому середньому числі волокон в їх поперечних перетинах.

Якість роботи витяжного приладу при витягуванні одного (одинарного) продукту з погляду на зміни (збільшення) нерівноти витягнутого продукту можна оцінювати, використовуючи показники [8]:

- коефіцієнт зміни нерівноти продукту:

$$k\{C\} = C_{02} / C_{01}, \quad (4.25)$$

- коефіцієнт зміни індексу нерівноти:

$$k\{I\} = I_{02} / I_{01} = C_{02} \sqrt{1/E} / C_{01}, \quad (4.26)$$

- абсолютна квадратична нерівнота від витягування за відсутності кореляції між нерівнотою вхідного продукту і його нерівнотою від витягування:

$$C_B = \sqrt{C_{02}^2 - C_{01}^2} \quad (4.27)$$

- коефіцієнт додаткової нерівноти від витягування:

$$k\{C_B\} = C_{B.д.} / C_{B.г.} = \sqrt{(C_{02}^2 - C_{01}^2) / (E - 1)} / C_{01.г.} \quad (4.28)$$

де  $C_{01}$  і  $C_{02}$  – квадратична нерівнота продукту відповідно до і після витягування;  $C_{в.д.}$  і  $C_{в.г.}$  – квадратична нерівнота, що виникає при витягуванні відповідно дійсного продукту в реальних умовах даного витяжного приладу і гіпотетичного продукту;  $C_{01.г.}$  – квадратична нерівнота гіпотетичного продукту до витягування;

- абсолютна квадратична нерівнота, обумовлена витягуванням (потоншенням) гіпотетичного продукту, по аналогії з формулою (4.27):

$$C_{B.г.} = \sqrt{C_{02.г.}^2 - C_{01.г.}^2} = C_{01.г.} \sqrt{E - 1}, \quad (4.29)$$

- абсолютна величина квадратичної нерівноти, обумовлена витягуванням в даному витяжному приладі:

$$C_{в.пр} = \sqrt{C_{B.д.}^2 - C_{B.г.}^2} = \sqrt{C_{02}^2 - C_{01}^2 - C_{01.г.}^2 (E - 1)} \quad (4.30)$$

У витяжний прилад стрічкових машин входить  $d$  стрічок, кожна з яких характеризується лінійною густиною  $T_i$ , дисперсією мас відрізків  $S_i$ , квадратичною нерівнотою  $C_i$ . Стрічки одночасно і незалежно витягуються в стоншені стрічки і потім складаються у воронці, формуючи стрічку, що характеризується показниками:

- лінійною густиною сформованої стрічки:

$$T_2 = d \sum_{i=1}^d (T_{i1} / E) = d \sum_{i=1}^d T_{i2} \quad (4.31)$$

при лінійній густині витягнутих стрічок  $T_{12} = T_{22} = \dots = T_{i2} = \dots = T_{d2} = T_{02}$ :

$$T_2 = T_{02} d = T_1 d / E ; \quad (4.32)$$

- дисперсією мас відрізків (товщина відрізків, перетинів) витягнутих стрічок:

$$S_2^2 = \sum_{i=1}^d S_{i2}^2 + 2 \sum_{i>j=1}^d (r_{i,j} S_i S_j) \quad (4.33)$$

де  $S_{i2}^2$  – дисперсія товщини витягнутої  $i$ -ї стрічки;  $r_{i,j}$  – коефіцієнт парної кореляції між товщиною відрізків  $i$ -ї і  $j$ -ї витягнутих стрічок; зазвичай коливання товщини витягнутих стрічок, що складаються, незалежні, і коефіцієнт кореляції дуже малий. При  $r = 0$  формула (4.33) набуває вигляду:

$$S_2^2 = \sum_{i=1}^d S_{i2}^2 \quad (4.34)$$

де  $S_{i2}$  – середнє квадратичне відхилення мас відрізків (товщини відрізків, перетинів) витягнутої  $i$ -ї стрічки.

Виражаючи середнє квадратичне відхилення у формулі (4.34) через квадратичну нерівноту витягнутих стрічок при  $r = 0$ , знаходимо:

$$C_2^2 = \sum_{i=1}^d (C_{i2}^2 \bar{p}_{i2}^2) / (100 \bar{p}_2)^2 \quad (4.35)$$

де  $\bar{p}_2 = \sum_{i=1}^d p_{i2}$  і  $\bar{p}_2^2 = \sum_{i=1}^d p_{i2}^2$ .

Якщо витягнуті стрічки мають однакову лінійну густину  $T_{02}$ , але різну нерівноту  $C_{i2}$ , то квадратична нерівнота стрічки, що формується в процесі складання:

$$C_2^2 = \sum_{i=1}^d C_{i2}^2 / d \quad (4.36)$$

Якщо витягнуті стрічки мають однакову лінійну густину  $T_{02}$  і однакову нерівноту  $C_{02}$ , то нерівнота сформованої стрічки лінійної густини  $T_2$ :

$$C_2 = C_{02} / \sqrt{d} \quad (4.37)$$

і з урахуванням формули (4.30) абсолютна квадратична нерівнота, обумовлена витягуванням у витяжному приладі стрічкових машин:

$$C_{e,np} = \sqrt{C_2^2 d - C_{01}^2 - C_{01/r}^2 (E - 1)} \quad (4.38)$$

Мінімальне значення цієї характеристики витяжного приладу даної моделі буде при оптимальних параметрах його роботи.

Ефект розпрямлення, а також роз'єднання і орієнтації волокон має важливе значення для технології прядіння і якості пряжі. Для оцінки можуть використовувати різні показники [11], зокрема:

– ефект розпрямлення волокон:

$$\varepsilon_{\eta} = (\bar{\eta}_{вих} / \bar{\eta}_{вх} - 1)100; \quad (4.39)$$

– комплексний ефект розпрямлення, роз'єднання і орієнтації волокон:

$$\varepsilon_{роз} = (1 - p_{вих} / p_{вх})100, \quad (4.40)$$

де  $\bar{\eta}_{вх}$  і  $\bar{\eta}_{вих}$  – середній коефіцієнт розпрямленості волокон відповідно до і після витягування;  $p_{вх}$  і  $p_{вих}$  – розривне навантаження стрічки відповідно до і після витягування.

#### 4.6. Завдання для розрахунку

4.1. Розрахувати мінімальну і максимальну частоту обертання,  $хв^{-1}$ , колову швидкість, м/хв, плющильних валів стрічкової машини Л2-50-1М, якщо на валу електродвигуна може бути встановлений змінний шків діаметром від 110 до 205 мм, втрата на ковзання до клинопасової передачі 2%.

4.2. Розрахувати за умовами завдання 4.1 мінімальну і максимальну частоту обертання,  $хв^{-1}$  і колову швидкість, м/хв, переднього циліндра витяжного приладу стрічкової машини Л2-50-1М.

4.3. Частота обертання вала електродвигуна стрічкової машини Л2-50-1М дорівнює  $1450 хв^{-1}$ , коефіцієнт ковзання в клинопасовій передачі 0,98. Розрахувати: частоту обертання,  $хв^{-1}$ , і колову швидкість, м/хв:

а) вибираючих валів; б) заднього циліндра витяжного приладу; в) середнього циліндра витяжного приладу; г) переднього циліндра витяжного приладу; д) ущільнюючого валика; е) плющильних валиків стрічкоукладача; ж) верхньої тарілки стрічкоукладача; з) нижньої тарілки стрічкоукладача при числі зубців змінних шестерень  $Z_1 = 45, Z_2 = 50, Z_3 = 63, Z_4 = 41$  і  $D_1 = 165$ мм.

4.4. Вирішити задачу 4.3 при числі зубців змінних шестерень  $Z_1 = 45, Z_2 = 50, Z_3 = 63, Z_4 = 41$  і  $D_1 = 165$  мм.

4.5. Розрахувати по передачі стрічкової машини Л2-50-1М частоту обертання: а) вибираючих валів; б) заднього циліндра; в) середнього циліндра витяжного приладу; г) ущільнюючого валу; д) плющильних валів стрічкоукладача; е) верхньої тарілки стрічкоукладача; ж) нижньої тарілки стрічкоукладача за один оберт переднього циліндра (випускного) витяжного приладу при числі зубців змінних шестерень  $Z_1=55$   $Z_2=46$   $Z_3=64$   $Z_4=45$  і  $D_1=165$ мм.

4.6. Розрахувати по схемі передач діаметр змінного шківa на валу електродвигуна стрічкової машини Л2-50-1М при коефіцієнті ковзання в клинопасовій передачі 2 % для випуску стрічки в таз стрічкоукладачем із швидкістю  $v$ , м/хв: а) 215,6; б) 264,6; в) 323,4; г) 352,8; д) 401,8.

4.7. Розрахувати по схемі передач стрічкової машини Л2-50-1М число витків стрічки, що укладаються верхньою тарілкою за один оберт тазу, при  $Z_4=41$  зуб.

4.8. Вирішити задачу 4.7 для умов роботи стрічкової машини Л2-50-1М при  $Z_4=25$  зуб.

4.9. Розрахувати по схемі передачі стрічкової машини Л2-50-1М найменшу і найбільшу витяжки: а) загальну; б) у витяжному приладі.

4.10. Розрахувати загальну і часткові витяжки на стрічковій машині Л2-50-1М при числах зубців змінних шестерень, приведених в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Змінна шестерня	Варіант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$Z_1$ , зуб	76	74	72	70	68	66	64	62	60	60	72	74
$Z_2$ , зуб	49	50	51	51	53	55	57	59	61	63	53	51
$Z_3$ , зуб	63	63	65	64	63	65	64	65	65	64	64	63

4.11. Розрахувати константи загальної і часткових витяжок на стрічковій машині Л2-50-220У.

4.12. Розрахувати по схемі передачі швидкості вибираючого валу і валиків стрічкоукладача стрічкової машини Л2-50-220У при  $Z_1=60$  зуб,  $Z_3=65$  зуб і діаметрі змінного шківa на валу електродвигуна, мм: а)  $D=110$ ; б)  $D=205$ . Ковзання в клинопасовій передачі 2 %.

4.13. Розрахувати число зубців змінної шестерні  $Z_1$  стрічкової машини Л2-50-220У при числі зубців шестерні  $Z_3=63$  зуб для виготовлення стрічки  $T=3,16$  ктекс з шести стрічок лінійної густини  $T_{жив}=3,6$  ктекс.

4.14. У скільки разів зміниться загальна витяжка на стрічковій машині Л2-50-1М при використанні в роботі змінної шестерні  $Z_1=51$  зуб. замість 50 зуб.?

4.15. На стрічковій машині Л2-50-220У при числі зубців змінної витяжної шестерні  $Z_1=60$  зуб виробляється стрічка, фактична лінійна густина якої  $T_{\phi}=2,92$  ктекс. Чи можна підібрати ціле число зубців шестерні  $Z_1$  для отримання

лінійної густини стрічки, рівній номінальній величині (за планом прядіння)  $T_n = 3$  ктекс?

4.16. Розрахувати лінійну густину стрічки, що випускається стрічковою машиною Л2-50-1М, при лінійній густині чесальної стрічки  $T_c = 3,8$  ктекс в шість складень і числі зубців змінних шестерень  $Z_1 = 60$  і  $Z_3 = 64$ .

4.17. Розрахувати число зубців змінної витяжної шестерні  $Z_1$  стрічкової машини Л2-50-1М для зміни лінійної густини стрічки з  $T_c = 3$  ктекс, що виробляється при  $Z_1 = 60$  зуб., до лінійної густини  $T_n = 3,4$  ктекс і незмінному числі зубців шестерні  $Z_3$ .

4.18. На стрічковій машині Л2-50-220У виробляється стрічка при числі зубців змінної витяжної шестерні  $Z_1 = 51$  і шести складеннях. Розрахувати необхідне число зубців шестерні  $Z_1$  для вироблення стрічки тієї ж лінійної густини, але при восьми складеннях.

4.19. Розрахувати теоретичну продуктивність стрічкової машини Л2-50-1М, що виробляє стрічку  $T_c$ , ктекс, при швидкості випуску стрічки, м/хв, і умовах роботи по таблиці 4.2.

Таблиця 4.2.

Параметр	Варіант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v_{\text{вип}}$	352,8	401,8	215,6	264,6	352,8	323,4	352,8	215,8	352,8	323,2	401,8	352,8
$T_c$	2,9	3,2	3,4	3,5	3,6	3,8	4,0	4,2	3,8	4,0	3,6	4,4

4.20. За даними задачі 4.19 розрахувати машинний час заповнення тазу, що вміщає 16 кг стрічки.

4.21. За даними задачі 4.19 розрахувати час заповнення тазу стрічкою стрічковою машиною при  $K_{\text{кч}} = 0,8$ .

4.22. Розрахувати за даними задачі 4.19 число тазів, необхідне для укладання стрічки, що випускається десятьма стрічковими машинами за 8 год роботи при масі стрічки в кожному тазу  $M_t = 10$  кг і  $K_{\text{кч}} = 0,8$ .

4.23. Розрахувати за даними задачі 4.19 число тазів, що мають по 20 кг чесальної стрічки, необхідних для живлення протягом 8 год десяти стрічкових машин Л2-50-1М, працюючих при  $K_{\text{кч}} = 0,79$ .

4.24. Розрахувати необхідну швидкість випуску стрічки і відповідний діаметр шківів на валу електродвигуна десяти стрічкових машин Л2-50-220У для приготування протягом 8 год 6830 кг стрічки  $T_c = 3,1$  ктекс;  $K_{\text{кч}}$  стрічкових машин 0,71; ковзання в клинопасовій передачі 2 %.

4.25. Розрахувати час вибірки на стрічковій машині Л2-50-220У живильної стрічки з тазу за умов роботи: швидкість випуску стрічки 352,8 м/хв,  $T_c = 3,2$  ктекс, число складань 6,  $K_{\text{кч}} = 0,73$ , маса стрічки в живильному тазу 16 кг.

4.26. Розрахувати  $K_{\text{кч}}$  і норму продуктивності стрічкової машини (двох випусків) Л2-50-1М, кг/год, при умовах роботи: частота обертання переднього

циліндра витяжного приладу  $n_{п.ц.} = 2177 \text{ хв}^{-1}$ , витяжка між валиками стрічкоукладача і переднім циліндром 1,03, лінійна густина стрічки, що виготовляється, 2,9 ктекс, маса стрічки в тазу на випуску 12 кг, число обривів стрічки на один випуск за годину з боку живлення 1,9, з боку випуску 2,4. Розрахунок допоміжного технологічного часу для визначення коефіцієнта  $K_a$  виконати, використовуючи дані таблиці 4.3.

Таблиця 4.3.

Робочий прийом	Норматив часу на один випадок, с	Число випадків за час наповнення тазу на один випуск	Час виконання робочих прийомів за зміну, с
Ліквідація обривів з боку: живлення	6	0,32	
випуску	50	-	
Разом	-	-	

Перерви із-за збігу складають 2 % від машинного часу наповнення тазу стрічкою. Розрахунок часу обслуговування, робочого часу виконати за даними таблиці 4.4.

Таблиця 4.4.

Робочий прийом	Норма часу на один випадок, с	Число випадків на одну машину за зміну	Час виконання робочих прийомів за зміну, с
Чищення витяжного приладу	210	2	
Чищення патрубків пухозбирача	100	1	
Обмахування машини з боку випуску	100	1	
Обмахування машини з боку живлення			
Чищення стрічкоукладача	100	1	
Зняття проби стрічки	140	1	
Оббирання пуху з пухозбирача	20	1	
Поточний ремонт і профогляд	8	2	
	300	1	
Разом	-	-	

Час на особисті потреби оператора складають 5 хв в зміну.

*Вказівка:* розрахувати коефіцієнти  $K_a$ , користуючись даними таблиці 4.3, і  $K_b$  - за даними таблиці 4.4.

4.27. Розрахувати розведення між затисками витяжного приладу стрічкової машини Л2-50-1М для переробки стрічки з бавовняних волокон з штапельною довжиною  $l_{ш}$ , мм, і поправках для передньої зони  $a_{пер}$ , мм, і задньої зони  $a_{задн}$ , мм, при кардній системі прядіння за умов, приведених в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6.

Параметр	Варіант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l_{ш}$	32,0	40,2	32,3	38,4	33,5	32,6	32,3	39,3	35,3	40,0	33,8	38,4
$a_{задн}$	8	10	9	9	9	8	8	10	9	9	8	10
$a_{пер}$	6	8	7	7	8	6	7	8	6	7	7	8

4.28. Визначити по таблиці 4.6 відхилення осей натискних валиків за умовами задачі 4.27.

4.29. Приймаючи з певним допущенням розподіл волокон бавовни по довжинах, що узгоджуються із законом нормального розподілу, розрахувати частку %, неконтрольованих волокон в стрічці в зоні витягування при середній масодовжині  $\bar{l}$ , мм, середньому квадратичному відхиленні довжини волокон  $S$ , мм, і розводці між затисками витяжних пар  $R$ , мм (таблиця 4.7).

Таблиця 4.7.

Параметр	Варіант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\bar{l}$ , мм	31,1	31,1	32,6	29,7	28,0	26,5	24,6	29,5	28,0	32,0	31,0	29,0
$S$ , мм	9,6	9,0	10,0	7,2	6,0	5,8	6,5	7,0	7,5	9,0	9,5	8,0
$R$ , мм	39	38	39	35	34	33	34	35	34	39	38	36

Для визначення частки неконтрольованих плаваючих волокон використовувати інтеграл вірогідності:

$$P(6 < l < R) = 0,5\left\{\Phi\left(\frac{R - \bar{l}}{S}\right)\right\}$$

де  $\bar{l}$  - середня довжина волокон, мм;  $S$  - середнє квадратичне відхилення, мм;  $\Phi_{(z)}$  - інтеграл вірогідності, що визначається по таблиці [12];  $R$  - розведення витяжних пар, мм;  $6$  - довжина найкоротших волокон, що враховується приладом.

4.30. Розрахувати частку %, контрольованих волокон стрічки в зоні витягування за умовами задачі 4.29.

4.31. Побудувати криву потоншення однієї стрічки в задній зоні витяжного приладу «3 на 3» з контролюючою планкою при частковій витяжці  $E$ , лінійній густині волокон  $T_b$ , текс, лінійній густині живильної стрічки  $T_c$ , ктекс. В живильній стрічці містяться волокна довжиною  $l_1=10$  мм,  $l_2=20$  мм,  $l_3=30$  мм,  $l_4=40$  мм,  $l_5=50$  мм; вміст волокон кожної групи довжин відповідно, %,  $m_1, m_2, m_3, m_4, m_5$  (таблиця 4.8).

Таблиця 4.8.

Параметр	Варіант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$T_c$ , текс	2,9	3,6	3,1	3,4	3,5	3,3	3,8	4,0	4,5	5,0	3,4	3,6
$T_b$ , текс	0,16	0,18	0,14	0,175	0,16	0,18	0,17	0,16	0,18	0,16	0,17	0,14
$m_1$	5	2	1	4,5	2	1	2	5	2	4	1	3
$m_2$	15	18	20	17,5	17	20	18	18	18	18	22	18
$m_3$	30	28	32	28	29	32	30	27	28	28	30	32
$m_4$	40	42	40	38	45	40	40	45	44	39	40	42
$m_5$	10	10	7	12	7	7	10	5	8	11	7	5



4.32. Розрахувати число одночасно затиснутих, а також число одночасно плаваючих волокон в передній зоні витяжного приладу за умов витягування: фактичне розведення з урахуванням деформації стрічки в затискних витяжних парах  $R_{\phi} = 36$  мм, витяжка  $E = 2$ , лінійна густина живильної стрічки  $T_l = 5,1$  ктекс, волокон  $T_e = 0,17$  текс. Група довжин волокон, рівних і перевищуючих розведення:  $l_1 = R = 36$ ,  $l_2 = 38$ ,  $l_3 = 40$ ,  $l_4 = 42$  і  $l_5 = 44$  мм і масова частка їх, %, у масі волокон довжиною від  $l_{min}$  до  $l_{max} = l_5$  відповідно рівна 7; 5; 4; 3 і 2 %.

4.33. Вирішити задачу 4.32 при витяжці в зоні  $E = 4$ .

4.34. Стрічка номінальної лінійної густини  $T_{с.н.}$ , ктекс, виготовляється на стрічковій машині. В результаті зважування п'ятиметрових відрізків стрічки отримана середня з десяти проб маса відрізка  $q_{\phi}$ , г. Розрахувати межі допустимої лінійної густини стрічки  $T_{с.min}$  і  $T_{с.max}$ , якщо вона призначена для отримання пряжі лінійної густини  $T_{п.}$ , текс, I сорту. Обґрунтувати необхідність збереження або зміни лінійної густини стрічки за умов, вказаних в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9.

Параметр	Варіант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$T_{с.н.}$	3,4	3,4	3,6	3,4	3,8	3,6	4,0	4,2	3,2	3,8	3,6	4,0
$q_{\phi}$	17,1	16,0	17,2	16,25	19,17	18,25	19,75	21,9	17,0	19,2	17,0	19,7
$T_{п.}$	10	8,4	20	11,5	11,5	16,5	34	40	20	25	16,5	25

4.35. За результатами 100 випробувань стрічки з другого переходу стрічкових машин отримана середня маса однометрових відрізків  $q$ , г, і нерівнота у вигляді середнього квадратичного відхилення  $S$ , г. Розрахувати квадратичну нерівноту стрічки і оцінити допустимість нерівноти стрічки, призначеної для отримання пряжі I сорту, за умов, приведених в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10.

Пара метр	Варіант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$q$	3,35	3,43	3,60	2,91	2,91	2,85	3,2	3,83	3,76	3,96	4,2	3,8
$S$	0,05	0,051	0,05	0,039	0,037	0,045	0,05	0,06	0,052	0,06	0,06	0,05

4.36. За результатами 100 випробувань стрічки з другого переходу стрічкових машин середня маса трьохсантиметрових відрізків виявилася рівною  $q$ , мг, а середнє квадратичне відхилення,  $S$  мг. Розрахувати квадратичну нерівноту стрічки, виробленої по гребінній системі прядіння, і оцінити допустимість нерівноти стрічки за умов: а)  $q = 120$ ,  $S = 6$ ; б)  $q = 107$ ,  $S = 6$ ; в)  $q = 105$ ,  $S = 5,8$ ; г)  $q = 102$ ,  $S = 5,6$ ; д)  $q = 99$ ,  $S = 5,48$ ; е)  $q = 96$ ,  $S = 5,25$ ; ж)  $q = 93$ ,  $S = 5,2$ ; з)  $q = 90$ ,  $S = 4,9$ ; и)  $q = 86$ ,  $S = 4,7$ ; к)  $q = 112$ ,  $S = 6,1$ .

4.37. Маючи однакові характеристики (середню лінійну густина і квадратичну нерівноту  $C_o = 7$  % по масі відрізків однакової довжини), на виході з витяжного приладу стрічкової машини шість волокнистих стрічок складаються в подовжньому напрямі в стрічку. Розрахувати квадратичну

нерівноту цієї стрічки, вважаючи, що масами відрізків є незалежні одна від одної випадкові величини, що підкоряються одному закону розподілу.

4.38. Дві стрічечки, середня маса однометрових відрізків яких дорівнює 20 і 21 г, квадратична нерівнота відповідно 1,5 і 1,7 %, складаються в подовжньому напрямі в стрічку. Розрахувати квадратичну нерівноту стрічки при коефіцієнті кореляції між масами відрізків, що складаються: а) 0,2; б) 0,25; в) 0,5; г) 0,75; д) -0,142.

4.39. Маса  $X'$  тридцятиміліметрових відрізків мички, що виходить з витяжного приладу, коливається від 100 до 118 мг, причому вірогідна частка відрізків маси від 100 до 106 мг рівна 0,3, від 106 до 112 мг - 0,5 і від 112 до 118 мг - 0,2. Ця мичка складається з іншою мичкою, що має інший розподіл вірогідності мас  $X''$ : від 100 до 106 мг - 0,2, від 106 до 112 мг - 0,6 і від 112 до 118 мг - 0,2. Скласти таблицю розподілу і знайти математичне очікування, дисперсію і квадратичну нерівноту наступних величин: а) маси  $X'$  і  $X''$  відрізків кожної мички; б) маси  $X' + X''$  відрізків складеного продукту.

4.40. Розрахувати індекс нерівноти стрічки лінійної густини  $T_c = 3,6$  ктекс, що випускається стрічковою машиною за умов: стрічка виробляється з бавовно-віскозної суміші, що містить 60 % волокон бавовни, середня лінійна густина волокон компонентів однакова  $\bar{T}_{e1} = \bar{T}_{e2} = 0,17$  ктекс, квадратична нерівнота за площею поперечних перетинів волокон бавовни  $C_{F1} = 35$  %, віскозних волокон  $C_{F2} = 5$  %, квадратична нерівнота стрічки при випробуванні на приладі «Устер»  $C_d = 4,6$  %.

4.41. В результаті наладки витяжного приладу стрічкової машини квадратична нерівнота стрічки, що випускається, зменшилася з  $C_{2c} = 8$  % до  $C_{2n} = 6$  %. Розрахувати зниження нерівноти від витягування  $\Delta C_{e.np.}$  за умов: квадратична нерівнота живильної (чесальної) стрічки  $C_{01} = 4,5$  %, лінійна густина чесальної стрічки  $T_l = 3,8$  ктекс, лінійна густина волокон  $T_e = 0,16$  текс, число складань витягнутих стрічок  $d = 6$ , витяжка  $E = 6$ , квадратична нерівнота за площею поперечного перетину волокон  $C_F = 35$  %.

4.42. Для оцінки якості процесу витягування у витяжному приладі стрічкової машини експериментально визначалася квадратична нерівнота  $C_{01}$  стрічки  $T_l = 4$  ктекс, що заправляється в стрічкову машину, і нерівнота  $C_2$  стрічки, сформованої стрічковою машиною. При витяжці  $E = 6$  і числі складань  $d = 6$  нерівнота виявилася рівною відповідно  $C_{01} = 7$  % і  $C_2 = 6,5$  %.

В результаті вдосконалення технологічного процесу нерівнота живильної стрічки  $T_l = 3,6$  ктекс зменшилася до  $C_{01} = 5,8$  %, а випускна до  $C_2 = 5$  % при лінійній густині волокон  $T_e = 0,18$  текс і квадратичній нерівноті площі поперечного перетину волокон  $C_F = 35$  %.

Порівняти нерівноту  $C_{e.np.}$  стрічки, обумовлену процесом витягування, при попередній і змінній технологіях.

4.43. Розрахувати необхідне число стрічок з бавовняних волокон (індекс 1)  $n_1$  і стрічок з волокон ПЕ (індекс 2)  $n_2$  при сумісному витягуванні і подальшому складанні для формування стрічки із суміші цих компонентів, в

якій частка волокон бавовни  $\beta_1 = 0,3$ , лінійна густина волокон  $T_{e1} = T_{e2} = 0,17$  текс, густина волокон  $\delta_1 = 1,1$  мг/мм<sup>3</sup> і  $\delta_2 = 0,95$  мг/мм<sup>3</sup>, лінійна густина стрічок  $T_{c1} = 3,8$  ктекс і  $T_{c2} = 3,3$  ктекс, загальне число складань  $m = 8$ .

4.44. Визначити, чи потрібно міняти витяжку в стрічковій машині з метою коректування лінійної густини стрічки, що випускається, якщо її номінальна лінійна густина за планом прядіння  $T_n = 4$  ктекс, а фактична середня маса п'ятиметрового відрізка стрічки  $m = 23$  г.

4.45. В результаті 100 вимірювань мас однометрових відрізків стрічок визначена його середня маса  $\bar{P} = 3,6$  г і нерівнота у вигляді середнього квадратичного відхилення  $S = 0,065$  г. Розрахувати квадратичну нерівноту стрічки і оцінити допустимість знайденої нерівноти стрічки для отримання пряжі I сорту.

4.46. Розрахувати ефективність розпрямлення волокон стрічок по зміні коефіцієнта розпрямленості на кожному переході стрічкових машин. За результатами випробування стрічок, вироблених на послідовних технологічних переходах, зробити висновок про темп збільшення розпрямленості волокон.

4.47. За даними таблиці 4.11 розрахувати комплексний ефект розпрямлення, роз'єднання і орієнтації волокон за зміною розривного навантаження стрічок, вироблених на послідовних технологічних переходах. Зробити висновок про темп зміни ефекту.

Таблиця 4.10.

Стрічка	Коефіцієнт розпрямленості волокон	Розривне навантаження стрічки, сН*)
З чесальної машини	0,56	90,4
Зі стрічкової машини:		
першого переходу	0,72	64,1
другого переходу	0,75	39,1
третього переходу	0,78	28,4

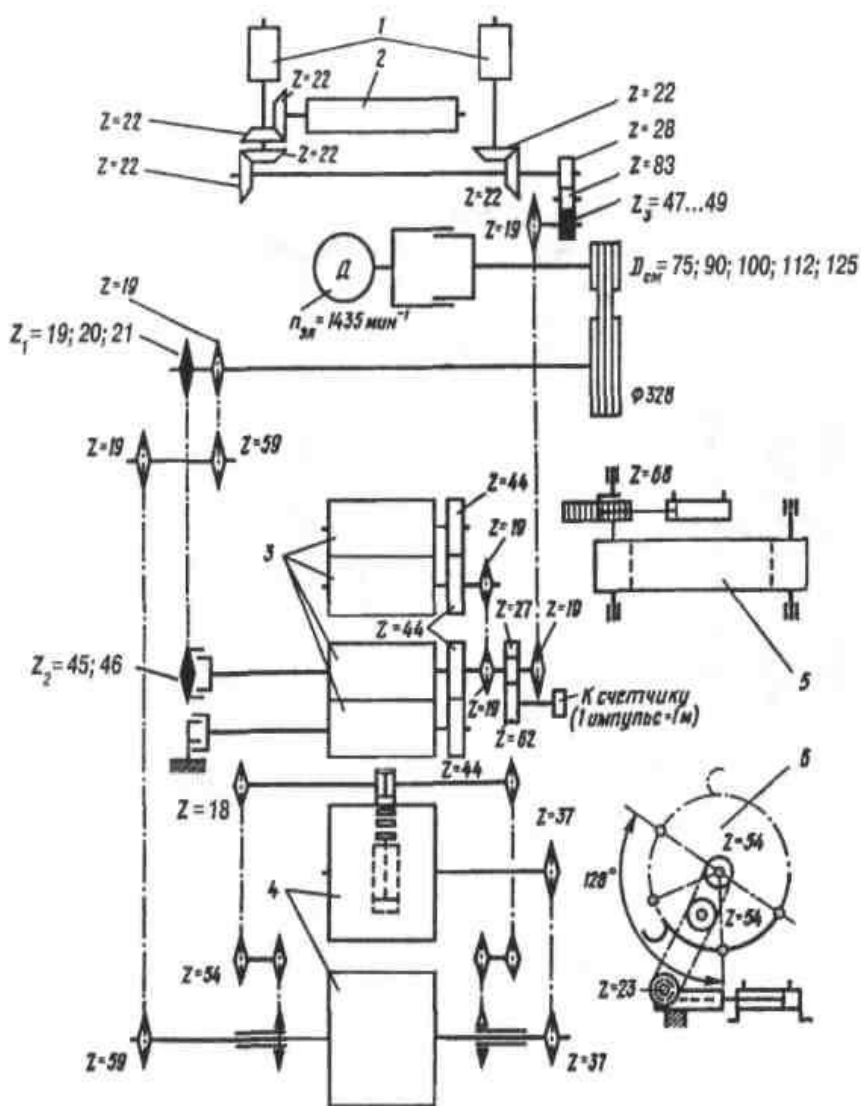
\*) При відстані між затисками розривної машини 50 мм.

## 5. ГРЕБЕНЕЧЕСАНИЕ. СТРІЧКОЗ'ЄДНУВАЛЬНІ І ГРЕБЕНЕЧЕСАЛЬНІ МАШИНИ

### 5.1. Підготування волокнистих настилів до гребенечесання

Найбільше розповсюдження на прядильних підприємствах при підготовці волокнистих настилів до гребенечесання отримали стрічкові з'єднувальні машини фірми «Textima» моделі 1576 [1, 4, 6, 8] та фірми «Rieter» - UNILAP моделі E 5/3.

На рис. 5.1 і 5.2 відповідно наведені кінематичні схеми цих машин.



**Рис. 5.1.** Кінематична схема стрічкові з'єднувальної машини «Textima» моделі 1576:

1 - живильні вали,  $d=75$  мм; 2 - напрямний вал,  $d = 76$  мм; 3 - плющильні вали,  $d=132$  мм; 4 - скочувальні вали,  $d = 550$  мм; 5 - стрічковий конвеєр для настилів; 6 - привід укладача катушок.

Визначення загальної й часткової витяжки на стрічков'єднувальній машині UNILAP моделі E 5/3 фірми «Rieter». Електродвигун Д<sub>1</sub> (рис. 5.2) надає рух всім робочим органам, що здійснюють транспортування й витягування стрічок, формування настилу й намотування його на котушку.

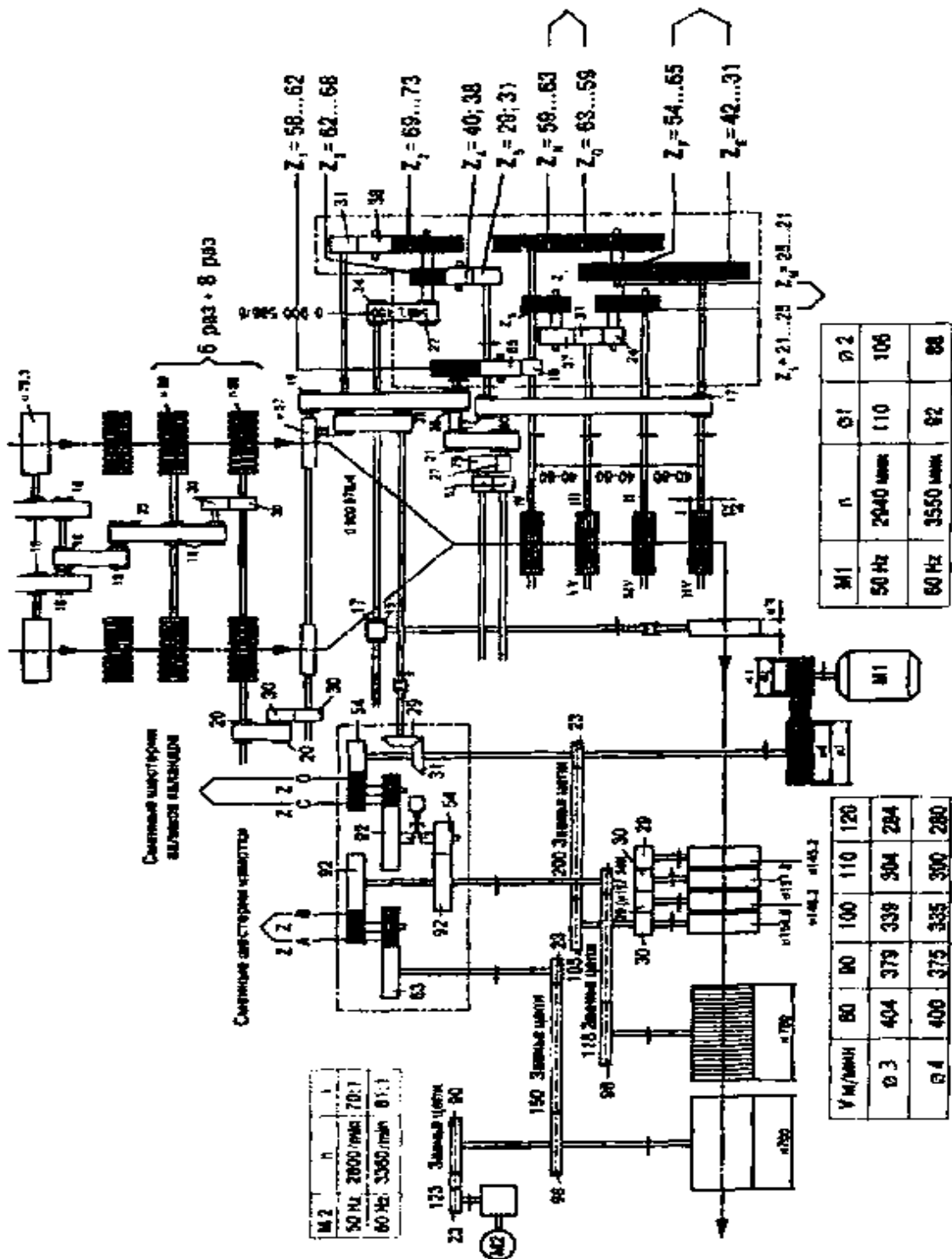


Рис. 5.2. Кінематична схема стрічков'єднувальної машини UNILAP моделі E 5/3 фірми "Rieter"

Фактичний діаметр шківа ротора електродвигуна 110 мм, а розрахунковий діаметр  $D_p=106$  мм. Для пропорційної зміни швидкостей всіх робочих органів, а отже, швидкості скочування настилу й продуктивності машини, на валу контрприводу передбачений змінний шків. У таблиці 5.1 наведені діаметри шківа контрприводу.

Таблиця 5.1.

Швидкість скочування, м/хв.	80	90	100	110	120
Розрахунковий діаметр шківа контрприводу $D_p$ , мм	400	375	335	300	280

Змінні шестерні  $Z_A$  й  $Z_B$  використовують для зміни швидкості гладкого вала 15 з метою запобігання появи складок у настилі, що намотується на котушку. Змінні шестерні  $Z_C$  й  $Z_D$  використовують для зміни витяжки настилу між плющильним валом 13 і скочувальним валом 14. Числа зубців змінних шестерень  $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5$ , а також  $Z_E, Z_F, Z_H, Z_G, Z_j, Z_k, Z_L, Z_M$  і зони регульованих часткових витяжок наведені в таблиці 5.2.

Загальна витяжка по лінійній густині живильної стрічки  $T_{стр}$ , настилу  $T_{нас}$  і числу складань  $d$ :

$$E = T_{стр} d / T_{нас} \quad (5.1)$$

Загальна витяжка за кінематичною схемою:

$$E = d_{ск} i_{виб-ск} / d_{виб} \quad (5.2)$$

де  $d_{ск}$  й  $d_{виб}$  - діаметри скочувального барабана, і валів, що вибирають стрічку з тазів, мм;  $d$  - число складань на машині.

Часткові витяжки за кінематичною схемою (див. рис. 5.2):

- між вибираючим 1 і транспортуючим 2 валами:

$$E_{1-2} = \frac{88}{79,5} \frac{18}{18} \frac{18}{18} \frac{25}{18} = 1,537;$$

- між вибираючим 2 і транспортуючим 3 валами:

$$E_{2-3} = \frac{88}{88} \frac{18}{18} \frac{30}{30} = 1;$$

- між транспортуючим 3 і транспортуючим 4 валами:

$$E_{3-4} = \frac{57}{88} \frac{20}{20} \frac{30}{30} = 0,648$$

- між транспортуючим валом 4 і заднім циліндром 5 витяжного приладу:

$$E_{4-5} = \frac{32}{57} \frac{19}{36} \frac{Z_1}{18} = 0,01652 \quad (5.3)$$

при  $Z_1=58...62$  зуб.,  $E_{4-5} = 0,954...1,02$ ;

- між заднім і другим 6 (по ходу продукту) циліндрами витяжного приладу:

$$E_{5-6} = \frac{32}{32} \frac{Z_k}{Z_j} \frac{37}{31} = 1,193 \frac{Z_k}{Z_j}, \quad (5.4)$$

при  $Z_k + Z_j = 86$  зуб., де  $Z_k = 40...46$  і  $Z_j = 46...40$  зуб.  $E_{5-6} = 1,038...1,372$ ;

- між другим 6 і третім 7 циліндрами витяжного приладу:

$$E_{6-7} = \frac{32}{32} \frac{31}{24} \frac{Z_M}{Z_L} = 1,292 \frac{Z_M}{Z_L}, \quad (5.5)$$

при  $Z_M + Z_L = 46$  зуб., де  $Z_M = 21...25$  і  $Z_L = 25...21$  зуб.

$E_{6-7} = 1,085...1,537$ ;

- між третім 7 і четвертим, переднім 8 циліндрами витяжного приладу:

$$E_{7-8} = \frac{32}{32} \frac{Z_L}{Z_M} \frac{24}{37} \frac{Z_j}{Z_k} \frac{Z_H}{Z_G} \frac{Z_F}{Z_E} = 0,64865 \frac{Z_L}{Z_M} \frac{Z_j}{Z_k} \frac{Z_H}{Z_G} \frac{Z_F}{Z_E},$$

при  $Z_H + Z_G = 122$  зуб., де  $Z_H = 59...63$  і  $Z_G = 63...59$  зуб. і  $Z_F + Z_E = 96$  зуб., де  $Z_F = 54...65$  і  $Z_E = 42...31$  зуб.

$$E_{7-8(\min)} = 0,64865 \frac{21}{25} \frac{40}{46} \frac{59}{63} \frac{54}{42} = 0,57;$$

$$E_{7-8(\max)} = 0,64865 \frac{25}{21} \frac{46}{40} \frac{63}{59} \frac{42}{54} = 0,737;$$

- між переднім циліндром 8 витяжного приладу й циліндром 9 столика:

$$E_{8-9} = \frac{70}{32} \frac{17}{17} \frac{Z_5}{Z_3} \frac{27}{24} \frac{15}{17} = 2,17 \frac{Z_5}{Z_3}, \quad (5.6)$$

при  $Z_3 = 62...65$  зуб.,  $Z_5 = 29$  зуб., проміжна  $Z_4 = 40$  зуб.  $E_{8-9} = 0,968...1,015$ ;  $Z_5 = 31$  зуб., проміжна  $Z_4 = 38$  зуб.  $E_{8-9} = 1,035...1,085$ ;

- між циліндром 9 столика і першим плющильним валом 10:

$$E_{9-10} = \frac{145,2}{70} \frac{17}{15} \frac{24}{27} \frac{Z_2}{31} \frac{28}{28} \frac{29}{31} \frac{23}{105} \frac{30}{29} = 0,0143Z_2, \quad (5.7)$$

при  $Z_2 = 69...73$  зуб.  $E_{9-10} = 0,986...1,043$ ;

- між послідовними плющильними валами 10, 11, 12, 13:

$$\left. \begin{aligned} E_{10-11} &= 151,8 \cdot 29 / (145,2 \cdot 30) = 1,0106 \\ E_{11-12} &= 148,3 \cdot 30 / (151,8 \cdot 29) = 1,0099 \\ E_{12-13} &= 154,8 \cdot 29 / (148,3 \cdot 30) = 1,0097 \end{aligned} \right\}; \quad (5.8)$$

- між плющильним валом 13 і рифленим скочувальним валом 14:

$$E_{13-14} = \frac{700}{154,8} \frac{105}{23} \frac{54}{Z_D} \frac{Z_C}{92} \frac{54}{92} \frac{23}{98} = 1,669 \frac{Z_C}{Z_D},$$

при  $Z_C=50 \dots 60$  зуб. і  $Z_D=82 \dots 100$  зуб.  $E_{14-15}=0,835 \dots 1,22$ .

- між рифленим скочувальним 14 і гладким 15 валами:

$$E_{14-15} = \frac{700}{700} \frac{98}{23} \frac{92}{Z_B} \frac{Z_A}{83} \frac{23}{98} = 1,108 \frac{Z_A}{Z_B},$$

при  $Z_A=88 \dots 94$  зуб. і  $Z_B=89 \dots 103$  зуб.  $E_{14-15}=0,947 \dots 1,17$ .

Витяжка у витяжному приладі за схемою передач:

$$\begin{aligned} E_{\dot{A}.iD} &= \frac{32}{32} \frac{Z_H}{Z_G} \frac{Z_F}{Z_E} \frac{23}{98} = \frac{Z_H}{Z_G} \frac{Z_F}{Z_E}; \\ E_{\dot{A}.iD(\min)} &= \frac{59}{63} \frac{54}{42} = 1,2; E_{\dot{A}.iD(\max)} = \frac{63}{59} \frac{65}{31} = 2,24. \end{aligned} \quad (5.9)$$

Загальна витяжка на машині за схемою передач:

$$E = E_{1-2} E_{2-3} \dots E_{13-14} = 8,75 \cdot 10^{-4} \frac{Z_C Z_F Z_H Z_5 Z_2 Z_1}{Z_D Z_E Z_G Z_3}; \quad (5.10)$$

$$E=1,8 \dots 3,82.$$

Часткові витяжки на машині UNILAP моделі Е 5/3 приведені в таблиці 5.2.

**Розрахунок і регулювання продуктивності стрічков'єднувальної машини моделі 1576 фірми «Техіта», довжини настилу, що намотується на катушку, і часу намотування повного рулону настилу.**

Теоретична продуктивність стрічков'єднувальної машини, кг/год:

$$P_T = V_{ск.в} T_n \cdot 60 / 10^3 = \pi d_{ск.в} n_{ск.в} T_n \cdot 60 / 10^3 \quad (5.11)$$

де  $V_{ск.в}$  - колова швидкість скочувальних валів, м/хв;  $T_n$  - лінійна густина настилу, ктекс;  $d_{ск.в}$  - діаметр скочувальних валів, м.

Для стрічков'єднувальної машини швидкість скочування визначається формулою (5.6) і тоді:

$$P_T = 0,048 d_e \eta T_n \quad (5.12)$$



Таблиця 5.2. Часткові витяжки на машині UNILAP моделі Е 5/3

Зона витягування (див. рис. 5.2)	Часткові витяжки	Число зубців шестере нь	Витяжка при числі зубців шестерень									Номер формули	
			58	59	60	61	62	-	-	-	-		
Транспортуючий вал 4 - задній циліндр 5 витяжного приладу		$Z_l$	58	59	60	61	62	-	-	-	-	(5.3)	
	$E_{4-5}$		0,965	0,972	0,989	1,005	1,022	-	-	-	-		
Задня зона витяжного приладу		$Z_j$	40	42	44	46	-	-	-	-	-	(5.4)	
		$Z_k$	46	44	42	40	-	-	-	-	-		
	$E_{5-6}$		1,37	1,25	1,14	1,04	-	-	-	-	-		
Середня зона витяжного приладу		$Z_L$	21	22	23	24	25	-	-	-	-	(5.5)	
		$Z_M$	25	24	23	22	21	-	-	-	-		
	$E_{6-7}$		1,54	1,41	1,29	1,18	1,09	-	-	-	-		
Між переднім циліндром 8 витяжного приладу й останнім плющильним валом 13		$Z_3$	62	63	64	65	-	-	-	-	-	(5.6) ... (5.8)	
	$E_{8-13}$	$Z_5$	29	1,023	1,007	0,991	0,975	-	-	-	-		-
		$Z_4$	40										
		$Z_3$		66	67	68	-	-	-	-	-		-
	$E_{8-13}$	$Z_5$	31	1,027	1,012	0,997	-	-	-	-	-		-
$Z_4$		38											
Між транспортуючим циліндром 5 столика й заднім плющильним валом 10	-	$Z_2$	69	70	71	72	73	-	-	-	-	(5.7)	
	$E_{9-10}$		0,977	0,992	1,006	1,020	1,034	-	-	-	-		
Загальна витяжка у витяжному приладі		$Z_H$	59	60	61	62	63	63	63	63	63	(5.9)	
		$Z_G$	63	63	63	63	63	62	61	60	59		
	$E_{5-8}$	$Z_F$	54	1,20	1,22	1,24	1,27	1,29	1,31	1,33	1,35		1,37
		$Z_E$	42										
	$E_{5-8}$	$Z_F$	56	1,31	1,33	1,36	1,38	1,40	1,42	1,45	1,47		1,49
		$Z_E$	40										
	$E_{5-8}$	$Z_F$	59	1,49	1,52	1,54	1,57	1,59	1,62	1,65	1,67		1,70
$Z_E$		37											
$E_{5-8}$	$Z_F$	62	1,71	1,74	1,77	1,79	1,82	1,85	1,88	1,91	1,95		
	$Z_E$	34											
$E_{5-8}$	$Z_F$	65	1,96	2,0	2,03	2,06	2,10	2,13	2,17	2,20	2,24		
	$Z_E$	31											

Норма продуктивності машини, кг/год:

$$H = \Pi_T K_{KЧ}$$

де  $K_{КЧ}$  - коефіцієнт корисного часу, що залежить від затрат часу на виконання операцій, пов'язаних із простоями машини протягом часу зміни; для стрічков'єднувальних машин  $K_{КЧ} = 0,77...0,80$ .

Маса настилу на катушці залежить від довжини  $L_n$ , м, і лінійної густини  $T_n$ , ктекс, намотаного настилу, кг.

Необхідна швидкість скочування настилу при заданій продуктивності стрічков'єднувальної, машини, м/хв:

$$V_{ск} = \Pi_T \cdot 10^3 / (T_n \cdot 60) = H \cdot 10^3 / (T_n K_{КЧ} \cdot 60). \quad (5.13)$$

Тривалість намотування настилу на катушку, хв:

$$t_n = L_n / V_{ск.г} = 10^3 M_n / (V_{ск.г} T_n) = M_n \cdot 60 / \Pi_T.$$

Тривалість вибирання живильної стрічки з повного тазу, хв:

$$t_c = M_c d \cdot 60 / \Pi_T,$$

де  $M_c$  - маса стрічки в тазу, кг.

Число рулонів настилів, сформованих за зміну ( $T_{зм} = 8$  год):

$$Ч_n = \Pi_T K_{КЧ} T_{зм} / M_n = H T_{зм} / M_n.$$

Число тазів зі стрічкою, встановлених в зоні живлення однієї машини, що формує настилі за зміну ( $T_{зм} = 8$  год):

$$Ч_T = \Pi_T K_{КЧ} T_{зм} / M_c = H T_{зм} / M_c.$$

Допустимі відхилення фактичної лінійної густини напівфабрикату від планової беруться такими ж, як і допустимі відхилення кондиційної лінійної густини пряжі від номінальної.

Нерівноту настилів оцінюють квадратичною нерівнотою по масі 50 відрізків довжиною 1 м.

При перевірці квадратичної нерівноти настилів з однієї стрічков'єднувальної машини відбирають по 25 відрізків з кожного із двох повних настилів; при відборі проб із двох машин з кожної машини беруть по одному настилу і від кожного відбирають по 25 відрізків.

Якщо фактична квадратична нерівнота виявляється вище нормованої [8], то необхідно прийняти заходи щодо її зменшення.

## 5.2. Завдання для розрахунку

5.1. Розрахувати за схемою передач стрічков'єднувальної машини моделі 1576 можливі найменшу й найбільшу частоти обертання живильних і скочувальних валів, швидкість скочування настилів при коефіцієнті ковзання в клинопасовій передачі 0,98.

5.2. Розрахувати за схемою передач діаметр змінного шківів стрічков'єднувальної машини моделі 1576, необхідний для обертання скочувальних валів із частотою  $44,5 \text{ хв}^{-1}$ , при коефіцієнті ковзання у клинопасовій передачі 0,98.

5.3. Розрахувати за схемою передач стрічков'єднувальної машини моделі 1576 необхідний діаметр змінного шківів на валу електродвигуна для скочування настилів з швидкістю  $69,1 \text{ м/хв}$  при коефіцієнті ковзання в клинопасовій передачі 0,98.

5.4. Розрахувати за схемою передач стрічков'єднувальної машини моделі 1576 частоту обертання й колову швидкість: а) живильних валів; б) напрямного вала; в) плющильних валів; г) скочувальних валів. Діаметр змінного шківів  $D_e$ , і числа зубців змінних шестерень  $Z_1$  й  $Z_2$  і шестерні  $Z_3$  наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3.

Варіант	$D_e$ , мм	Число зубців			Варіант	$D_e$ , мм	Число зубців		
		$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$			$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$
1	75	20	45	47	16	90	19	46	49
2	90	21	46	48	17	100	21	45	48
3	100	19	45	49	18	112	19	46	47
4	112	20	46	48	19	125	20	45	48
5	125	21	45	47	20	112	21	46	49
6	112	20	46	48	21	100	20	45	48
7	110	19	45	49	22	90	19	46	47
8	90	21	46	48	23	100	21	45	48
9	75	20	45	47	24	112	20	46	49
10	90	19	46	48	25	125	19	45	47
11	100	21	45	47	26	112	21	46	48
12	112	19	46	48	27	110	20	45	49
13	75	20	45	49	28	100	19	46	48
14	112	19	46	47	29	90	21	45	47
15	100	21	45	48	30	75	20	46	49

5.5. Розрахувати загальну й часткову витяжки на стрічков'єднувальній машині моделі 1576 при числах зубців змінних зірочок і шестерень, наведених у таблиці 5.3.

5.6. Розрахувати за схемою передач стрічков'єднувальної машини моделі 1576 число зубців змінної зірочки  $Z_1$  для виготовлення настилів лінійною густиною 64 ктекс із двадцяти стрічок лінійною густиною 3,25 ктекс при числах зубців інших змінних елементів  $Z_2=45$  зуб. й  $Z_3=47$  зуб.

5.7. Розрахувати за схемою передачі стрічков'єднувальної машини моделі 1576 число зубців змінної зірочки  $Z_1$  для виготовлення настилів лінійною густиною 70 ктекс із 24 стрічок лінійною густиною 3 ктекс при числі зубців змінної шестерні  $Z_2=46$  зуб. і змінної шестерні  $Z_3=47$  зуб.

5.8. Розрахувати лінійну густину настилу з стрічков'єднувальної машини при живленні її стрічками лінійної густини 3,5 ктекс, загальній витяжці  $E=1,03$  і числі складань  $d=20$ .

5.9. Розрахувати необхідну лінійну густину стрічки при заправленні стрічков'єднувальної машини для виготовлення настилів лінійною густиною 80 ктекс із витяжкою стрічок  $E=1,02$  і числом складань  $d=24$ .

5.10. Яка повинна бути частота обертання живильного вала стрічков'єднувальної машини моделі 1576, щоб при частоті обертання скочувальних валів  $49,9 \text{ хв}^{-1}$  отримати настили лінійною густиною 72 ктекс із 24 стрічок лінійною густиною 3,1 ктекс?

5.11. На стрічков'єднувальній машині виробляються настили лінійною густиною 70 ктекс при частоті обертання скочувальних валів  $48,9 \text{ хв}^{-1}$ . З якою швидкістю, м/хв, поступає з тазів стрічка лінійною густиною 3,6 ктекс при 20 складаннях на машині?

5.12. На стрічков'єднувальній машині моделі 1576 виготовляються настили з 18 стрічок при числі зубців змінної шестерні  $Z_1=21$ . Розрахувати необхідне число зубців цієї шестерні для виготовлення настилу тієї ж лінійної густини, але з 20 стрічок.

5.14. На стрічков'єднувальній машині UNILAP моделі E 5/3 виробляються настили  $T_{н1}=70$  ктекс при числі зубців змінних шестерень  $Z_H=62$ ,  $Z_G=63$ ,  $Z_F=62$  й  $Z_E=34$  зуб. Обчислити необхідну витяжку у витяжному приладі й вибрати по таблиці 5.2 числа зубців наведених шестерень для одержання настилів  $T_{н2}=75$  ктекс при незмінних лінійній густині стрічки й числі складань.

5.15. На стрічков'єднувальній машині моделі 1576 виготовляються настили лінійною густиною 59 ктекс при числі зубців змінної шестерні  $Z_1=19$  зуб. Розрахувати необхідне число зубців цієї шестерні для виготовлення настилів лінійної густини 63 ктекс при тому ж числі складань і незмінній лінійній густині.

5.16. Розрахувати необхідне число зубців змінної шестерні  $Z_1$  стрічков'єднувальної машини моделі 1576 для виготовлення настилів лінійною густиною 76 ктекс із 24 стрічок лінійною густиною 3,26 ктекс при числах зубців інших змінних елементів  $Z_2=5$  зуб.,  $Z_3=49$  зуб.

5.17. На стрічков'єднувальній машині моделі 1576 при числі зубців змінної зірочки  $Z_1=19$  зуб. виготовлені настили  $T_n=57$  ктекс. Розрахувати число зубців цієї зірочки для одержання настилів  $T_n=63$  ктекс.

5.18. При контролі лінійної густини настилів з стрічков'єднувальної машини моделі 1576, отриманих при числі зубців змінної шестерні  $Z_1=20$  зуб., середня маса однометрового відрізка настилу виявилася рівною 66,5 г. Розрахувати число зубців цієї шестерні для одержання настилу лінійною густиною 70 ктекс.

5.19. Розрахувати теоретичну продуктивність й норму продуктивності стрічков'єднувальної машини за 8 год. при швидкості намотування настилу  $90 \text{ м/хв}$  і лінійній густині його  $T_n=70$  ктекс;  $K_{КЧ}=0,8$ .

5.20. Розрахувати необхідну теоретичну продуктивність кожної із чотирьох стрічков'єднувальних машин моделі 1576 і відповідний діаметр змінного шківів на валу електродвигуна для виготовлення в зміну (8 год.) 300 настилів лінійною густиною 65 ктекс і масою по 22 кг при  $K_{КЧ}=0,77$  і коефіцієнті ковзання пасу в клинопасовій передачі 0,98.

5.21. Розрахувати число настилів масою 24 кг, що виготовляються стрічков'єднувальною машиною моделі 1576 за 8 год, і число необхідних повних тазів з живильною стрічкою при діаметрі змінного шківів на валу електродвигуна 112 мм, коефіцієнті ковзання в клинопасовій передачі 0,98,  $K_{КЧ} = 0,77$ , лінійній густині настилу 70 ктекс, масі стрічки в тазі 10 кг.

5.22. Виконати розрахунок швидкості намотування, загальної витяжки, теоретичної продуктивності, норми продуктивності стрічков'єднувальної машини моделі 1576 для виготовлення за 8 год 2385 кг настилів лінійною густиною  $T_n = 75$  ктекс із 20 стрічок лінійною густиною 3,25 ктекс при  $K_{КЧ}=0,78$ .

5.23. На стрічков'єднувальній машині моделі 1576 необхідно виготовити за 8 год 92 настила лінійною густиною 62 ктекс і масою 24 кг при  $K_{КЧ} = 0,75$ . Розрахувати необхідні: а) теоретичну продуктивність машини, кг/год; б) швидкість скочування настилу, м/хв; в) діаметр змінного шківів на валу електродвигуна, мм.

5.24. На одній стрічков'єднувальній машині моделі 1576 необхідно виготовити для восьми гребенечесальних машин настили лінійною густиною 62 ктекс за умов: норма продуктивності гребенечесальної машини 25 кг/год, лінійна густина стрічок на живленні у стрічков'єднувальної машини, 3 ктекс, число складань стрічок 24, витяжка 1,1,  $K_{КЧ}$  стрічков'єднувальної машини 0,77. Розрахувати необхідні: а) теоретичну продуктивність стрічков'єднувальної машини, кг/год; б) швидкість скочування настилу, м/хв; в) діаметр змінного блоку на валу електродвигуна стрічков'єднувальної машини, мм.

5.25. На одній стрічков'єднувальній машині необхідно виготовити за 8 год 48 настилів лінійною густиною 50 ктекс і масою 23 кг кожний, при  $K_{КЧ}=0,8$ . Розрахувати: а) теоретичну продуктивність машини, кг/год; б) швидкість скочування настилів, м/хв; в) діаметр змінного блоку на валу електродвигуна, мм.

5.26. Розрахувати час напрацювання на стрічков'єднувальній машині моделі 1576 настилу масою  $M_n=20$  кг за умов: діаметр змінного шківів на валу електродвигуна 125 мм, коефіцієнт ковзання в гнучкій передачі 2 %, лінійна густина живильних стрічок 3 ктекс, число складань  $d = 24$ , витяжка на машині 1,16.

5.27. Розрахувати довжину повного рулону настилу, час його намотування, довжину живильної стрічки в тазу, час повного спрацювання стрічки з таза на стрічков'єднувальній машині моделі 1576 при діаметрі змінного шківів на валу електродвигуна 125 мм, лінійній густині настилу 55 ктекс, масі повного рулону

настилу 22 кг, лінійній густині стрічки 3 ктекс, масі стрічки в повному тазу 18 кг.

5.28. Розрахувати довжину настилу, намотуваного на одну катушку на машині UNILAP моделі E 5/3, за умов роботи: діаметр змінного блоку на валу електродвигуна 106 мм, коефіцієнт ковзання в гнучкій передачі 2 %, лінійна густина настилу 70 ктекс, машинний час намотування настилу 3,1 хв.

5.29. Розрахувати необхідне число тазів зі стрічкою, що заправляють в стрічков'єднувальну машину UNILAP моделі E 5/3, за 8 годин роботи при діаметрі змінного шківка на валу електродвигуна 106 мм, коефіцієнт ковзання в гнучкій передачі 2 %, лінійній густині настилу 60 ктекс, масі стрічки в тазі 20 кг; машина працює із  $K_{КЧ} = 0,78$ , волокнисті відходи на машині становлять 0,5 % від маси перероблених машиною стрічок.

5.30. Розрахувати число катушок, необхідних для намотування настилів на стрічков'єднувальній машині моделі 1576 за 8 год роботи, за умов: діаметр змінного блоку на валу електродвигуна 100 мм, коефіцієнт ковзання в клинопасовій передачі 0,98, лінійна густина настилів 50 ктекс, довжина настилу, намотаного на катушку, 400 м. Машина працює із  $K_{КЧ} = 0,78$ .

5.31. Визначити, чи допустиме відхилення фактичної лінійної густини настилу з стрічков'єднувальної машини від номінальної 60 ктекс, якщо при випробуванні зразків середня маса однометрового відрізка настилу виявилася рівною 60,8 г [8].

Розрахувати різницю фактичної й номінальної лінійної густини настилу у відсотках і порівняти з нормою з урахуванням знаку відхилення [8].

5.32. Розрахувати допустимі межі фактичної лінійної густини настилів з стрічков'єднувальної машини для його номінальної лінійної густини, рівної 65 ктекс [8].

5.33. Розрахувати квадратичну нерівноту настилу, при випробуванні якого визначена середня маса 50 однометрових відрізків, що дорівнює  $m = 70$  м, при дисперсії мас відрізків  $\sigma^2 = 0,7$ . Вказати, чи відповідає рівномірність настилів нормативу для одержання пряжі I сорту [8].

5.34. Розрахувати допустиме середнє квадратичне відхилення фактичної маси однометрових відрізків настилів від середнього значення за умови, що настил призначений для виготовлення пряжі I сорту, а його фактична лінійна густина  $T_n = 68$  ктекс [8].

5.35. Визначити, чи допустиме відхилення фактичної лінійної густини настилу з стрічков'єднувальної машини від номінальної 65 ктекс, якщо фактична середня маса однометрового відрізка настилу виявилася рівною 63,9 г.

5.36. Використовуючи непряму оцінку ступеня розпрямленості волокон визначити, чи задовольняє вимогам, запропонованим до якості настилів, ступінь розпрямленості волокон у них, якщо розривне навантаження стрічки з настилу при затискній довжині 100 мм виявилось рівним 85 сН, лінійна густина

настилу 76,8 ктекс, число складань стрічок у настилі 24 і для стрічки настилу вважається нормальним питоме розривне навантаження  $P_{num} < 0,03$  сН/текс.

5.37. Розрахувати щільність намотування  $\delta$ , г/см<sup>3</sup> настилу масою 22 кг при діаметрах котушки  $d = 100$  мм, повного рулону  $D = 550$  мм і ширині настилу 300 мм.

### 5.3. Приготування стрічки на гребенечесальних машина

Робочі органи гребенечесальної машини обертаються як безперервно (вал гребінних барабанчиків, циліндри й валики витяжного приладу, плющильні валики на столику й після витяжного приладу, валики стрічкоукладача, вал круглих щіток, вентилятор пневмосистеми відводу пачосів й ін.), так і періодично (живильні циліндри, перфоровані труби системи збору пачосів). Віддільні циліндри й відокремлюючі валики роблять реверсивний рух (зворотньо-обертальний), причому з різними кутами повороту вперед та назад. Тому кінематичний розрахунок гребенечесальної машини зазвичай ведуть по числу обертів гребінного барабанчика, за один оберт якого відбувається повний цикл гребенечесання.

*Технологічний розрахунок гребенечесальної машини моделі 1532 фірми «Textima».*

Привід гребенечесальної машини моделі 1532 (рис. 5.3) має три електродвигуни: двигун  $D_1$  надає рух робочим органам, що здійснюють власне гребенечесання; двигун  $D_2$  надає рух круглим щіткам і вентилятору пневмосистеми для відводу пачосів; двигун  $D_3$  обертає вентилятор системи пневматичного очищення витяжного приладу.

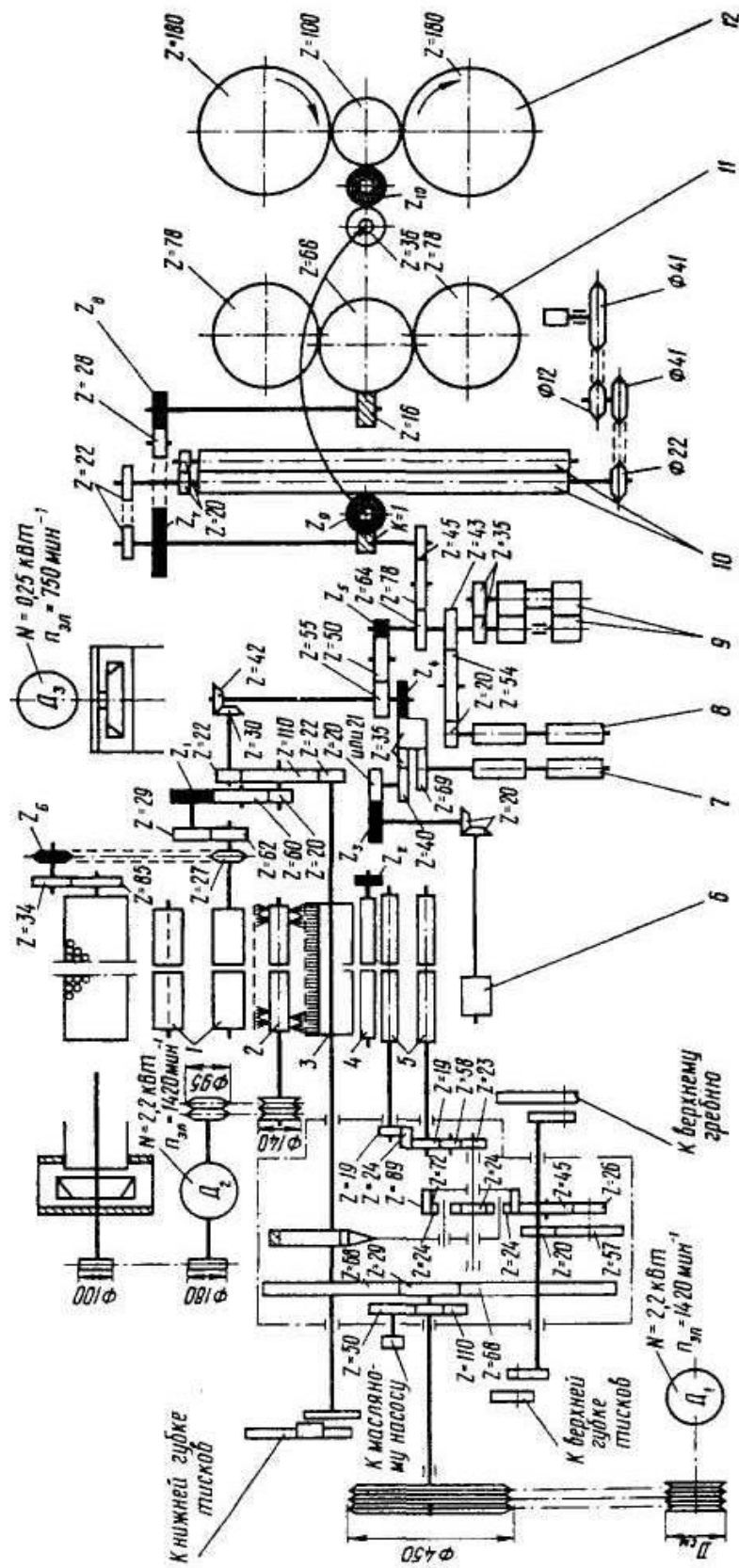
Вал гребінних барабанчиків одержує рух через клинопасову передачу від змінного шківів  $D_{e1}$  (118, 132, 150, 160, 170 й 180 мм) електродвигуна  $D_1$ . У таблиці 5.3 наведені числа зубців змінних шестерень і храповика.

Методика технологічного розрахунку гребенечесальної машини моделі 1532 фірми «Textima» наведена в літературі [4, 6, 8].

Таблиця 5.4.

Змінна шестерня або храповик	Число зубців змінної шестерні	Параметр, що регулюється
$Z_1$	64, 71 і 78	Довжина настилу, що подається валиками відповідно 6,4; 5,8; 5,3 мм в циклі
$Z_2$	10, 11 і 12	Довжина настилу, що подається циліндрами відповідно 6,5; 5,9 і 5,4 мм в циклі
$Z_1$	83-88	Витяжка стрічки на столику машини 1,045...1,16
$Z_4$	30-34	Витяжка прочосу в лотку випуску 0,96...1,16
$Z_5$	20-40	Витяжка у витяжному пристрою 6...12,35
$Z_6$	13-30	Частота обертання сітчатого барабану
$Z_7$	39, 38*)	Частота обертання верхньої тарілки
$Z_8$	30, 37*)	
$Z_9$	24, 27*)	Частота обертання нижньої тарілки
$Z_{10}$	26, 28*)	

\*) перші значення для тазів діаметром 400 мм, другі 500 мм.



**Рис. 5.3.** Кінематична схема гребнечесальної машини моделі 1532 фірми «Техтіма»:

1 - розкочувальні валики  $d = 70$  мм; 2 - круглі шітки; 3 - гребінний барабанчик  $d = 152$  мм (по кінчикам голок);

4 - живильний циліндр  $d = 20$  мм; 5 — віддільні циліндри  $d = 25$  мм; 6 - площильні валики столика  $d = 70$  мм;

7 - задній циліндр витяжного приладу  $d = 32$  мм; 8 - передній циліндр витяжного приладу  $d = 32$  мм; 9 - площильні вали  $d = 70$  мм; 10 - валики стрічкоукладача  $d = 50$  мм; 11 — верхня тарілка; 12 — нижня тарілка



**Технологічний розрахунок гребенечесальної машини моделі E 7/5 фірми «Rieter».** В кінематичній схемі є змінні елементи, для регулювання швидкості робочих органів, продуктивності машини, лінійної густини випускної стрічки, (рис. 5.4.):

- шків на валу електродвигуна діаметром  $D_e$ , мм, шків редуктора діаметром  $D_p$ , мм, для зміни числа циклів гребенечесання в хвилину (таблиця 5.5); частота обертання ротора електродвигуна  $n_{e1}=1500$  хв<sup>-1</sup>;

Таблиця 5.5.

Число циклів гребенечесання в хвилину	Розрахунковий діаметр шківів на валу двигуна, мм <sup>*)</sup>	
	Електродвигуна	редуктора
180	132	224
200	150	224
225	132	180
250	150	180
275	150	160
300	160	160

<sup>\*)</sup> для розрахунку частоти обертання робочих органів використовують діаметри шківів, менші, ніж зовнішній діаметр, на 4 мм.

- шків на валу електродвигуна діаметром  $D_{e2}$ , мм, для регулювання швидкості щіток у відповідності зі зміною їх діаметра внаслідок зносу (таблиця 5.6);

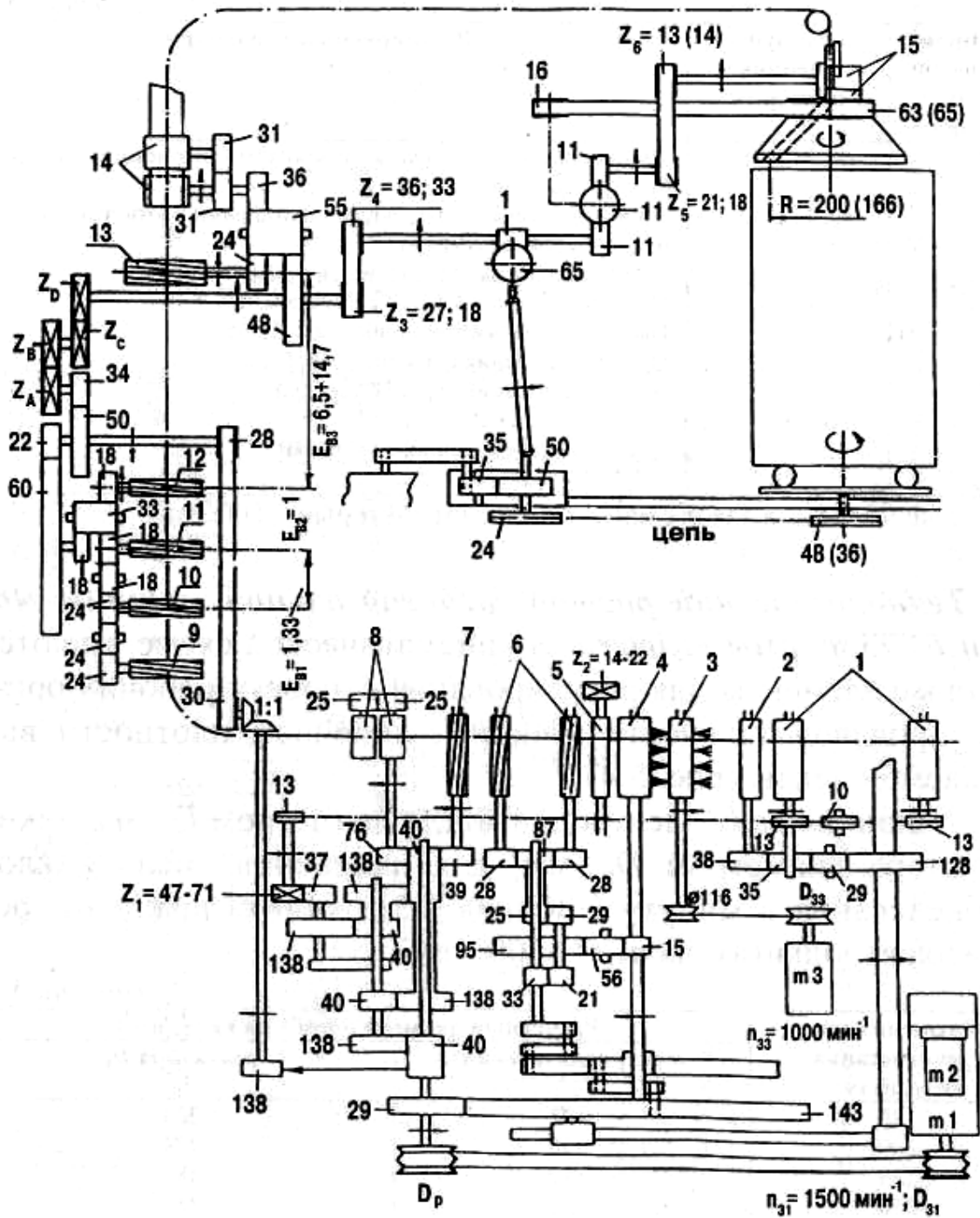
Таблиця 5.6.

Діаметр щіток, мм	Частота обертання щіток, хв <sup>-1</sup>	Розрахунковий діаметр шківів на валу, мм	
		електродвигуна, розрахунковий	щіток, розрахунковий
110...95	1000	112	112
95...80	1200	140	112

- змінна шестерня  $Z_1$  з числом зубців від 47 до 71 для регулювання швидкості настилів, що розкочуються настільними валиками.

- змінний храповик  $Z_2$  на живильному циліндрі з числом зубців від 14 до 22 для регулювання довжини подачі настилу в зону чесання в кожному циклі;

- змінні шестерні  $Z_A$   $Z_B$   $Z_C$   $Z_D$  для регулювання витяжки в передній зоні витяжного приладу при незмінній витяжці в задній зоні (1,33), і в середній зоні, що дорівнює одиниці; числа зубців змінних шестерень визначають по таблиці 5.7 у відповідності з запланованою витяжкою в витяжному пристрої  $E_{в.пр}$ ;



**Рис 5.4.** Кінематична схема гребенечесальної машини Е 7/5 фірми «Rieter»

1 - настільні валики  $d=70\text{мм}$ ; 2 - вал привода гребеня  $d=50\text{мм}$ ; 3 - кругла щітка  $d=110\text{мм}$ ; 4 - пилчастий барабанчик  $d=125,4\text{мм}$ ; 5 - живильний циліндр  $d=30\text{мм}$ ; 6 - віддільні циліндри  $d=25\text{мм}$ ; 7 - циліндр що підводить ватку  $d=70\text{мм}$ , прочіс до лійки випуску  $d=25\text{мм}$ ; 8 - плющильні валики  $d=50\text{мм}$ ; 9 - циліндр транспортує стрічки по столику  $d=25\text{мм}$ ; 10, 11, 12 - циліндри витяжного пристрою  $d=35\text{мм}$ ; 14 - плющильні валики столика  $d=52,5\text{мм}$ ; 15 - валики стрічкоукладача  $d=59,2\text{мм}$

Таблиця 5.7.

$Z_A$	$Z_B$	Витяжка $E_{в.пр}$ при позиції пальця з різьбою						
		4	3	2	1	2	3	4
		$Z_C=58$ $Z_D=55$	$Z_C=59$ $Z_D=56$	$Z_C=58$ $Z_D=57$	$Z_C=58$ $Z_D=58$	$Z_C=57$ $Z_D=58$	$Z_C=56$ $Z_D=58$	$Z_C=55$ $Z_D=58$
55	41	19,6	19,3	19,0	18,6	18,3	18,0	17,6
52	44	17,3	17,0	16,7	16,4	16,1	15,8	15,5
49	47	15,2	15,0	14,7	14,5	14,2	14,0	13,7
47	49	14,0	13,8	13,5	13,3	13,1	12,8	12,6
44	52	12,4	12,2	11,9	11,7	11,5	11,3	11,1
41	55	10,9	10,7	10,5	10,3	10,2	10,0	9,8
38	58	9,6	9,4	9,2	9,1	8,9	8,8	8,6

- змінні шестерні в передачі від витяжного приладу до валіків стрічкоукладача  $Z_3 = 27(31)$ ,  $Z_4 = 36(33)$  і  $Z_5 = 21(18)$ ,  $Z_6 = 13(14)$  при використанні тазів діаметром 600 (500) мм;
- змінна шестерня в передачі до верхньої тарілки  $Z = 63(65)$ .

**Розрахунок частоти обертання і швидкості робочих органів машини.**

Частота обертання пильчастих барабанчиків, або число циклів гребенечесання в хвилину,  $\text{хв}^{-1}$

$$n_6 = \frac{n_{e1} \cdot D_{e1} \cdot \eta \cdot 29}{D_p \cdot 143} = \frac{1500 \cdot D_{e1} \cdot 29}{D_p \cdot 143} = \frac{304 D_{e1} \eta}{D_p} \quad (5.14)$$

Швидкість зубців барабанчика, м/хв:

$$v_6 = \frac{3,14 \cdot 0,1254 \cdot 304 \cdot D_{a1} \eta}{D_p} = \frac{119,8 D_{a1} \eta}{D_p} \quad (5.15)$$

Частота обертання круглих щіток,  $\text{хв}^{-1}$ :

$$n_{щ} = n_{e3} \cdot D_{e3} \eta / 112 = 1000 D_{e3} \eta / 112 = 8,93 D_{e3} \eta$$

Швидкість кінчиків щетини, м/хв:

$$v_{щ} = 3,14 \cdot 0,11 \cdot 8,93 D_{a3} \eta$$

Довжина продукту, що подається в зону чесання в одному циклі робочими органами машини моделі Е 7/5, мм:

- настилу валиками  $I$  (див. рис. 5.4)

$$L_1 = F = 3,14 \cdot 70 \cdot 1 \cdot \frac{143 \cdot 40 \cdot 40 \cdot 40 \cdot 40 \cdot 37 \cdot 13}{29 \cdot 138 \cdot 138 \cdot 138 \cdot 138 \cdot Z_1 \cdot 13} = \frac{283,21}{Z_1} \quad (5.16)$$

при  $Z_1 = 47 \dots 71$  зуб.,  $L_1 = F = 6,025 \dots 3,99$  мм;

- настилу живильним циліндром 5:

$$L_2 = \frac{3,14 \cdot 30}{Z_2} = \frac{94,25}{Z_2}$$

при  $Z_2 = 14 \dots 22$  зуб.;  $L_2 = F = 6,73 \dots 4,28$  мм

- прочосу, що відокремлюється віддільними циліндрами 6:

$$L_3 = L_{\dot{Y}} = 3,14 \cdot 25 \frac{15 \cdot 87}{95 \cdot 28} = 38,53 \text{ мм}$$

- ватки-прочосу циліндром 7, що підводить ватку до воронки випуску:

$$L_4 = 3,14 \cdot 25 \frac{143 \cdot 40 \cdot 40 \cdot 40}{29 \cdot 138 \cdot 138 \cdot 138} = 33,37 \text{ мм}$$

- стрічки, що виводиться на столик плющильними валиками 8 випуску:

$$L_5 = 3,14 \cdot 50 \frac{143 \cdot 40 \cdot 40 \cdot 40}{29 \cdot 138 \cdot 138 \cdot 76} = 34,25 \text{ мм}$$

- стрічок, що транспортуються циліндром 9 по столику:

$$L_6 = 3,14 \cdot 27 \cdot \frac{143 \cdot 40 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 22 \cdot 18 \cdot 18}{29 \cdot 138 \cdot 1 \cdot 28 \cdot 60 \cdot 18 \cdot 24} = 35,72 \text{ мм}$$

- стрічок першим (заднім) циліндром 10 витяжного приладу:

$$L_7 = 3,14 \cdot 27 \frac{143 \cdot 40 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 22 \cdot 18 \cdot 18}{29 \cdot 138 \cdot 1 \cdot 28 \cdot 60 \cdot 18 \cdot 24} = 35,72 \text{ мм}$$

- стрічок другим циліндром 11 витяжного приладу:

$$L_8 = 3,14 \cdot 27 \frac{143 \cdot 40 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 22 \cdot 18}{29 \cdot 138 \cdot 1 \cdot 28 \cdot 60 \cdot 18} = 47,63 \text{ мм}$$

- стрічок третім циліндром 12 витяжного приладу:

$$L_9 = 3,14 \cdot 27 \frac{143 \cdot 40 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 22 \cdot 18}{29 \cdot 138 \cdot 1 \cdot 28 \cdot 60 \cdot 18} 47,63 \text{ мм}$$

- стрічок четвертим (переднім) циліндром 13 витяжного приладу:

$$L_{10} = 3,14 \cdot 35 \frac{143 \cdot 40 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 50 Z_A Z_C \cdot 48}{29 \cdot 138 \cdot 1 \cdot 28 \cdot 34 \cdot Z_B Z_D \cdot 24} = 495,25 \frac{Z_A Z_C}{Z_B Z_D}$$

при  $Z_A = 38$ ;  $Z_B = 58$ ;  $Z_C = 55$  і  $Z_D = 58$  зуб

$$L_{10(\min)} = 495,25 \frac{38 \cdot 55}{58 \cdot 58} = 307,69 \text{ мм}$$

при  $Z_A = 55$ ;  $Z_B = 41$ ;  $Z_C = 58$  і  $Z_D = 55$  зуб

$$L_{10(\max)} = 495,25 \frac{55 \cdot 58}{14 \cdot 55} = 700,6 \text{ мм}$$

Варіанти поєднань числа зубців і шестерень  $Z_A$ ,  $Z_B$ ,  $Z_C$  і  $Z_D$  приведені в таблиці 5.7.

- стрічки, сформованої плющильними валиками 14 на столику після витяжного приладу:

$$L_{11} = 3,14 \cdot 52,5 \frac{143 \cdot 40 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 50 \cdot Z_A Z_C \cdot 48}{29 \cdot 138 \cdot 1 \cdot 28 \cdot 34 \cdot Z_B Z_D \cdot 36} = 495,25 \frac{Z_A Z_C}{Z_B Z_D}$$

при  $Z_A = 38$ ;  $Z_B = 58$ ;  $Z_C = 55$  і  $Z_D = 58$  зуб:

$$L_{11(\min)} = 495,25 \frac{38 \cdot 55}{58 \cdot 58} = 307,69 \text{ мм}$$

при  $Z_A = 55$ ;  $Z_B = 41$ ;  $Z_C = 58$  і  $Z_D = 55$  зуб:

$$L_{11(\max)} = 495,25 \frac{55 \cdot 58}{41 \cdot 55} = 700,6 \text{ мм}$$

- стрічки, сформованої плющильними валиками 15 стрічкоукладача:

$$L_{12} = 3,14 \cdot 59,2 \frac{143 \cdot 40 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 50 \cdot Z_A Z_C Z_3 \cdot 11 \cdot Z_5}{29 \cdot 138 \cdot 1 \cdot 28 \cdot 34 \cdot Z_B Z_D Z_4 \cdot 11 \cdot Z_6} = 418,84 \frac{Z_A Z_C Z_3 Z_5}{Z_B Z_D Z_4 Z_6} \quad (5.17)$$

При діаметрі тазу 600 мм:  $Z_3 = 27$ ;  $Z_4 = 36$ ;  $Z_5 = 21$ ,  $Z_6 = 13$  зуб. і  $Z_7 = 48$  зуб;  
при діаметрі тазу 500 мм:  $Z_3 = 31$ ;  $Z_4 = 33$ ;  $Z_5 = 18$ ,  $Z_6 = 14$  зуб. і  $Z_7 = 36$  зуб

Якщо  $Z_A = 38$ ;  $Z_B = 58$ ;  $Z_C = 55$  і  $Z_D = 58$  зуб:

$$L_{12(\min)} = 418,84 \frac{3 \cdot 55 \cdot 27 \cdot 21}{58 \cdot 58 \cdot 36 \cdot 13} = 315,26 \text{ мм}$$

Якщо  $Z_A = 55$ ;  $Z_B = 41$ ;  $Z_C = 58$  і  $Z_D = 55$  зуб:

$$L_{12(\max)} = 418,84 \frac{55 \cdot 58 \cdot 27 \cdot 21}{41 \cdot 55 \cdot 36 \cdot 13} = 717,84 \text{ мм}$$

### **Розрахунок часткових витяжок і їх констант.**

Часткові витяжки, що розраховуються по довжині випускного продукту:

- між живильним циліндром і розкочувальними валиками (по довжині подачі):

$$E_1 = L_2 / L_1 = 94,25 Z_1 / (283,21 Z_2) = 0,3328 Z_1 / Z_2; E_1 = 1,07 \dots 1,11;$$

- між віддільним б (див. рис. 5.4) і живильним 5 циліндрами:

$$E_2 = L_3/L_2 = 38,53Z_2/94,25 = 0,409Z_2; E_2=5,7...9;$$

- між циліндром 7, що підводить проріс до воронки, і віддільним циліндром 6:

$$E_3 = L_4/L_3 = 33,37/38,53 = 0,866;$$

- між плющильними валками 8 випуску і циліндром 7:

$$E_4 = L_5/L_4 = 34,25/33,37 = 1,026;$$

- між циліндром 9 столика і плющильними валками 8 випусків:

$$E_5 = L_6/L_5 = 35,72/34,25 = 1,04;$$

- між заднім циліндром 10 витяжного приладу і циліндром 9 столика:

$$E_6 = L_7/L_6 = 35,72/35,72 = 1,0;$$

- між другим 11 і заднім 10 циліндрами витяжного приладу:

$$E_7 = L_8/L_7 = 47,63/35,72 = 1,333;$$

- між третім 12 і другим (по ходу) 11 циліндрами витяжного приладу:

$$E_8 = L_9/L_8 = 47,63/47,63 = 1,0;$$

- між переднім (четвертим) 13 і третім 12 циліндрами витяжного приладу:

$$E_9 = L_{10}/L_9 = 495,25Z_A Z_C / (Z_B Z_D 47,63) = 10,4Z_A Z_C / (Z_B Z_D);$$

$$E_9 = 6,46...14,7;$$

- між плющильними валками 14 і переднім (четвертим) 13 циліндром витяжного приладу:

$$E_{10} = L_{11}/L_{10} = 1$$

- між валками 15 стрічкоукладача і плющильними валками 14:

$$E_{11} = L_{12}/L_{11} = 418,84Z_3 Z_5 / (495,25Z_4 Z_6) = 0,846Z_3 Z_5 / (Z_4 Z_6).$$

При діаметрі тазу 600 мм:  $Z_3 = 27$ ;  $Z_4 = 36$ ;  $Z_5 = 21$  і  $Z_6 = 13$  зуб.  $E_{11} = 1,024$ ;  
при діаметрі тазу 500 мм:  $Z_3 = 31$ ;  $Z_4 = 33$ ;  $Z_5 = 18$  і  $Z_6 = 14$  зуб.  $E_{11} = 1,0217$ .

**Розрахунок потоншення і загальної витяжки продукту на гребенечесальній машині.**

Потоншення продукту на гребенечесальній машині рівне відношенню сумарної маси метрових відрізків, настилу до маси отриманого з них метрового відрізка стрічки довжини:

$$U = \frac{T_H d_\Gamma}{T_C} = T_H a_H / (T_C a_C) \quad (5.18)$$

де  $T_H$  і  $T_C$  - лінійна густина настилу і стрічки, ктекс;  $a_H$  - число настилів, що одночасно переробляються машиною;  $a_L$  - число стрічок, що формуються після витяжного приладу машини;  $d_\Gamma$  - число складань на гребенечесальній машині:

$$d_\Gamma = a_H / a_C \quad (5.19)$$

Оскільки при гребенечесанні частина продукту виділяється в прочіс в кількості  $y = 5... 24$  % від маси переробляємих настилів, то потоншення  $U$  більше витяжки  $E$ :

$$U = E / (1 - 0,01y) \text{ і } E = U / (1 - 0,01y) \quad (5.20)$$

Загальна витяжка на гребенечесальній машині:

- по лінійній густині настилу  $T_H$  і стрічки  $T_L$ :

$$E = T_H d_\Gamma (1 - 0,01y) / T_C = T_H a_H (1 - 0,01y) / (T_C a_C) \quad (5.21)$$

- за схемою передачі руху і довжині продукту

$$E = L_C / L_H = d_{B,C} i_{HB-BC} / d_{H,B}, \quad (5.22)$$

де  $L_H$  - довжина настилу, що подається в циклі роботи;  $L_C$  - довжина гребінної стрічки, що випускається в циклі;  $d_{H,B}$  і  $d_{B,C}$  - діаметр відповідно настільних валиків і валиків стрічкоукладача, мм;  $i_{H,B-BC}$  - передавальне відношення між настільним валиком і валиками стрічкоукладача.

Для гребенечесальної машини моделі 1532 фірми «Textima» число настилів, що заправляються,  $a_H = 8$ , число сформованих після витяжного приладу стрічок  $a_C = 2$ , число складань  $d_\Gamma = 4$ ; необхідне число зубців витяжної шестерні:

$$Z_5 = 21,25 \frac{Z_1}{E} = \frac{21,25 T_C Z_1}{T_H d_\Gamma (1 - 0,01y)} = \frac{21,25 T_C a_C Z_1}{T_H a_H (1 - 0,01y)} \quad (5.23)$$

Для гребенечесальної машини моделі E 7/5 необхідне число зубців змінних шестерень  $Z_A$ ,  $Z_B$ ,  $Z_C$  і  $Z_D$  витяжного приладу обчислюють по заданій загальній витяжці  $E$  і числу зубців змінної шестерні живлення  $Z_1$ .

Загальна витяжка, як добуток часткових витяжок, що визначаються за схемою передач машини моделі E 7/5:

$$E = E_1 E_2 E_3 E_4 E_5 E_6 E_7 E_8 E_9 E_{10} E_{11}.$$

Часткова витяжка у витяжному приладі машини (див. рис. 5.4):

$$E_{B,пр} = E_7 E_8 E_9 = 1,333 - 1 - 10,4 Z_A Z_C / (Z_B Z_D) = 13,864 Z_A Z_C / (Z_B Z_D), \quad (5.24)$$

тому загальна витяжка за схемою передачі:

$$E = E_1 E_2 E_3 E_4 E_5 E_6 = 13,864 \cdot Z_A Z_C / (Z_B Z_D) \cdot E_{10} E_{11} = 1,479 \cdot Z_A Z_C Z_1 Z_3 Z_5 / (Z_B Z_D Z_4 Z_6).$$

При приведених вище виразах для часткових витяжок:

$$E = 0,1067 E_{a.тв} \frac{Z_1 Z_3 Z_5}{Z_4 Z_6} = 1,479 \frac{Z_A Z_C}{Z_B Z_D} \frac{Z_1 Z_3 Z_5}{Z_4 Z_6}, \quad (5.25)$$

звідки при загальній витяжці  $E$  витяжка у витяжному приладі:

$$E_{в.пр} = 9,372 E \cdot Z_4 Z_6 / (Z_1 Z_3 Z_5), \quad (5.26)$$

а необхідне співвідношення чисел зубців змінних шестерень витяжного приладу визначається по співвідношеннях з формул (5.24) і (5.25)

$$\frac{Z_A Z_C}{Z_B Z_D} = 0,072 E_{a.тв} = 0,676 E \frac{Z_4 Z_6}{Z_1 Z_3 Z_5} \quad (5.27)$$

Діапазон витяжок на машині моделі Е 7/5: загальної  $E = 52,2 \dots 180$ ; у витяжному приладі  $E_{в.пр} = 8,6 \dots 19,6$ .

**Приклад 1.** Розрахувати необхідні числа зубців шестерень  $Z_A$ ,  $Z_B$ ,  $Z_C$  і  $Z_D$  гребенечесальної машини моделі Е 7/5 для отримання гребінної стрічки  $T_c = 3,8$  ктекс з настилу  $T_n = 72$  ктекс при числі складань  $d_r = 8$ , виході пачосів  $y = 16\%$  з настилу і числах зубців шестерень  $Z_3 = 27$ ;  $Z_4 = 36$ ;  $Z_5 = 21$ ;  $Z_6 = 13$  і  $Z_1 = 58$  зуб. Діаметр тазу  $D_T = 600$  мм.

**Рішення.** За формулою (5.21) обчислюють необхідну загальну витяжку:

$$E = 72 \cdot 8 \cdot (1 - 0,01 \cdot 16) / 3,8 = 127,3.$$

При цьому запланована витяжка у витяжному приладі обчислюється за формулою 5.26.

$$E_{в.пр} = 9,372 \cdot 127,3 \cdot 36 \cdot 13 / (27 \cdot 21 \cdot 58) = 16,98.$$

Визначають по таблиці 5.6 число зубців змінних шестерень:  $Z_A = 52$ ;  $Z_B = 44$ ;  $Z_C = 58$  і  $Z_D = 56$  зуб., що відповідають витяжці  $E_{в.пр} = 17$ .

При знайдених числах зубців:

- витяжка у витяжному приладі за формулою (5.24):

$$E_{в.пр} = 13,864 \cdot 52 \cdot 58 / (44 \cdot 56) = 16,97;$$

- загальна витяжка за формулою (5.25):

$$E = 1,479 \frac{52 \cdot 58 \cdot 58 \cdot 27 \cdot 21}{44 \cdot 56 \cdot 36 \cdot 13} = 127,2$$



Швидкість подачі продукту  $j$ -м робочим органом, м/хв:

$$v_j = \pi d_j n_j = L_j n_\delta = 304 \frac{D_{\text{эл}} \eta L_j}{D_p}$$

де  $L_j$  - довжина продукту, що подається (випускається)  $j$ -м, робочим органом в циклі, мм;  $n_\delta$  - частота обертання барабанчика, хв<sup>-1</sup>.

**Приклад 2.** Розрахувати для машини моделі Е 7/5 швидкість подачі настилу  $v_1$ , швидкість випуску стрічки валиками стрічкоукладача  $v_{12}$  при  $D_{\text{ел}} = 150$  мм,  $D_p = 160$  мм  $\eta = 0,98$ , числах зубців шестерень  $Z_1 = 58$ ,  $Z_3 = 27$ ,  $Z_4 = 36$ ,  $Z_5 = 21$ ,  $Z_6 = 13$ ,  $Z_A = 52$ ,  $Z_B = 44$ ,  $Z_C = 58$  і  $Z_D = 56$  зуб., а також загальну витяжку продукту.

**Рішення.** Частота обертання барабанчика обчислюється за формулою (5.14):

$$n_\delta = 304 \frac{150 \cdot 0,98}{180} 250 \text{ хв}^{-1}.$$

Швидкість подачі настилу з урахуванням формули (5.16):

$$v_1 = 250 L_1 = 250 \cdot \frac{283,21}{Z_1} = 250 \cdot \frac{283,21}{58} = 1220,7 \text{ мм/хв} = 1,22 \text{ м/хв}$$

Швидкість випуску стрічки:

$$v_{12} = 250 L_{12} = 250 \cdot 418,84 \frac{52 \cdot 58 \cdot 27 \cdot 21}{44 \cdot 56 \cdot 36 \cdot 13} = 155280,17 \text{ мм/хв} = 155,28 \text{ м/хв}$$

Загальна витяжка на машині:

$$E = v_{12}/v_1 = 155280,17/1220,7 = 127,2$$

**Розрахунок продуктивності гребенечесальної машини.**

Теоретична продуктивність машини в одиницях маси:

- по параметрах живильного продукту, кг/год:

$$P_T = f n_\delta T_n a_n 60 (1 - 0,01y) / 10^6; \quad (5.28)$$

- по параметрах випуску стрічки, кг/год:

$$P_T = v_{\text{в.с}} T_{\text{с}} a_{\text{с}} 60 / 10^3 \quad (5.29)$$

або

$$P_T = n_\delta i_{\text{б-в.с}} d_{\text{в.с}} T_{\text{с}} a_{\text{с}} \cdot 60 / 10^6. \quad (5.30)$$

Теоретична продуктивність машини в одиницях довжини випущеної стрічки, км/год:

- по параметрах живильного продукту

$$P_T = f n_6 a_n \cdot 60(1-0,01y) / 10^6; \quad (5.31)$$

- за швидкістю випуску стрічки

$$P_T = v_{в.с} a_c 60 / 10^3, \quad (5.32)$$

де  $F$  - довжина настилу, що подається в циклі, мм;  $n_6$  - частота обертання барабанчика,  $\text{хв}^{-1}$ ;  $T_n$  - лінійна густина настилу, ктекс;  $a_n$  - число настилів, що одночасно переробляються машиною ( $a_n = 8$ );  $y$  - вихід гребінних пачосів з настилу %;  $v_{в.с}$  - швидкість випуску стрічки валиками стрічкоукладача, м/хв;  $T_c$  - лінійна густина гребінної стрічки, ктекс;  $a_c$  - число стрічок, що сформується після витяжного приладу (на машині моделі 1532  $a_c = 2$ ; на машині моделі Е 5/7  $a_c = 1$ );  $i_{6-вс}$  - передавальне відношення між барабанчиком і валиками стрічкоукладача;  $d_{в.с}$  - діаметр валиків стрічкоукладача, мм.

Норма продуктивності машини, кг/год:

$$H = P_T K_{КЧ}.$$

Розрахункова (планова) продуктивність машини, кг/год:

$$P_p = P_T K_{КЧ} K_{ПУ} = P_T K_{вик}$$

де  $K_{КЧ}$  - коефіцієнт корисного часу ( $K_{КЧ} = 0,92.. 0,93$ );  $K_{ПУ}$  - коефіцієнт працюючого устаткування;  $K_{вик}$  - коефіцієнт використання машин.

Тривалість переробки рулону настилу гребенечесальною машиною, хв:

$$t_n = M_n 10^6 / (F T_n n_6) = M_n a_n (1-0,01y) \cdot 60 / P_T.$$

де  $M_n$  - маса настилу в рулоні, кг.

Тривалість наповнення тазу стрічкою, хв:

$$t_c = a_c M_c 60 / P_T,$$

де  $M_c$  - маса стрічки в тазу, кг.

**Приклад 3.** Розрахувати теоретичну продуктивність, норму продуктивності гребенечесальної машини моделі 1532 при частоті обертання гребінного барабанчика  $n_6 = 198,5 \text{ хв}^{-1}$ , лінійній густині настилу  $T_n = 65$  ктекс, стрічки  $T_c = 3,2$  ктекс, виході гребінних пачосів з настилу  $y = 15$  %,  $K_{КЧ} = 0,78$ , числі зубців  $Z_1 = 78$  зуб.

**Рішення.** Теоретична продуктивність машини, розрахована по параметрах живлення, кг/год:

$$P_T = 5,3 \cdot 198,5 \cdot 65 \cdot 8 \cdot 60 (1-0,01 \cdot 15) \cdot 10^{-6} = 27,9,$$

тут довжина живлення розрахована за формулою [1, 3], мм.

$$F = 411,2/Z_1 = 411,2/78 = 5,3.$$

Для розрахунку теоретичної продуктивності по параметрах стрічки, що випускається, спершу розраховують за формулою (5.31) [6, 10] число зубців змінної шестерні:

$$Z_5 = \frac{21,25 \cdot 3,2 \cdot 2,78}{65 \cdot 8 \cdot (1 - 0,01 \cdot 15)} = 24$$

$$P_T = 0,526 \cdot 198,5 \cdot 3,2 \cdot 2 / 24 = 27,9 \text{ кг/год.}$$

Норма продуктивності гребенечесальної машини:

$$H = 27,9 \cdot 0,78 = 21,7 \text{ кг/год.}$$

**Приклад 4.** Розрахувати за умовою завдання 5.3 тривалість  $t_n$ , год, переробки настилу масою  $M_n = 22$  кг і машинний час наповнення тазу стрічкою масою  $M_c = 18$  кг

**Рішення.** Тривалість переробки рулону настилу:

$$T_n = 22 \cdot 8 \cdot (1 - 0,01 \cdot 15) \cdot 60 / 27,9 = 321,7 \text{ хв} = 5 \text{ год } 22 \text{ хв.}$$

Тривалість наповнення тазу стрічкою:

$$T_c = 2 \cdot 18 \cdot 60 / 27,9 = 77,4 \text{ хв} = 1 \text{ год } 17 \text{ хв.}$$

#### 5.4. Завдання для розрахунку

5.38. Розрахувати теоретичну продуктивність і норму продуктивності гребенечесальної машини моделі 1532 при частоті обертання гребінного барабанчика  $230 \text{ хв}^{-1}$ , лінійної густини кожної із двох випускаємих в таз стрічок 3,1 ктекс, числі зубців змінної витяжної шестерні  $Z_5 = 27$  зуб.,  $K_{КЧ} = 0,92$ .

5.39. Розрахувати за схемою передачі (див. рис. 5.3) гребенечесальної машини моделі 1532 фірми «Техтіма» числа зубців змінної шестерні  $Z_1$  і храповика  $Z_2$  у передачі до живильних органів, що необхідні для забезпечення норми продуктивності 26,2 кг/год. при 200 циклах роботи у хвилину, лінійної густини настилів 55 ктекс, при виході гребінних пачосів 16 % від маси перероблених настилів, витяжці між живильним циліндром і розкочуючими валами 1,02 і  $K_{КЧ} = 0,92$ .

5.40. Розрахувати діаметр шків на валу електродвигуна гребенечесальної машини моделі 1532 при параметрах, наведених у таблиці 5.8 ( $a_c = 2$  - число стрічок, що випускаються одночасно машиною).

Таблиця 5.8.

Параметр	Варіант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$P_T$ , кг/год.	24,3	-	30,4	-	27,3	32,4	-	23,0	32,7	-	-	34,4
$V_n$ , м/хв.	-	41	-	96,6	-	-	43,5	-	-	43,3	37,7	-
$T_n$ , ктекс	5,2	4,9	4,3	3,2	3,5	4,0	4,6	2,9	4,9	5,2	5,3	5,0

5.41. Розрахувати тривалість наповнення таза на гребенечесальній машині моделі 1532, що вміщає 16 кг стрічки, при частоті обертання гребінного барабанчика  $245 \text{ хв}^{-1}$ , лінійної густини стрічки 3,2 ктекс і числі зубців змінної витяжної шестерні  $Z_5 = 25$ .

5.42. Розрахувати тривалість переробки одного настилу на гребенечесальній машині моделі 1532 за умов: частота обертання гребінних барабанчиків  $230 \text{ хв}^{-1}$ , число зубців змінної шестерні  $Z_1 = 78$  зуб., лінійна густина настила 55 ктекс, маса настила на катушці 24 кг.

5.43. Розрахувати число катушок, необхідне для намотування настилів чотирма стрічков'єднувальними машинами моделі 1576 протягом 8 год, за умов роботи: число зубців змінної шестерні  $Z_1 = 69$ , лінійна густина настила 68 ктекс, маса настилу на катушці 22 кг, діаметр змінного шківка 100 мм, коефіцієнт ковзання в пасовій передачі 0,98,  $K_{КЧ} = 0,78$ .

5.44. Розрахувати діаметр шківів ротора електродвигуна  $D_e$  й редуктора  $D_p$  гребенечесальної машини моделі Е 7/5 для роботи з теоретичною продуктивністю  $\Pi_T$ , кг/год, за умов заправлення, наведених у таблиці 5.9.

5.45. Розрахувати число тазів, необхідне для укладання гребінної стрічки 12 гребенечесальними машинами моделі 1532 протягом 8 год, за умов роботи: число циклів гребенечесання у хвилину дорівнює 200, число зубців витяжної шестерні  $Z_5 = 32$ , лінійна густина кожної із двох стрічок, що випускають одночасно машиною,  $T_c = 3,2$  ктекс, маса стрічки в тазі 16 кг,  $K_{КЧ} = 0,92$ .

5.46. Розрахувати число тазів, необхідне для укладання гребінної стрічки 12 гребенечесальними машинами моделі 1532 протягом 8 год, за умов роботи: число циклів гребенечесання у хвилину - 215, лінійна густина настила  $T_H = 65$  ктекс, число зубців змінної шестерні  $Z_1 = 71$  зуб., частка гребіного прочосу становить 18 % від маси перероблених настилів, маса стрічки, що укладається в один таз, 15 кг,  $K_{КЧ} = 0,92$ .

Таблиця 5.9.

Варіант	$\Pi_T$	$F$	$T_x$	$T_n$	$y$	$Z_1$	$Z_A$	$Z_B$	$Z_C$	$Z_D$
1	39,5	-	68	-	18	48	-	-	-	-
2	30,8	-	-	4	-	-	47	49	58	55
3	35,6	-	70	-	15	51	-	-	-	-
4	31,3	-	-	4,2	-	-	44	52	58	55
5	30	5,36	65	-	16	-	-	-	-	-
6	22	-	-	4,5	-	-	38	58	57	58
7	28	-	-	4,5	-	-	41	55	58	58
8	31,7	-	-	4	-	-	49	47	58	58
9	39,1	-	-	4,2	-	-	52	44	58	58
10	33,8	-	68	-	15	58	-	-	-	-
11	27,7	-	-	3,5	-	-	49	47	58	58
12	35,3	-	-	3,8	-	-	52	44	58	56
13	35,7	-	-	4,5	-	-	49	47	58	58
14	36,1	-	-	4	-	-	55	41	57	58
15	35,8	4,5	70	-	14	-	-	-	-	-
16	24,4	-	-	5	-	-	38	58	57	58
17	22,5	-	-	3,6	-	-	41	55	58	58
18	31,2	-	-	4	-	-	52	44	56	58

### 5.5. Параметри гарнітури барабанчиків і верхнього гребеня

Залежно від якості сировини, вимог, щодо якості пряжі, що виготовляється використовують гребнечесальні машини з різним набором голок, зубців сегмента [4, 8].

**Параметри сегмента барабанчика з голчастою гарнітурою.** Позначення:  $Z_y$  - число голок на 1 см гребеня;  $b$  - крок голок у гребені, мм;  $d$  - діаметр циліндричної частини голки, мм;  $d_p$  - діаметр основи робочої частини голки, мм;  $h$  - повна довжина голки, мм;  $h_p$  - довжина робочої частини голки, мм (рис. 5.5).

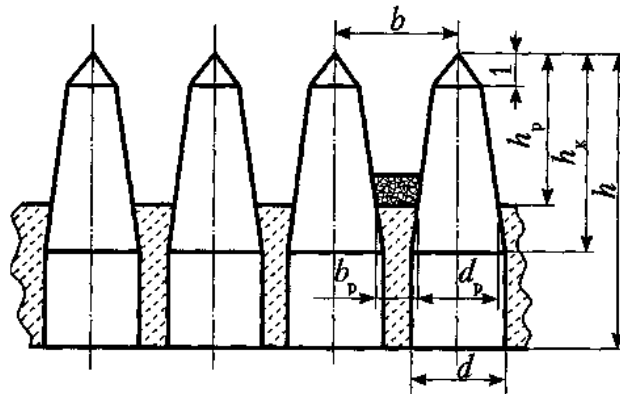


Рис.5.5. Розміщення голок у ряду

Довжина конусної частини голки, мм:

$$h_k = 2h/3.$$

Максимальна довжина робочої частини в голки передніх гребенів барабанчика 9,5 мм; у наступних груп гребенів вона зменшується до останнього гребеня [4, 8].

При висоті другого конуса на кінчику голки, рівної 1 мм, довжина частинки, що чеше, мм:

$$h_q = h_p - 1.$$

Діаметр голки біля основи робочої частини, мм:

$$d_p = 3dh_p / (2h) = 1,5dh_p / h.$$

Крок розміщення голок у гребені, у ряді, мм:

$$b = 10/Z_y.$$

Відстань між основами робочої частини голок у гребені, у ряді, мм:

$$b_p = 10/Z_y - d_p,$$

**Умови вичісування дрібного сміття, вузликів.** Вичісування вузликів і бур'янистих домішок волокон гарнітурою барабанчика, верхнього гребеня може

бути ефективним за умови, що зазор між робочими ділянками сусідніх голок рядів барабанчика середніх і особливо останніх не перевищує розміру вузликів, сміття.

У таблиці 5.10 наведена характеристика вузликів по класифікації Е.П. Лаврентьєвої.

Таблиця 5.10.

Умовний розмір вузликів	Діаметр ядра вузлика, мм	Маса ядра вузлика, мм	Маса вузлика, мм
Дуже дрібні	Менше 0,40	Менше 0,008	Менше 0,020
Дрібні	0,40...0...0,70	0,008...0,014	0,020...0,040
Середні	0,70...1...1,0	0,014...0,020	0,040...0,055
Великі	Більше 1,0	Більше 0,020	Більше 0,055

Параметри голок  $d$ ,  $h$  і  $h_p$  зв'язані із допустимою мінімальною щільністю  $Z_y$  розміщення їх на гребені наступними умовами:

1) зазор між циліндричною частиною сусідніх голок повинен бути не менш 20 % діаметра голки для надійного кріплення голок у планці гребеня пайкою;

2) зазор у основи робочої частини голок повинен забезпечувати вичісування дрібних бур'янистих домішок, особливо вузликів.

Для одночасного виконання зазначених умов щільність набору голок  $Z_{\max}$  на останніх гребенях барабанчика повинна задовольняти умову:

$$\frac{10}{C + 1.5dh_p / h} + 1 \leq Z_{\max} \leq \frac{8.33}{d} + 1 \quad (5.33)$$

де  $C$  - розмір вузлика, смітинки.

Зменшення площі міжголкових проміжків у гребені внаслідок зменшення довжини  $h_p$  робочої частини голки приводить до зменшення зони ефективного чесання голкою й знижує ступінь стискання пасма в міжголковим проміжку, що може знизити якість прочосу.

Зменшення площі міжголкових проміжків за рахунок збільшення числа голок на 10 мм зв'язане з необхідністю одночасного зменшення діаметра  $d$  використовуваних голок. У цьому випадку напруга, що збільшується, у голках може викликати їхнє швидке ушкодження. Тому доцільно з ряду в ряд зменшувати площу міжголкового просвіту, зменшуючи зазор між голками, або збільшуючи довжину робочої частини голки.

Крок рядів голок по дузі окружності кінчиків голок сегмента, мм:

$$t = \frac{\beta \pi R}{180(N-1)} = \frac{0.017453}{N-1} \beta R \quad (5.34)$$

де  $\beta$  - центральний кут дуги сегмента, зайнятий голками, град.;  $R$  - радіус окружності по кінчиках голок, мм;  $N$  - число гребенів, або горизонтальних рядів кінчиків голок.

**Параметри сегментів барабанчика з пильчатою гарнітурою.** На машинах моделі 1534/1 фірми «Textima» і моделей Е 7/5, Е 60, Е 60Н, Е 70R фірми «Rieter» використовуються сегменти барабанчика з пильчатою гарнітурою, які можуть мати два виконання: сегмент Унікомб (таблиця 5.11) і сегмент Варіо (таблиця 5.12).

Таблиця 5.11.

Номер набору	$B$ , мм	$b$ , мм	$r$	$\delta$ , град	$Z$	$T$ , мм	$\alpha$ , град	$\beta$ , град	$\varphi$	$N$	$m$	$P$ , зуб./см <sup>2</sup>	$Z'$ , зуб./см
1	295,1	0,65	8	3	18	4,6	45	15	42°50'	454	57	33,4	277
2	295,1	0,63	5	3	22	3,4	45	15	48°45'	467	94	46,7	349
3	288,6	0,65	4	3	29	2,4	47	15	45°	444	112	61,5	446

Таблиця 5.12.

Порядковий номер		Довжина дуги сегмента, мм	Крок зубців, мм		Число зубців одного ряду на 10 см, $Z_y$	Число зубців на 10 см ширини сегмента $Z_{y,c}$	Число зубців на ширині $B_c$	
частини сегмента	рядів зубців		у ряді	по дузі			сегм. при $B_c=320$ мм	настилу при $B=305$ мм
I	1...5	19	0,909	4,75	12	12*5=60	1920	1830
II	6...12	20	0,714	3,33	15	15*7=105	3360	3202
III	13...20	19	0,625	2,714	17	17*8=136	4352	4148
IV	21...40	32	0,500	1,684	21	21*20=420	13440	12810
Усього		99 <sup>*)</sup>	-	-	-	721	23072	21990

\*<sup>3</sup>З врахуванням трьох інтервалів по 3 мм між зубами послідовних сегментів центральний кут дуги сегмента  $99-360/(3,14-125,4) = 90,46^\circ = 90^\circ 28'$ .

Сегмент Унікомб із пильчатою гарнітурою складається із сталевих пилок із зубами спеціального профілю [4]. Зуби сусідніх пилок (рис. 5.6) розташовані зі зміщенням одна відносно іншої в напрямку руху на відстань, рівна  $t/r$  так, що в одному ряді, паралельному осі барабанчика, перебувають кінчики зубців кожної  $r$ -ї пилки ряду.

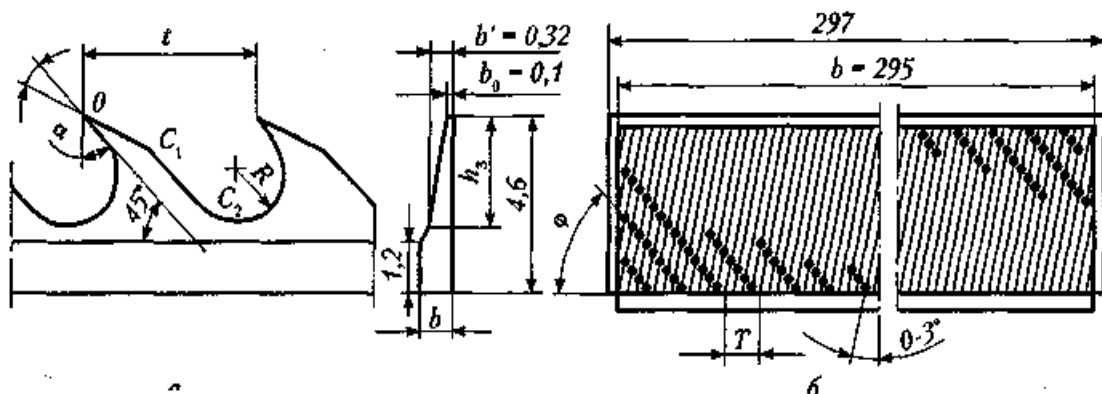


Рис.5.6. Пильчатий сегмент гребенечесальної машини моделі Е 7/5 фірми «Rieter»

Довжина дуги, що відповідає сегменту  $H = 78,2$  мм, крок розміщення пилок у ряді  $b = 0,65$  мм.

Число зубців на одній пилці:

- максимальне:

$$z_{n(\max)} = H/t + 1;$$

- мінімальне:

$$z_{n(\min)} = H/t.$$

Крок розміщення зубців у ряді по твірній сегмента мм:

$$T = b(r-1).$$

Крок зміщення зубів сусідніх пилок у напрямку руху, мм:

$$\Delta t = t(r-1)$$

Загальне число пилок у сегменті:

$$N = B/b + 1,$$

у тому числі:

- пилок із числом зубів  $z_{n(\max)}$

$$N_1 = N/(r-1);$$

- пилок із числом зубів  $z_{n(\min)}$ :

$$N_2 = N - N_1 = N(r-2)/(r-1).$$

Число зубів у сегменті:

$$Z = z_{n(\max)}N_1 + z_{n(\min)}N_2$$

Число рядів зубів, паралельних твірній сегмента:

$$N_p = z_{n(\max)}$$

Число зубів на 1 см ширини сегмента, зуб./см:

$$Z_{y.c} = Z/B.$$

Число зубів на 1 см<sup>2</sup> сегмента, зуб./см<sup>2</sup>:

$$p = Z/(BH).$$

Частка часу циклу гребенечесання, що припадає на період чесання (на перший період) борідки барабанчиком:

- з голчастою гарнітурою:



$$\beta_{\dot{z}} = \frac{L_{\dot{a}} + Nt}{2\pi \cdot R},$$

де  $L_{\dot{a}}$  - довжина борідки настилу, що прочосується, мм;  $N$  - число гребенів у сегменті барабанчика;  $t$  - Крок рядів голок по дузі сегмента, мм;  $R$  - радіус барабанчика, мм.

- з пильчатою гарнітурою при центральному куті дуги сегмента  $a_c^\circ$ :

$$\beta_{\dot{z}} = a_c^\circ / 360^\circ.$$

**Гарнітура верхнього гребеня.** Верхні гребені набирають зазвичай із плоских голок, номер і частота яких залежать від типу бавовни, що переробляється, і необхідної інтенсивності чесання:

- для переробки тонковолокнистої бавовни голки № 31 при щільності 26, 28 голок/см;

- для переробки середньоволокнистої бавовни голки № 29 при щільності 25 голок/см;

- для переробки настилів великої лінійної густини напівгребінного прочосу голки № 28 при щільності 22 голок/см [4, 8].

Довжина голок: повна - 9,5 або 11 мм, робоча - 4,8.. 6,5 мм. Щоб уникнути затримки верхнім гребенем довгих волокон і видалення їх в прочіс необхідно, щоб відокремлювані в прочіс волокна прочосувались, по можливості, між вузькими ділянками міжголкового проміжку, але без контакту із самою планкою несучої голки.

**Кут нахилу голок, зубців барабанчика, верхнього гребеня.** Нахил голок до поверхні сегмента барабанчика є важливим чинником, що впливає на інтенсивність занурення голок, зубців у борідку й на ефективність вичісування коротких волокон, дефектних волокон і бур'янистих домішок.

Аналітичне дослідження взаємодії голки барабанчика з волокнами затиснутої в лещатах борідки дозволило одержати умову занурення волокон борідки в гарнітуру барабанчика. Голки барабанчика нахилені у бік свого руху під кутом  $\alpha$  до радіуса, проведеному у вершину зуба.

Для поглиблення волокна уздовж голки в гарнітуру необхідно, щоб кут нахилу  $\alpha$  голок барабанчика задовольняв умові [4]:

$$\alpha > \arctg \mu,$$

де  $\mu$  - коефіцієнт тертя волокна об голку.

При збільшенні кута нахилу голки, зуба барабанчика до радіуса сила  $P$  занурення волокна в гарнітуру зростає, що при переробці настилів великої лінійної густини може привести до вихоплювання волокон борідки з затиску лещат, тому кут  $\alpha$  збільшують тільки для перших рядів голок до  $\alpha = 45^\circ$ , а в інших рядах голок  $\alpha = 30^\circ$ .

Пильчата гарнітура сегмента Унікомб характеризується кутом нахилу передньої грані зуба пилки  $\alpha = 45^\circ$  або  $47^\circ$ , що погоджується з умовами поглиблення волокон у гарнітуру барабанчика.

Кут нахилу верхнього гребеня до вертикалі на машинах різних моделей установлюють рівним 10...40° відповідно до кута нахилу борідки, що обумовленою конструкцією машини.

Характеристика набору голчатого гребінного барабанчика машин фірми «Textima» наведена в таблиці 5.13.

Таблиця 5.13.

Порядковий номер гребеня барабанчика	Параметр голок								Щільність набору голок на 10 см гребеня		
	номер			діаметр, мм			довжина, мм				
	П	О	Т	П	О	Т	повна	робочої частини	П	О	Т
1		21			0,8		11	5		2,2	
2		21			0,8		11	5		2,2	
3		21			0,8		11	5		4,4	
4		21			0,8		11	4,5		4,4	
5		21			0,8		11	4,5		8,8	
6		23			0,6		11	4		11,3	
7		23			0,6		11	3,5		13,6	

продовження таблиці 5.13

8		25			0,5		9,5	3		16,9	
9		25			0,5		9,5	3		16,9	
10		29			0,32		9,5	2,5		22,6	
11	29	29	30	0,32	0,32	0,28	9,5	2,5	22,6	22,6	26
12	29	30	30	0,32	0,28	0,28	9,5	2,5	22,6	26	28
13	29	30	31	0,32	0,28	0,24	9,5	2,5	22,6	28	32
14	30	31	31	0,28	0,24	0,24	9,5	2,5	26	32	34

Позначення: П - напівгребінний прочіс; ОБ - звичайний прочіс; Т – тонкий прочіс.

## 5.6. Завдання для розрахунку

5.47. Розрахувати параметри набору гребенів трьох порядкових номерів  $N$  на барабанчику гребенечесальної машини фірми «Textima» при наступних позначення гребенечесання: крок голок  $b$ , діаметр голки в основі робочої частини  $d_p$ , відстань між основою робочої частини голки  $b_p$ , діаметр конусної частини голки в основі робочої частини голки  $d$  (таблиця 5.14):

Таблиця 5.14.

Гребені	Номера $N$ гребенів по варіантах													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Перші	2	4	3	1	5	3	4	2	1	4	2	1	3	5
Середні	7	9	8	6	10	9	8	6	8	7	8	7	10	9
Задні	12	14	13	11	14	14	13	11	14	12	14	13	14	14

5.48. Розрахувати параметри набору верхнього гребеня машини фірми «Textima» [10]: крок розміщення голок  $b$ , відстань між основою робочої частини голок за умовами завдання 5.47.

5.49. Розрахувати для набору № 1 (див. таблицю 5.11) однопильчатого сегмента Унікомб [10]: число зубців на одній пилці  $Z_{n(max)}$  і  $Z_{n(min)}$ , крок зубців у

ряді по твірній сегмента, крок зміщення зубців сусідніх пилок у напрямку руху  $\Delta t$ , число пилок у сегменті; загальне  $N$ , із числом зубців  $Z_{n(\max)}N_1$  і  $Z_{n(\min)}N_2$ , число зубців у сегменті  $Z$ , число рядів зубців, паралельних твірній сегмента,  $N_p$ , число зубців на 1 см ширини сегмента  $Z_{y.c}$ , число зубців на 1 см<sup>2</sup> сегмента Унікомб.

5.50. Вирішити завдання 5.48 для набору №2 (див. таблицю 5.11) пильчатого сегмента Унікомб.

5.51. Вирішити завдання 5.48 для набору №3 (див. таблицю 5.11) пильчатого сегмента Унікомб.

5.52. Розрахувати щільність набору голок гребеня, голок/см, при якій будуть вичісуватися вузлики (див. таблицю 5.10), мм, . рівним: а) 0,4; б) 0,5; в) 0,6; г) 0,7; д) 0,8; е) 0,9; ж) 1,0.

5.53. Розрахувати максимально допустиму щільність набору голок на гребені, при якій зазор між циліндричними частинами голок, заповнюваний прибоєм, буде достатнім для кріплення голок і довгострокової експлуатації гребеня.

5.54. Скільки гребенів поміститься на голчастому сегменті барабанчика, що рівномірно обертається, радіус якого по вершинах голок  $R = 76$  мм, крок гребенів  $t = 7$  мм, якщо чесання займає частку  $\beta = 0,237$  часу циклу гребенечесання, а довжина частини борідки, що прочосується  $L_q = 15,2$  мм?

5.55. Яким повинен бути крок  $t$  гребенів на дузі  $\beta = 60^\circ$  сегмента барабанчика з радіусом по вершинах голок  $R=76$  мм, при довжині борідки, що прочосується  $L_q = 15,2$  мм?

5.56. При якому куті  $\alpha$  нахилу голки до радіуса, проведеному до вершини голки, сила занурення волокон у гарнітуру голки барабанчика буде не менше сили тертя волокон об голку, якщо коефіцієнт тертя волокон об голку  $\mu = 0,22$ ;  $\mu = 0,27$ ?

### 5.7. Розрахунок параметрів сортування волокон по довжинах

Теоретично сортування волокон по довжинах характеризується (рис. 5.7):

- максимальною довжиною волокон, що вичісуються в пачоси:

$$l_1 = L_6 / \eta = H L_6 = H [R + A + (1 - \alpha) F]; \quad (5.35)$$

- мінімальною довжиною волокон, відокремлюваних у прочіс:

$$l_2 = (L_6 - F) / \eta = H (L_6 - F) = H (R + A - \alpha F) \quad (5.36)$$

і

$$l_1 - l_2 = H F = F / \eta,$$

де  $L_6$  - довжина борідки настилу, що виступає за лінію затиску лещат, мм;  $H = 1/\eta$ ;

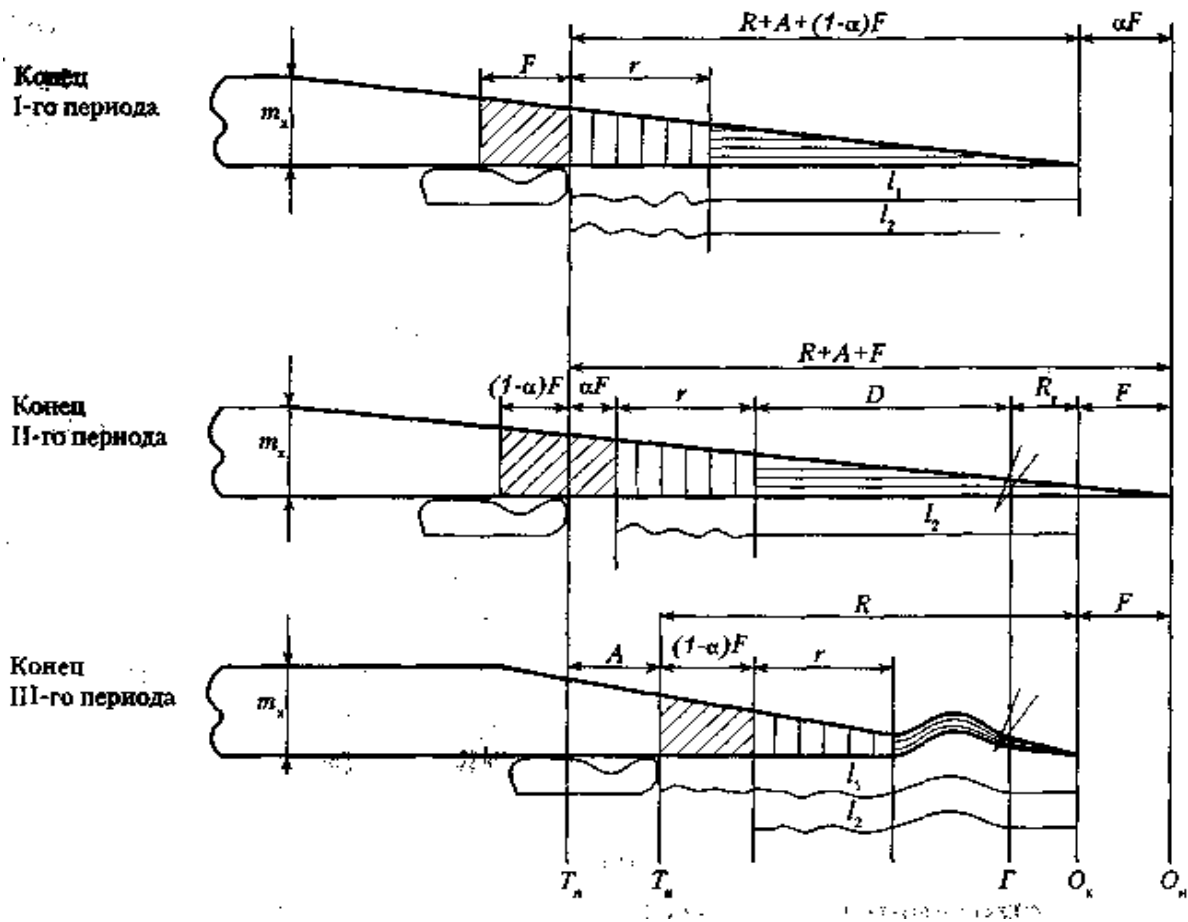


Рис. 5.7. Положення борідки настилу в різні моменти гребенечесання

- умовною середньою довжиною волокон неточно сортованої групи:

$$l_y = 0.5 (l_1 + l_2),$$

або

$$l_y = H[R + A + (0,5-a)F] = [R + A + (0,5-a)F]/\eta, \quad (5.37)$$

де  $\eta$  - коефіцієнт розпрямленості волокон у борідці;  $R$  - розведення між нижньою губкою лещат і віддільним затискачем, мм;  $A$  - довжина напуску настила в періоді відділення волокон у прочіс, обумовлена зменшенням відстані між нижньою губкою лещат і верхнім гребенем, мм;  $a$  - довжина живлення, на яку настил зміщується щодо нижньої губки лещат живильним циліндром до занурення верхнього гребеня в борідку;  $F$  - довжина настила, що розкочується валиком в циклі, мм.

Ділянка довжиною  $D$  відокремлюваного в пачос волокна також прочошується і барабанчиком, і верхнім гребенем. Довжина такої ділянки:

$$D = R + A - R_\Gamma - \alpha F - r.$$

## 5.8. Завдання для розрахунку

5.57. Розрахувати максимальну довжину волокон  $l_1$ , видалених у гребінні пачоси, і мінімальну довжину волокон  $l_2$ , відокремлюваних у прочіс, за умов: лещата наближаються до віддільного затискача на відстань  $R = 20$  мм, довжина настилу, який подається валиками в циклі  $F = 5,4$  мм, коефіцієнт зміщення борідки живильним циліндром перед відділенням волокон  $\alpha = 0,2$ , різниця між відстанями, на які переміщуються нижня губка лещат і верхній гребінь у період відділення волокон  $A = 1,2$  мм, середня розпрямленість волокон у борідці настилу  $\eta = 0,7$ .

5.58. Як зміниться різниця між максимальною довжиною  $l_1$  волокон, що вичісуються у гребінні пачоси, і мінімальною довжиною  $l_2$  волокон, відокремлюваних у прочіс, якщо за умов, наведених у завданні 5.57, розпрямленість волокон у настилі буде збільшена з  $\eta_1 = 0,7$  до  $\eta_2 = 0,75$ ?

5.59. Розрахувати за умовами завдання 5.57 умовну середню довжину волокон неточно сортованої при гребнечесанні.

5.60. Розрахувати мінімальну в періоді відділення волокон у прочіс відстань між нижньою губкою лещат і віддільним затискачем, при якому максимальна довжина волокон, що вичісуються барабанчиком в пачоси при середній розпрямленості  $\eta = 0,70$ , буде  $l_1 = 35,5$  мм, якщо довжина настилу, що подається валиками в циклі гребнечесання  $F = 5,9$  мм, коефіцієнт зміщення борідки живильним циліндром  $\alpha = 0,4$ , і в період відділення волокон нижня губка лещат проходить на  $1,3$  мм більший шлях, ніж верхній гребінь.

5.61. Розрахувати мінімальну в період відділення волокон у прочіс відстань між нижньою губкою лещат і віддільним затискачем, при якому умовна середня довжина волокон неточно сортованої групи  $l_y = 31,2$  мм, якщо довжина настилу, що подається валиком в циклі гребнечесання  $F = 5,9$  мм, коефіцієнт зміщення борідки живильним циліндром  $\alpha = 0,4$ , і в періоді відділення нижня губка лещат проходить на  $1,2$  мм більший шлях, ніж верхній гребінь.

5.62. Розрахувати довжину ділянки борідки  $D$ , що прочісується гребенями барабанчика й верхнім гребенем, за умов гребнечесання: нижня губка лещат підходить у кінці періоду відділення до віддільного затискача на відстань  $R = 24$  мм, а верхній гребінь - на відстань  $R_r = 14$  мм, нижня губка в період відділення волокон проходить більший шлях, ніж верхній гребінь, на  $A = 1,3$  мм, довжина настилу, що подається валиками в циклі  $F = 5,4$  мм, коефіцієнт зміщення борідки живильним циліндром перед відділенням волокон у прочіс  $\alpha = 0,2$ , довжина частини борідки, що не прочісується барабанчиком  $r = 8$  мм.

5.63. Визначити допустимий коефіцієнт зміщення за умовами завдання 5.57, при якому верхній гребінь буде поринати в частину борідки, прочесану гарнітурою барабанчика, тобто при  $D = 0$ .

5.64. Розрахувати максимальний коефіцієнт зміщення борідки перед відділенням волокон у прочіс, при якому всі ділянки відокремлюваних волокон будуть прочесані гребінним барабанчиком або верхнім гребенем за умов, що нижня губка лещат підходить до віддільного затискача на відстань  $R = 22$  мм, а

верхній гребінь - на відстань  $R_r = 14$  мм, довжина настилу, що подається валиками в циклі  $F = 5,4$  мм, довжина частини основи борідки, що не прочесується  $r = 6$  мм, а шлях нижньої губки в період відділення волокон більше шляху верхнього гребеня на  $A = 1,2$  мм.

### 5.9. Інтенсивність гребенечесання бавовни

Інтенсивність гребенечесання оцінюють рядом параметрів:

- 1) ступенем чесання робочим органом - числом голок барабанчика, голок верхнього гребеня, що припадає на волокно, відокремлюване в прочіс;
- 2) числом волокон у пасмі між парою голок ряду;
- 3) силою стискання волокон у пасмі в міжголковому просвіті;
- 4) силою чесання, тобто опором волокон роз'єднанню гарнітурою барабанчика, верхнього гребеня.

Ступінь чесання гарнітурою барабанчика, голок (зуб.)/волокно (див. рис. 5.7):

$$S_{\bar{\sigma}} = \frac{Z_{z,\bar{\sigma}} B T_{\bar{\sigma}} l_{\bar{\sigma}}}{(1 - 0,01\gamma) T_n (l_{\bar{\sigma}} - r)} \frac{L_{\bar{\sigma}} - r}{F} \quad (5.38)$$

де перший множник виражає число голок, що діють на одне волокно в циклі гребенечесання, відокремлюване в прочіс, а другий - кратність чесання  $K$ :

$$K = (L_{\bar{\sigma}} - r) / F = [R + A + (l - \alpha)F - r] / F.$$

Тоді

$$S_{\bar{\sigma}} = \frac{Z_{z,\bar{\sigma}} B T_{\bar{\sigma}} l_{\bar{\sigma}}}{(1 - 0,01\gamma) T_n F} \quad (5.39)$$

або

$$S_{\bar{\sigma}} = \frac{Z_{z,\bar{\sigma}} B T_{\bar{\sigma}} l_{\bar{\sigma}} a_n n_{\bar{\sigma}} 60}{10^9 P_T} \quad (5.40)$$

де  $Z_{\bar{a},\bar{a}}$  - сумарне число голок всіх  $N$  гребенів барабанчика на 1 см ширини:

$$Z_{z,\bar{\sigma}} = \sum_{j=1}^N z_{z,\bar{\sigma}}(j)$$

Ступінь чесання верхнім гребенем характеризується числом голок верхнього гребеня, що припадає на відділяюче волокно, яке виділяється в прочіс, голок/волокно:

$$S_{\bar{\sigma},z} = \frac{Z_{z,\bar{\sigma},z} B T_{\bar{\sigma}} l_{\bar{\sigma}}}{(1 - 0,01\gamma) T_n F} \quad (5.41)$$

або

$$S_{\bar{\sigma},z} = \frac{Z_{z,\bar{\sigma},z} B T_{\bar{\sigma}} l_{\bar{\sigma}} a_n n_{\bar{\sigma}} 60}{10^9 P_T} \quad (5.42)$$

де  $Z_{\bar{a},\bar{a},\bar{a}}$  - число голок на 1 см верхнього гребеня [4, 8].

Число волокон в пасмі між парою голок  $k$ -го ряду барабанчика, що пронизують борідку на відстані  $L_6 - r$  від кінчика борідки:

$$m_{n(k)} = \frac{T_x(1-0,01y)}{T_6(Z_{y(k)}B-1)} \cdot \frac{R+A+(1-a)F-r}{l_6} \quad (5.43)$$

Число волокон між парою голок верхнього гребеня, що пронизують борідку на відстані  $R_2 + F$  від кінчика борідки:

$$m_{n.2} = \frac{T_n(1-0,01y)}{T_6(Z_{2.6.2}B-1)} \cdot \frac{R_2+F}{l_6}, \quad (5.44)$$

зокрема:

- невідокремлюваних в прочіс в даному циклі:

$$m_{n.2.n} = \frac{T_n(1-0,01y)}{T_6(Z_{2.6.2}B-1)} \cdot \frac{R_2}{l_6} = m_{n.2} \frac{R_2}{R_2+F} \quad (5.45)$$

- прочосуваних верхнім гребенем при відділенні волокон в прочіс в даному циклі:

$$m_{n.2.6} = \frac{T_n(1-0,01y)}{T_6(Z_{2.6.2}B-1)} \frac{F}{l_6} = m_{n.2} \frac{F}{R_2+F} \quad (5.46)$$

Співвідношення чисел волокон, відокремлюваних і невідокремлюваних в даному циклі в прочіс:

$$\frac{m_{n.2.6}}{m_{n.2.n}} = \frac{F}{R}.$$

Площа просвіту між парою сусідніх голок ряду, гребеня:

$$S = \left( \frac{10}{Z_y} - 0,5d_p \right) (h_p - 1) \quad (5.47)$$

Коефіцієнт заповнення волокнами пасма одного міжголкового просвіту в ряду за умови  $Z_a B - 1 \approx Z_a B$  виражається формулою:

$$K_s = \frac{T_n}{10^3 \delta_n B (10 - 0,5 Z_2 d_p) (h_p - 1)} \frac{L_q}{l_6}, \quad (5.48)$$

де  $L_q$  - довжина прочесаної в циклі частини борідки:

$$L_q = L_6 - r.$$

Силу стиснення волокон в пасмі в міжголковому проясненні від її відносної деформації можна приблизно оцінити, використовуючи співвідношення:

$$p = \frac{k}{\frac{1}{\varepsilon} - 1},$$

де  $p$  - тиск;  $k$  - коефіцієнт пропорційності, що залежить від щільності пасма або числа волокон в перетині пасма;  $\varepsilon$  - відносна деформація стиснення пасма [10] між парою голок:

$$\varepsilon = \frac{Z_c d_n}{10} = \frac{0,15 Z_c d h_p}{h}$$

$$p = k(0,15 Z_y d h_p - 1),$$

де  $d_k$ - діаметр конічної частини голки на висоті пасма, мм;  $d$  - діаметр циліндричної частини голки, мм;  $Z_T$ - число голок на 10 мм ряду, гребеня.  $b$  - крок голок в ряду, гребені, мм;  $x$  - висота пасма між голками; висоту пасма можна прийняти рівній висоті перетину борідки в місці занурення в неї гребеня на відстані  $R-r$  від кінчика борідки, а для верхнього гребеня  $R_c+F$ . Приймаючи величину  $x$  рівною катету трикутника подовжнього перетину борідки, знайдемо висоту пасма між голками (див.рис.5.5):

- для барабанчика:

$$x_g = \frac{T_n(1-0,01y)}{10^3 \delta B} \cdot \frac{R + A + (1-a)F - r}{l_g},$$

- для верхнього гребеня:

$$x_{g.2} = \frac{T_n(1-0,01y)}{10^3 \delta B} \cdot \frac{R_T + F}{l_g},$$

де  $\delta$  - щільність борідки настилу, мг/мм<sup>3</sup> ( $\delta = 0,29.. .0,34$  мг/мм<sup>3</sup>).

*Сила чесання* - сила опору волокон роз'єднанню і відносному руху голок - залежить від ряду чинників і тим більше:

- чим менше попереднє розпрямлення волокон настилу;
- чим більше волокон в прочесаному перетині настилу, тобто чим більше лінійна густина настилу, менше лінійна густина волокон, а також чим більше довжина волокон і менше вихід гребінних пачосів;
- чим більше ступінь стиснення пасм в міжголковому проясненні; збільшення ступеня стиснення доцільно здійснювати шляхом зменшення зазору біля основи міжголкового прояснену в послідовних рядах голок, що може бути здійснене при використанні товстих голок і незмінної щільності набору голок, при збільшенні довжини робочої частини голок, або при одночасному використанні обох способів;



— чим менше голок, розташованих «в потилиці» голкам попереднього ряду.

Для визначення оптимальної лінійної густини настилу при переході від одних умов гребенечесання до інших на машині тієї ж моделі можна користуватися формулою:

$$T_{x2} = T_{x1} \frac{T_{e2} F_1 B_2 (100 - y_1)}{T_{e1} F_2 B_1 (100 - y_2)}, \quad (5.49)$$

де  $y$  - відсоток гребінного прочосу;  $T_v$  - лінійна густина волокон;  $F$  - довжина настилу;  $B$  - ширина настилу.

### 5.10. Завдання для розрахунку

5.65. Розрахувати ступінь чесання  $S_\sigma$  волокон гребінним барабанчиком і кратність чесання за умов: число голок всіх гребенів барабанчика на 1 см  $Z_{г.б} = 233,3$  голок/см, середня довжина волокон  $l = 32$  мм, лінійна густина волокон  $T_e = 0,13$  текс, лінійна густина настилу  $T_n = 60$  ктекс, ширина настилу  $B = 30$  см, розведення між нижньою губкою лещат і віддільним затискачем  $R = 23$  мм; в процесі відділення нижня губка лещат проходить шлях більший, ніж верхній гребінь, на  $A = 1,3$  мм, довжина настилу, що подається валиками в циклі  $F = 5,9$  мм, коефіцієнт зміщення борідки живильним циліндром перед відділенням волокон в прочісування  $\alpha = 0,3$ , довжина непрочісуваної барабанчиком частини борідки  $r = 8$  мм, вихід гребінних пачосів з настилу  $y = 16$  %.

5.66. Розрахувати ступінь чесання гребінним барабанчиком за умов: число голок всіх гребенів барабанчика на 1 см  $Z_{г.б} = 233,3$  голок/см, ширина настилу  $B = 30$  см, середня довжина волокон  $l = 32$  мм, лінійна густина волокон  $T_e = 0,13$  текс, число настилів, що одночасно переробляються машиною,  $a_n = 8$ , частота обертання барабанчика (число циклів гребенечесання за хвилину)  $n_z = 200$  хв<sup>-1</sup>, теоретична продуктивність машини  $\Pi_T = 30$  кг/год, вихід стрічки з настилу  $U_c = 87$  %.

5.67. Розрахувати ступінь чесання верхнім гребенем за умов: число голок верхнього гребеня на 1 см  $Z_{г.в.г} = 28$  голок/см, середня довжина волокон  $l = 30$  мм, лінійна густина волокон  $T_e = 0,13$  текс, лінійна густина настилу  $T_n = 60$  ктекс, ширина настилу  $B = 30$  см, довжина настилу, що подається валиками в циклі  $F = 5,9$  мм, вихід гребінних пачосів з настилу  $y = 16$  %.

5.68. Розрахувати ступінь чесання верхнім гребенем, набраним голками з щільністю  $Z_{г.г.г} = 28$  голок/см, за умовами завдання 5.65.

5.69. Гребенечесальна машина моделі 1532 заправлена настилами лінійної густини  $T_n$ , ктекс, з волокон з середньою довжиною  $l_e$  мм, лінійній густиною  $T_e$ , текс, при розведенні між нижньою губкою лещат і віддільним затиском  $R$ , мм, розведенні між верхнім гребенем і віддільним затиском  $R_r$ , мм; різниця шляхів, що проходять в періоді відділення нижня губка лещат  $S_T$  і верхній гребінь  $S_{в.г}$ ,  $A = S_T - S_{в.г}$  мм, довжина настилу, що подається валиками в

циклі  $F$ , мм, довжина непрочесаної частини основи борідки  $r$ , мм, і вихід гребінних прочосів з настилу  $y$ , %. Ширина настилу  $B = 300$  мм.

Розрахувати для  $i$ -го і  $j$ -го гребенів барабанчика: а) середнє число волокон в пасмі між парою голок; б) коефіцієнт заповнення волокнами пасма одного міжголкового просвіту.

Параметри процесу гребенечесання приведені в таблиці 5.15.

Таблиця 5.15.

Пара метр	Варіант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$i$	1	3	5	6	7	8	2	4	2	1	4	3
$j$	8	10	11	12	13	14	9	7	8	9	12	14
$R$	26	24	23	22	21	22	21	22	23	24	26	25
$R_r$	15	14	13,5	14	14,5	14	14,5	14	13,5	14	15	14,5
$F$	6	5,5	5	4,5	4	4,5	5	5,4	5	4,5	5,6	6
$A$	1,2	0,8	1	1,1	1,3	1,4	0	0,9	1,1	1,2	1,3	1
$R$	6	7	8	9	6	7	8	9	8	7	6	8
$T_x$	60	65	70	75	80	75	70	68	65	74	75	65
$T_b$	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,17	0,16	0,17	0,15	0,14
$l_b$	32	31	30	29	28	27	28	29	30	31	32	31

5.70. За умовами завдання 5.69 розрахувати число волокон між парою голок верхнього гребеня гребенечесальної машини моделі 1532: а) загальне  $m_{п.г.}$ ; б) не відокремлюваних в даному циклі в прочіс  $m_{п.г.н.}$ ; в) прочесаних верхнім гребенем при відділенні волокон в прочіс в даному циклі.

5.71. Розрахувати коефіцієнт заповнення волокном пасма одного міжголкового просвіту у верхньому гребені за умовами завдання 5.69.

5.72. За умовами завдання 5.69 розрахувати відносну деформацію стиснення пасма між парою голок  $i$ -го і  $j$ -го гребенів барабанчика.

5.73. За умовами завдання 5.69 розрахувати відносну деформацію стиснення пасма між парою голок верхнього гребеня.

5.74. Останній гребінь барабанчика машини моделі 1533 характеризується параметрами: число голок на 1 см гребеня барабанчика  $Z_y = 32$ , діаметр циліндрової частини голки  $d = 0,24$  мм, повна довжина голки  $h = 9,5$  мм, довжина робочої частини голки  $h_p = 2,5$  мм. З метою збільшення інтенсивності чесання був зменшений зазор між основами робочої частини голок шляхом збільшення довжини робочої частини голки до  $h_{p.н.} = 3$  мм. Розрахувати, як зміниться коефіцієнт заповнення волокнами пасма міжголкового просвіту і ступінь стиснення пасма при збільшенні довжини робочої частини голок з  $h_p$  до  $h_{p.н.}$ .

5.75. При переробці волокон лінійної густини  $T_{b1} = 0,130$  текс, довжині живлення  $F_1 = 5,9$  мм і кількості пачосів  $y_1 = 20$  % оптимальна лінійна густина настилу була  $T_n = 55$  ктекс. Визначити оптимальну лінійну густина настилу  $T_{n2}$  тієї ж ширини при переробці волокна  $T_{b2} = 0,143$  текс, довжині живлення  $F_2 = 5,4$  мм і виході гребінних пачосів  $y_2 = 22$  %.

### 5.11. Розрахунок параметрів порції волокон, що відокремлюються в прочіс, прочосу і гребінної стрічки

Маса порції волокон, відокремлюваної в прочіс від одного настилу в циклі гребенечесання, г:

$$M_n = \frac{FT_n(1-0.01y)}{10^6} = \frac{П_T 10^3}{(a_n n_o \cdot 60)}$$

де  $F$  - довжина настилу в циклі, мм;  $T_n$  - лінійна густина настилу, текс;  $y$  - вихід гребінних прочосів з настилу %;  $П_T$  - теоретична продуктивність машини, кг/год;  $a_n$  - кількість настилів, що одночасно переробляються машиною;  $n_o$  - частота обертання гребінного барабанчика, хв<sup>-1</sup>. Довжина відокремленої в циклі порції волокон, мм:

$$L_{II} = FE_o + l_{max} \quad (5.51)$$

де  $l_{max}$  - максимальна довжина волокон в порції, мм;  $E_o$  - відношення зміщення передніх кінців волокон у відокремленій порції до первинного зміщення їх в настилі:

$$E_o = \frac{\int_0^t v_o dt}{\int_0^t (v_2 - v_3) dt} \approx \frac{\bar{v}_o}{(\bar{v}_2 - \bar{v}_3)}$$

У чисельнику дано переміщення волокна у віддільному затиску за час  $t$ , а в знаменнику переміщення волокон борідки з верхнім гребенем із швидкістю  $v_T$  щодо віддільного затиску, що переміщається із швидкістю  $v_3$  за час  $t$ ;  $\bar{v}_o$ ;  $\bar{v}_a$ ;  $\bar{v}_c$  - середні швидкості віддільного циліндра, верхнього гребеня і віддільного затиску за час  $t$ .

Довжина спайки порцій у ватці прочосу:

$$L_c = L_{II} - L_e = FE_o + l_{max} - L_e \quad (5.52)$$

де  $L_e$  - довжина ефективної подачі прочосування вперед, з машини, за цикл.

Довжина порції волокон в стрічці, сформованій з ватки у воронці і випускаємій на столик машини:

$$L_{n.cm} = (L_n + a - h)E_3 \quad (5.53)$$

де  $a$  і  $h$  - відповідно максимальна і мінімальна відстань від країв ватки прочосу у віддільному затиску до стрічкоформуєчої воронки на столику;  $E_3$  - часткова витяжка ватки прочосу між віддільним циліндром і валиками столика машини ( $E_3 = 0,96... 1,16$ ).

Довжина спайки порцій в стрічці, сформованій у воронці і випускаємій на столик машини:

$$L_{c.cm} = (L_{n.cm} - L_e)E_3 = (L_{n.cm} + a - h - L_e)E_3 \quad (5.54)$$

Середня лінійна густина продукту на гребенечесальній машині:

- відокремлений в прочіс порції волокон:

$$T_n = \frac{10^6 M_n}{L_n} = \frac{FT_n(1-0,01y)}{L_n} \quad (5.55)$$

- ватки прочосу:

$$T_{\text{ват}} = \frac{T_n L_n}{L_e} = \frac{FT_n(1-0,01y)}{L_e} \quad (5.56)$$

- стрічки на столику машини:

$$T_{c.cm} = \frac{T_{\text{ват}}}{E_3} = \frac{T_n L_n}{(E_3 L_e)} = \frac{FT_n(1-0,01y)}{(E_3 L_e)}; \quad (5.57)$$

- стрічки, що випускається валиками стрічкоукладача:

$$T_c = \frac{T_n d_z}{U} = \frac{T_n a_n}{(a_c U)}; \quad (5.58)$$

$$T_c = \frac{T_n d_z(1-0,01y)}{E} = \frac{T_n(1-0,01y)a_n}{(a_c E)}. \quad (5.59)$$

де  $d_r$  - кількість складень стрічок витягнутих у витяжному приладі (на машині моделі 1532  $d_z = 4$ );  $a_n$  - кількість настилів, що одночасно переробляються на машині;  $a_c$  - кількість стрічок, сформованих після витяжного приладу (на машині моделі 1532  $a_n = 8$  і  $a_c = 2$ ; на машинах моделі 1533 фірми «Textima», моделей Е 6, Е 60 Н, Е 70 R фірми «Riter» і ін.  $a_n = 8$  і  $a_c = 1$ );  $E_3$  - витяжка між віддільним циліндром і валиками столика машини;  $U$  - потоншення продукту на гребенечесальній машині.

У кожному циклі гребенечесання настил просувається в зону чесання на довжину настилу, що подається валиками в циклі  $F$ , і віддільні циліндри виводять прочіс довжиною  $L_e$ , тому розрахункове подовження продукту, називається витяжкою в зоні відділення:

$$E_o = \frac{L_o}{F} = \frac{E_o L_e}{(L_n - l_{\max})}. \quad (5.60)$$

Середня кількість послідовних порцій волокон в поперечному перетині продукту:

- у ватці прочосу:

$$k_{\text{ват}} = \frac{L_n}{L_e},$$

- у стрічці, випущеній на столик машини:

$$k_{cm} = \frac{L_{n.cm}}{(E_3 L_e)}. \quad (5.61)$$

### 5.12. Завдання для розрахунку

5.76. Розрахувати масу порції волокон, що відокремлюються в прочіс в одному циклі гребенечесання з одного настилу лінійної густини  $T_n = 70$  ктекс при довжині живлення  $F = 5,4$  мм і виході гребінних пачосів з настилу  $y = 15$  %.

5.77. Розрахувати масу порції волокон, що відокремлюються в прочіс в одному циклі гребенечесання з одного настилу за умов: гребенечесальна машина переробляє одночасно вісім настилів і здійснює 200 циклів в хвилину, теоретична продуктивність по випуску стрічки  $\Pi_T = 36$  кг/год.

5.78. Розрахувати довжину порції волокон в стрічці, яка сформована у воронці і випущена на столик машини, при довжині настилу, що подається валиками в циклі  $F = 5,9$  мм, середньому збільшенні подовжніх зміщень волокон при відділенні порції в  $E_0 = 8,5$  разів, максимальній довжині волокон  $l_{max} = 50$  мм, різниці між відстанями, пройденими крайніми волокнами ватки прочосу до стрічкоформуєчої воронки  $a - h = 120$  мм і витяжці  $E = 1,01$ .

5.79. Розрахувати довжину спайки порцій відокремлених в прочіс волокон у ватці прочосу на гребенечесальній машині за умов: довжина настилу, що подається валиками в циклі  $F = 5,4$  мм, зміщення між передніми кінчиками волокон в процесі відділення волокон в прочіс збільшуються в середньому в  $E = 8$  разів, максимальна довжина волокон в прочосі  $l_{max} = 48$  мм, довжина ефективної подачі прочосу в циклі  $L_e = 30$  мм.

5.80. Визначити середню лінійну густину, текс, у відокремленій порції волокон на одному випуску, якщо лінійна густина настилу  $T_n = 50$  ктекс, довжина живлення  $F = 6,4$  мм, вихід пачосів  $y = 20$  % і довжина порції  $L_n = 110$  мм.

5.81. Визначити середню кількість порцій волокон в поперечному перетині ватки прочосу і лінійну густину ватки при лінійній густині настилу  $T_n = 65$  ктекс, довжині настилу, що подається валиками в циклі  $F = 5,9$  мм, виході пачосів  $y = 20$  %, довжині відокремленої порції  $L_n = 100$  мм і довжині ефективної подачі прочосу за цикл  $L_e = 30$  мм.

5.82. Визначити лінійну густину ватки прочосу, що виводиться на лоток випуску, якщо лінійна густина настилу  $T_n = 83$  ктекс, довжина ефективної подачі  $L_e = 40$  мм, вихід пачосів  $y = 15$  %, довжина живлення  $F = 5$  мм.

5.83. Розрахувати середню лінійну густину однієї відокремленої в прочіс порції волокон за умов гребенечесання: лінійна густина настилу  $T_n = 65$  ктекс,

довжина настилу, що подається валиками в циклі  $F=5,9$  мм, вихід прочосу з настилу 85 %, максимальна довжина волокон у відокремлюваній порції  $l_{\max}=48$  мм, в процесі відділення зміщення між передніми кінцями волокон збільшуються в середньому в  $E_o=10$  разів.

5.84. Розрахувати середню лінійну густину однієї відокремленої в прочосі порції волокон при частоті обертання гребінних барабанчиків  $n_6=280$  хв<sup>-1</sup>, кількості настилів, що одночасно переробляються,  $a_n = 8$ , теоретичній продуктивності машини  $\Pi_T=40$  кг/год, довжині порції  $L_{\pi}=110$  мм і виході гребінного прочосу з настилу  $y=16$  %.

5.85. Розрахувати середню лінійну густину однієї відокремленої в прочіс порції при лінійній густині настилу  $T_n = 80$  ктекс, довжині настилу, що подається валиками в циклі  $F = 6,4$  мм, виході гребінного пачосу з настилу  $y = 12$  % і довжині порції 110 мм.

5.86. Розрахувати лінійну густину ватки прочосу, що виводиться в лоток, при лінійній густині настилу  $T_n = 72$  ктекс, довжині ефективної подачі прочісування  $L_e = 30$  мм, виході гребінного пачосу з настилу  $y = 18$  % і довжині настилу, що подається валиками в циклі  $F=5,4$  мм.

5.87. Розрахувати середнє число порцій волокон в поперечному перетині ватки прочосу і лінійну густину ватки при лінійній густині настилу  $T = 68$  ктекс, довжині настилу, що подається валиками в циклі  $F = 5,9$  мм, виході прочосу з настилу  $y = 86$  %, довжині відокремленої порції  $L_{\pi}=110$  мм і довжині ефективної подачі прочосу в циклі  $L_e=30$  мм.

5.88. Гребенечесання бавовни здійснюється на машині за умов: лінійна густина настилу  $T_n = 75$  ктекс, довжина настилу, що подається валиками в циклі  $F = 5$  мм, вихід гребінного пачосу з настилу  $y = 14$  %, кількість одночасно переробляємих настилів  $a_n=8$ , кількість сформованих після витяжного приладу стрічок  $a_n = 8$ , довжина відокремлюваної в прочіс порції волокон  $L_{\pi} = 110$  мм, довжина ефективної подачі в циклі  $L_e=30$  мм, лінійна густина сформованої гребінної стрічки  $T_c=3,6$  ктекс, витяжка в лотку  $E_3=1,02$ . Розрахувати середню лінійну густину отриманої на гребенечесальній машині: а) відділеної в прочіс порції волокон; б) ватки прочосу, сформованої у видільному затиску; в) стрічки, що випускається на столик машини; стрічки, що випускається валиками стрічкоукладача.

### 5.13. Ефективність гребенечесання бавовни

Ефективність використання гребенечесання (процесів підготовки кардного прочосу до гребенечесання і власне гребенечесання) оцінюють декількома параметрами [11].

*Ефективність роз'єднання волокон* продукту оцінюють зміною ступеню роз'єднаності волокон в даному процесі, підраховуваним за формулою %:

$$\varepsilon_p = \left( \frac{1 - \bar{m}_{вих}}{\bar{m}_{вх}} \right) \cdot 100, \quad (5.62)$$

де  $\bar{m}_{вх}$  і  $\bar{m}_{вих}$  - середнє число волокон в комплексі, жмутку, пасмі і тому подібних продуктах відповідно до і після обробки.

При аналізі процесу гребенечесання в певних випадках  $\bar{m}_{вх}$  і  $\bar{m}_{вих}$  можна розглядати як середнє число волокон між парою голок першого і останнього гребенів барабанчика.

При допущенні рівності довжин ділянки борідки, що прочісується першим і останнім гребнями барабанчика, зміна (зменшення) числа волокон в одному міжголковому просвіті виражається формулою %:

$$\varepsilon_p = \left( \frac{Z_k}{Z_1 - 1} \right) \cdot 100, \quad (5.63)$$

де  $Z_1$  і  $Z_k$  – кількість голок на 1 см відповідно першого і k-го гребеня.

*Ефективність орієнтації і розпрямлення волокон* %:

$$\varepsilon_o = \left( \frac{\bar{Q}_{вих}}{\bar{Q}_{вх}} - 1 \right) \cdot 100; \quad (5.64)$$

$$\varepsilon_\eta = \left( \frac{\bar{\eta}_{вих}}{\bar{\eta}_{вх}} - 1 \right) \cdot 100, \quad (5.65)$$

де  $\bar{Q}_{вх}$  і  $\bar{Q}_{вих}$  - середні значення коефіцієнтів орієнтації волокон відповідно до і після обробки;  $\bar{\eta}_{вх}$  і  $\bar{\eta}_{вих}$  - середні значення коефіцієнтів розпрямленості волокон відповідно до і після обробки.

Комплексну оцінку ефективності роз'єднання, підвищення орієнтації і розпрямлення волокон при гребенечесанні отримують по відмінності опору стрічок, що складають настил, і стрічок, вироблених гребенечесальною машиною:

$$\varepsilon_{раз} = \left( \frac{1 - p_{y.вих}}{p_{y.вх}} \right) \cdot 100, \quad (5.66)$$

*Ефективність вичісування волокон певних груп довжин:*

$$\varepsilon_m = \left( \frac{\beta_{i.вих}}{\beta_{i.вх}} - 1 \right) \cdot 100, \quad (5.67)$$

де  $i$   $\beta_{i.вх}$   $\beta_{i.вих}$  - масова частка волокон групи довжин відповідно до  $i$  після обробки; при зменшенні масової частки (коли  $\beta_{i.вих} < \beta_{i.вх}$ ) отримують результат з від'ємним знаком.

Масова частка волокон  $i$ -ої довжини в гребінному прочосі за умови відсутності обриву волокон на гребенечесальній машині %:

$$p_{ni} = \frac{p_{ni} \delta_{ni}}{(1 - 0,01y)} \quad (5.68)$$

Масова частка волокон  $I$ -ої довжини в пачосах %:

$$p_{oi} = \frac{p_{ni} \delta_{ni}}{(0,01y)} \quad \text{при} \quad \delta_{ni} + \delta_{oi} = 1 \quad (5.69)$$

де  $p_{ni}$  - масова частка волокон  $i$ -ої довжини в масі настилу %;  $\delta_{ni}$  і  $\delta_{oi}$  - частка волокон  $i$ -ої довжини настилу відповідно відокремлюваних в прочіс і таких, що виділяються в пачоси;  $y$  - вихід гребінних пачосів з настилу, %.

*Ефективність вичісування сміттєвих домішок  $j$ -го виду, %:*

$$\varepsilon_{cj} = \left( \frac{1 - C_{ij}}{C_{ij}} \right) \cdot 100 \quad (5.70)$$

або

$$\varepsilon_{cj} = \frac{C_{oj} y}{C_{ij}}, \quad (5.71)$$

де  $C_{ij}$  і  $3_{nj}$  - масова частка сміттєвих домішок і дефектів відповідно в настилі і в прочосі, %;  $3_{oj}$  - масова частка сміттєвих домішок і дефектів  $j$ -го вигляду в очісі %;  $y$  - вихід очісу з настилу %.

#### 5.14. Завдання для розрахунку

5.89. Яка ефективність роз'єднання волокон гребінними барабанчиками машини моделі 1532 при щільності набору першого і останнього гребенів для умов приготування прочосу: а) напівгребінного; б) звичайного; в) підвищеної якості.

5.90. При підготовці продукту до гребенечесання з використанням витяжних приладів стрічкових машин, а також в процесі гребенечесання ступінь розпрямлення і паралелізації волокон змінився. Середній коефіцієнт розпрямленості волокон приведений в таблиці 5.16.

Розрахувати часткову ефективність розпрямлення волокон на кожному технологічному переході, а також сукупну ефективність розпрямлення при підготовці настилів до гребенечесання і при гребенечесанні.



Таблиця 5.16.

Продукт	Коефіцієнт розпрямлення	
	діапазон	середнє значення
Чесальна стрічка	$\eta_{\text{ч}} = 0,52 \dots 0,62$	0,57
Стрічка з попередньої стрічкової машини	$\eta_{\text{п}} = 0,67 \dots 0,75$	0,71
Настил	$\eta_{\text{н}} = 0,73 \dots 0,79$	0,76
Гребінна стрічка	$\eta_{\text{г}} = 0,79 \dots 0,83$	0,8

5.91. Обчислити сукупну ефективність роз'єднання, орієнтації і розпрямлення волокон при підготовці продукту до гребенечесання, оцінювану по опору розриву стрічок, підготовлених на послідовних технологічних переходах при гребенечесанні, і виражену питомим розривним навантаженням стрічок, сН/текс:

- стрічки з чесальної машини  $p_{\text{ч}}=0,1$ ;
- стрічки з попередньої стрічкової машини  $p_{\text{с}}=0,032$ ;
- стрічки з настилу  $p_{\text{н}}=0,015$ ;
- стрічки з гребенечесальної машини  $p_{\text{г}}= 0,01$ .

5.92. Обчислити сукупну ефективність роз'єднання, орієнтації і розпрямлення волокон при підготовці продукту до гребенечесання, оцінювану по абсолютному розривному навантаженню стрічок, підготовлених на послідовних технологічних переходах при гребенечесанні:

- стрічка  $T= 4$  ктекс з чесальної машини  $p_{\text{ч}}= 395$  сН;
- стрічка  $T= 3800$  текс із стрічкової машини  $p_{\text{с}} = 132$  сН;
- стрічка  $T= 3500$  текс з настилу  $p_{\text{н}} = 52$  сН;
- стрічка  $T= 3500$  текс з гребенечесальної машини  $p_{\text{г}} = 42$  сН.

5.93. У настилі масова частка волокон бавовни завдовжки  $l \leq 20$  мм рівна  $p_{\text{н}} = 16$  %. Яка очікувана масова частка волокон бавовни в гребінному прочосі при виході гребінних пачосів з настилу  $y = 18$  %, якщо в нього потрапляє лише половина цих волокон?

5.95. Яка кількість сміттєвих домішок і дефектів в 1 г гребінного прочосу, якщо в 1 г настилу містяться 300 сміттєвих домішок і дефектів, а при гребенечесанні вичісуються 80 %, і вихід гребінної стрічки з настилу  $y = 84$  %?

5.95. Результати дослідження, проведені при гребенечесанні з працюючим верхнім гребнем і без нього, приведені в таблиці 5.17.

Таблиця 5.17.

Вид смітєвих домішок	Число дефектів		
	в 1 г настила	в 1 г прочосу при роботі	
		з верхнім гребенем	без верхнього гребня
Вузлики	140	90	100
Шкіра з волокном	50	10	24
Сміття	20	8	10
Всього	210	108	134

Обчислити: а) ефективність вичісування вузликів, шкірочки з волокном, а також сміття при спільному чесанні гребінним барабанчиком і верхнім гребенем; б) ефективність вичісування тільки гребінним барабанчиком;

в) частку участі кожного чесального органа у вичісуванні дефектів окремих видів і сміття.

5.96. Обчислити масову частку смітєвих домішок, що вичісуються гребенечесальною машиною з настила, у якому масова частка смітєвих домішок становить 1,5 %, якщо вихід гребінного прочосу з настила  $\eta = 15\%$ , а масова частка смітєвих домішок, що залишаються в прочосі, становить 0,8 %.

5.97. Масова частка смітєвих домішок у настилі 0,8 %. При гребенечесанні з настилу вичісується 16 % волокнистої маси у вигляді гребінного прочісу, у якому смітєві домішки становлять по масі 1,8 %. Обчислити ефективність вичісування смітєвих домішок волокон при гребенечесанні.

## 6. ПЕРЕДПРЯДІННЯ. РІВНИЧНІ МАШИНИ

### 6.1. Кінематична схема рівничної машини.

Рівничні машини моделей Р-192-5 і Р-260-5 при однаковій загальній схемі передачі руху робочих органів можуть розрізнятися передачею руху до циліндрів витяжного приладу залежно від типу встановленого витяжного приладу [1, 6, 8].

Робочі органи рівничних машин марок Р-192-5 і Р-260-5 отримують рух від електродвигуна  $D_1$  (рис. 6.1), потужність якого вибирають відповідно до кількості веретен на машині. Від цього електродвигуна клинопасовою передачею з шківками  $D_1$  і  $D_2$  рух передається головному валу 5.

Від головного валу рух передається декільком робочим органам: за допомогою ланцюгової передачі – нижньому прутковому валу 6, від якого гвинтовими шестернями - веретенам, через зубчасту передачу - валу верхнього конічного барабанчика варіатора, а від нього випускному циліндру 4 витяжного приладу, потім задньому циліндру 2 і від нього середньому циліндру 3 витяжного приладу.

Від верхнього конічного барабанчика рух передається за допомогою ремінної передачі варіатора нижньому конічному барабанчику, частота обертання якого протягом часу намотування витків одного шару постійна, а перед намотуванням витків кожного чергового шару зменшується, і при намотуванні останнього шару рівниці на котушку виявляється мінімальною.

Від нижнього конічного барабанчика рух передається:

- першій шестерні  $Z_A = 32$  зуб. диференціала за допомогою ланцюгової передачі, зірочки, жорстко посадженої на втулку, яка обертається на головному валу;

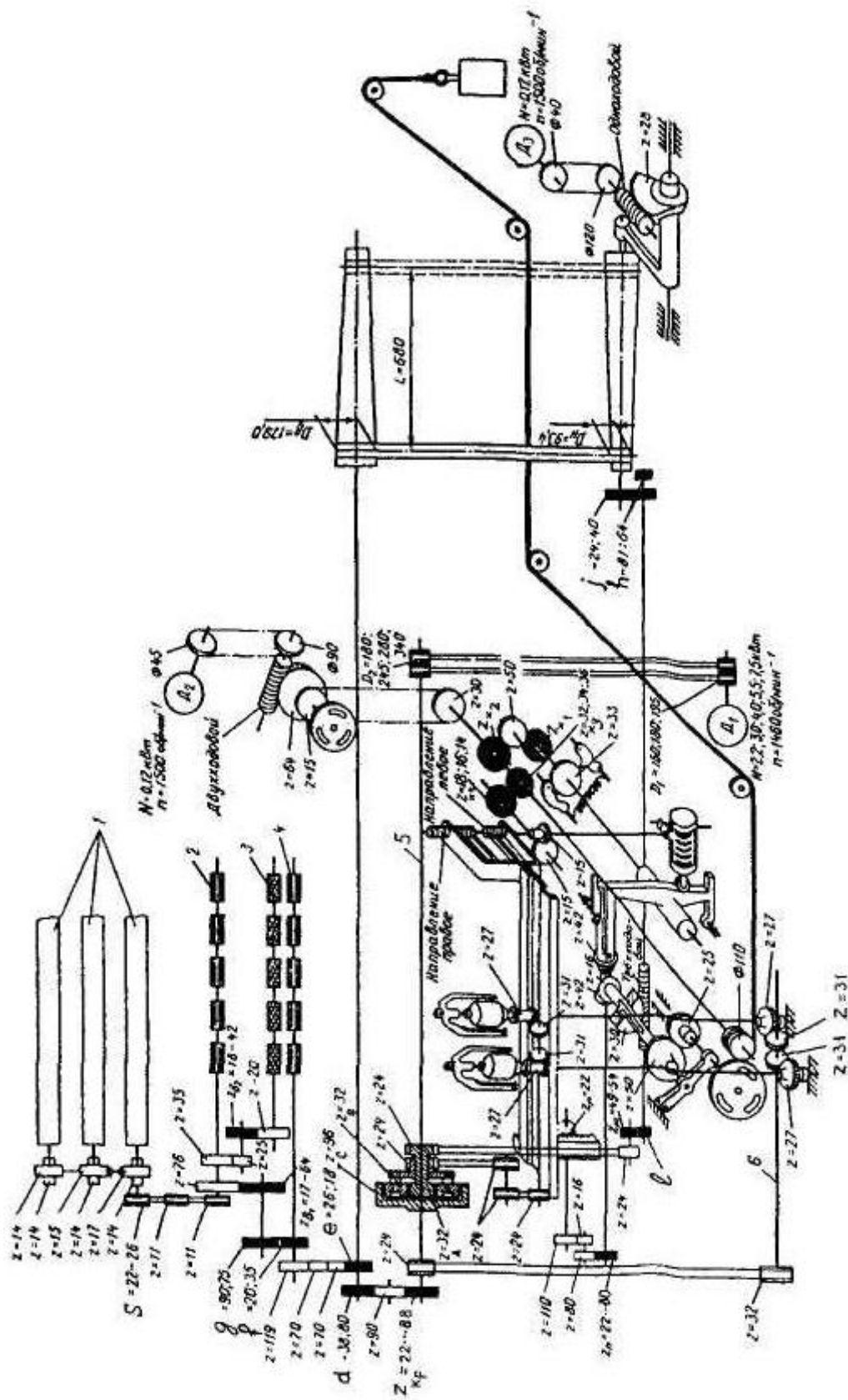
- зубчатій рейці верхньої каретки, яка отримує рух за допомогою черв'ячної передачі, тарілчастих шестерень механізму управління намотуванням рівниці і підйомного валу.

Змінні елементи передачі руху для зміни параметрів технологічного процесу на рівничній машині:

- змінні шківки  $D_1$  і  $D_2$  для пропорційної зміни швидкості всіх робочих органів. Частоти обертання головного валу  $n_{Г.В}$  і веретен  $n_{вер}$  при відповідних діаметрах шківів, вказані в таблиці 6.1.

- витяжні шестерні  $Z_{e1}$  і  $Z_{e2}$  для зміни загальної та часткових витяжок у витяжному приладі машини; діапазон чисел зубців шестерні  $Z_{e1} = 17...64$ ,  $Z_{e2} = 18...42$ .

Чим більше число зубців шестерні  $Z_{e1}$ , тим більша частота обертання заднього, живильного циліндра 1 витяжного приладу й, отже, тим менша часткова витяжка в першій, задній зоні і менша загальна витяжка у витяжному приладі; чим більше число зубців шестерні  $Z_{e2}$ , тим більша частота обертання середнього циліндра витяжного приладу і, отже, тим більша часткова витяжка в задній зоні й тією самою мірою менша часткова витяжка в передній зоні при незмінній загальній витяжці;



**Рис. 6.1.** Кінематична схема рівничної машин Р-192-5 і Р-260-5 з трьохциліндровим двох ременцевим

втяжним приладом:

$D_1$  - електродвигун для робочих органів машин;  $D_2$  - електродвигун для автоматичного запуску механізму барабанчика;  $D_3$  - електродвигун для автоматичного підйому нижнього конічного барабанчика; 1 - живильні циліндри,  $d = 70$  мм; 2 - задній циліндр витяжного приладу,  $d = 32$  мм; 3 -

Таблиця 6.1.

Машина	$n_{\text{вер } 1} \cdot \text{ХВ}^{-1}$	$n_{\text{г.в}} \cdot \text{ХВ}^{-1}$	$D_1$	$D_2$	Машина	$n_{\text{вер } 1} \cdot \text{ХВ}^{-1}$	$n_{\text{г.в}} \cdot \text{ХВ}^{-1}$	$D_1$	$D_2$
P-260-5	616	715	125	250	P-192-5	580	670	160	340
	688	800	125	224		650	750	180	340
	770	895	125	200		700	815	160	280
	857	995	125	180		800	930	160	245
	887	1030	180	250		900	1050	180	245
	990	1150	180	224		955	1110	190	245
	1100	1290	180	200		980	1140	195	245
	1230	1430	180	180		1100	1270	160	180
						1230	1430	180	180
						1300	1510	190	180
						1330	1540	195	180

- крутильна шестерня  $Z_{кр} = 22...88$  зуб. для зміни швидкості живильних валиків, циліндрів всієї лінії витяжного приладу при незмінній частоті обертання веретен; при цьому змінюється і частота обертання котушки внаслідок пропорційної зміни частини швидкості котушки, що отримується від конічних барабанчиків, для намотування витків рівниці, а також змінюється швидкість руху верхньої каретки для укладання відповідного числа витків;

- мотальна шестерня  $Z_m = 49... 54$  зуб. для регулювання частоти обертання котушок з метою створення необхідного допустимого натягу рівниці при намотуванні;

- підіймальна шестерня  $Z_n = 22... 80$  зуб. для регулювання щільності витків намотування рівниці уздовж котушки;

- змінні шестерні в механізмі управління намоткою [4]  $Z_{x1}=30...45$  зуб. і відповідно  $Z_{x2} = 21...45$  зуб. служать для регулювання темпу зміни швидкості намотування рівниці після намотування витків кожного шару, а змінні шестерні  $Z_{x3} = 32, 34, 36$  зуб. і відповідно  $Z_{x4} = 18, 16, 14$  зуб. для зміни кута нахилу конусів тіла намотування рівниці;

- змінна шестерня  $Z_c$  служить для регулювання натягу живильної стрічки.

Окрім вказаних змінних шестерень на рівничній машині є декілька змінних шестерень, кількість зубців яких приведені в таблиці 6.2

Таблиця 6.2.

Лінійна густина рівниці, текс	$Z_d$	$Z_e$	$Z_f^{*)}$	$Z_g^{*)}$	$Z_j$	$Z_h$	$Z_l$
182...400	80	18	20	90	24	81	35
401...667	38	26	20	90	40	64	24
667....1430	38	26	35	75	40	64	24

\*) При  $Z_g+Z_f=110$ Частота обертання головного валу,  $\text{хв.}^{-1}$ 

$$n_{\bar{a}\bar{a}} = \frac{n_d D_1 \eta}{D_2} = \frac{1460 D_1 \eta}{D_2}. \quad (6.1)$$

Передавальне відношення передач:

-  $i_1$  - від головного валу до веретен:

$$i_1 = \frac{24 \cdot 31}{32 \cdot 27}; \quad (6.2)$$

-  $i_2$  - від головного валу до валу верхнього конічного барабанчика:

$$i_2 = \frac{Z_{кр}}{Z_d}; \quad (6.3)$$

-  $i_3$  - від валу верхнього конічного барабанчика до переднього циліндра:

$$i_3 = \frac{Z_e}{119}; \quad (6.4)$$

-  $i_4$  - від нижнього конічного барабанчика до органу диференціала (приймальної шестерні  $Z_A$ ):

$$i_4 = \frac{Z_j Z_l \cdot 24}{Z_h Z_{\text{мот}} \cdot 24} = \frac{U_4}{Z_{\text{мот}}}; \quad (6.5)$$

$$U_4 = \frac{Z_j Z_l \cdot 24}{Z_h \cdot 24}, \quad (6.6)$$

де  $U_4$  - постійна стала передавального відношення  $i_4$ ;-  $i_5$  - від диференціала до катушок:

$$i_5 = \frac{24 \cdot 24 \cdot 31}{(24 \cdot 24 \cdot 27)} = \frac{31}{27}; \quad (6.7)$$

-  $i_6$  - від валу нижнього конічного барабанчика до підйимального валу:

$$i_6 = \frac{Z_j \cdot 3 \cdot 16 Z_n \cdot 16}{Z_h \cdot 30 \cdot 42 \cdot 80 \cdot 110} = U_6 Z_n; \quad (6.8)$$

$$U_6 = \frac{Z_j \cdot 3 \cdot 16 \cdot 16}{Z_h \cdot 30 \cdot 42 \cdot 8 \cdot 110}; \quad (6.9)$$

-  $i_{\text{вар}}$  - від верхнього конічного барабанчика варіатора швидкості до НИЖНЬОГО:

$$i_{\text{вар}} = \frac{(D_e + \delta_{\delta})}{(D_n + \delta_{\delta})}, \quad (6.10)$$

де  $D_e$  і  $D_n$ , - діаметр верхнього і відповідного йому нижнього конічного барабанчика при певному положенні ремня щодо початкового положення (при намотуванні першого шару витків на котушку машин Р-192-5, Р-260-5  $D_e = 179$  мм і  $D_n = 93,4$  мм);  $\delta_{\delta}$  - товщина ремня ( $\delta_{\delta} = 2,5$  мм).

## 6.2. Технологічний розрахунок рівничної машини

Нижче приведені приклади елементів технологічного розрахунку рівничної машини Р-260-5 за умов: лінійна густина рівниці, що виробляється,  $T_p = 600$  ктекс, лінійна густина стрічки  $T_c = 3,6$  ктекс, штапельна довжина бавовняного волокна  $l_{\text{ум}} = 31,8$  мм, діаметр порожньої котушки  $d_0 = 47$  мм, котушки з намотаною до кінця зйому рівницею  $D_n = 135$  мм висота намотування рівниці на котушку  $H = 300$  мм, крок зубців зубчатої рейки верхньої каретки  $t = 7,85$  мм, товщина ремінця на середньому циліндрі витяжного приладу  $\delta_{\delta} = 1$  мм, товщина ремня на конічних барабанчиках  $\delta_{\delta} = 2,5$  мм, необхідна норма продуктивності машини, що має  $a = 132$  веретена  $H = 94,5$  кг/год,  $K_{КЧ} = 0,88$ ;  $E_o = 1,01$ .

Відповідно до заданої лінійної густини рівниці в розрахунках використані приведені в таблиці 6.2 числа зубців змінних шестерень:  $Z_d = 38$ ,  $Z_e = 26$ ,  $Z_f = 20$ ,  $Z_g = 90$ ,  $Z_j = 40$ ,  $Z_k = 64$  і  $Z_l = 24$  зуб.

**Частота обертання веретен.** Для забезпечення випуску машиною заданої кількості рівниці в одиницю часу частота обертання рівничних веретен повинна бути не менше величини, що розраховується за формулою,  $\text{хв}^{-1}$  :

$$n_{\delta(\text{min})} \geq \frac{HK_p \cdot 10^6}{K_{\text{пв}} T_p \cdot 60} = \frac{Ha_T \cdot 10^8}{K_{\text{пв}} T_p a \cdot 60} = \frac{\Pi_T a_T \cdot 10^8}{T_p \sqrt{T_p \cdot a \cdot 60}}, \quad (6.11)$$

де  $H$  і  $P_T$  - відповідно норма продуктивності і теоретична продуктивність одного рівничного веретена, кг/год;  $T$ - лінійна густина рівниці, текс;  $K_p$ - Скрученість рівниці, м<sup>-1</sup>;  $a_T$ - коефіцієнт крутіння рівниці;  $a_T$  вибирають відповідно до лінійної густини рівниці, штапельної довжини і виду волокна (бавовняне, віскозне, лавсанове і ін.) [8]; табличне значення коефіцієнта крутіння за заданої умови  $a_T = 10,59$ ;  $a$  - кількість веретен на машині;  $K_{KЧ}$  - коефіцієнт корисного часу роботи машини ( $K_{KЧ} = 0,88$ ).

Мінімально необхідна частота обертання веретен, хв<sup>-1</sup>:

$$n_{(\min)} \geq \frac{94,5 \cdot 10,59 \cdot 10^8}{0,88 \cdot 600 \sqrt{600 \cdot 132 \cdot 60}} = 977.$$

По таблиці 6.1 приймаємо  $D_1 = 180$  мм і  $D_2 = 224$  мм, при цьому заправна частота обертання рівничних веретен, хв.<sup>-1</sup>:

$$n_a = n_a \frac{D_1 \eta_1}{D_2}; \quad (6.12)$$

$$n = 1460 \cdot \frac{180 \cdot 0,98}{224} \cdot \frac{24 \cdot 31}{32 \cdot 27} = 990.$$

Частота обертання головного валу машини, хв.<sup>-1</sup>:

$$n_{a.a} = \frac{n_a D_1 \eta}{D_2}; \quad (6.13)$$

при  $n_e = 1460$  хв.<sup>-1</sup>:

$$n_{e.g} = \frac{1460 \cdot 180 \cdot 0,98}{224} = 1150.$$

### **Скрученість рівниці. Кількість зубців крутильних шестерень.**

Скрученість рівниці, що визначається по лінійній густині рівниці з волокон заданої штапельної довжини певного виду, м<sup>-1</sup>:

$$K = \frac{100 \cdot a_T}{\sqrt{T_P}}. \quad (6.14)$$

Скрученість, що розраховується по кінематичній схемі, м<sup>-1</sup>:

$$K = \frac{n_e}{v_{нам}} = \frac{n_e \cdot 10^3}{\pi d_{н.ц} n_{н.ц} E_0} = \frac{i_1 \cdot 10^3}{\pi d_{н.ц} E_0 i_2 i_3}, \quad (6.15)$$

де  $E_0$  - прихована витяжка між випускним, переднім циліндром витяжного приладу і котушкою (допускається  $E_a = 1 \dots 1,015$  [4]);  $d_{н.ц}$  і  $n_{н.ц}$  - діаметр, мм, і частота обертання переднього циліндра, хв<sup>1</sup>.



При  $a_T = 10,59$  (використано при розрахунку необхідної частоти обертання веретен):

$$K = \frac{100 \cdot 10,59}{\sqrt{600}} = 43,2 \text{ м}^{-1}$$

На рівничній машині Р-260-5 при виробленні рівниці  $T_p = 600$  текс використовують змінні шестерні  $Z_e = 26$  і  $Z_d = 38$  зуб. (див. таблицю 6.2):

$$K = \frac{10^3}{3,14 \cdot 32 \cdot 1,01} \cdot \frac{119 Z_d \cdot 24 \cdot 31}{Z_e Z_{кр} \cdot 32 \cdot 27} = \frac{10^3}{3,14 \cdot 32 \cdot 1,01} \cdot \frac{119 \cdot 38 \cdot 24 \cdot 31}{26 Z_{кр} \cdot 32 \cdot 27} = \frac{1475}{Z_{кр}}$$

Необхідне число зубців змінної крутильної шестерні:

$$Z_{кр} = \frac{1475}{K} \quad (6.16)$$

і для умов, що розраховуються  $Z_{кр} = 1475/43,2 = 34,14$ , приймають  $Z_{кр} = 34$  зуб.

**Витягування стрічки. Число зубців витяжних шестерень.** Загальна витяжка на машині для отримання із стрічки  $T_c$  текс, рівниці  $T_p$ , текс:

$$E = \frac{T_c}{T_p}; \quad (6.17)$$

$$E = \frac{3600}{600} = 6$$

Загальна витяжка у витяжному приладі:

$$E_{в.пр} = \frac{E}{E_0}, \quad (6.18)$$

де  $E_0$  - прихована витяжка рівниці при намотуванні ( $E_0=1...1,015$ ).

Загальна витяжка в трьохциліндровому дворемінцевому витяжному приладі по кінематичній схемі (див. рис. 6.1):

$$E_{в.пр} = \frac{v_{вин}}{v_{нід}} = \frac{d_{п.ц}}{d_{з.ц}} i_{з.ц-п.ц} = \frac{\pi \cdot 32 \cdot 76 Z_g}{\pi \cdot 32 Z_{г1} Z_f} = \frac{76 Z_g}{Z_{г1} Z_f},$$

де  $d_{п.ц}$  і  $d_{з.ц}$  - діаметр відповідно переднього, випускного циліндра і заднього живильного циліндра витяжного приладу;  $i_{з.ц-п.ц}$  - передавальне відношення передачі від живильного циліндра до випускного; 76 - постійна загальної витяжки; при  $Z_g = 90$  зуб і  $Z_f = 20$  зуб. (див. таблицю 6.2 для  $T_p = 600$  текс) необхідне число зубців витяжної шестерні:

$$Z_{\epsilon 1} = \frac{76 \cdot 90}{(E_{\epsilon.нр} \cdot 20)} = \frac{342}{E_{\epsilon.нр}} ; \quad (6.19)$$

$$Z_{\epsilon 1} = \frac{342}{5,94} \approx 58 \text{зуб.}$$

Часткова витяжка в першій (задній) зоні витяжного приладу по кінематичній схемі:

$$E_1 = \frac{(d_2 + 2\delta_{\epsilon})}{d_{нод}} i_{нод-2} = \frac{(25 + 2 \cdot 1,2)}{32} \cdot \frac{35Z_{\epsilon 2}}{25 \cdot 20} = 0,06Z_{\epsilon 2} , \quad (6.20)$$

де 0,06 - постійна першої часткової витяжки у витяжному приладі;  $\delta_{\epsilon}$  - товщина ремінця на середньому циліндрі ( $\delta_{\epsilon} = 1,2$  мм [8]).

Необхідне число зубців змінної шестерні  $Z_{B2}$ :

$$Z_{B2} = \frac{A_1}{0,06} . \quad (6.21)$$

Часткова витяжка в передній зоні витягування:

$$E_2 = \frac{32 \cdot 20 \cdot 25 \cdot 76Z_g}{(25 + 2 \cdot 1,2)Z_{\epsilon 2} 35Z_{\epsilon 1} Z_f} = 1267 \frac{Z_g}{Z_{\epsilon 2} Z_{\epsilon 1} Z_f} , \quad (6.22)$$

$$E_2 = 1267 \frac{90}{20Z_{\epsilon 1} Z_{\epsilon 2}} = \frac{5701,5}{Z_{\epsilon 1} Z_{\epsilon 2}} = \frac{5701,5}{Z_{\epsilon 2} \cdot 58} = \frac{98,3}{Z_{\epsilon 2}} , \quad (6.23)$$

де 1267 - постійна другої часткової витяжки (у передній зоні); при  $Z_g = 90$  і  $Z_f = 20$  зуб.

Числа зубців змінної шестерні  $Z_{B2}$  задаються відношенням часткових витяжок  $E_1$  і  $E_2$  в межах значень 1,5... 1,8, встановлених дослідним шляхом. При  $E_2 \setminus E_1 = 1,7$

$$E_{\epsilon.нр} = E_1 E_2 = E_1 \cdot 1,7 E_1 = 1,7 E_1^2 , \quad (6.24)$$

звідки за заданих умов перша часткова витяжка:

$$E_1 = \sqrt{\frac{E_{\epsilon.нр}}{1,7}} = \sqrt{\frac{5,94}{1,7}} = 1,87 .$$

Число зубців змінної витяжної шестерні розраховується за формулою: (6.21):

$$Z_{e2} = \frac{E_1}{0,06} = \frac{1,87}{0,06} = 31,15$$

Приймають  $Z_{B2}=31$  зуб.

Друга часткова витяжка (у передній зоні):

$$E_2 = \frac{E_{в.пр}}{E_1} = \frac{5,94}{1,87} = 3,17$$

або

$$E_2 = 1,7E_1 = 1,7 \cdot 1,87 = 3,17$$

Частота обертання переднього, випускного циліндра витяжного приладу, хв.<sup>-1</sup>:

$$n_{n.ц} = \frac{n_e D_1 \eta_2 i_3}{D_2} = n_{2.б} i_2 i_3 = n \frac{Z_{кр}}{Z_d} \cdot \frac{Z_e}{119}; \quad (6.25)$$

$$n_{n.ц} = 1150 \cdot \frac{34 \cdot 26}{38 \cdot 119} = 224,8$$

Швидкість переднього циліндра, м/хв.:

$$v_{вин} = \pi d_{n.ц} n_{n.ц}$$

$$v_{вин} = 3,14 \cdot 32 \cdot 10^{-3} \cdot 224,8 = 22,6$$

Частота обертання другого, середнього циліндра витяжного приладу, хв.<sup>-1</sup>:

$$n_{ср.ц} = n_{n.ц} \frac{Z_f Z_{a1} \cdot 35 Z_{e2}}{Z_g \cdot 76 \cdot 25 \cdot 20} = 224,8 \frac{20 \cdot 58 \cdot 35 \cdot 31}{90 \cdot 76 \cdot 25 \cdot 20} = 82,7$$

Швидкість середнього циліндра при товщині ремінця  $\delta_b = 1,2$  мм [8], м/хв.:

$$v_{ср.ц} = \pi (d_{ср.ц} + 2\delta_b) n_{ср.ц} = 3,14 (25 + 2 \cdot 1,2) 10^{-3} \cdot 82,7 = 7,12$$

Частота обертання першого, заднього циліндра витяжного приладу, хв.<sup>-1</sup>:

$$n_{г.б} = n_{i.г} \frac{Z_f Z_{a1}}{Z_g \cdot 76} = 224,8 \frac{20 \cdot 58}{90 \cdot 76} = 38,13$$

**Намотування рівниці на катушку. Число зубців шестерень механізму намотування.**

Перше рівняння намотування пов'язує кількість витків намотування  $n_H$ , хв.<sup>-1</sup>, і різницю частоти обертання катушки  $n_K$  і рогульки (веретена)  $n_B$ :

$$n_n = n_k - n_e$$

або

$$n = \frac{\pi d_{n.ц} n_{n.ц} E_0}{\pi d_n} = \frac{d_{n.ц} n_{n.ц} E_0}{d_n}, \quad (6.26)$$

де  $d_n$  – діаметр витка в намотуваному шарі тіла намотування.

Частота обертання котушки:

$$n_k = n_e + n_n = \frac{n_e + d_{n.ц} n_{n.ц} E_0}{d_n}. \quad (6.27)$$

Нормальний натяг рівниці між переднім циліндром і котушкою (при прихованій витяжці  $E_0 \leq 1,015$ ) забезпечується встановленням шестерень з відповідним числом зубців: мотальної  $Z_M$  і змінних в механізмі управління положенням ременя на коноїдах.

Друге рівняння намотування пов'язує швидкість верхньої каретки  $v_k$  крок  $h$  витків і число  $n_n$  витків намотування:

$$v_k = h n_n = \frac{h d_{n.ц} n_{n.ц} E_0}{d_n}. \quad (6.28)$$

Третє рівняння намотування пов'язує діаметр витка  $d_n$  і порядковий номер  $m$  намотуваного шару рівниці при товщині шару  $\delta_p$  в радіальному напрямку:

$$d_n = d_0 + 2\delta_p m, \quad (6.29)$$

де  $d_0$  - діаметр порожньої котушки.

Четверте рівняння намотування пов'язує розмах верхньої каретки  $H$  і порядковий номер  $m$  намотаного шару рівниці при зменшенні розмаху подальшого шару на  $2\Delta n$ :

$$H = H_0 - 2\Delta n m, \quad (6.30)$$

де  $H_0$  - розмах каретки при намотуванні першого шару.

### **Диференціальний механізм рівничної машини.**

Мета роботи диференціального механізму полягає в складанні двох швидкостей: постійній швидкості, що отримується від головного валу, і змінної швидкості, що отримується від нижнього конічного барабанчика регулятора, для передачі результуючої швидкості котушкам.

Застосування диференціала дозволяє обійтися одним варіатором швидкості для зміни, як частоти обертання котушок, так і швидкості руху верхньої каретки відповідно до зміни діаметру витків ривниці на котушці.

Попереднє відношення диференціала визначають за формулою Віліса (рис. 6.2):

$$i = \frac{(n_2 - a)}{n_1 - a} = \frac{n_{г.в} - a}{n_{к.б} - a}, \quad (6.31)$$

де  $n_{г.в} = n_2$  - частота обертання шестерні з внутрішнім зачепленням, закріпленої на головному валу машини;  $n_{к.б} = n_1$  - частота обертання шестерні диференціала, що отримує рух від веденого конічного барабанчика;  $a$  - частота обертання водила, який передає сумарну частоту обертання котушці.

У даному диференціалі при нерухомому водилі перша шестерня  $Z_A$  і остання  $Z_C$  з внутрішнім зачепленням обертаються в протилежних напрямках, і передавальне відношення диференціала береться із знаком «мінус»:

$$i = -\frac{Z_A Z_B}{Z_B Z_C} = -\frac{Z_A}{Z_C} = -\frac{32}{96} = -\frac{1}{3}.$$

Підставивши у формулу (6.31) значення  $i = -1/3$  і виражаючи рівність щодо частоти обертання водила, отримують:

$$a = \frac{3}{4}n_{г.в} + \frac{1}{4}n_{к.б} = K_1 n_{г.в} + K_2 n_{к.б}, \quad (6.32)$$

де  $K_1$  і  $K_2$ - коефіцієнти диференціала  $K_1 = 3/4$  і  $K_2 = 1/4$  при  $K_1 + K_2 = 1$ .

Частота обертання котушок по кінематичній схемі машини (див. рис. 6.1):

$$n_k = ai_5 = K_1 n_{г.в} i_5 + K_2 n_{к.б} i_5. \quad (6.33)$$

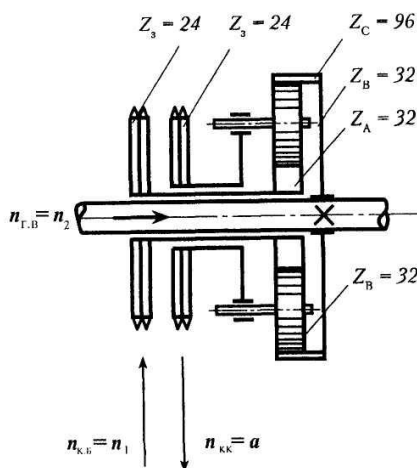


Рис. 6.2. Схема диференціального механізму рівничних машин Р-260-5, Р-192-5

Із зіставлених формул (6.27) і (6.33) виходить, що частота обертання котушок має наступні складові:

- постійна протягом формування повної котушки:

$$n = K_1 n_{z.6} i_5; \quad (6.34)$$

- регульована змінна:

$$n_n = K_2 n_{к.б} i_5. \quad (6.35)$$

Кінематична умова, при якій зміна числа зубців крутильної шестерні приводить до пропорційної зміни швидкості випуску продукту переднім циліндром витяжного приладу і швидкості намотування його на котушку, визначається співвідношеннями:

$$K_1 = \frac{i_1}{i_5} \quad i \quad K_2 = \frac{1-i_1}{i_5} = \frac{i_5-i_1}{i_5}. \quad (6.36)$$

На машинах Р-260-5, Р-192-5:  $i_1 = 24 \cdot 31 / (32 - 27)$  і  $i_5 = 31 / 27$ , а  $K_1 = 3/4$  і  $K_2 = 1/4$ , тобто умова (6.34) виконується, оскільки:

$$\frac{i_1}{i_5} = \frac{24 \cdot 31}{32 \cdot 27} \cdot \frac{27}{31} = \frac{3}{4} = K_1.$$

Частота обертання шестерні з числом зубців  $Z_A$  диференціала:

$$n_A = n_{z.6} i_2 i_{вар} \eta i_4$$

**Числа зубців змінної мотальної шестерні.** Від числа зубців мотальної шестерні залежить різниця між частотами обертання котушки  $n_k$  і веретена  $n_b$  і, отже, натяг рівниці між котушкою і випускною парою витяжного приладу.

Виражаючи кількість витків намотування в хвилину через кількість обертів головного валу при дотриманні правильності передавальних відношень (6.36) в кінематичній схемі рівничної машини, отримують:

$$n_n = n_{z.6} i_2 i_{вар} \eta i_4 K_2 i_5 = n_{z.6} \frac{d_{н.и} i_2 i_3 E_0}{d_n}. \quad (6.37)$$

Підставивши в (6.37) вираз  $i_4 = U_A / Z_{МОТ}$ , умови намотування першого шару на порожню котушку, тобто  $d_n = d_0$  і передавальне відношення регулятора:

$$i_{рег.0} = \frac{D_{с.о} + \delta_{\delta}}{D_{н.о} + \delta_{\delta}}. \quad (6.38)$$

Після скорочення загальних множників отримують формулу для розрахунку необхідного числа зубців мотальної шестерні:

$$Z_{\text{мот}} = \frac{D_{\text{в.о}} + \delta}{D_{\text{н.о}} + \delta} \cdot \frac{K_2 U_4}{i_3} \cdot \frac{d_0 \cdot \eta}{d_{\text{н.ц}} E_0} \quad (6.39)$$

де  $D_{\text{в.о}}$  і  $D_{\text{н.о}}$  - діаметри верхнього (ведучого) і нижнього конічного барабанчиків, при намотуванні на порожню катушку.

Розрахунок проводять за формулою (6.37), в якій (див. рис. 6.1) з урахуванням даних таблиці 6.2 для рівниці  $T_p = 600$  текс:

- за формулою (6.10)

$$i_{\text{вар}} = \frac{179 + 2,5}{93,4 + 2,5}; \quad K_2 = \frac{1}{4};$$

- за формулою (6.6)

$$U_4 = \frac{Z_j}{Z_h} \cdot \frac{Z_l \cdot 24}{24} = \frac{40 \cdot 24 \cdot 24}{64 \cdot 24};$$

- за формулою (6.7)

$$i_5 = \frac{31}{27};$$

- за формулою (6.3)

$$i_3 = \frac{e}{119}$$

$$d_{\text{н.ц}} = 32 \text{ мм}$$

Необхідне число зубців мотальної шестерні за формулою (6.39):

$$Z = \frac{179 + 2 \cdot 2,5}{93,4 + 2 \cdot 2,5} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{40}{64} \cdot \frac{24 \cdot 24}{24} \cdot \frac{31}{27} \cdot \frac{119}{26} \cdot \frac{d_0 \eta}{32 E_0} = 1,15 \frac{d_0 \eta}{E_0};$$

$$Z_{\text{мот}} = 16165 \frac{47 \cdot 0,98}{1,01} = 53 \text{ зуб.}$$

Частота обертання катушок. Її розраховують за кінематичною схемою машини :

$$n_k = K_1 n_{\text{з.б}} i_5 + K_2 m i_5 = K_1 n_{\text{з.б}} i_5 + K_2 n_{\text{з.б}} i_2 i_{\text{вар}} \eta i_4 i_5;$$

$$n_k = (K_1 + K_2 i_2 i_{\text{вар}} \eta i_4) n_{\text{з.б}} i_5.$$

При заданих умовах для намотування першого шару:

$$n_k = \left( \frac{3}{4} + \frac{1}{4} \frac{34}{38} \frac{179+2.5}{93.4+2.5} \cdot 0.98 \frac{40}{64} \frac{24}{53} \frac{24}{24} \right) 1150 \frac{31}{27} = 996 + 155 = 1151 \text{ хв}^{-1}$$

У таблиці 6.3 приведені діаметри верхнього і нижнього конічних барабанчиків при положенні ремня, що відповідає намотуванню витків останнього шару котушки різного діаметра на машинах Р- 260- 5, Р- 192- 5.

Таблиця 6.3.

Діаметр витка $D_n$ мм, останнього шару котушки	Діаметри барабанчиків, мм		Передавальне відношення $i_{\text{ВАР}}^*$
	$D_B + \delta$	$D_H + \delta$	
130	110,2+2,5	162,2+2,5	0,684
135	107,7+2,5	164,7+2,5	0,659
140	105,22+2,5	167,18+2,5	0,635
150	100,75+2,5	171,65+2,5	0,593

\*) З урахуванням товщини ремня  $\delta b = 2,5$  мм.

При намотуванні витків останнього шару повної котушки діаметром  $D_n=13,5$  мм і діаметрах конічних барабанчиків  $D_B=107,7$  мм і  $D_H=164,7$  мм (див. таблицю 6.3) частота обертання котушок,  $\text{хв}^{-1}$ :

$$n_k = \left( \frac{3}{4} + \frac{1}{4} \frac{34}{38} \frac{179+2.5}{93.4+2.5} \cdot 0.98 \frac{40}{64} \frac{24}{53} \frac{24}{24} \right) 1150 \frac{31}{27} = 996 + 54 = 1050 \text{ хв}^{-1}$$

*Швидкість верхньої каретки. Число зубців піднімальної шестерні.*  
Швидкість верхньої каретки по другому рівнянню намотування (6.28) з урахуванням формул (6.5) і (6.37) :

$$V_K = h n_H = h n_{z.6} i_2 i_{\text{вар}} \eta U_B K_2 i_5 / Z_{\text{мот}},$$

пов'язана з частотою обертання піднімального вала  $n_{II}$ :

$$V_R = n_n Z_p t_p = n_{z.6} i_2 i_{\text{вар}} \eta U_6 Z_{II} Z_p t_p,$$

де  $Z_p$  - число зубців рейкової шестерні на піднімальному валу;  $t_p$  - крок зубців рейки верхньої каретки.

Приблизно крок витків намотування  $h$  уздовж осі котушки, мм:

$$h = 10 / S_y$$

де  $S_y$  - число витків рівниці на 1 м висоти намотування, що залежить від лінійної густини рівниці, від відношення товщини витка по висоті намотування до товщини витка (шару намотування) у радіальному напрямку, витків/см.

Можливі значення  $S_y$  приведені в таблиці 6.4 [8].



Таблиця 6.4.

$T_{p, \text{текс}}$	$S_y$	$S_x$	$T_{p, \text{текс}}$	$S_y$	$S_x$	$T_{p, \text{текс}}$	$S_y$	$S_x$
200	6.75	32.2	625	2.63	17.4	1000	1.80	13.8
250	5.70	28.8	666	2.50	16.9	1250	1.57	12.3
300	4.76	25.6	714	2.37	16.3	1430	1.42	11.5
345	4.28	24.0	770	2.23	15.7	1670	1.28	11.5
400	3.81	22.3	833	2.10	15.1	2000	1.13	11.5
500	3.15	19.9	910	1.97	14.4	2500	0.98	11.5

Вирішивши спільно рівняння (6.41) і (6.42), з урахуванням формули (6.43), одержують формулу для розрахунку числа зубців змінної піднімальної шестерні:

$$Z_n = \frac{hU_4 K_2 i_5}{U_6 Z_p t_p Z_{\text{мот}}} = \frac{10}{S_y} \frac{U_4 K_4 i_5}{S_y U_6 Z_p t_p Z_{\text{мот}}}. \quad (6.44)$$

Для машини Р-260-5 при виробленні рівниці  $T_p=600$  текс :

$$U_4 = \frac{40}{64} 24 \frac{24}{24} = 15;$$

$$U_6 = \frac{40}{64} \frac{3}{30} \frac{16}{42} \frac{1}{80} \frac{16}{110} = 4.33 \cdot 10^{-5};$$

$$i_5 = \frac{31}{27}; Z_p = 22 \text{зуб.}; t_p = 7.85 \text{мм},$$

і формула (6.44) приймає вид:

$$Z_n = \frac{10}{S_y} \frac{40}{64} \frac{24}{24} \frac{1}{4} \frac{31}{27} \frac{16}{40} \frac{30}{3} \frac{42}{16} 80 \frac{110}{16227.85} = \frac{5759}{S_y Z_{\text{мот}}}, \quad (6.45)$$

при частоті обертання піднімального вала, що обчислюється за формулою:

$$n_n = n_{Г.В} i_2 i_{\text{вар}} \eta i_6 = n_{2.б} i_2 i_{\text{вар}} \eta U_6 Z_n. \quad (6.46)$$

**Приклад 1.** Розрахувати швидкість верхньої каретки машини Р-260-5, необхідну для розкладки витків рівниці  $T_p=600$  текс на котушці при намотуванні першого шару ( $d_H=d_0$ ) й останнього шару при ( $d_H=D_k$ ) тіла намотування.

**Рішення.** Крок витків по таблиці (6.39):

$$h=10/S_y=10/2,63=3,8 \text{ мм}$$

де  $S_y = 2,63$  витків/см (табл. 6.4).

Частота обертання переднього циліндра, розрахована за формулою (6.25),  $\text{хв}^{-1}$ :

$$n_{n,\delta} = n_{\bar{A},\bar{A}} Z_{\delta\delta} Z_c / (Z_d \cdot 119) = 1150 \cdot 34 \cdot 26 / (38 \cdot 119) = 224,8 \delta \hat{a}^{-1}$$

Число витків рівниці, намотуваних за хвилину, знаходимо за формулою (6,26), витків/хв:

$$n_H = \frac{d_{i,\delta} n_{i,\delta} E_0}{d_0} = \frac{32 \cdot 224,8 \cdot 1,01}{47} = 155$$

Швидкість каретки за формулою (6.28), см/хв:

$$V_K = h n_H = 0,26 \cdot 155 = 40,2$$

**Приклад 2.** Розрахувати за схемою передач число зубців піднімальної шестерні на рівничній машині Р-260-5 за умов, наведених на початку підрозділу 6.2.

**Рішення.** Число витків рівниці в першому шарі на 1 см висоти котушки знаходимо за формулою (6.43) при  $S_y = 2,63$  (див. таблицю 6.4), витків/см:

$$h = 10 / 2,63 = 3,8$$

Число зубців мотальної шестерні, розраховане за формулою (6,39) :

$$Z_{mot} = 53 \text{зуб.}$$

Число зубців піднімальної шестерні знаходимо за формулою (6,45):

$$Z_n = 5753 / (2,63 \cdot 53) = 41$$

**Приклад 3.** Розрахувати за схемою передач (див. рис. 6.1) швидкість верхньої каретки рівничної машини Р-260-5 на початку і наприкінці намотування рівниці на котушку, за умов, наведених на початку підрозділу 6.2., а також діаметри барабанчиків регулятора намотування при намотуванні першого шару тіла намотування рівниці  $D_{b,h} = 179$  мм,  $D_{H,H} = 93,4$  мм, останнього шару  $D_{B,K} = 107,7$  мм і  $D_{H,K} = 164,7$  мм.

**Рішення.** За формулою (6.13) визначена частота обертання головного валу  $n_{z,\delta} = 1150$  хв<sup>-1</sup>, за формулою (6.16) знайдене число зубців змінних шестерень  $Z_{кр} = 34$  зуб, за формулою (4.431)  $Z_{II} = 41$  зуб. Далі обчислюють:

- частоту обертання піднімального вала за формулою (6.46):

$$n_{II} = 1150 \frac{Z_K}{Z_d} \frac{D_B + \delta_{\delta}}{D_H + \delta_{\delta}} 0,98 \frac{Z_j \cdot 3 \cdot 16}{Z_h \cdot 30 \cdot 42} \frac{Z_n}{80} \frac{16}{110} = 1150 \frac{34}{26} \frac{D_B + \delta_{\delta}}{D_H + \delta_{\delta}} 9,98 \frac{40}{64} \frac{3}{30} \frac{16}{42} \frac{41}{80} \frac{16}{110} = 2 \frac{D_B + \delta_{\delta}}{D_H + \delta_{\delta}};$$

- частоту обертання піднімального вала при намотуванні:

першого шару рівниці

$$n'_{\text{п.н}} = 2 \cdot \frac{179 + 2,5}{93,4 + 2,5} = 3,74 \text{ хв}^{-1};$$

останнього шару

$$n''_{\text{п.н}} = 2 \cdot \frac{107,7 + 2,5}{164,7 + 2,5} = 1,32 \text{ хв}^{-1};$$

- швидкість верхньої каретки за формулою (6.41) для намотування:

першого шару

$$v'_{\text{п.н}} = 3,785 \cdot 22 \cdot 7,85 = 653,6 \text{ мм/хв}$$

останнього шару

$$v''_{\text{к.к}} = 1,32 \cdot 22 \cdot 7,85 = 227,7 \text{ мм/хв}$$

**Розрахунок числа зубців змінних шестерень у передачі до відведення ременя.** У механізмі керування намотуванням рівниці на сучасних рівничних машинах передбачені змінні шестерні, що змінюються парами  $Z_{x1}$  і  $Z_{x2}$ ;  $Z_{x3}$  і  $Z_{x4}$ .

Число зубців змінних шестерень  $Z_{x1}$  і  $Z_{x2}$  механізму керування зміщенням відведення ременя уздовж осі конічних барабанчиків обчислюють відповідно до лінійної густини рівниці, використовуючи рівність:

$$\frac{1}{2Z_{xp}} \frac{Z_{x1}}{Z_{x2}} \pi(d_{\sigma} + d_{\tau}) = \frac{L \cdot 10}{S_x \left( \frac{D_{\Pi} - d_0}{2} \right)}, \quad (6,47)$$

де  $Z_{xp}$  - число зубців храповика ( $Z_{xp} = 33$  зуб.);  $d_{\sigma}$  - діаметр барабана, мм ( $d_{\sigma} = 110$  мм);  $d_{\tau}$  - діаметр троса, мм ( $d_{\tau} = 3,7$  мм);  $L$  - зміщення ременя уздовж конічних барабанчиків за час намотування повної котушки, мм (для машини Р-192-5  $d_0 = 47$  мм і  $D_{\Pi} = 140$  мм,  $L = 570$  мм; для машини Р-260-5 з  $d_0 = 47$  мм і  $D_{\Pi} = 155$  мм,  $L = 670$  мм);  $D_{\Pi}$  - діаметр повної котушки, мм;  $d_0$  - діаметр порожньої котушки, мм;  $S_x$  - число шарів рівниці на 1 см діаметра намотування (див. таблицю 6.4).

Коефіцієнт  $S_x$  залежить від лінійної густини рівниці, об'ємної маси витка і відношення товщини витка по висоті намотування до товщини його уздовж радіуса котушки і вибирають його в залежності від лінійної густини рівниці по таблиці 6.4 чи по довіднику [8].

Приблизне відношення  $i_{zml}$  числа зубців  $Z_{x1}$  і  $Z_{x2}$  шестерень визначають по одержуваній з попередньої рівності формулі:

$$i_{z1} = \frac{Z_{x1}}{Z_{x2}} = \frac{2Z_{xp}L}{\pi(d_{\sigma} + d_{\tau}) S_x (D_{\Pi} - d_0)} \cdot \frac{2 \cdot 10}{10}.$$

**Приклад 4.** На рівничній машині Р-260-5 у радіальному напрямку котушки на 1 м висоти котушки приходиться  $S_x = 16,9$  шарів. Діаметр порожньої котушки  $d_0 = 47$  мм, повного пакування  $D_{\Pi} = 150$  мм. Переміщення

ременя за час формування повного пакування  $L=670$  мм. Розрахувати число зубців змінних шестерень механізму керування  $Z_{x1}$  і  $Z_{x2}$ .

**Рішення.** За формулою (6.48) :

$$i_{ci1} = \frac{Z_{x1}}{Z_{x2}} = \frac{2 \cdot 33 \cdot 670}{3,14 \cdot (110 + 3,7)} \cdot \frac{2 \cdot 10}{16,9(150 - 47)} = 1,42$$

при  $Z_{x1} + Z_{x2} = 69$ .

$$1,44Z_{x2} + Z_{x2} = 69;$$

$$Z_{x2} = 28 \text{зуб.},$$

$$Z_{x1} = 41 \text{зуб.}$$

**Розрахунок числа зубців шестерень при регулюванні кута нахилу конуса тіла пакування рівниці.** Число зубців змінних шестерень  $Z_{x3}$  і  $Z_{x4}$  визначають відповідно до необхідного кута нахилу конуса тіла намотування рівниці і за формулою:

$$i_{zm2} = \frac{Z_{x3}}{Z_{x4}} = \frac{D_n - d_0}{2tg\varphi} \frac{\pi(d_\sigma + d_\tau)}{LZ_B} \frac{1}{t_b}, \quad (6.49)$$

де для рівничних машин Р 192-5 і Р-260-5:  $Z_a = Z_B = 15$  зуб.;  $t_b$  - крок гвинта, мм ( $t_b = 16$  мм).

**Приклад 5.** Розрахувати число зубців змінних шестерень  $Z_{x3}$  і  $Z_{x4}$  механізму керування рівничної машини Р-260-5 при числі зубців шестерень  $Z_a = Z_B = 15$  зуб., для формування тіла намотування рівниці з  $d_0 = 41$  мм,  $D_{II} = 155$  мм і кутом конуса намотування  $\varphi = 45^\circ$ .

**Рішення.** За формулою (6.47) :

$$i_{ci2} = \frac{Z_{x3}}{Z_{x4}} = \frac{155 - 47}{2tg} \cdot \frac{3,14(110 + 3,7)15}{670 \cdot 15} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{1,72}{tg\varphi};$$

при  $\varphi = 45^\circ$

$$\frac{Z_{x3}}{Z_{x4}} = \frac{1,72}{1} = 1,72.$$

При сумі  $Z_{x3} + Z_{x4} = 50$  знаходять  $Z_{x4} = 18$  зуб. і  $Z_{x3} = 32$  зуб.

**Розрахунок числа зубців змінних шестерень на рівничній машині при перезаправці.** Якщо відомі числа зубців змінних шестерень, що застосовувалися на рівничній машині до її перезаправки, а також лінійна густина рівниці колишнього і нового заправлення, то необхідне число зубців нових змінних шестерень можна визначити за формулою, приведеною нижче. У формулах використані індекси:  $n$ - стосовні до нового параметра, тобто після перезаправки;  $c$ - стосовні до старого параметра, тобто до перезаправки.

Число зубців нової витяжної шестерні:

- для зміни витяжки:

$$Z_{B.H} = Z_{B.C} E_C / E_H; \quad (6.50)$$

- для зміни лінійної густини випускної рівниці при збереженні лінійної густини стрічки (живильних стрічок):

$$Z_{B.H} = Z_{B.C} T_{BHX.H} / T_{BHX.C} \quad (6.51)$$

- для збереження лінійної густини випускної рівниці при зміні лінійної густини живильного продукту (стрічки, живильної стрічки):

$$Z_{B.H} = Z_{B.C} T_{BX.C} / T_{BX.H} \quad (6.52)$$

Число зубців крутильної шестерні :

$$Z_{K.H} = Z_{B.C} K_C / K_H \quad (6.53)$$

або

$$Z_{K.H} = Z_{K.C} \frac{\alpha_{TC}}{\alpha_{TH}} \sqrt{\frac{T_H}{T_C}}, \quad (6.54)$$

а при  $\alpha_{TH} = \alpha_{TC}$

$$Z_{K.H} = Z_{K.C} \sqrt{\frac{T_H}{T_C}} \quad (6.55)$$

Число зубців нової підйомної шестерні при зміні густини укладки витків уздовж вісі тіла намотування :

$$Z_{П.H} = Z_{П.C} \frac{S_{Y.C} Z_{M.C}}{S_{Y.H} Z_{M.H}}; \quad (6.56)$$

при  $Z_{M.H} = Z_{M.C}$ :

$$Z_{П.H} = Z_{П.C} \frac{B_{Y.C}}{B_{Y.H}} \sqrt{\frac{T_H}{T_C}}; \quad (6.57)$$

при  $B_{Y.H} = B_{Y.C}$

$$Z_{П.H} = Z_{П.C} \sqrt{\frac{T_H}{T_C}}.$$

Нове передавальне відношення числа зубців  $i_{3M1} = Z_{x1} / Z_{x2}$  шестерень у механізмі керування намотуванням рівниці:

$$i_{\text{ці } 1.H} = i_{\text{ці } 1.C} = \frac{S_{X.C}}{S_{X.H}}$$

або

$$i_{\text{ці } 1.C} = i_{\text{ці } 1.C} \frac{B_{X.C}}{B_{X.H}} \sqrt{\frac{T_H}{T_C}};$$

при  $B_{X.H} = B_{X.C}$ :

$$i_{\text{ці } 1.C} = i_{\text{ці } 1.C} \sqrt{\frac{T_H}{T_C}};$$

### 6.3. Завдання для розрахунку

6.1. Намалювати розгортку витків скрученості продуктів різного зовнішнього діаметра  $d_1$  і  $d_2$  при  $d_1 > d_2$  і однаковому коефіцієнту крутіння. Порівняти крок витків і кут нахилу витків до осі продукту в обох випадках.

6.2. Намалювати розгортку витків скрученості продуктів різного зовнішнього діаметра  $d_1$  і  $d_2$  при  $d_1 > d_2$  і що мають однакове число крутінь на

одиницю довжини, тобто однакову скрученість. Порівняти крок витків і кут нахилу витків до осі продукту в обох випадках.

6.3. Яка рівниця має більшу інтенсивність крутіння:  $T_{p1} = 400$  текс із круткою  $K_1 = 45 \text{ м}^{-1}$  чи  $T_{p2} = 250$  текс із круткою  $K_2 = 55,7 \text{ м}^{-1}$ .

6.4. Розрахувати скрученість  $K$ ,  $\text{м}^{-1}$ , рівниці  $T_p = 400$  текс при коефіцієнті крутіння  $\alpha_T = 11,08$ .

6.5. Розрахувати необхідну скрученість  $K$ ,  $\text{м}^{-1}$ , рівниці  $T_p = 250$  текс, яку виробляють по гребінній системі прядіння з бавовни зі штапельною довжиною волокна  $L_{um} = 33,8$  мм.

6.6. Розрахувати скрученість  $K$ ,  $\text{м}^{-1}$ , рівниці, яка випускається переднім циліндром, що має діаметр  $d_{n.ц} = 32$  мм і частоту обертання  $n_{n.ц} = 190 \text{ хв}^{-1}$ , при частоті обертання веретен  $n_e = 600 \text{ хв}^{-1}$ , прихованій витяжці рівниці  $E_0 = 1,01$ .

6.7. Розрахувати скрученість  $K$ ,  $\text{м}^{-1}$ , рівниці, що випускається переднім циліндром, що має діаметр  $d_{n.ц} = 32$  мм і частоту обертання  $n_{n.ц} = 150 \text{ хв}^{-1}$ , при частоті обертання веретен  $n_e = 800 \text{ хв}^{-1}$ , прихованій витяжці рівниці  $E_0 = 1,01$ .

6.8. Частота обертання веретен рівничної машини  $n_e = 900 \text{ хв}^{-1}$ , діаметр переднього циліндра  $d_{n.ц} = 32$  мм, прихована витяжка рівниці  $E_0 = 1,01$ . Яку частоту обертання повинен мати передній циліндр, щоб рівниця мала скрученість: а)  $60 \text{ м}^{-1}$ ; б)  $45 \text{ м}^{-1}$ .

6.9. Крутильна шестерня на рівничній машині Р-260-5 може мати від 22 до 88 зуб. Розрахувати межі крутіння  $K$ ,  $\text{м}^{-1}$ , яку можна надати рівниці на машині при числі зубців змінних шестерень на валу верхнього конічного барабанчика  $Z_d = 38$  зуб. і  $Z_e = 26$  зуб.

6.10. Розрахувати число зубців крутильної шестерні рівничної машини Р-260-5 для виготовлення рівниці  $T_p = 600$  текс із коефіцієнтом крутіння  $\alpha_T = 10,60$ .

6.11. Розрахувати константу скрученості на машині Р-260-5 і необхідне число зубців змінної крутильної шестерні  $Z_k$  для вироблення рівниці  $T_p = 830$  текс із волокон довжиною  $L_{um} = 32/33$  мм.

6.12. Вибрати коефіцієнт крутіння  $\alpha_T$ , скрученість  $K$  і розрахувати необхідне число зубців крутильної шестерні  $Z_k$  для вироблення рівниці  $T_p = 400$  текс на машині Р-192-5 з волокон довжиною  $L_{um} = 35/37$  мм.

6.13. Визначити, який був прийнятий коефіцієнт крутіння при виробленні рівниці  $T_p = 300$  текс на машині Р-192-5, якщо частота обертання веретен  $n_e = 1100 \text{ хв}^{-1}$  і переднього циліндра  $n_{n.ц} = 104 \text{ хв}^{-1}$ . Прихована витяжка рівниці  $E_0 = 1,008$ .

6.14. Розрахувати константу крутіння на рівничній машині Р-192-5 і необхідне число зубців змінної крутильної шестерні  $Z_k$  для вироблення рівниці  $T_p = 400$  текс із бавовни довжиною  $L_{um} = 32/33$  мм, якщо прихована витяжка рівниці між переднім циліндром і котушкою  $E_0 = 1,01$ , число зубців змінних шестерень  $Z_e = 26$  зуб. і  $Z_d = 38$  зуб.

6.15. Розрахувати скрученість  $K$  і необхідне число зубців змінної крутильної шестерні  $Z_k$  для вироблення рівниці  $T_p = 600$  текс на рівничній

машині Р-192-5 з бавовни довжиною  $L_{ум} = 32/33$  мм при числі зубців змінних шестерень  $Z_e = 26$  зуб. і  $Z_d = 38$  зуб.

6.16. Розрахувати за кінематичною схемою (рис. 6.1) максимальні і мінімальні значення загальної й обох часткових витяжок у витяжному приладі та вказати відповідні їм сполучення чисел зубців змінних шестерень на рівничних машинах марок Р-260-5 і Р-192-5.

6.17. Розрахувати число зубців змінних шестерень витяжного приладу рівничної машини Р-192-5 для виготовлення рівниці  $T_p = 400$  текс зі стрічки  $T_c = 3600$  текс при відношенні часткової витяжки в передній зоні до часткової витяжки в задній зоні, рівному 1,7.

6.18. Розрахувати число зубців змінних шестерень витяжного приладу рівничної машини Р-260-5 для виготовлення рівниці  $T_p = 800$  текс зі стрічки  $T_c = 3600$  текс при відношенні часткових витяжок у передній зоні до часткової витяжки в задній зоні, рівному 1,06; прихована витяжка  $E_0 = 1,01$ .

6.19. Розрахувати число зубців змінних шестерень витяжного приладу рівничної машини Р-260-5 для виготовлення рівниці  $T_p = 750$  текс зі стрічки  $T_c = 4000$  текс при відношенні часткової витяжки в передній зоні до витяжки в задній зоні, рівному 1,8; прихована витяжка  $E_0 = 1,01$ .

6.20. Розрахувати число зубців змінних шестерень витяжного приладу рівничної машини Р-192-5 для виготовлення рівниці  $T_p = 750$  текс зі стрічки  $T_c = 3,75$  ктекс при відношенні часткової витяжки в передній зоні до витяжки в задній зоні, рівному 1,6; прихована витяжка  $E_0 = 1,015$ .

6.21. Яка повинна бути частота обертання заднього циліндра рівничної машини, щоб при частоті обертання переднього циліндра  $200 \text{ хв}^{-1}$ , одержати рівницю  $T_p = 285$  текс зі стрічки  $T_c = 3$  ктекс при однакових діаметрах циліндрів? Прихована витяжка  $E_0 = 1,01$ .

6.22. На рівничній машині Р-192-5 випускається рівниця  $T_p = 600$  текс зі стрічки  $T_c = 3800$  текс при частоті обертання переднього циліндра  $200 \text{ хв}^{-1}$ . З якою швидкістю, м/хв, поступає стрічка до заднього циліндра витяжного приладу при діаметрах зазначених циліндрів  $d_{n.ц} = d_{з.н} = 32$  мм. Прихована витяжка  $E_0 = 1,005$ .

6.23. Частота обертання переднього і заднього циліндрів з відповідно  $200$  і  $20 \text{ хв}^{-1}$ , діаметри їх  $32$  мм, лінійна густина живильної стрічки  $T_c = 3$  ктекс, прихована витяжка  $E_0 = 1,02$ . Яка лінійна густина рівниці, що випускається машиною?

6.24. На рівничній машині марки Р-260-5 із трициліндровим витяжним приладом виробляється рівниця  $T_p = 400$  текс із частковою витяжкою в задній зоні  $E_1 = 2,18$  і в передній зоні  $E_2 = 3,54$ . Розрахувати лінійну густина стрічки, що надходить у машину. Прихована витяжка  $E_0 = 1$ .

6.25. Для вироблення рівниці лінійної густини  $T_p = 400$  текс на рівничній машині встановлена змінна витяжна шестерня з числом зубців  $Z_1 = 34$  зуб. Допустимі відхилення фактичної лінійної густини рівниці від номінальної величини складають  $+1$ ;  $-2$  %. Фактична середня маса десятиметрових відрізків рівниці виявилася рівною: а)  $3,95$  м; б)  $3,98$  м; в)  $4,09$  г. Вказати маси відрізків,

із приведених у задачі, при яких необхідно встановити витяжну шестерню з іншим числом зубців, і розрахувати необхідне число зубців нової витяжної шестерні  $Z_{BH}$  при числах зубців змінних шестерень  $Z_g = 90$  зуб. і  $Z_f = 20$  зуб.

6.26. Розрахувати необхідну частоту обертання катушок на рівничній машині Р-260-5 на початку  $n'_k$  і наприкінці  $n''_k$  намотування рівниці на катушку при частоті обертання переднього циліндра  $n_{n.ц} = 150$  хв<sup>-1</sup> і веретен  $n_e = 800$  хв<sup>-1</sup>, діаметрах переднього циліндра  $d_{n.ц} = 32$  мм, порожньої катушки  $d_0 = 47$  мм, повної катушки  $D_n = 135$  мм. Прихована витяжка рівниці  $E_0 < 1,01$ .

6.27. Розрахувати необхідну частоту обертання катушок на рівничній машині Р-260-5 на початку  $n'_k$  і наприкінці  $n''_k$  намотування рівниці на катушку при частоті обертання переднього циліндра  $n_{n.ц} = 150$  хв<sup>-1</sup> і веретен  $n_e = 1230$  хв<sup>-1</sup>, діаметрах переднього циліндра  $d_{n.ц} = 32$  мм, порожньої катушки  $d_0 = 41$  мм, повної катушки  $D_n = 135$  мм. Прихована витяжка рівниці  $E_0 < 1,01$ .

6.28. Розрахувати необхідну частоту обертання катушки на початку  $n'_k$  і наприкінці  $n''_k$  намотування рівниці на порожню катушку на рівничній машині Р-192-5 при частоті обертання головного вала  $n_{ГВ} = 750$  хв<sup>-1</sup>, числі зубців змінних шестерень  $Z_K = 40$  зуб. і  $Z_{мот} = 52$  зуб. і просковзуванні ременя на конічних барабанчиках 3%.

6.29. Перевірити для рівничної машини Р-260-5 розрахунком за коефіцієнтом диференціала правильність співвідношення  $i_1/i_5$  передавальних чисел  $i_1$  - від головного вала до веретена;  $i_5$  - від диференціала до катушок.

6.30. Розрахувати частоту обертання катушки на рівничній машині Р-260-5 на початку  $n'_k$  і наприкінці  $n''_k$  намотування при діаметрі блоків на валу електродвигуна 180 мм, на головному валу 250 мм, числах зубців шестерень: крутильної  $Z_K = 40$  зуб., мотальної  $Z_{мот} = 51$  зуб. Ковзання в гнучких передачах 2%. Діаметри витків першого шару  $d_H = 47$  мм, останнього шару  $D_n = 140$  мм.

6.31. Розрахувати приховану витяжку  $E_0$  рівниці при намотуванні витків першого шару на катушку діаметром  $n_{n.ц} = 47$  мм на рівничній машині Р-260-5 при числі зубців змінної мотальної шестерні  $Z_{мот} = 53$  зуб. і просковзуванні ременя на конічних барабанчиках 2%.

6.32. Розрахувати необхідну частоту обертання катушок рівничної машини Р-260-5 при частотах обертання переднього циліндра  $n_{n.ц} = 200$  хв<sup>-1</sup>, веретен  $n_e = 1230$  хв<sup>-1</sup>, діаметрах порожньої катушки  $d_0 = 47$  мм, повної катушки  $D_n = 150$  мм і переднього циліндра  $d_{n.ц} = 32$  мм. Прихована витяжка рівниці  $E_0 = 1,008$ .

6.33. Частота обертання веретена рівничної машини  $n_e = 900$  хв<sup>-1</sup>, рівниця повинна мати скрученість  $K = 30$  м<sup>-1</sup>. Діаметр порожньої катушки  $d_0 = 41$  мм, діаметр повного пакування  $D_0 = 150$  мм. Яка повинна бути частота обертання катушки на початку  $n'_k$  і наприкінці  $n''_k$  намотування?

6.34. Частота обертання веретена рівничної машини  $n_e = 900$  хв<sup>-1</sup>, порожня катушка діаметром  $d_0 = 47$  мм обертається з частотою 1144 хв<sup>-1</sup>. Розрахувати скрученість  $K$ , м<sup>-1</sup>, що надається рівниці.

6.35. Рівниця виробляється з круткою  $K = 55$  м<sup>-1</sup> при частоті обертання веретен  $n_e = 900$  хв<sup>-1</sup>. Побудувати графік зміни числа витків рівниці,



намотуваних за хвилину (а), і частоти обертання котушки,  $\text{хв}^{-1}$ (б), при збільшенні діаметрів витків намотування з  $d_{H0} = 41 \text{ мм}$  до  $d_{H1} = 75 \text{ мм}$ ;  $d_{H2} = 110 \text{ мм}$  і  $d_{H3} = 145 \text{ мм}$ .

6.36. Число витків рівниці на 1 см висоти котушки дорівнює  $S_y = 2,56$ . Розрахувати лінійну швидкість каретки, якщо передній циліндр робить  $180 \text{ хв}^{-1}$ , діаметр переднього циліндра  $d_{n,u} = 32 \text{ мм}$ , а діаметр намотування на котушку  $d_0 = 47 \text{ мм}$ .

6.37. Розрахувати лінійну швидкість каретки на рівничній машині Р-260-5 при намотуванні витків першого шару на котушку за умов: частота обертання головного вала машини  $n_{z.б} = 820 \text{ хв}^{-1}$ , крутильна шестерня має  $Z_k = 50$  зуб., піднімальна  $Z_n = 30$  зуб. Просковзування ременів 2 %. Яка швидкість каретки при намотуванні витків останнього шару на котушку при крайньому (кінцевому) положенні ременя на конічних барабанчиках (визначити в  $\text{мм/хв}$  і у відсотках від швидкості каретки при початковому положенні ременя)? Використовувати дані таблиці 6.3.

6.38. Розрахувати число зубців піднімальної шестерні рівничної машини за умов: постійна стала передавального числа від нижнього кінчного барабанчика до диференціалу  $U_4 = 21,375$ , постійна стала передавального відношення від нижнього кінчного барабанчика до піднімального вала  $U_6 = 8,225 \cdot 10^{-5}$ , число зубців рейкової шестерні  $Z_p = 22$  зуб., крок зубців рейкової шестерні  $t_p = 7,85 \text{ мм}$ , передавальні відношення від головного вала до веретена  $i_l = 24/21$ , від диференціалу до котушок  $i_5 = 32/21$ , число зубців мотальної шестерні  $Z_M = 55$  зуб., крок витків намотування  $h = 2,4 \text{ мм}$ .

6.39. Вирішити попередню задачу при:  $U_4 = 7,11$ ,  $U_6 = 2,95 \cdot 10^{-5}$ ;  $Z_p = 22$  зуб.,  $t_p = 7,85 \text{ мм}$ ,  $Z_M = 50$  зуб.,  $h = 3,6 \text{ мм}$ ,  $i_l = 24-31/(32-27)$ ,  $i_5 = 31/27$ .

6.40. Вирішити задачу 6.38 при  $U_4 = 15$ ,  $U_6 = 4,329 \cdot 10^{-5}$ ;  $Z_p = 22$  зуб.,  $t_p = 7,85 \text{ мм}$ ,  $Z_M = 49$  зуб.,  $h = 3,4 \text{ мм}$ ,  $i_l = 24-31/(32-27)$ ,  $i_5 = 31/27$ .

6.41. Розрахувати тривалість намотування першого шару рівниці на котушку на рівничній машині Р-192-5 при наступних даних: висота першого шару (підйом каретки) 300 мм, частота обертання головного вала  $n_{z.б} = 400 \text{ хв}^{-1}$ , крутильна шестерня має 60 зуб., на 1 см висоти намотування навивається 5,4 витків, діаметр порожньої котушки  $d_0 = 47 \text{ мм}$ , число зубців шестерень  $Z_d = 38$  зуб. і  $Z_e = 26$  зуб., прихована витяжка рівниці  $E_0 = 1,01$ .

6.42. Побудувати графік залежності швидкості каретки рівничної машини від діаметра витків намотування  $V_k(d_H)$  і напрямку руху каретки. Побудувати графік по діаметрах витків  $d_1 = 47 \text{ мм}$ ,  $d_2 = 75 \text{ мм}$ ,  $d_3 = 110 \text{ мм}$ ,  $d_4 = 145 \text{ мм}$  при частоті обертання веретен  $n_8 = 900 \text{ хв}^{-1}$  і крутці рівниці  $K = 55 \text{ м}^{-1}$ ; число витків на 1 см висоти намотування  $S_y = 2,63$ .

6.43. Розрахувати за схемою передач (див. рис. 6.1) лінійну швидкість каретки при намотуванні витків першого і останніх шарів намотування рівниці на рівничній машині Р-260-5 при діаметрах блоків на валу електродвигуна  $D_1 = 180 \text{ мм}$ , на головному валу  $D_2 = 200 \text{ мм}$ , числі зубців крутильної шестерні  $Z_k = 40$  зуб. і кроці зубців піднімальної шестерні  $t_p = 7,85 \text{ мм}$ . Ковзання в гнучкій передачі на головному валу й у передачі між кінчними барабанчиками по 2 %.

6.44. Розрахувати необхідний крок витків намотування на котушку рівниці лінійної густини,  $T_p$ , текс: а) 200; б) 300; в) 400; г) 500; д) 600; е) 800; ж) 1000.

6.45. Розрахувати середню товщину витка уздовж радіуса намотування рівниці лінійної густини  $T_p$ , текс: а) 200; б) 300; в) 450; г) 500; д) 600; е) 800; ж) 1000.

6.46. Розрахувати необхідне передавальне число  $i_{зм1}$  між числом зубців шестерень  $Z_{x1}$  і  $Z_{x2}$  у механізмі керування намотуванням на рівничній машині Р-260-5 для намотування рівниці лінійної густини 1 ктекс при діаметрі порожньої котушки  $d_o = 47$  мм, повної котушки  $D_n = 150$  мм і повному переміщенню ремня уздовж конічних барабанчиків  $L = 670$  мм.

6.47. Розрахувати необхідне передавальне число  $i_{см1}$  між числом зубців шестерень  $Z_{x1}$  і  $Z_{x2}$  у механізмі керування намотуванням рівничної машині Р-192-5 для намотування рівниці лінійної густини  $T_p = 400$  текс при діаметрі пустої котушки  $d_o = 47$  мм, повної котушки  $D_n = 140$  мм і повному переміщенню ремня уздовж конічних барабанчиків  $L = 615$  мм.

6.48. Розрахувати повне переміщення ремня уздовж конічних барабанчиків за час формування на рівничній машині Р-192-5 повного тіла намотування - котушки з рівницею – діаметром  $D_n = 140$  мм при діаметрі порожньої котушки  $d_o = 47$  мм, лінійній густині рівниці  $T_p = 270$  текс, числі зубців змінних шестерень у механізмі керування намотуванням  $Z_{x1} = 30$  зуб.  $Z_{x2} = 34$  зуб.

6.49. Розрахувати повне переміщення ремня на конічних барабанчиках за час формування на рівничній машині Р-192-5 повного тіла намотування діаметром  $D_n = 140$  мм при діаметрі порожньої котушки  $d_o = 47$  мм, лінійній густині рівниці  $T_p = 500$  текс, числі зубців змінних шестерень у механізмі керування намотуванням  $Z_{x1} = 23$  і  $Z_{x2} = 27$  зуб.

6.50. Розрахувати число зубців змінних шестерень  $Z_{x3}$  і  $Z_{x4}$  механізму керування рівничної машини Р-192-5 для формування тіла намотування рівниці при діаметрі порожньої котушки  $d_o = 47$  мм, повної котушки  $D_n = 140$  мм із кутом конуса намотування  $\varphi = 41^\circ$  при переміщенні ремня на конічних барабанчиках  $L = 570$  мм і кроці гвинта  $t_p = 16$  мм.

6.51. Розрахувати число зубців змінних шестерень  $Z_{x3}$  і  $Z_{x4}$  механізму керування рівничної машини Р-260-5 для формування тіла намотування рівниці при діаметрі порожньої котушки  $d_o = 47$  мм, повної котушки  $D_n = 150$  мм із кутом конуса намотування  $\varphi = 36^\circ$  при переміщенні ремня на конічних барабанчиках  $L = 670$  мм і кроці гвинта  $t_p = 16$  мм.

6.52. Розрахувати необхідне число зубців витяжної шестерні для одержання рівниці лінійної густини  $T_p = 1000$  текс, якщо рівниця  $T_p = 833$  текс вироблялася при витяжній шестерні з числом зубців рівним  $Z_{BC} = 46$ .

6.53. Розрахувати необхідне число зубців витяжної шестерні для одержання рівниці зі стрічки  $T_c = 3$  ктекс, якщо рівниця тієї ж товщини виготовлялась зі стрічки лінійної густини  $T_c = 3,3$  ктекс при витяжній шестерні з числом зубців рівним  $Z_{BC} = 32$ .

6.54. При якому числі зубців крутильної шестерні рівниця  $T_p = 320$  текс буде скручена з тією ж інтенсивністю (с тим же коефіцієнтом крутіння), як рівниця  $T_p = 360$  текс при крутильній шестерні з числом зубців рівним  $Z_{кр.} = 75$ .

6.55. Розрахувати необхідне число зубців крутильної шестерні  $Z_{кр2}$ , при якому рівниця  $T_p = 600$  текс одержить скрученість  $K_2 = 43,2 \text{ м}^{-1}$ , якщо при числі зубців крутильної шестерні  $Z_{кр1} = 26$  зуб. рівниця  $T_{p1} = 400$  текс мала скрученість  $K_1 = 57,6 \text{ м}^{-1}$ .

6.56. Розрахувати необхідне число зубців піднімальної шестерні  $Z_{n2}$  для намотування рівниці  $T_p = 500$  текс, якщо нормальне намотування рівниці  $T_p = 270$  текс здійснювалося при числі зубців піднімальної шестерні рівному  $Z_{n1} = 22$ .

6.57. Розрахувати необхідне передавальне відношення числа зубців замкових шестерень  $Z_{x1}/Z_{x2}$  для намотування рівниці  $T_p = 400$  текс, якщо намотування рівниці лінійної густини  $T_p = 300$  текс здійснювалося при передаточному числі  $Z_{x1}/Z_{x2} = 40/42$ .

#### 6.4. Норма продуктивності рівничної машини

Швидкість випуску рівниці передньою випускною парою та намотування її на катушку, м/хв:

$$v_{e.n} E_0 = \frac{n_e}{K} \quad (6.62)$$

або

$$v_{e.n} E_0 = \frac{n_e \sqrt{T} 60}{\alpha_k 10^6}$$

Теоретична продуктивність, кг/год:

- рівничного веретена:

$$П_{T.вер} = \frac{n_{вер} T_p \cdot 60}{K \cdot 10^6} = \frac{n_{вер} T_p \sqrt{T} \cdot 60}{\alpha_T \cdot 10^6} = \frac{\pi \cdot d_{н.ц} \cdot n_{н.ц} E_0 T_p \cdot 60}{10^9} \quad (6.63)$$

- рівнична машина, яка має  $a$  веретен

$$П_T = \frac{n_{вер} T_p \cdot a \cdot 60}{K \cdot 10^6} = \frac{n_{вер} T_p \sqrt{T} \cdot a \cdot 60}{\alpha_T \cdot 10^6} = \frac{\pi \cdot d_{н.ц} \cdot n_{н.ц} E_0 T_p \cdot a \cdot 60}{10^9} \quad (6.64)$$

Норма продуктивності машини кг/год:

$$H = П_T \cdot K_{KЧ}$$

Коефіцієнт корисного часу

$$K_{KЧ} = \frac{t_m}{t_m + t_{e.n} + t_c} \frac{T_{зм} - T_{\bar{o}}}{T_{зм}} = K_a K_{\bar{o}}$$

де

$$K_a = \frac{t_m}{t_m + t_{e.n} + t_c} \quad ; \quad K_{\bar{o}} = \frac{T_{зм} - T_{\bar{o}}}{T_{зм}}$$

де  $T_{зм}$  - час тривалості зміни, хв;  $T_{\bar{o}}$  - час обслуговування робочого місця (чистка, дрібний ремонт), на відпочинок та особисті потреби;  $t_m$  - головний технологічний (машинний) час без урахування зупинок на усунення обривів;  $t_{e.n}$

– додатковий технологічний не перекриваючий час на зміну повних катушок порожніми, усунення обривів рівниці та стрічки;  $t_c$ - перерви через співпадання.

Норма продуктивності машини за зміну в одиницях маси, кг:

$$H = \frac{T_{зм} - T_{\delta}}{t_m + t_{\delta.n} + t_c} \cdot G_a$$

Маса рівниці на катушці визначається, г:

$$G = V\delta$$

де  $V$ - об'єм тіла намотування,  $\text{см}^3$ ;  $\delta$ - щільність намотування,  $\text{г/см}^3$  [8].

Об'єм тіла намотування,  $\text{см}^3$ :

$$V = \pi/12 [D_n^2(3H_n + 2H_0) - d_o^2(3H_n + 4H_0) + 2D_n^2 d_o H_0]$$

де  $D_n$  - діаметр повного тіла намотування (повної катушки),  $\text{см}$ ;  $d_o$  - діаметр пустої катушки,  $\text{см}$ ;  $H_n$  - повна висота намотування - висота першого шару,  $\text{см}$ ;  $H_0$ — висота конуса тіла намотування,  $\text{см}$

Машинний час намотування повної катушки, хв.:

$$t_m = \frac{G \cdot 60}{P_{T.вер}}$$

або

$$t_i = \frac{G \cdot 10^9}{\pi \cdot d_{i,\delta} \cdot n_{i,\delta} \cdot \dot{A}_0 \cdot \dot{O}_\delta \cdot 60}$$

Планова продуктивність рівничної машини,  $\text{кг/год.}$ :

$$P_{пл} = H K_{ПУ} = P_m \cdot K_{КЧ} \cdot K_{ПУ},$$

де  $K_{ПУ}$  - коефіцієнт працюючого устаткування з урахуванням планових простоїв (капітальний, середній ремонт, періодична чистка, ремонт), які не враховуються при розрахунку норми продуктивності.

**Приклад.** Розрахувати норму продуктивності рівничної машини Р-192-5, яка виготовляє рівницю лінійною густиною 500 текс за наступних умов: частота обертання веретен  $n_v = 1000 \text{ хв}^{-1}$ , діаметр переднього циліндра  $d_{n.ч} = 32 \text{ мм}$ ; число веретен на машині  $a = 132$ , коефіцієнт крутіння рівниці  $\alpha_r = 1119$ ; прихована витяжка рівниці  $E_o = 1,01$ ; число обривів рівниці на початку намотування нової катушки 5 % від числа веретен на машині; число обривів на 100 веретен за 1 год.: рівниці - 4, стрічки - 0,3; маса рівниці на катушці 1,1 кг.

**Рішення.**

- число кручень рівниці на 1 м за формулою (6.14),  $\text{м}^{-1}$ :

$$K = \frac{100\alpha_m}{\sqrt{T_p}} = \frac{100 \cdot 11,19}{\sqrt{50}} = 50$$

- частота обертання переднього циліндра за формулою (6.15),  $\text{хв}^{-1}$

$$n_{n.ч} = \frac{n_{вер}}{\pi \cdot d_{n.ч} \cdot K \cdot E_o} = \frac{1000}{3,14 \cdot 0,032 \cdot 50 \cdot 1,01} = 197$$

- теоретична продуктивність веретена за формулою (6.63),  $\text{кг/год}$

$$P_{m.вер.} = \frac{n_p T_p \cdot 60}{K \cdot 10^6} = \frac{1000 \cdot 500 \cdot 60}{50 \cdot 10^6} = 0,6$$

- теоретична продуктивність машини за формулою (6.64), кг/год:

$$P_T = \frac{n_{вер} T_p \cdot a \cdot 60}{K \cdot 10^6} = \frac{1000 \cdot 500 \cdot 132 \cdot 60}{50 \cdot 10^6} = 79$$

- машинний час напрацювання повної катушки за формулою (6.68), хв.:

$$t_m = \frac{G \cdot 60}{P_{T.вер}} = \frac{1,1 \cdot 60}{0,6} = 110$$

- кількість обривів рівниці за час напрацювання зйому:

$$C_o = (4 \cdot 110 \cdot 132) / (60 \cdot 100)$$

Розрахунок часу перерв по групі «а» зведено в таблиці 6.5

Таблиця 6.5.

Робочий прийом	Норматив часу на один випадок	Кількість випадків за зйом	Загальний час за зйом, с
Ліквідація обриву рівниці	20	9,7	194
Ліквідація обриву стрічки	25	0,73	18,2
Підготовка машині до зйому катушок з рівницею та пуску після зйому	47	1	47
Знімання та заправка зйому	5	66	330
Ліквідація обриву рівниці на початку напрацювання зйому	10,5	6,6	69,3
Оббирання пуху з рогульок	0,8	132	105,6
Всього		746,1 с~12,74 хв.	

Перерви через співпадання складають 1,5 % машинного часу, хв.:

$$t_c = \frac{1,5 \cdot 110}{100}$$

тоді

$$K_a = \frac{110}{110 + 12,75 + 1,65}$$

Розрахунок часу перерв по групі «б» зведено в таблиці 6.6

Таблиця 6.6.

Робочий прийом	Норматив часу на один випадок	Кількість випадків на одну машину за зміну	Загальний час за зміну,с
Змащування кореня машини	120	1	120
Дрібний ремонт та профілактичний огляд	600	1	600
Відмітка напрацьованого зйому при його здачі	0,5	132	66
Всього	786 с~13,1 хв.		

Час на відпочинок та особисті потреби робітника складає 10 хв за зміну:

$$T_6 = 13,1 + 10 = 23,1$$

тоді

$$K_o = \frac{480 - 23,1}{480} = 0,952$$

$$K_{н.в} = 0,884 \cdot 0,952 = 0,841$$

Норма продуктивності рівничної машини, кг/год.:

$$H = 79 \cdot 0,841 = 66,44.$$

Норма продуктивності рівничної машини за зміну, кг/год.:

$$H = 66,44 \cdot 8 = 531,5$$

### 6.5. Завдання для розрахунку

6.58. Розрахувати норму продуктивності,  $H$ , кг/год, рівничної машини Р-192-5, що має 132 веретена і виробляє рівницю  $T_p = 350$  текс з коефіцієнтом крутіння  $\alpha_t = 11,64$  при частоті обертання веретен  $n_v = 1000$  хв<sup>-1</sup>;  $K_{КЧ} = 0,82$ .

6.59. Розрахувати машинний час, необхідний для намотування повної катушки на рівничній машині Р-260-5, при масі рівниці на катушці  $G = 1,1$  кг, лінійній густині рівниці  $T_p = 600$  текс, діаметрі змінних блоків на валу електродвигуна  $D_1 = 180$  мм, на головному валу  $D_2 = 250$  мм, числі зубців крутильної шестерні  $Z = 43$  зуб. Ковзання в гнучкій передачі 2 %.

6.60. Розрахувати машинний час, необхідний для намотування повної катушки на рівничної машині Р-192-5, при масі рівниці на катушці  $G = 500$  г, лінійної густини рівниці  $T_p = 250$  текс, коефіцієнті крутіння  $\alpha_t = 9,89$ , діаметрі змінних блоків на валу електродвигуна  $D_1 = 195$  мм, на головному валу  $D_2 = 245$  мм. Ковзання в гнучкій передачі 2 %.

6.61. Розрахувати необхідну частоту обертання веретен рівничної машини Р-192-5, що має  $a = 132$  веретена, при виробленні рівниці лінійної густини  $T_p = 400$  текс з коефіцієнтом крутіння  $\alpha_t = 9$  для отримання за зміну (8 год.) 330 кг рівниці при  $K_{КЧ} = 0,82$ .

6.62. Розрахувати необхідну частоту обертання веретен рівничної машини Р-192-5 при виготовленні рівниці лінійної густини  $T_p = 450$  текс з коефіцієнтом крутіння  $\alpha_T = 11,64$  для виготовлення за 8 год. (змiна) 343 кг рівниці в годину, якщо  $K_{KЧ} = 0,825$  і число веретен на машині  $a = 132$ .

6.63. Розрахувати масу рівниці на катушці рівничної машини Р-260-5 при підйомі каретки 300 мм, діаметрі повної катушки  $D_n = 155$  мм і порожньої катушки  $d_o = 47$  мм; щільність намотування рівниці  $\delta = 0,25$  г/см<sup>3</sup>.

6.64. Розрахувати масу рівниці на катушці рівничної машини Р-192-5 при підйомі каретки  $H_n = 250$  мм, діаметрі повної катушки  $D_n = 140$  мм і порожньої катушки  $d_o = 47$  мм; щільність намотування рівниці  $\delta = 0,29$  г/см<sup>3</sup>.

6.65. Розрахувати масу рівниці на катушці рівничної машини Р-260-5 при підйомі каретки  $H_n = 300$  мм, діаметрі повної катушки  $D_n = 150$  мм і діаметрі порожньої катушки  $d_o = 47$  мм; щільність намотування рівниці  $\delta = 0,27$  г/см<sup>3</sup>.

6.66. Розрахувати число катушок, що витрачаються за 8 год. роботи на одній рівничній машині Р-260-5, що має  $a = 92$  веретена, якщо виробляють рівницю лінійної густини  $T_p = 500$  текс при частоті обертання веретен  $n_v = 900$  хв<sup>-1</sup>, коефіцієнті крутіння рівниці  $\alpha_T = 10,60$ ,  $K_{KЧ} = 0,82$ , масі рівниці на катушці  $G = 1000$  г.

## 6.6. Порядок розрахунку повної заправки рівничної машини

Для заправки рівничної машини виконують розрахунок:

- частоти обертання головного валу, веретен (якщо не має в умові);
- діаметрів змінних блоків, відповідних необхідним швидкостям;
- загальної, часткових витяжок та числа зубців змінних витяжних шестерень;
- величин розведень між осями циліндрів і шаблонів для їх установки;
- крутіння рівниці і числа зубців крутильної шестерні;
- числа зубців мотальної шестерні;
- числа зубців підйимальної шестерні;
- числа зубців змінних шестерень механізму управління намотуванням;
- теоретичної продуктивності і норми продуктивності рівничної машини.

Число зубців змінних шестерень розраховуються за схемою передачі руху або за формулами перезавдання, результат розрахунку уточнюють практичною перевіркою.

## 6.7 Завдання для розрахунку

6.67. Розрахувати повну заправку рівничної машини Р-192-5 для виготовлення рівниці лінійної густини  $T_p = 450$  текс із стрічки  $T_c = 3,6$  ктекс. Діаметр блоку на валу електродвигуна  $D_1 = 195$  мм, на головному валу  $D_2 = 245$  мм, втрати на ковзання в кожній гнучкій передачі 2 %, число веретен на машині  $a = 156$ , маса рівниці на повній катушці  $G = 500$  г. Втрати часу на чищення, змащення і дрібний ремонт складають 10 хв. за 8 год. (змiну), число обривів на 100 веретен в годину - 4, час на ліквідацію одного обриву - 30 с, час на зняття повних катушок і заправку порожніх - 4 хв. Штапельна довжина волокон бавовни  $L_{шт} = 32/33$  мм.

6.68. Розрахувати повну заправку рівничної машини Р-192-5 для виготовлення рівниці  $T_p = 450$  текс із стрічки лінійної густини  $T_c = 3,4$  ктекс. Частота обертання веретен  $n_b = 900$  хв<sup>-1</sup>, число веретен на машині  $a = 132$ , маса рівниці на повній катушці  $G = 850$  г. Втрати часу на чищення, змащення і дрібний ремонт складають 12 хв. за 8 год. (зміну), число обривів на 100 веретен в годину - 4, час на ліквідацію одного обриву — 20 с, час на зняття повних катушок і заправку порожніх - 4,5 хв. Штапельна довжина волокон бавовни  $L_{шт} = 31/32$  мм.

6.69. Розрахувати повну заправку рівничної машини Р-260-5 для виготовлення рівниці  $T_p = 0,6$  ктекс із стрічки  $T_c = 3,6$  ктекс при нормі продуктивності машини  $H = 69,4$  кг/год,  $K_{КЧ} = 0,81$ , масі рівниці на повній катушці  $G = 1200$  г, числі веретен на машині  $a = 92$ , штапельній довжині бавовни  $L_{шт} = 35/37$  мм.

### 6.8. Розведення між циліндрами у витяжному приладі

Розведення (відстань між центрами циліндрів) встановлюють відповідно до рекомендацій Центрального науково-дослідного інституту бавовняної промисловості, розроблених на основі досвіду роботи підприємств. Розведення  $R$  повинні відповідати штапельній довжині волокон  $L_{шт}$  в суміші, зоні витягування, моделі витяжного приладу і марці рівничної машини (таблиця 6.6). Необхідну товщину шаблону  $Ш$ , мм, для установки розведення між циліндрами  $i$ -й і  $(i + 1)$ -ою лінією циліндрів розраховують за формулою [8]:

$$Ш = R - 0,5(d_i + d_{i+1})$$

Таблиця 6.6

Витяжний пристрій	Лінійна густина рівниці	Розводка між осями циліндрів, мм			
		середньоволокниста бавовна		тонковолокниста бавовна	
		перша зона	друга зона	перша зона	друга зона
трьохциліндровий	690...1430	$L_{шт} + (10...12)$	$L_{шт} + (2...3)$	$L_{шт} + (12...13)$	$L_{шт} + 3$
	250...590	$L_{шт} + (9...10)$	$L_{шт} + (1,5...2)$	$L_{шт} + (9...10)$	$L_{шт} + 2$
	100...200	$L_{шт} + (7...8)$	$L_{шт} + (0...0,05)$	$L_{шт} + (8...9)$	$L_{шт} + (0,5...1)$
Чотирьохциліндровий з нейтральною зоною	250...590	$L_{шт} + (7...8)$	$L_{шт} + 0,5$	$L_{шт} + (8...9)$	$L_{шт} + (1...2)$
	100...200	$L_{шт} + (5...6)$	$L_{шт} - (0,5...1,5)$	$L_{шт} + (6...7)$	$L_{шт} - (0...1)$

**Примітка:** При переробці віскозних, полінозних волокон розведення збільшують на 0,5-1,0 мм через велику кількість довгих волокон; при переробці сумішей бавовни з ПЕ волокном розведення збільшують на 1,5-2,0 мм через велику силу тертя і чіпкості лавсану [8].

### 6.9. Завдання для розрахунку

6.70. Діаметри циліндрів в трьохциліндровому витяжному приладі рівничної машини Р-260-5 дорівнюють (по ходу продукту) 32, 25, 32 мм. Розрахувати розведення  $R$  і товщину шаблонів  $Ш$  для волокон бавовни з штапельною довжиною 35 мм при виготовленні рівниці  $T_p = 400$  текс.



6.71. Діаметри циліндрів в трьохциліндровому витяжному приладі рівничної машини Р-192-5, при переробці середньоволокнистої бавовни, рівні (по ходу продукту) 32, 25, 32 мм. Розрахувати розведення  $R$  і товщину шаблонів  $Ш$  для волокон бавовни з штапельною довжиною  $L_{шт} = 31$  мм при виготовленні рівниці  $T_p = 1$  ктекс.

6.72. Діаметри циліндрів в трьохциліндровому витяжному приладі рівничної машини Р-192-5 дорівнюють (по ходу продукту) 32, 25, 32 мм. Розрахувати розведення  $R$  і товщину шаблонів  $Ш$  для волокон бавовни з штапельною довжиною  $L_{шт} = 32$  мм при виготовленні рівниці  $T_p = 500$  текс.

6.73. Діаметри циліндрів в трьохциліндровому витяжному приборі рівничної машини Р-260-5, при переробці тонковолокнистої бавовни, рівні (по ходу продукту) 32, 25, 32 мм. Розрахувати розведення  $R$  і товщину шаблонів  $Ш$  для волокон бавовни з штапельною довжиною  $L_{шт} = 38$  мм при виготовленні рівниці  $T_p = 100$  текс.

6.74. Діаметри циліндрів в чотирьохциліндровому витяжному приладі рівничної машини Р-192-5 дорівнюють (по ходу продукту) 32, 32, 28 і 32 мм. Розрахувати розведення  $R$  і товщину шаблонів  $Ш$  для виготовлення рівниці  $T_p = 500$  текс з волокон бавовни з штапельною довжиною  $L_{шт} = 36$  мм (45 %) і ПЕ з штапельною довжиною  $L_{шт} = 38$  мм.

6.75. Розрахувати розведення і товщину шаблону для установки циліндрів в трьохциліндровому витяжному приладі рівничної машини Р-192-5 при виготовленні рівниці  $T_p = 800$  текс з бавовни четвертого типу завдовжки 33/34 мм.

6.76. Розрахувати найменшу і найбільшу довжину волокон продукту, який можна переробляти на рівничній машині Р-192-5, якщо розведення в задній зоні чотирьохциліндрового витяжного приладу може бути встановлене в межах 35...55 мм, а в передній зоні 32...50 мм.

## 6.10. Контроль якості рівниці

У технології приготування рівниці об'єктами контролю є лінійна густина рівниці, квадратична нерівнота рівниці по масі довгих (десятиметрових) відрізків, а також по масі коротких (трьохсантиметрових і по діаграмі) відрізків і по приладу «Устер», натягу по прихованому ступеню витягування рівниці, обривність на рівничній машині.

*Фактична лінійна густина рівниці  $T_{p,ф}$ , що виробляється, не повинна виходити за допустимі межі:*

$$T_p(1+0,01d_1) \leq T_{p,ф} \leq (1+0,01d_2)T_p$$

де  $T_p$  - лінійна густина рівниці номінальна, передбачена планом прядіння;  $d_1$  і  $d_2$  - допустимі відносні відхилення фактичної лінійної густини від номінальної відповідно у велику і меншу сторону %; значення  $d_1$  і  $d_2$  приймають рівними допустимим відхиленням кондиційної лінійної густини пряжі за нормативною документацією, що виробляється з цієї рівниці; для більшої частини асортименту бавовняної пряжі  $d_1 = 1,5$  % і  $d_2 = 2$  %.

Натяг рівниці оцінюють прихованою витяжкою  $E_0$  між переднім циліндром витяжного приладу і котушкою.

Для практичного визначення прихованої витяжки  $E_0$  використовують різні методи [7, 8].

*Прихований ступінь витягування  $E_0$  рівниці при намотуванні витків першого шару можна обчислити:*

$$E_0 = \frac{dn_{\text{внт}}}{d_{\text{п.ц}} \cdot n_{\text{п.ц}} t}$$

де  $d$  - діаметр витка першого шару, мм;  $p_{\text{внт}}$  - число витків рівниці, намотаної в першому шарі;  $d_{\text{п.ц}}$  і  $n_{\text{п.ц}}$  - діаметр, мм, і частота обертання,  $\text{хв.}^{-1}$ , переднього циліндра;  $t$  - тривалість намотування першого шару, заміряна секундоміром, хв.

Рівномірність натягу рівниці при намотуванні протягом часу формування на котушці повного пакування оцінюють, використовуючи наступний метод [7]. Після закінчення формування повного пакування (напрацювання зйому) з переднього і заднього рядів веретен вибирають по одному пакуванню (котушці), сформованому без єдиного обриву. Ці котушки знімають і на їх місце ставлять порожні того ж діаметру  $d_0$ , і напрацьовують на них  $\frac{1}{4}$  об'єму (не менше 120 м рівниці). Підставлені котушки знімають, а машину пускають в роботу.

На мотовилі змотують по 100 м рівниці з кожної знятої котушки і зважують окремо чотири мотки з точністю до 0,5 % від маси мотка. Потім порівнюють маси мотків, отримані з кожної пари котушок рівниці, напрацьованої на одному і тому ж веретені. Середня різниця мас 100 м рівниці з повних котушок і з намотуванням  $\frac{1}{4}$  від повної не повинна перевищувати 1,5 %. В разі більшої різниці змінюють (збільшують) крок зміщення ремня уздовж осі барабанчика регулювальника шляхом зміни відношення  $i_{\text{змі}} = Z_{\text{х1}}/Z_{\text{х2}}$  чисел зубців змінних шестерень механізму управління намотуванням.

*Обривність на рівничній машині на 100 веретен в годину:*

$$c_0 = \frac{c'_0 \cdot 100 \cdot 60}{a_v \cdot t}$$

де  $c_0$  - число обривів по всіх можливих причинах за час  $t$  формування на рівничній машині повного пакування (за зйом);  $a_v$  - число веретен, що працюють на машині;  $t$  - час формування повного пакування, хв.

### 6.11. Завдання для розрахунку

6.77. Рівниця номінальної лінійної густини  $T_{\text{р.н}}$  текс, виготовляється для вироблення пряжі лінійною густиною  $T_{\text{п}}$ , текс. В результаті зважування десятиметрових відрізків рівниці отримана середня маса відрізків. Розрахувати межі допустимої фактичної лінійної густини рівниці  $T_{\text{р(мін)}}$  і  $T_{\text{р(макс)}}$ . Обґрунтувати допустимість збереження або необхідності зміни фактичної лінійної густини рівниці, якщо: а)  $T_{\text{п}} = 7,2$ ;  $T_{\text{р.н}} = 100$ ;  $m = 0,98$ ; б)  $T_{\text{п}} = 10$ ;  $T_{\text{р.н}} = 150$ ;  $m = 1,4$ ; в)  $T_{\text{п}} = 11,5$ ;  $T_{\text{р.н}} = 400$ ;  $m = 4,02$ ; г)  $T_{\text{п}} = 18,5$ ;  $T_{\text{р.н}} = 500$ ;  $m = 5,05$ ; д)  $T_{\text{п}} = 30$ ;  $T_{\text{р.н}} = 750$ ;  $m = 7,4$ .

6.78. Розрахувати прихований витяг рівниці між котушкою і переднім циліндром рівничної машини на початку намотування на порожню котушку

при діаметрі переднього циліндра  $d_{п.ц}$ , мм, частоті обертання переднього циліндра  $n_{п.ц}$ ,  $хв^{-1}$ , діаметрі порожньої котушки  $d_K$ , мм, числі витків рівниці, намотаних на котушку,  $n_{ВИТ}$  за час ходу каретки  $t$ , с, якщо: а)  $d_{п.ц} = 32$ ;  $n_{п.ц} = 215,9$ ;  $d_K = 47$ ;  $n_{ВИТ} = 60$ ;  $t = 24$ ; б)  $d_{п.ц} = 32$ ;  $n_{п.ц} = 189$ ;  $d_K = 41$ ;  $n_{ВИТ} = 90$ ;  $t = 36,6$ ; у)  $d_{п.ц} = 35$ ;  $n_{п.ц} = 180$ ;  $d_K = 41$ ;  $n_{ВИТ} = 158$ ;  $t = 60,9$ ; г)  $d_{п.ц} = 35$ ;  $n_{п.ц} = 128,4=35$ ;  $n_{ВИТ} = 188$ ;  $t = 73$ ; д)  $d_{п.ц} = 32$ ;  $n_{п.ц} = 197$ ;  $d_K = 41$ ;  $n_{ВИТ} = 68$ ;  $t = 26$ .

6.79. За даними завдання 6.78 обґрунтувати допустимість збереження або необхідність зміни розрахованої прихованої витяжки рівниці між котушкою і переднім циліндром рівничної машини. Розрахувати необхідне число зубців мотальної шестерні  $Z_{м.н}$ , за умови, що контроль прихованої витяжки проводився при числі зубців  $Z_{м.с} = 51$ .

6.80. Розрахувати прихований ступінь витягування рівниці між котушкою і переднім циліндром рівничної машини в кінці намотування котушки при середній масі 100 десятиметрових відрізків рівниці  $g$ , на початку  $T_n$  і в кінці  $T_k$  намотування на котушку, якщо: а)  $m_n = 19,8$ ;  $m_k = 20,09$ ; б)  $m_n = 35,4$ ;  $m_k = 36,1$ ; в)  $m_n = 50,4$ ;  $m_k = 51,3$ ; г)  $m_n = 58,8$ ;  $m_k = 59,3$ ; д)  $m_n = 80,8$ ;  $m_k = 81,8$ . Обґрунтувати необхідність збереження або зміни умов намотування рівниці на машині і спосіб такої зміни в приведених випадках.

6.81. В результаті випробувань десятиметрових відрізків рівниці отримана середня маса  $m$ , г, і нерівнота у вигляді середнього квадратичного відхилення  $\sigma$ , г. Розрахувати квадратичну нерівноту рівниці і оцінити допустимість отриманої нерівноти рівниці, призначеної для виготовлення пряжі І сорту, якщо: а)  $m = 3,96$ ;  $\sigma = 0,07$ ; б)  $m = 2,5$ ;  $\sigma = 0,05$ ; в)  $m = 5,02$ ;  $\sigma = 0,09$ ; г)  $m = 0,99$ ;  $\sigma = 0,015$ ; д)  $m = 5,92$ ;  $\sigma = 0,1$ .

6.82. В результаті 100 випробувань трьохсантиметрових відрізків рівниці отримана середня маса, мг, і нерівнота у вигляді середнього квадратичного відхилення  $\sigma$ , мг. Розрахувати квадратичну нерівноту рівниці, виробленої по гребінній системі прядіння, і оцінити допустимість отриманої нерівноти рівниці, призначеної для виготовлення пряжі І сорту, якщо: а)  $m = 3$ ;  $\sigma = 0,3$ ; б)  $m = 1,2$ ;  $\sigma = 0,096$ ; у)  $m = 0,75$ ;  $\sigma = 0,075$ ; г)  $m = 1,49$ ;  $\sigma = 0,15$ ; д)  $m = 1,05$ ;  $\sigma = 0,084$ .

6.83. Розрахувати число обривів рівниці і стрічки на рівничній машині з числом веретен  $a_v$  при теоретичній продуктивності веретен  $\Pi_T$ , кг/год, масі рівниці на повній котушці  $G$ , кг, числі обривів рівниці після витяжного приладу на 100 веретен за 1 год -  $ч_{ор1}$ , числі обривів стрічки на 100 веретен за 1 год -  $ч_{ол1}$ , числі обривів рівниці на початку намотування нової котушки (нового зйому) -  $ч_{ор2}$ , що становить 5 % від числа веретен за зйом, якщо:

- а)  $ч_{ор1} = 2$ ;  $ч_{ол} = 0,2$ ;  $a_v = 92$ ;  $G = 0,9$ ;  $\Pi_T = 1,24$ ;
- б)  $ч_{ор1} = 2$ ;  $ч_{ол} = 0,25$ ;  $a_v = 120$ ;  $G = 1$ ;  $\Pi_T = 0,49$ ;
- в)  $ч_{ор1} = 3$ ;  $ч_{ол} = 0,3$ ;  $a_v = 132$ ;  $G = 1,1$ ;  $\Pi_T = 0,318$ ;
- г)  $ч_{ор1} = 4$ ;  $ч_{ол} = 0,3$ ;  $a_v = 156$ ;  $G = 0,9$ ;  $\Pi_T = 0,2$ ;
- д)  $ч_{ор1} = 2$ ;  $ч_{ол} = 0,2$ ;  $a_v = 132$ ;  $G = 1$ ;  $\Pi_T = 0,76$

## 7. ПРЯДІННЯ. КІЛЬЦЕВІ ПРЯДИЛЬНІ МАШИНИ

У кінематичній схемі передачі руху є змінні елементи, що дозволяють змінювати абсолютну швидкість обертання або поступального руху окремих робочих органів машини, а також співвідношення між швидкостями цих органів залежно від необхідних умов формування пряжі й намотування її на патрон.

Передачу руху робочим органам у кільцевій прядильній машині здійснюють наступні змінні елементи:

- шківів різного діаметра, що встановлені на вал електродвигуна, а також на головний вал машини відповідно до заданої частоти обертання веретен;
- витяжні шестерні для забезпечення необхідної витяжки відповідно до лінійної густини пряжі, рівниці й з урахуванням числа складань рівниць (одна або дві);
- крутильні шестерні для забезпечення заданої скручення, яку потрібно надати пряжі;
- мотальна шестерня для забезпечення заданого кроку витків намотування а, отже, довжини нитки в повному шарі (в основному шарі й прошарку) тіла намотування; число зубців цієї шестерні впливає на діаметр починка, що напрацьовується;
- храповик на прядильних машинах марок П-66-М4, П-66-5М6, ПУ-66-5М, ПУ-66-М6, П-76-М4, П-76-5М6, П-83-5М4 і машинах більш ранніх випусків для забезпечення заданого кута повороту при його переході до намотування кожного наступного шару й, отже, для одержання прядильного починка з діаметром, що відповідає діаметру кільця прядильної машини.

Кут повороту храповика в циклі можна регулювати, змінюючи робочий хід собачки, що взаємодіє із зубами храповика.

На прядильних машинах марок П-75-А, П-70 при регулюванні намотування пряжі на початок при незмінному числі зубців храповика змінюють безступінчато кут повороту храповика в циклі, шляхом регулювання спеціального упору в конструкції механізму намотування.

### 7.1. Вибір і розрахунок параметрів процесу скручування пряжі

Скручення пряжі вибирають відповідно до її лінійної густини, призначення, довжини волокон і виду волокон (бавовняні, хімічні волокна й суміші) і розраховують за формулою,  $m^{-1}$ :

$$K = \frac{100\alpha_T}{\sqrt{T_{np}}} \quad (7.1)$$

По вибраному скручуванні визначають необхідне число зубців змінної крутильної шестерні (або попарно змінюваних шестерень), використовуючи вираження скручення за кінематичною схемою прядильної машини,  $m^{-1}$ :

$$K = \frac{n_6}{V_{нам}} = \frac{n_6}{V_{н.ц} K_y} = \frac{n_6}{\pi d_{н.ц} n_{н.ц} K_y} = \frac{i_{н.ц-6} \eta}{\pi d_{н.ц} K_y}, \quad (7.2)$$

де  $T_{пр}$  - лінійна густина пряжі, текс;  $\alpha$  - коефіцієнт скручення пряжі;  $\alpha_T$  - табличне значення коефіцієнта скручення:  $\alpha_T = \alpha/100$ ;  $i_{н.ц-6}$  - передавальне відношення між переднім циліндром і веретенем;  $\eta$  - коефіцієнт ковзання між блочком веретена й тасьмою ( $\eta = 0,97$ ) або тангенціальним ременем ( $\eta = 0,99$ );  $V_{н.ц}$  - швидкість переднього циліндра, м/хв;  $d_{н.ц}$  і  $n_{н.ц}$  - діаметр, м, і частота обертання переднього циліндра, хв<sup>-1</sup>;  $K_y$  - коефіцієнт кручення.

$$K_y = 1 - 0,01V_{к}, \quad (7.3)$$

де  $V_{к}$  - усадка пряжі від скручення, %:

$$V_{к} = 100(\lambda_o - \lambda) / \lambda_o = (1 - K_y)100, \quad (7.4)$$

де  $\lambda_o$  - довжина мички, що випускається витяжним приладом в одиницю часу, м;  $\lambda$  - довжина пряжі, виготовленої із цієї мички, що намотується на патрон за той самий час.

Усадку пряжі від скручення можна розрахувати, %:

- за формулою Ф.А. Афончикова:

$$V_{к} = \left[ 0,01 + \frac{104,5(\alpha_T + 265,1)}{\alpha_T(\alpha_T^2 + 0,039T_{пр})} \right]^{-1}; \quad (7.5)$$

- за формулою К.І. Корицького:

$$V_{к} = 10^{-4} \cdot 9\alpha_T^2 \sqrt[3]{T_{пр}}. \quad (7.6)$$

Скручення пряжі обчислюється за кінематичною схемою прядильної машини П-75А (рис. 7.1) за формулою (7.2), м<sup>-1</sup>:

$$K = \frac{44 \cdot 21Z_{к2}Z_{к4}33 \cdot 200\eta}{41 \cdot 21Z_{к1}Z_{к3} \cdot 8 \cdot 30 \cdot 3,14 \cdot 0,025K_y} = 375,76 \frac{Z_{к2}Z_{к4}\eta}{Z_{к1}Z_{к3}K_y}$$

або

$$K = C_{к} Z_{к2} \eta / (Z_{к1} K_y), \quad (7.7)$$

де  $Z_{к1}Z_{к2}$  і  $Z_{к3}Z_{к4}$  - крутильні шестерні, що змінюються попарно;

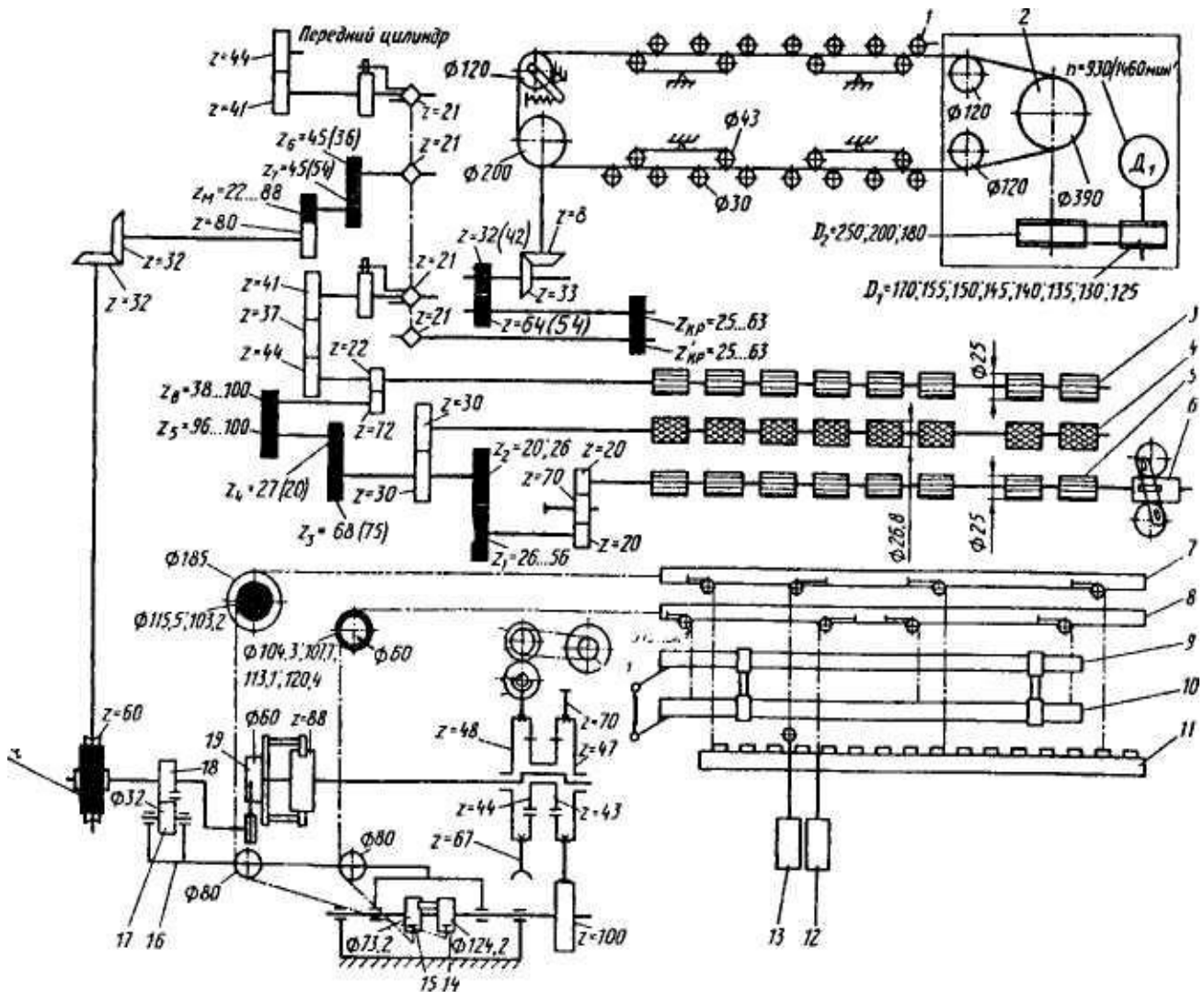
$$\text{при } Z_{к1} + Z_{к2} = 88 \text{зуб.}; \quad Z_{к3} + Z_{к4} = 96 \text{зуб.}; \quad (7.8)$$

$C_{к}$  - константи скручення: при  $Z_{к4}/Z_{к3} = 54/42$   $C_{к} = 483,12$  і при  $Z_{к4}/Z_{к3} = 64/32$   $C_{к} = 751,5$ .

Підставивши у формулу (7.7) вираз  $Z_{к2}$  з формули (7.8), одержують формули для розрахунку числа зубців крутильної шестерні машини моделі П-75А:

$$Z_{к1} = \frac{88}{K_y K / (\eta C_k) + 1}; \quad (7.9)$$

$$Z_{к2} = 88 - Z_{к1} \frac{88}{\eta C_k / (K_y K) + 1};$$



**Рис. 7.1.** Кінематична схема кільцевої прядильної машини П-75-А:

1 - блок веретена; 2 — блок приводу веретена; 3 - передній витяжний циліндр; 4 - середній витяжний циліндр; 5 - задній витяжний циліндр; 6- планка водилки; 7-тяга кільцевої планки; 8 - тяга ниткопровідників і кільцевих обмежувачів балона; 9- планка ниткопровідників; 10 - кільцевий обмежувач балона; 11 - кільцева планка; 12 - вантаж, що зрівноважує ниткопровідники й кільцеві обмежувачі балона; 13 - вантаж, що врівноважує кільцеві планки; 14 - мотальний блок кільцевих планок; 15 - мотальний блок ниткопровідників і кільцевих обмежувачів балона; 16 - мотальний важіль; 17 - каток мотального важеля; 18- мотальний кулачок; 19 – храповик

Скручення пряжі обчислюється за кінематичною схемою прядильних машин моделей П-66-5М4, П-76-5М4, П-88-5М4 (рис. 7.2), за формулою (7.2):

$$K = \frac{80 \cdot 85 \cdot 100 \cdot 200 \cdot \eta}{Z_k \cdot 55 \cdot 32 d_{\text{бл}} \cdot 3,14 \cdot 0,025 K_y} = \frac{983866,92 \eta}{Z_k d_{\text{бл}} K_y}$$

де  $\eta = 0,97$  для передачі тасьмою;  $d_{\text{бл}}$  - діаметр блочка веретена, мм; при  $d_{\text{бл}} =$

28 мм  $K = 34084 \eta / K_y = C_{\kappa\eta} / K_y$  і  $C_{\kappa} = 34084$ ; при  $d_{\text{бл}} = 32$  мм

$K = 29823,5 \eta / K_y = C_{\kappa\eta} / K_y$  і  $C_{\kappa} = 29823,5$  і число зубців змінної крутильної шестерні прядильних машин моделей П-66-5М4, П-76-5М4, П-88-5М:

$$Z_k = C_{\kappa} \eta / (K K_y). \quad (7.10)$$

Формула (7.2) виражає скручення пряжі як число обертів за час виробітку 1 м пряжі. Однак намотана на патрон (у починку) пряжа має змінне скручення, що залежить:

- від змінної частоти обертання бігунка:

$$K = \frac{n_{\text{б}}}{V_{\text{н.ц}} K_y} = \frac{n_{\text{в}} - n_{\text{н}}}{V_{\text{н.ц}} K_y} = \frac{n_{\text{в}}}{\pi d_{\text{н.ц}} K_y} - \frac{1}{\pi d_{\text{н}}}; \quad (7.11)$$

- від напрямку й швидкості руху кільцевої планки  $V_{\kappa.n}$

$$K = \frac{n_{\text{в}}}{V_{\text{н.ц}} \pm V_{\kappa.n}} - \frac{1}{\pi d_{\text{н}}}; \quad (7.12)$$

знак «плюс» перед  $V_{\kappa.n}$  береться при підйомі кільцевої планки, знак «мінус» - при опусканні.

При змотуванні з починку уздовж його осі вгору пряжа одержує одне кручення на довжині  $\pi d_{\text{н}}$ , тобто число скручень пряжі, отримане від руху бігунка, доповнюється скрученням від змотування ( $1/\pi d_{\text{н}}$ ).

**Приклад.** Розрахувати скручення пряжі  $T_{\text{пр}} = 18,5$  текс із бавовняного волокна зі штапельною довжиною  $\lambda_{\text{шт}} = 31/32$  мм, число зубців змінних крутильних шестерень прядильної машини П-75А, коефіцієнт усадки пряжі від скручення.

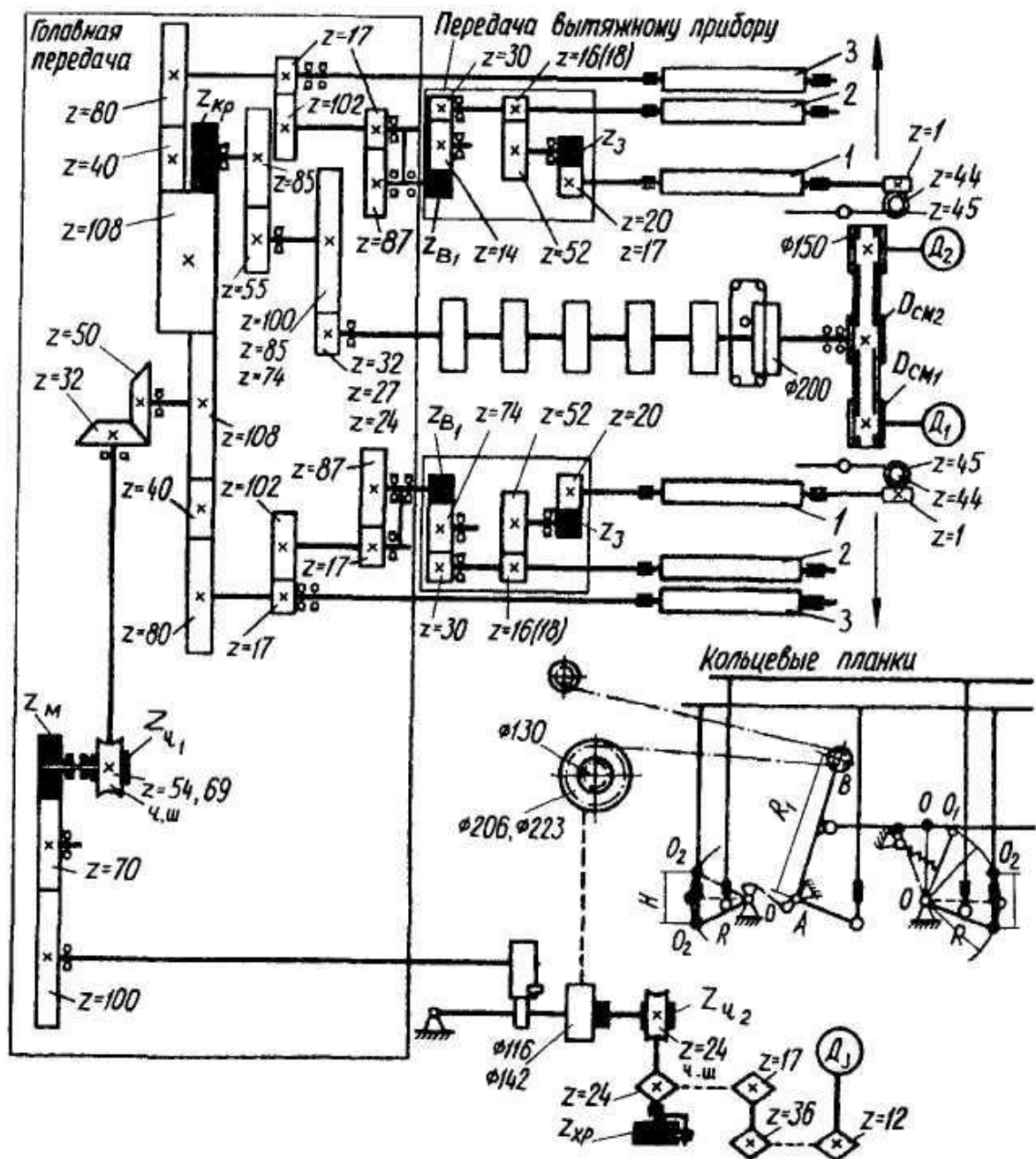
**Рішення.** Табличне значення коефіцієнта скручення  $\alpha_T = 41,1$  [7].

Скручення пряжі обчислюється за формулою (7.1):

$$K = 100 \cdot 41,1 / \sqrt{18,5} = 955,5, \text{ м}^{-1}.$$

Усадка пряжі від скручення обчислюється за формулою (7.6):

$$Y_{\kappa} = 10^{-4} \cdot 9 \cdot 41,1^2 \sqrt[3]{18,5} = 4\%$$



**Рис. 7.2.** Кінематична схема кільцевих прядильних машин П-83-5М, П-76-5М4, П-66-5М4 з витяжним приладом ВР-2:

1 - задній циліндр  $d = 22$  мм; 2 - середній циліндр  $d = 25$  мм, з ремінцем товщиною  $\delta = 1$  мм; 3 - передній циліндр  $d = 25$  мм

Коефіцієнт усадки від скручення обчислюється за формулою (7.3):

$$K_y = 1 - 4/100 = 0,96$$

Число зубців крутильних шестерень на машині П-75А обчислюється за формулами (7.9) і (7.8) при  $C_k = 483,12$ , зуб:



$$Z_{к1} = \frac{88}{0,96 \cdot 955,5 / (0,97 \cdot 483,12) + 1} = 29,5 \approx 30 ;$$

$$Z_{к2} = 88 - 30 = 58.$$

## 7.2. Завдання для розрахунку

7.1. Вибрати необхідний коефіцієнт скручення [4, 8] для основної пряжі лінійної густини  $T = 8,5$  текс, виготовленої з бавовняного волокна зі штапельною довжиною  $\lambda_{шт} = 37/39$  мм на кільцевій прядильній машині, і розрахувати скручення пряжі,  $m^{-1}$ .

7.2. Вибрати необхідний коефіцієнт скручення [4, 8] бавовняної пряжі лінійної густини  $T = 8,5$  текс для ниток і розрахувати скручення пряжі,  $m^{-1}$ .

7.3. Розрахувати константу для визначення заправної скручення пряжі на прядильній машині П-75А (див. рис. 7.1) Вибрати за кінематичною схемою необхідне число зубців змінних парних крутильних шестерень для одержання найменшої й найбільшої скручення, що надається пряжі, і обчислити ці межі скручення.

7.4. Розрахувати константу для розрахунку заправної скручення пряжі на прядильній машині П-75А при співвідношенні чисел зубців допоміжних змінних шестерень  $Z_{к4}/Z_{к3} = 64/32$  (див. рис.7.1) і коефіцієнті ковзання тангенціального ремня в приводі веретен,  $\eta = 0,99$ .

7.5. Розрахувати константу для розрахунку заправної скручення пряжі на прядильній машині П-66-5М4 (див. рис. 7.2). Вибрати за кінематичною схемою необхідне число зубців змінної крутильної шестерні для одержання мінімальної й максимальної скручення й обчислити межі скручення пряжі.

7.6. Яка повинна бути частота обертання,  $xv^{-1}$ , переднього циліндра прядильної машини, щоб при частоті обертання веретен  $14000 xv^{-1}$  пряжі надавалася скручення  $1000 m^{-1}$ ? Діаметр переднього циліндра 25 мм, ускручення пряжі становить 4 %.

7.7. Яку скручення,  $m^{-1}$ , одержує пряжа при частоті обертання веретен  $14000 xv^{-1}$ , якщо частота обертання переднього циліндра  $150 xv^{-1}$ , його діаметр 25 мм, а ускручення пряжі становить 4%?

7.8. Пряжа виробляється на кільцевій прядильній машині при діаметрі переднього циліндра  $d_{н.ц.} = 25$  мм (таблиця 7.1). Розрахувати: а) дійсне скручення, що надається пряжі бігунком, при намотуванні верхнього й нижнього витків конуса починка; б) скручення, обчислену по частоті обертання бігунка; в) різницю, %, між скрученням по частоті обертання бігунка й скрученням по частоті обертання веретена, приймаючи за 100 % скручення, визначену по частоті обертання веретена.

7.9. Який коефіцієнт скручення пряжі був прийнятий при заправленні кільцевої прядильної машини для пряжі лінійної густини  $T_{пр} = 25$  текс за умови, наведеної в завданні 7.8.

Таблиця 7.1.

Варіант	Частота обертання, хв <sup>-1</sup>		Діаметр, мм		K <sub>y</sub>
	веретен	переднього циліндра	патрона	починку	
1	11000	130	18	34	0,96
2	11000	130	19	40	0,96
3	11000	140	22	43	0,96
4	11000	150	25	50	0,96
5	11000	150	27	54	0,97
6	12000	130	18	34	0,97
7	12000	130	19	40	0,97
8	12000	140	22	43	0,97
9	12000	140	25	50	0,98
10	12000	150	27	56	0,98
11	12500	120	18	34	0,98
12	12500	130	19	40	0,98
13	12500	130	22	43	0,96
14	12500	140	25	48	0,96
15	12500	150	27	56	0,96
16	13000	120	19	36	0,98
17	13000	130	22	43	0,98
18	13000	130	22	45	0,98
19	13000	140	25	48	0,98
20	13000	150	27	56	0,98

7.10. Розрахувати необхідні числа зубців крутильних шестерень  $Z_{к1}$  і  $Z_{к2}$  кільцевої прядильної машини П-75А (рис. 7.1) при  $Z_{к1} + Z_{к2} = 88$  зуб. для приготування основної пряжі  $T_{пр} = 29$  текс із бавовняного волокна зі штапельною довжиною  $\lambda_{шт} = 31/32$  мм при сумі чисел допоміжних шестерень  $Z_{к3} + Z_{к4} = 96$  зуб. і  $Z_{к4} = 64$  зуб., коефіцієнті ускручення пряжі  $K_y = 0,98$ , коефіцієнті ковзання тангенціального ремня в передачі веретенам  $\eta = 0,99$ .

7.11. Розрахувати число зубців крутильної шестерні на прядильній машині П-76-5М4 (див. рис. 7.2) для виготовлення пряжі лінійної густини  $T_{пр} = 18,5$  текс із коефіцієнтом скручення  $\alpha_T = 41,30$ . Коефіцієнт ковзання в тасьмовій передачі  $\eta = 0,98$  з урахуванням коефіцієнта усадки від скручення.

7.12. Розрахувати константу скручення для прядильної машини П-66-5М4 (див. рис. 7.2), якщо діаметр блоку веретен  $d_{бл} = 25$  мм, коефіцієнт ковзання в тасьмовій передачі  $\eta = 0,98$ .

7.13. Розрахувати константу скручення для прядильної машини П-76-5М4 (див. рис. 7.2), якщо діаметр блоку веретена  $d_{\text{бл}} = 28$  мм, коефіцієнт ковзання в тасьмовій передачі  $\eta = 0,98$ .

7.14. Розрахувати константу скручення для прядильної машини П-75А (див. рис. 7.1) при співвідношенні чисел зубців допоміжних крутильних шестерень  $\rho/q = 54/32$  і  $\rho'/q = 64/32$ , якщо коефіцієнт, що враховує ковзання веретена тангенціальним пасом,  $\eta = 0,99$ .

7.15. Розраховане для заправлення прядильної машини число зубців крутильної шестерні  $Z_k = 50,6$  зуб. На скільки відсотків і в яку сторону від необхідної буде відрізняться скручення пряжі, якщо фактично була встановлена крутильна шестерня з 51 зуб.?

7.16. При розрахунку числа зубців парних крутильних шестерень на прядильній машині П-75А (див. рис. 7.1) було отримано  $Z_k = 50,6$  зуб. і  $Z\hat{\epsilon}' = 37,4$  зуб. На скільки відсотків і в яку сторону від необхідної буде відрізняться скручення пряжі, якщо на машині фактично були встановлені крутильні шестерні  $Z_k = 51$  і  $Z\hat{\epsilon}' = 37$  зуб.?

### 7.3. Розрахунок потоншення продукту й параметрів процесу витягування у витяжному приладі

Розрізняють потоншення продукту:

$$U = \frac{T_p d}{T_{np}} \quad (7.13)$$

і витяжку продукту:

$$E = \frac{U}{K_y} = \frac{T_p d}{T_{np} K_y} \quad (7.14)$$

Витяжка за кінематичною схемою:

$$E = \frac{\pi d_{n.ц} n_{n.ц}}{\pi d_{ж.ц} n_{ж.ц}} = \frac{d_{n.ц}}{d_{ж.ц}} i_{ж.ц-n.ц} = \frac{C_B}{Z_{\epsilon}} \quad (7.15)$$

де  $d_{n.ц}$  й  $n_{n.ц}$  - діаметр і частота обертання переднього циліндра;  $d_{\alpha.\delta}$  і  $n_{\alpha.\delta}$  - діаметр і частота обертання живильного циліндра;  $i_{ж.ц-n.ц}$  - передавальне відношення між живильним і переднім циліндрами;  $C_B$  - константа загальної витяжки;  $Z_{\epsilon}$  - число зубців змінної шестерні для регулювання загальної витяжки.

У машині П-75А використовується витяжний прилад ВР-3-45П (див. рис. 7.1). У ньому діаметри циліндрів: випускного  $d_{\text{вц}} = 25$  мм, середнього  $d_2 = 26,8$  мм і живильного  $d_{\text{ж.ц}} = 25$  мм, товщина ремінця на середньому циліндрі  $\delta = 1$  мм.

Загальна витяжка за кінематичною схемою машини П-75А (рис. 7.1):

$$E = \frac{25 \cdot 20 Z_{6\delta} Z_{64} Z_{62} \cdot 72}{25 \cdot 20 Z_{65} Z_{63} Z_{61} \cdot 21} = 3,43 \frac{Z_{6\delta} Z_{64} Z_{62}}{Z_{65} Z_{63} Z_{61}}$$

звідки

$$Z_{61} = \frac{3,43Z_{66}Z_{64}Z_{62}}{EZ_{65}Z_{63}Z_{61}} = \frac{C_e Z_{66}}{E} \quad (7.16)$$

де  $C_e$ - константа загальної витяжки; при  $Z_{62} = 96$ ,  $Z_{64}/Z_{63} = 68/27$  і  $Z_{65} = 26$  зуб.-  
 $C_e = 31,9$ ; при  $Z_{62} = 100$ ,  $Z_{64}/Z_{63} = 75/20$  і  $Z_{65} = 20$  зуб. -  $C_e = 64,3$ .

Часткова витяжка в першій (задній) зоні витяжного приладу ВР-3-45П:

$$E_{1-2} = \frac{(25+2)20Z_{66} \cdot 30}{25 \cdot 20Z_{65} \cdot 30} = 1,08 \frac{Z_{66}}{Z_{65}}. \quad (7.17)$$

Часткова витяжка в другій (передній) зоні витяжного приладу ВР-3-45П:

$$E_{2-3} = \frac{25 \cdot 30Z_{64}Z_{62} \cdot 72}{(25+2)30Z_{63}Z_{61} \cdot 21} = 3,175 \frac{Z_{64}Z_{62}}{Z_{63}Z_{61}}. \quad (7.18)$$

Змінюючи співвідношення  $Z_{66}/Z_{65} = 26/26 \dots 56/20$ , змінюють швидкість заднього циліндра при незмінній швидкості середнього й переднього циліндрів, тобто змінюють часткову витяжку в задній зоні й відповідно загальну витяжку.

Змінюючи співвідношення  $Z_{64}/Z_{62} = 68/27$  або  $75/20$ , або  $Z_{62}/Z_{61} = 96/100 \dots 100/38$ , змінюють пропорційно швидкість заднього й середнього циліндрів, тобто змінюють часткову витяжку в передній зоні й відповідно загальну витяжку. Таким чином, у цьому витяжному приладі можна змінювати часткові витяжки: у задній зоні  $E_{1-2} = 1,152 \dots 3,23$  і в передній зоні  $E_{2-3} = 7,2 \dots 29,37$ .

**Приклад.** Розрахувати загальну й часткову витяжки й число зубців змінних шестерень витяжного приладу ВР-3-45П прядильної машини П-75А для виробітку пряжі  $T_{пр} = 18,5$  текс із рівниці  $T_p = 640$  текс при коефіцієнті ускручення пряжі  $K_y = 0,96$ .

**Рішення.** Необхідна загальна витяжка, обчислена по лінійній густині пряжі  $T_{пр}$  і рівниці  $T_p$  за формулою (7.14):

$$E = \frac{640 \cdot 1}{18,5 \cdot 0,96} = 36.$$

Часткова витяжка в задній зоні витяжного приладу  $E_{1-2} = 1,29$  [8].

Часткова витяжка в другій зоні:

$$E_{2-3} = E / E_{1-2} = 36 / 1,29 = 26$$

і при  $Z_{62} = 96$ ,  $Z_{64}/Z_{63} = 75/20$  і  $Z_{65} = 26$  числа зубців змінних шестерень витяжного приладу:

- за формулою (7.17):

$$Z_{66} = E_{1-2} Z_{65} / 1,08 = 1,29 \cdot 26 / 1,152 = 31 \text{ зуб.};$$

- за формулою (7.16):



7.23. Розрахувати константу для визначення часткової витяжки в задній зоні витяжного приладу прядильної машини П-66-5М4, (див. рис. 7.2), а також можливі мінімальну й максимальну витяжки.

7.24. Розрахувати константу для визначення часткової витяжки в передній зоні витяжного приладу прядильної машини П-66-5М4, (див. рис. 7.3), а також можливі мінімальну й максимальну витяжки.

7.25. Розрахувати необхідні числа зубців основних і допоміжних змінних шестерень витяжного приладу прядильної машини П-75А (див. рис. 7.1) для виготовлення пряжі  $T_{пр}=20$  текс із одинарної рівниці  $T_p = 0,6$  ктекс; часткові витяжки в задній і передній зонах витяжного приладу вибрати відповідно до рекомендацій по заправленню [8]. Усадка пряжі від скручення  $U_k = 4\%$ .

7.26. Розрахувати необхідні числа зубців основних і допоміжних змінних шестерень витяжного приладу прядильної машини П-66-5М4 (див. рис. 7.3) для виготовлення пряжі  $T_{пр}=5,9$  текс із двох рівниць, кожна з яких характеризується  $T_p = 0,1$  ктекс; часткові витяжки в задній і передній зонах витяжного приладу вибрати відповідно до рекомендацій по заправленню [8]. Усадка пряжі від скручення  $U_k = 4\%$ .

7.27. Розрахувати по довіднику [8] параметри заправлення витяжного приладу: а) загальну витяжку; б) часткову витяжку в задній зоні; в) часткову витяжку в передній зоні; г) константу загальної витяжки; д) константу витяжки в задній зоні; е) константу витяжки в передній зоні; ж) число зубців змінних шестерень витяжного приладу; з) розведення в задній зоні; і) вибрати кліпси для клітинки верхнього ремінця; к) розмір щілини ущільнювача в передній зоні приладу при умовах роботи, наведених у таблиці 7.2.

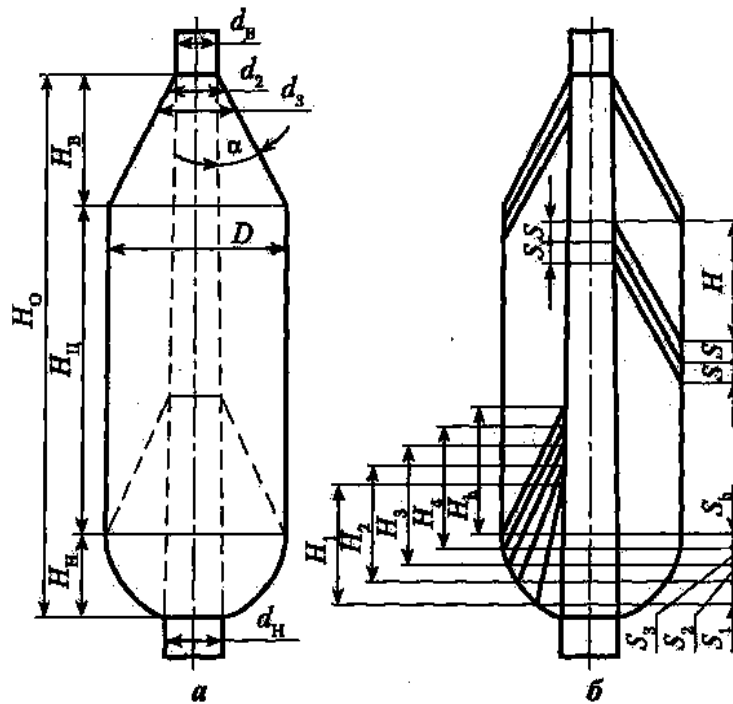
7.28. Розрахувати числа зубців змінних шестерень  $Z_{в1}$  і  $Z_{в6}$  витяжного приладу ВР-3-45П прядильної машини П-75А (див. рис. 7.1) для виготовлення пряжі  $T_{пр}=20$  текс із одинарної рівниці  $T_p = 600$  текс; часткові витяжки в задній  $E_1$  і в передній  $E_2$  зонах витяжного приладу розрахувати з умови  $E_2/E_1 = 10$ , числа зубців допоміжних шестерень  $Z_{в2} = 98$ ;  $Z_{в3} = 20$ ;  $Z_{в4} = 75$ ;  $Z_{в5} = 26$  зуб., товщина ремінця на середньому циліндрі  $\delta = 1$  мм.

## **7.5. Вибір і розрахунок параметрів процесу намотування пряжі на патрон**

*Об'єм і маса прядильного починку.* Тіло намотування пряжі, або прядильний починок (рис. 7.4), повинен мати визначені розміри, рівномірну густину і можливо більшу масу. Збільшення маси пряжі на починку може бути досягнуте при використанні прядильних кілець великого діаметру для формування починків більшого діаметру. Крім того, маса пряжі на починку може бути збільшена при збільшенні висоти починку (підйому кільцевої планки) і збільшенні щільності намотування пряжі.

Таблиця 7.2.

Вариант	Лінійна густина, текс		Марка прядильної машини	Марка витяжного приладу	Склад суміші	Штапельна довжина волокна, компоненту, мм	K <sub>y</sub>
	пряжі, T <sub>np</sub>	рівниці, T <sub>p</sub>					
1	2	3	4	5	6	7	8
1	5,0	875	П-66-5М6	ВР-3-45П	Бавовна	40	0,96
2	5,9	102	П-66-5М4	ВР-1М	-II-	40	0,98
3	6,7	115	П-66-5М4	ВР-2	-II-	39	0,97
4	7,5	125	П-66-5М6	ВР-3-45П	-II-	37	0,97
5	9,0	145	П-66-5М4	ВР-2	-II-	37	0,97
6	10,0	160	П-66-5М6	ВР-3-45П	-II-	35	0,98
7	11,8	400	П-66-5М6	ВР-3-45П	-II-	35	0,96
8	13,0	430	П-66-5М4	ВР-1М	-II-	33	0,97
9	15,4	500	П-76-5М6	ВР-3-45П	-II-	31	0,97
10	16,5	530	П-76-5М6	ВР-3-45П	-II-	31	0,96
11	18,5	580	П-75А	ВР-3-45П	-II-	30	0,95
12	20,0	600	П-76-5М4	ВР-1М	-II-	29	0,98
13	25,0	750	П-75А	ВР-3-45П	-II-	30	0,98
14	29,0	780	П-75А	ВР-3-45П	-II-	29	0,97
15	34,0	920	П-75А	ВР-3-45П	-II-	30	0,97
16	42,0	1000	П-75А	ВР-3-45П	-II-	29	0,96
17	56,0	1500	П-83-5М4	ВР-2	-II-	29	0,98
18	72,0	1600	П-83-5М4	ВР-1М	-II-	28	0,99
19	84,0	2000	П-83-5М4	ВР-1М	-II -	28	0,99
20	100,0	2300	П-83-5М4	ВР-1М	-II-	28	0,99
21	8,5	120	ПУ-66-5М4	ВР-2	67 % т/в бавовни	38 36	0,96
22	10,0	140	ПУ-66-5М4	ВР-2	33% ПЕ	36	0,98
23	11,8	320	ПУ-66-5М6	ВР-1М	-II-	36	0,98
24	15,4	480	П-76-5М4	ВР-2	70% бавовна 30% віскоза	32 38	0,97
25	18,5	560	П-76-5М4	ВР-2	67% бавовна, 33% віскоза	32 38	0,97
26	29,0	800	П-76-5М4	ВР-2		31 36	0,96
27	42,0	1100	П-76-5М4	ВР-1М	67% бавовна, 33% ПЕ	32 36	0,97



**Рис. 7.4.** Структура починка:

*a* - форма і параметри; *б* - структура гнізда і тіла

Об'єм починку, см<sup>3</sup> (див. рис. 7.4):

$$V = \pi / 12 [H_n(D^2 + d_n^2 + Dd_n) + H_v(D^2 + d_b^2 + Dd_b) + 3D^2H_{\text{ц}} - H_o(d_n^2 + d_b^2 + d_n d_b)], \quad (7.19)$$

де  $d_n$  і  $d_b$  - діаметр відповідно нижньої і верхньої частин патрона, см;  $H_n$  і  $H_v$  - висота відповідно нижнього конуса (гнізда) і верхнього конуса, рівна розмаху кільцевої планки, см;  $H_o$  - повна висота намотування (підйом кільцевої планки), см;  $H_{\text{ц}}$  - висота тіла (циліндричної частини) починку [8], см:

$$H_{\text{ц}} = H_o - H_n - H_v$$

можна прийняти:

$$H_n = (0,75 \dots 0,95)D \text{ і } H_v = (1 \dots 1,14)D_k, \quad (7.20)$$

$$D = D_k - 2b; \quad (7.21)$$

де  $D$  - діаметр тіла намотування (циліндричної частини починку), см;  $D_k$  - діаметр кільця, см;  $b$  - зазор, між кільцем і починком, залежний від розміру бігунка, що використовується в прядінні пряжі даної лінійної густини (для бігунків з малою дужкою зазор  $b$  зменшують на 20 %);

$T_{\text{пр}}$ , текс	5,9...10	11...15,4	18,5...29	36...100	Більше 100
$b$ , см	0,12	0,15	0,19	0,24	0,30



Діаметр кільця  $D_k$ , висоту підйому кільцевої планки  $H_o$  вибирають відповідно до лінійної густини пряжі  $T_{пр}$  [4, 8].

Діаметр патрона  $d$  вибирають відповідно з діаметром кільця,  $D_k$  використовуючи співвідношення середніх діаметрів патрона  $d$  і кільця  $D_k$  (таблиця 7.3).

Таблиця 7.3.

Призначення пряжі	Діаметр кільця $D_k$ , мм	$d/D_k$
Уток	32.35	0,42-0,47
Основа	41.48	0,50
Основа	51.62	0,52

Об'єм тіла намотування (починку) пряжі можна розрахувати по скороченими формулами І.Г. Обуха [8],  $см^3$ :

- пряжа для основи:

$$v = 0,785(H_o - 0,9D)(D^2 - d^2); \quad (7.22)$$

- пряжа для утоку:

$$v = 0,785(H_o - 1,21D)(D^2 - d^2)$$

де  $d$  - середній діаметр патрона,  $см$  ( $d = 0,5(d_v + d_n)$ )

Маса пряжі повного починка,  $г$ :

$$G = v\delta_n = 10^{-6} T_{пр} L m \quad (7.23)$$

де  $v$  - об'єм тіла намотування пряжі на патрон починка,  $см^3$ ;  $\delta_n$  - щільність намотування починка,  $мг/мм^3$ ,  $г/см^3$ ;  $T_{пр}$  - лінійна густина пряжі,  $текс$ ;  $L$  - довжина пряжі, що намотується за один оберт мотального кулачка,  $мм$ ;  $m$  - число шарів пряжі в починку.

Щільність намотування  $\delta_n$  залежить від натягу намотуваної пряжі (залежного від частоти обертання веретен, маси бігунка), кроку витків (залежного від числа зубців мотальної шестерні), зміщення послідовних шарів (залежного від кута повороту храповика в циклі). Щільність намотування починка бавовняної пряжі приведена в таблиці 7.4.

Густина намотування починку з віскозною пряжею - 0,48-0,55  $г/см^3$ , поліефірною - 0,44-0,49  $г/см^3$ .

Таблиця 7.4.

Основа, $T_{пр}$ , $текс$	$\delta_n$ , $г/см^3$	Уток, $T_{пр}$ , $текс$	$\delta_n$ , $г/см^3$
5,8...8,5	0,46...0,47	Менше 15,4	0,42...0,43
10...21	0,47...0,48	15,4 і більш	0,43...0,44
25...84	0,48...0,49	-	-

**Розрахунок числа зубців мотальної шестерні.** Число зубців мотальної шестерні впливає на крок намотування витків пряжі. Мотальна шестерня є ведучою в передачі руху мотальному кулачку, число зубців цієї шестерні прямо-пропорційна швидкості руху кільцевої планки і обернено-пропорційна довжині пряжі, що намотується в шар, і прошаркам за один оберт мотального кулачка.

Для розрахунку необхідного числа зубців  $Z_M$  мотальної шестерні виражають довжину пряжі в шарі і прошарку, виходячи з довжини пряжі, що намотується за один оберт мотального кулачка, і з умов розкладки витків на конусі починку:

$$L = \frac{\pi d_{н.ц.} K_y U_M}{Z_q Z_M} = \frac{H_g \pi (D + d)(1 + a)}{h_{сл} \cdot 2 \cos \alpha} \quad (7.24)$$

де  $D$  - діаметр починку, мм;  $d$  - діаметр патрона, мм;  $H_g$  висота конуса намотування, мм;  $a$  - відношення довжини пряжі в прошарку до довжини її в шарі, що намотується при підйомі кільцевої планки (при намотуванні з прошарком  $a = 1/3$ ;  $a = 1/4$ ; при намотуванні без прошарку  $a = 1$ ; 1,2 [4, 8]);

$$U_M = i_{м.к-п.ц} Z_q Z_M \quad (7.25)$$

де  $U_M$  - передавальне відношення між мотальним кулачком і переднім циліндром, що не містить числа зубців змінної мотальної шестерні  $Z_M$  і числа заходів черв'яка  $Z_q$ ;  $i_{м.к-п.ц}$  - передавальне відношення між мотальним кулачком і переднім циліндром;  $h$  - крок витка пряжі в шарі уздовж твірної конуса намотування, мм, що встановлюється рівним трьом-п'яти діаметрам пряжі і з врахуванням формули (1.3), дорівнює:

$$h_{ш} = c d_{np} = c \cdot 0,0357 \sqrt{T_{np} / \delta_{np}}$$

де  $c = 3 \dots 5$ ;  $T_{np}$  - лінійна густина пряжі, текс;  $d_{np}$  - щільність пряжі, мг/мм<sup>3</sup> [11] (для бавовняної пряжі  $\delta_{np} = 0,8 \dots 0,9$  мг/мм<sup>3</sup>); при  $\delta_{np} = 0,83$  мг/мм<sup>3</sup> і кроці, рівному чотирьом діаметрам пряжі, мм:

$$h_{ш} = 4 \cdot 0,0357 \sqrt{T_{np} / 0,83} = 0,1563 \sqrt{T_{np}} \quad (7.26)$$

а крок витка в прошарку:

$$h_{прош} = h_{ш} / \alpha.$$

Підставивши вираз  $h_{ш}$  з формули (7.26) у формулу (7.24), отримаємо в шарі і прошарку довжину пряжі, мм:

$$L = \frac{\pi d_{ц} K_y U_M}{Z_q Z_M} = \frac{H_g \pi (D + d)(1 + a)}{2 \cdot 0,1563 \sqrt{T_{np}} \cos \alpha} \quad (7.27)$$

при цьому довжина пряжі, що змотується за один цикл в шар  $L_{ш}$  і в прошарок  $L_{прош}$  дорівнює, мм:

$$L_{\phi} = L/(1+a) \quad \text{і} \quad L_{i\phi} = L_a/(1+a) \quad (7.28)$$

$\alpha$ - кут нахилу твірної конуса намотування до осі починку, град. (див. рис. 7.4):

$$\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{D-d}{2\dot{I}_a}\right) \quad (7.29)$$

Необхідне число зубців мотальної шестерні отримуємо з рівності (7.27):

$$Z_M = \frac{d_{нц} K_y U_M \cdot 2 \cdot 0,1563 \sqrt{T_{np} \cos \alpha}}{Z_q H_E (D+d)(1+a)} = C_M \frac{K_y \sqrt{T_{np} \cos \alpha}}{Z_q H_E (D+d(1+a))}, \quad (7.30)$$

де  $C_M$  – константа намотування:

$$C_M = d_{пц} U_M 2 \cdot 0,1563 = 7,815U \quad (7.31)$$

Для прядильних машин константу намотування і число зубців змінної мотальної шестерні обчислюють за формулами:  
моделі П-75А (див. рис. 7.1):

$$Z_M = \frac{25 \cdot 60 \cdot 32 \cdot 80 Z_{M2} \cdot 21 \cdot 41 \cdot 2 \cdot 0,1563 K_y \sqrt{T_{np} \cos \alpha}}{Z_q \cdot 32 \cdot Z_{M2} \cdot 21 \cdot 44 \cdot H_B (D+d)(1+\alpha)} = C_M = \frac{K_y \sqrt{T_{np} \cos \alpha}}{Z_q H_B (D+d(1+a))}$$

якщо  $Z_{M2}/Z_{M3}=45/45$

$$C_M = \frac{25 \cdot 60 \cdot 32 \cdot 80 \cdot 45 \cdot 21 \cdot 2 \cdot 0,1563}{32 \cdot 45 \cdot 21 \cdot 44} = 34954,4$$

якщо  $Z_{M2}/Z_{M3} = 54/36$ :

$$C_M = \frac{25 \cdot 60 \cdot 32 \cdot 80 \cdot 54 \cdot 21 \cdot 41 \cdot 2 \cdot 0,1563}{32 \cdot 36 \cdot 21 \cdot 44} = 52431,6$$

- моделей П-76-5М4, П-66-5М4 (див. рис. 7.2):

$$Z_M = \frac{25 \cdot 100 Z_{чш} 32 \cdot 108 \cdot 2 \cdot 0,1563 K_y \sqrt{T_{np} \cos \alpha}}{Z_q \cdot 32 \cdot 80 \cdot H_B (D+d)(1+\alpha)} = C_M \frac{K_y \sqrt{T_{np} \cos \alpha}}{Z_q H_B (D+d(1+a))}$$

якщо  $Z_{чш} = 54$  зуб:

$$C_M = \frac{25 \cdot 100 \cdot 54 \cdot 32 \cdot 108 \cdot 2 \cdot 0,1563}{Z_q \cdot 32 \cdot 80} = 56971,25$$

якщо  $Z_{чш} = 69$  зуб:

$$C_M = \frac{25 \cdot 100 \cdot 69 \cdot 32 \cdot 108 \cdot 2 \cdot 0,1563}{Z_q \cdot 32 \cdot 80} = 72796,75$$

**Приклад.** Розрахувати крок витків намотування шару і прошарку на конусі починку, число зубців змінної мотальної шестерні машини П-75А і довжину  $L$  пряжі  $T_{пр} = 15,4$  текс, що намотується в шарі і прошарку за один оберт мотального кулачка при діаметрі кільця  $D_k = 50$  мм, відношенні довжини пряжі прошарку до довжини її в шарі  $a = 1/3$ , числі заходів черв'яка  $Z_{ч} = 1$ , співвідношенні числа зубців шестерень  $Z_{м2}/Z_{м3} = 54/36$  і  $K_v = 0,98$ .

**Рішення.** Крок витків уздовж твірної конуса намотування знаходимо за формулою (7.26), мм:

- у шарі:

$$h_{ш} = 0,1563 \sqrt{15,4} = 0,61$$

- у прошарку:

$$h_{прош} = 0,61 \cdot 3 = 1,84;$$

- діаметр тіла починку за формулою (7.21), мм:

$$D = 50 - 2 \cdot 1,5 = 47;$$

- діаметр патрона, відповідний діаметру кільця, мм:

$$d = 0,5 D_k = 0,5 \cdot 50 = 25;$$

- висота конуса починку за формулою (7.20), мм:

$$H_b = 1,08 D_k = 1,08 \cdot 50 = 54;$$

- кут нахилу твірної конуса намотування за формулою (7.29):

$$\alpha = \arctg \frac{46,2 - 25}{2 \cdot 54} \arctg 0,2 = 11,30'$$

- довжина пряжі, що намотується в циклі руху кільцевої планки, за формулою (7.27):

$$L = \frac{54 \cdot 3,14 (47 + 25) (1 + 1/3)}{2 \cdot 0,1563 \sqrt{15,4} \cos 11 \cdot 30} = 13547 \text{ мм} = 13,547 \text{ м}$$

- зокрема в шарі:  $L_{ш} = 3/4 \cdot 13,547 = 10,16 \text{ м}$

- і в прошарку:  $L_{прош} = 10,16/3 = 3,387 \text{ м};$

- константа намотування за формулою (7.31):

$$C_m = \frac{25 \cdot 60 \cdot 32 \cdot 80 \cdot 54 \cdot 21 \cdot 41 \cdot 2 \cdot 0,1563}{32 \cdot 36 \cdot 21 \cdot 44 (1 + 1/3)} = 39323,7$$

- число зубців мотальної шестерні за формулою (7.30):

$$Z_M = \frac{52431,6 \cdot 0,98 \sqrt{15,4 \cdot 0,98}}{1,54(47 + 25)(1 + 1/3)} = 38,1; \text{ прийняте } Z_M = 38 \text{ зуб.}$$

**Приклад.** Розрахувати довжину пряжі  $T_{пр} = 18,5$  текс, що намотується за один оберт мотального кулачка, і число зубців мотальної шестерні машини П-75А за умов: діаметр кільця  $D_K = 50$  мм, середній діаметр патрона  $d = 25$  мм, висота конуса намотування  $H_B = 54$  мм, відношення довжини нитки в прошарку  $L_{прош}$  до довжини її в шарі  $L_{ш}$  рівне  $a = L_{прош}/L_{ш} = 1/3$ ,  $K_y = 0,98$ , число заходів черв'яка  $Z_q = 1$ .

**Рішення.** Діаметр починку знаходимо за формулою (7.21):

$$D = 50 - 21,9 = 46,2 \text{ мм.}$$

Кут нахилу твірної конуса намотування до осі починку за формулою (7.29)

$$\alpha = \arctg \frac{46,2 - 25}{2 - 54} = \arctg 0,196 = 11,10 = 11^\circ 06'$$

Крок витків намотування в шарі за формулою (7.26):

$$h_{ш} = 0,1563 \sqrt{18,5} = 0,67 \text{ мм.}$$

Довжина пряжі, що намотується за один цикл, за формулою (7.27):

$$L = \frac{3,14(46,2 + 25) \cdot 54}{2 \cdot 0,67 \cos 11,068} (1 + 1/a) = 12317i$$

у тому числі  $i$  в прошарку за формулами (7.28):

$$L_{ш} = 12317 / (1 + 1/3) = 9237,75 \text{ мм;}$$

$$L_{прош} = 12317 / (1 + 1/3) = 3079,25 \text{ мм.}$$

Шукане число зубців мотальної шестерні за формулою (7.30):

$$Z_M = \frac{34954,4 \cdot 0,98}{1} \frac{\sqrt{18,5} \cdot \cos 11^\circ 06'}{(46,2 + 25)(1 + 1/3) \cdot 54} = 28$$

**Розрахунок товщини і зміщення шарів, кута повороту і числа зубців храповика.** Параметри шару пряжі, що формується за один оберт мотального кулачка:  $H_B$  - висота в напрямку осі починку (висота конуса намотування), мм;  $H_B / \cos \alpha$  - довжина твірної конуса намотування, мм;  $b$  - товщина шару в напрямку, перпендикулярному твірній конуса, мм;  $b_1$  - товщина у напрямі

радіусу, мм;  $\delta_n$ - щільність намотування пряжі на починку, г/см<sup>3</sup>;  $S$  - зміщення шарів, мм.

Співвідношення між параметрами (див. рис. 7.4, б):

$$b = b_1 \cos \alpha = S \sin \alpha \quad b_1 = S / \operatorname{ctg} \alpha \quad S = b / \sin \alpha = b_1 \operatorname{ctg} \alpha.$$

Площа поперечного перерізу шару, мм<sup>2</sup>

$$F = H_b b_1 = H_b b \cos \alpha$$

Об'єм шару, мм<sup>3</sup>:

$$V = \frac{\pi(D^2 - d^2)H_a b}{2 \cos \alpha}$$

Маса пряжі в шарі, г:

- по параметрах конуса намотування:

$$q = V \frac{\delta_i}{10^3} = \frac{\pi(D^2 - d^2)H_a b}{2 \cos \alpha \cdot 10^3};$$

- по масі пряжі довжиною  $L$ , мм, в шарі:

$$q = \frac{LT_{np}}{10^6} = \frac{\pi(D-d)H_a(1+a)T_{np}}{10^6 \cdot 2 \cdot 0,1563 \sqrt{T_{np}} \cdot \cos \alpha}.$$

Вирішуючи спільно дві останніх рівності, знаходимо товщину шару, мм:

$$b = \frac{(1+a)T_{np} \cos \alpha}{156,3\delta_n}; \quad b_1 = \frac{(1+a)T_{np}}{156,3\delta_n};$$

і зміщення послідовних шарів, мм:

$$S = \frac{2H_a(1+a)\sqrt{T_{np}}}{156,3\delta_n(D-d)\cos \alpha} = \frac{(1+a)\sqrt{T_{np}}}{156,3\delta_n \sin \alpha}; \quad (7.32)$$

При кожному опусканні мотального важеля (підйомі кільцевої планки) храповик повертається на кут  $\beta$ , намотуючи на мотальний барабанчик ланцюг, завдяки чому відбувається зміщення вгору кільцевої планки  $S$ .

Необхідний кут повороту храповика  $\beta$ , град., за цикл руху кільцевої планки можна обчислити, використовуючи наступне співвідношення:

$$\beta = \frac{360^\circ T_{np} L n_{xp}}{10^6 G} = \frac{360^\circ n_{xp}}{m} = \frac{360^\circ k_{xp}}{Z_{xp}} = S \frac{360^\circ}{i_{m,\delta-k,n}}, \quad (7.33)$$

де  $T_{np}$  - лінійна густина пряжі, текс;  $L$  - довжина пряжі, що намотується за цикл руху кільцевої планки, мм;  $n_{xp}$  - число обертів храповика за час формування

повного починку (визначають при обертанні храповика вручну, піднімаючи кільцеву планку з нижнього її положення у верхнє);  $k_x$  - число зубців подачі храповика за один хід кільця планки;  $G$  - маса пряжі повного починку, г;  $t$  - загальне число подач, або число шарів в починках, або число повних обертів мотального кулачка за час формування починку;  $i_{м.б-к.л}$  - передавальне відношення всіх важелів і блоків між мотальним барабанчиком, на який намотується ланцюг, і кільцевою планкою.

Якщо розраховане необхідне зміщення шарів  $S$  за формулою (7.32), то необхідний кут  $\beta$  повороту храповика розраховують, використовуючи кінематичну схему передачі руху на машині і регулюють:

- на прядильній машині з мотальним механізмом підвісного типу і з гнучкими зв'язками (П-75А, П-70), змінюючи розмах ходу собачки, що повертає храповик з незмінним числом зубців;

- на прядильних машинах з мотальним механізмом важельно-ланцюгового типу, встановлюючи змінний храповик з відповідним числом зубців  $Z_x$  і (або) регулюючи поворот храповика собачкою в циклі на один або два зуби ( $Z_{ч} = 1$  або 2 зуба).

В мотальному механізмі підвісного типу з гнучкими зв'язками (див.рис.7.1) на машині П-75А кут повороту храповика, град:

$$\beta = S \frac{360^\circ}{i_{xp-к.л}} = S \frac{360^\circ}{i_1 i_2} = S \frac{360^\circ \cdot 517}{511,8} = 364S \quad (7.34)$$

де  $i_1$  - передавальне відношення між валом мотального барабанчика і кільцевою планкою:

$$i_1 = \frac{70}{100} \frac{(D_{м.б.} + 11,8)(D_2 + 11,8)\pi}{(D_1 + 11,8)} = \frac{70}{100} \frac{(124,2 + 11,8)(185 + 11,8)3,14}{(103,2 + 11,8)} = 511,8;$$

де  $D_{м.б.}$  - діаметр мотального блоку, мм ( $D_{м.б.} = 124,2$  мм);  $D_1$  і  $D_2$  - діаметри відповідно малого і великого блоку, мм ( $D_1 = 103,2$  мм або 115,2 мм, і  $D_2 = 185$  мм; 11,8 – товщина ланцюга на блоках, мм; 124,2, 103,2 (або 115,2), 185 - діаметри блоків мотального механізму, мм;  $i_2$  - передавальне число диференціального механізму в передачі від храповика до мотального барабанчику:

$$i_2 = 1 - \frac{48 \cdot 43}{44 \cdot 47} = \frac{1}{517}.$$

В мотальному механізмі важельно-ланцюгового типу (див. рис. 7.2) на машинах П-66-5М4, П-76-5М4, град:

$$\beta = S \frac{360^\circ}{\pi(D_{м.б.} + 10,5)} \frac{(D_1 + 10,5)}{(D_2 + 10,5)} \frac{2l_x Z_{ч.ш}}{l Z_{ч.2}} \quad (7.35)$$

і число зубців змінного храповика в мотальному механізмі з формули (7.33):

$$Z_{xp} = 360 k_x / \beta,$$

де  $D_{м.б}$  - діаметр мотального барабанчика, мм;  $D_1$  і  $D_2$  - менший (ведомий) і більший (або рівний) діаметри подвійного блоку, мм;  $l$  і  $l_x$  - довжина горизонтального і вертикального (регулюючого) плеча кутового важеля, мм;  $Z_{ч.ш}$  - число зубців черв'ячної шестерні в передачі від шпинделя храповика до валу мотального барабанчика (на рис. 7.3  $Z_{ч.ш} = 24$  зуб.);  $Z_{ч2}$  - число заходів черв'яка в передачі від храповика; 10,5 - розрахункова товщина ланцюга, мм. Розміри блоків  $D_{м.б}$ ,  $D_1$ ,  $D_2$  плеч  $l$  та  $l_x$  важелів машин заводу «Пензмаш» і об'єднання «Узбектекстильмаш» наведені в довіднику [8].

**Приклад.** Розрахувати необхідний зміщення шарів вздовж осі починку на машині П-76-5М4 і число зубців змінного храповика за умов прядіння: пряжа  $T_{пр} = 18,5$  текс намотується на патрон з діаметром  $d = 25$  мм, діаметр тіла починку  $D = 47$  мм, відношення кроку витків в прошарку до довжини кроку витків в шарі  $a = 1/4$ , висота конуса намотування  $H_B = 56$  мм діаметри блоків мотального механізму  $D_{м.б} = 116$  мм  $D_1 = 130$  мм і  $D_2 = 206$  мм, щільність намотування пряжі на починку  $\delta = 0,49$  мг/мм<sup>3</sup>, подвоєна розрахункова товщина ланцюга 10,5 мм (див. рис. 7.5, б), плечі кутового важеля  $l = 307$  мм,  $l_x = 297$  мм, черв'ячна шестерня  $Z_{ч.ш} = 24$  зуб., черв'як однозахідний  $k_1 = 1$ .

**Рішення.** Кут нахилу твірного конуса намотування до осі починка знаходимо за формулою (7.29):

$$\alpha = \arctg \frac{47 - 25}{2 \cdot 56} \arctg 0,196 = 11,11^\circ$$

Зміщення послідовних шарів вздовж осі починка за формулою (7.32):

$$S = (1 + 1/4) \sqrt{18,5} (156,3 \cdot 0,49 \cdot 0,192) = 0,37.$$

Кут повороту храповика в циклі намотування шару за формулою (7.33):

$$\beta = 0,37 \frac{360^\circ}{3,14 \cdot (116 + 10,5)} \frac{130 + 10,5}{206 + 10,5} \frac{2 \cdot 297 \cdot 24}{307 \cdot 1} = 9,96^\circ.$$

Число зубців храповика за формулою (7.37):

$$Z_{хр} = 360 / 9,96 = 36 \text{ зуб.}$$

**Розрахунок передавального відношення важелів і блоків між мотальним кулачком і кільцевою планкою.** Висота конуса намотування починка рівна розмаху кільцевої планки при намотуванні тіла починка і залежить від ексцентриситету  $E$  мотального кулачка і від масштабу  $i_{м.б-к.п}$  переміщення між кулачком і кільцевою планкою. Необхідну висоту  $H_B$  конуса починка отримують зміною масштабу переміщення, для чого:

- у мотальному механізмі важельно-ланцюгового типу (машини П-76-5М, П-66-5М і ін.), змінюють довжину  $l_x$  вертикального плеча кутового важеля (рис. 7.5, а), що розраховується за формулою:



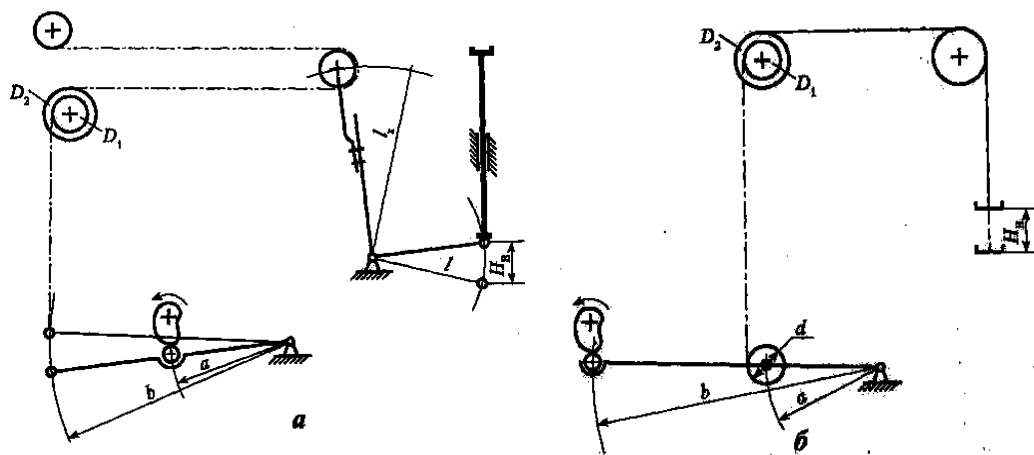
$$l_x = E \frac{b(D_2 + 10,5)l}{2a(D_1 + 10,5)H_e} \quad (7.36)$$

де  $E$  - ексцентриситет мотального кулачка, мм;  $b$  і  $a$  – відстань від осі починка мотального важеля, відповідно до осей мотального блочка  $D_{м.б}$  і каточка кулачка, мм;  $D_1$  і  $D_2$  - менший і більший діаметри подвійного мотального блока мм;  $H_B$  - висота верхнього конуса намотування починка, мм [11]; 10,5 – подвійна розрахункова товщина ланцюга. На прядильних машинах П-66 и П-76 заводу «Пензмаш» при  $E = 45$  мм  $l_x = 14983,7/H_B$ ; при  $E = 54$  мм  $l_x = 17980,4/H_B$ ;

- в мотальних механізмах підвісного типу з гнучкими зв'язками (машина П-75А) - змінюючи відстань  $a$  від осі перекидного блоку до осі коливання мотального важеля (рис. 7.5, б) [7]; цю відстань з достатньою точністю можна розрахувати за формулою, мм:

$$a = \frac{H_e}{E} \frac{b(D_1 + 11,8)}{D_2} - 0,5(d + 11,8) \quad (7.37)$$

де  $H_B$  - висота конуса намотування починка, мм;  $a$  - відстань від осі катка мотального важеля до осі коливання важеля, мм;  $D_1$  і  $D_2$  - діаметри ведомого і ведучого ступеня подвійного блоку, мм;  $D_1 = 115,5$  або  $103,2$  мм і  $D_2 = 185$  мм;  $d$  - діаметр перекидного блоку мотального важеля, мм;  $d = 80$  мм;  $E$  - ексцентриситет мотального кулачка, мм;  $E = 45$  мм; розрахункова товщина ланцюга рівна 11,8 мм.



**Рис. 7.5.** Схеми мотального механізму: важельно-ланцюгового типу (а); підвісного типу з гнучкими зв'язками (б)

**Розрахунок числа зубців змінних шестерень і храповика при перезавправці прядильної машини.** Нове число зубців змінної шестерні при перезавправці прядильної машини з пряжі  $T_{пр.с}$  на пряжу  $T_{пр.н}$ . визначають при розрахунку з використанням параметрів попередньої заправки.

Нове число зубців витяжної шестерні для зміни загальної витяжки:

$$Z_{B,H} = Z_{B,H} \frac{T_{PP,H} T_{P,C}}{T_{PP,C} T_{P,H}} \quad (7.38)$$

де  $T_{P,C}$  і  $T_{P,H}$  - лінійна густина рівниці старої і нової заправок.

Нове число зубців крутильної шестерні для зміни скручення пряжі:

- прядильної машини з однією (основною) змінною крутильною шестернею (машини П-66-5М4, П-76-5М4 і подібні до них):

$$Z_{K,H} = \sqrt{\frac{T_{PP,H} \alpha_{T,C} K_{V,H}}{T_{PP,C} \alpha_{T,H} K_{V,C}}} Z_{K/C} \quad (7.39)$$

- прядильної машини з попарно змінними крутильними шестернями (машини П-75А, П-70):

$$\frac{Z'_{K,H}}{Z_{K,H}} = \sqrt{\frac{T_{PP,H} \alpha_{T,C} K_{V,C} Z_{K,C}}{T_{PP,C} \alpha_{T,H} K_{V,H} Z_{K,C}}} \quad (7.40)$$

Нове число зубців змінної мотальної шестерні для зміни кроку витків намотування пряжі:

- при зміні лінійної густини пряжі, коефіцієнта скручення пряжі і щільність намотування починка:

$$Z_{M,C} = Z_{X,C} \sqrt{\frac{T_{PP,H} \delta_H K_{V,H}}{T_{PP,C} \delta_C K_{V,C}}} \quad (7.41)$$

- при зміні діаметру патрона і збереженні лінійної густини пряжі:

$$Z_{M,H} = Z_{M,C} = \frac{D + d_C}{D + d_H} \quad (7.42)$$

Нове число зубців храповика для зміни зміщення шарів починка:

- при невеликій різниці в лінійній густині пряжі:

$$Z_{X,H} = Z_{X,C} \frac{T_{PP,C} \delta_H K_{V,H}}{T_{PP,H} \delta_C K_{V,C}}; \quad (7.43)$$

- при зміні діаметру патрона і збереженні лінійної густини пряжі:

$$Z_{X,H} = Z_{X,C} \frac{D - d_H}{D - d_C}; \quad (7.44)$$

- при зміні числа зубців мотальної шестерні:

$$Z_{X,H} = Z_{X,C} Z_{M,H} / Z_{M,C} \quad (7.45)$$

Практично в розраховане число змінних шестерень і храповика іноді доводиться вносити поправку.

### 7.6. Завдання для розрахунку

7.29. Розрахувати масу пряжі повного починка за умов: діаметр тіла починка  $D = 48$  мм, діаметр патрона  $d = 22$  мм, висота нижнього конуса намотування (гнізда)  $H_n = 31$  мм, висота верхнього конуса намотування  $H_b = 45$  мм, висота циліндричної частини починка  $H_{ц} = 150$  мм, щільність намотування  $\delta_n = 0,49$  мг/мм<sup>3</sup> (рис. 7.4).

7.30. Розрахувати масу пряжі починка, що формується з використанням кільця діаметром  $D_k = 45$  мм, патрона з середнім діаметром  $d = 20$  мм, щільність починка  $\delta = 0,48$  мг/мм<sup>3</sup> при висоті нижнього конуса (гнізда) починка  $H_n = 36$  мм, висоті верхнього його конуса  $H_b = 50$  мм, повній висоті намотування  $H_0 = 230$  мм (рис. 7.4).

7.31. Розрахувати загальну довжину  $L$  пряжі  $T_{пр} = 25$  текс і число повних шарів  $m$  (шарів з прошарком), що намотуються при формуванні починка масою  $M = 140$  г, при частоті обертання веретен  $n_b = 12000$  хв<sup>-1</sup>, коефіцієнті кручення пряжі  $\alpha_t = 40,50$  і тривалості одного циклу руху кільцевої планки (підйом і опускання),  $t = 30$  с.

7.32. Розрахувати необхідну тривалість підйому і опускання кільцевої планки при намотуванні одного повного шару пряжі починку на прядильній машині П-76-5М4 при числі зубців шестерень: крутильної  $Z_k = 38$ , мотальної  $Z_m = 32$ , частоті обертання головного валу  $n_{г.в} = 1250$  хв<sup>-1</sup> і відношенні довжини пряжі в прошарку до довжини її в шарі  $a = 1/4$ .

7.33. Розрахувати константу намотування і число зубців мотальної шестерні кільцевої прядильної машини П-76-5М4 при діаметрі починку  $D = 45$  мм, середньому діаметрі патрона  $d = 22$  мм, висоті конуса намотування  $H_b = 50$  мм, кроці витків намотування шару уздовж твірної конуса  $h_{сл} = 0,6$  мм, коефіцієнті укочування пряжі  $K_y = 0,98$ , відношенні довжини пряжі в прошарку до довжини її в шарі  $a = 1/4$ , діаметрі переднього циліндра  $d_{п.ц} = 25$  мм і числі заходів черв'яка в передачі до мотального кулачка  $Z_{ч.м} = 2$ .

7.34. Розрахувати константу і число зубців мотальної шестерні на прядильній машині П-66-5М4 при діаметрі починку  $D = 45$  мм, діаметрі патрона  $d_n = 19,3$  мм, висоті конуса намотування  $H_b = 43$  мм, кроці витків шару  $h_{ш} = 0,6$  мм, коефіцієнті укочування пряжі  $K_y = 0,98$ , відношенні довжини пряжі в прошарку до довжини її в шарі  $a = 1/4$ , діаметрі переднього циліндра  $d_{п.ц} = 25$  мм і числі заходів черв'яка  $Z_q = 2$ .

7.35. Розрахувати крок витків в прошарку  $h_{прош}$  тіла починку, якщо діаметр починку  $D = 45$  мм, діаметр патрона  $d = 22$  мм, кут між твірною конуса починку і його віссю  $a = 12^\circ$ , швидкість переднього циліндра  $V_{п.ц} = 12$  м/хв, тривалість намотування шару  $t = 34$  с, відношення довжини пряжі в прошарку до довжини її в шарі  $a = 1/3$ , коефіцієнт укочування пряжі  $K_y = 0,97$ .

7.36. Розрахувати число зубців мотальної шестерні  $Z_m$  при виробленні пряжі  $T_{пр} = 7,5$  текс на прядильній машині П-66-5М4 з діаметром кільця  $D_k = 38$

мм і діаметром патрона  $d = 17$  мм при числі заходів черв'яка  $Z_q = 2$ , куті між твірною конуса намотування на починку  $a = 25^\circ$ , коефіцієнті укручування пряжі  $K_y = 0,98$ , відношенні довжини нитки в шарі до довжини її в прошарку  $a = 1/4$ .

7.37. Розрахувати окремо довжину пряжі в шарі і довжину її в прошарку починку діаметром  $D = 47$  мм при середньому діаметрі патрона  $d = 25$  мм, висоті верхнього конуса починку  $H_b = 54$  мм, кроці витків в шарі  $h_{ш} = 0,7$  мм, відношенні довжини пряжі в прошарку до довжини її в шарі  $a = 1/4$ .

7.38. Розрахувати окремо довжину пряжі в шарі і довжину її в прошарку починку на прядильній машині П-76-5М4, якщо число зубців мотальної шестерні  $Z_m = 38$ , відношення довжини нитки в прошарку до довжини її в шарі  $a = 1/4$ .

7.39. Розрахувати окремо довжину пряжі в шарі і прошарку, якщо діаметр починку  $D = 44$  мм, діаметр патрона  $d = 22$  мм, висота верхнього конуса починку  $H_b = 40$  мм, крок витків в шарі  $h_{сл} = 0,6$  мм, крок витків в прошарку  $h_{прош} = 2,4$  мм.

7.40. Розрахувати окремо довжину пряжі в шарі і прошарку починку діаметром  $D = 42$  мм при середньому діаметрі патрона  $d_{п} = 20$  мм, висоті конуса починку  $H_e = 41$  мм, кроці витків в шарі  $h_{ш} = 0,8$  мм, відношенні довжини пряжі в прошарку до довжини її в шарі  $a = 1/4$ .

7.41. Розрахувати довжину пряжі в шарі і в прошарку на прядильній машині П-76-5М4 при числі зубців мотальної шестерні  $Z_m = 36$ ; відношення довжини пряжі в прошарку до довжини її в шарі  $a = 1/4$ .

7.42. Розрахувати окремо довжину пряжі в шарі і в прошарку на прядильній машині П-76-5М4, якщо число зубців мотальної шестерні  $Z_m = 36$ , відношення довжини нитки в шарі до довжини її в прошарку  $1/a = 3$ , коефіцієнт укручування пряжі  $K_y = 0,97$ .

7.43. Розрахувати окремо довжину пряжі в шарі і прошарку прядильного починку, якщо діаметр починку  $D = 47$  мм, діаметр патрона  $d_{п} = 25$  мм, висота верхнього конуса починку  $H_b = 54$  мм, крок витків в шарі  $h_{ш} = 0,9$  мм, відношення довжини пряжі в прошарку до довжини її в шарі  $a = 1/4$ .

7.44. Розрахувати тривалість намотування повного шару (шару і прошарка) при діаметрі починку  $D = 39$  мм, діаметрі патрона  $d = 22$  мм, висоті верхнього конуса намотування  $H_b = 46$  мм, кроці витків в шарі  $h_{ш} = 0,6$  мм, окружній швидкості переднього циліндра  $V_{п.ц} = 12$  м/хв, коефіцієнті укручування пряжі  $K_y = 0,97$ .

7.45. Розрахувати зміщення  $S$  шарів намотування пряжі  $T_{пр} = 10$  текс уздовж осі починку в кожному циклі руху кільцевої планки при куті нахилу твірної конуса намотування до осі починку  $a = 11^\circ$ , щільність намотування починку  $\delta_n = 0,49$  мг/мм<sup>3</sup>, кроці витків намотування в шарі  $h_{ш} = 0,5$  мм, відношенні довжини пряжі в прошарку до довжини її в шарі, рівному  $a = 1/3$ .

7.46. Визначити оптимальний діаметр починку (діаметр нижньої частини конуса намотування), середній діаметр патрона  $d_{п}$ , висоту верхнього конуса намотування  $H_b$  і крок витків намотування шару при намотуванні пряжі  $T_{пр} = 15,4$  текс, якщо діаметр кільця  $D_k = 41,5$  мм, кут між твірними конуса

намотування шару  $2a = 25^\circ$ .

7.47. Розрахувати товщину одного повного шару (шару і прошарку) намотування пряжі лінійної густини  $T_{\text{пр}} = 25$  текс при діаметрі починку  $D = 44$  мм, діаметрі патрона  $d = 19$  мм, висоті верхнього конуса починку  $H_{\text{в}} = 50$  мм, кроці витків намотування шару  $h_{\text{ш}} = 0,5$  мм при сумарній довжині пряжі в шарі і прошарку  $L = 8$  м, щільність намотування пряжі  $\delta_{\text{н}} = 0,48$  г/см<sup>3</sup> і куті між твірною конуса намотування і віссю починку  $\alpha = 12^\circ$ .

7.48. Розрахувати товщину  $b$  одного повного шару (шару і прошарку) в напрямі, перпендикулярному твірній конуса намотування пряжі лінійної густини  $T_{\text{пр}} = 7,5$  текс, при відношенні довжини пряжі в прошарку до довжини її в шарі  $a = 1/3$ , кроці витків намотування шару  $h_{\text{ш}} = 0,62$  мм, щільності намотування пряжі  $\delta = 0,48$  г/см<sup>3</sup>.

7.49. Розрахувати товщину  $b$  в напрямі, перпендикулярному твірній конуса намотування, одного шару пряжі  $T_{\text{пр}} = 18,5$  текс при діаметрі тіла починку  $D = 47$  мм, середньому діаметрі патрона  $d = 22$  мм, висоті верхнього конуса намотування  $H_{\text{в}} = 50$  мм, кроці витків намотування шару  $h_{\text{ш}} = 0,5$  мм, сумарній довжині пряжі, що намотується за один оберт мотального кулачка,  $L = 8$  м, щільності намотування починку  $\delta_{\text{н}} = 0,49$  мг/мм<sup>3</sup> і куті нахилу твірної конуса намотування до осі починку  $\alpha = 11^\circ 30'$ .

7.50. Розрахувати число повних шарів (шару і прошарку) на починку, якщо маса пряжі на починку  $G = 130$  г, лінійна густина пряжі  $T_{\text{пр}} = 18,5$  текс, час на підйом і опускання кільцевої планки  $t = 30$  с, частота обертання веретен  $n_{\text{в}} = 12000$  хв<sup>-1</sup>, коефіцієнт кручення  $\alpha_{\text{т}} = 40,50$ .

7.51. Скільки повних шарів (шару і прошарку) в починку пряжі  $T_{\text{пр}} = 25$  текс при масі починку  $G = 80$  г, тривалості циклу руху кільцевої планки при намотуванні одного повного шару,  $t = 30$  с, частоті обертання веретен  $n_{\text{в}} = 12000$  хв<sup>-1</sup>, коефіцієнт кручення  $\alpha_{\text{т}} = 40,50$  і укручення пряжі  $U_{\text{к}} = 4\%$  пряжі.

7.52. Розрахувати число повних шарів на починку масою  $G = 100$  г пряжі  $T_{\text{пр}} = 15,4$  текс при діаметрі починку  $D = 43$  мм, діаметрі патрона  $d = 21$  мм, висоті верхнього конуса намотування  $H_{\text{в}} = 42$  мм.

7.53. Розрахувати тривалість намотування повного шару (шару і прошарку) за цикл руху кільцевої планки при діаметрі починку  $D = 42$  мм, діаметрі патрона  $d = 20$  мм, висоті конуса намотування  $H_{\text{в}} = 34$  мм, кроці витків намотування шару  $h_{\text{ш}} = 0,75$  мм, окружній швидкості переднього циліндра  $v_{\text{п.ц.}} = 12$  м/хв, коефіцієнті укручення  $K_{\text{у}} = 0,97$ .

7.54. Розрахувати зміщення послідовних шарів уздовж осі починку при намотуванні шарів його тіла в кожному циклі руху кільцевої планки для пряжі лінійної густини  $T_{\text{пр}} = 10$  текс при відношенні довжини пряжі в прошарку до довжини її в шарі  $a = 1/3$ , кроці витків намотування шару  $h_{\text{ш}} = 0,49$  мм, щільності намотування пряжі  $\delta = 0,48$  г/см, куті між твірною конуса намотування і віссю починку  $\alpha = 11^\circ$ .

7.55. Розрахувати зміщення послідовних шарів уздовж осі починку при намотуванні шарів тіла його в кожному циклі руху кільцевої планки для пряжі  $T_{\text{пр}} = 10$  текс при висоті верхнього конуса намотування  $H_{\text{в}} = 40$  мм, відношенні

довжини пряжі в прошарку до довжини її в шарі  $a = 1/3$ , щільності намотування пряжі  $\delta_n = 0,48 \text{ г/см}^3$ , куті між твірною конуса намотування і віссю починка  $\alpha = 12^\circ$ .

7.56. Розрахувати зміщення послідовних шарів пряжі  $T_{\text{пр}} = 10$  текс, намотуваних в кожному циклі руху кільцевої планки уздовж осі починка, при кроці витків шару уздовж твірної конуса намотування  $h_{\text{ш}} = 0,49$  мм, куті нахилу твірної до осі починку  $\alpha = 11^\circ$ , щільності намотування починку  $\delta_n = 0,48$  мг/мм, відношенні довжини пряжі в шарі до довжини її в прошарку  $1/a=3$ .

7.57. Розрахувати зміщення кільцевої планки для намотування наступного шару тіла починку прядильної машини П-75А при куті  $\beta = 150^\circ$  повороту храповика за час одного оберта мотального кулачка для намотування з прошарком.

7.58. Розрахувати зміщення кільцевої планки прядильної машини П-66-5М4 для намотування наступного шару тіла починку при числі обертів храповика  $Z_x = 50$  зуб. і повороті його за один оберт мотального кулачка на два зуби ( $k_{\text{хр}} = 2$ ).

7.59. Розрахувати зміщення шарів тіла починку уздовж його осі в кожному циклі руху кільцевої планки для пряжі  $T_{\text{пр}} = 11,8$  текс при висоті верхнього конуса намотування  $H_v = 44$  мм, відношенні довжини пряжі в прошарку до довжини її в шарі  $a = 1/4$ , щільності намотування пряжі  $\delta_n = 0,47 \text{ г/см}^3$ , діаметрі починку  $D = 45$  мм, діаметрі патрона  $d = 22$  мм, куті між твірною конуса намотування і віссю починку  $\alpha = 12^\circ$ .

7.60. Розрахувати необхідний кут повороту храповика прядильної машини П-75А для зміщення послідовних шарів в тілі починка  $S = 0,4$  мм при передавальних числах від валу мотального блочка до кільцевої планки  $i_1 = 414,3$  і від шпинделя храповика до валу мотального блоку  $i_2 = 1/517$ .

7.61. Розрахувати кут повороту і число зубців храповика прядильної машини для зміщення послідовних шарів в тілі починка при масі повного починка  $G = 100$  г, числі обертів храповика за час напрацювання повного починка  $n_{\text{хр}} = 48$ , довжині пряжі в одному повному шарі (шарі і прошарку)  $L = 5,2$  м і лінійній густині пряжі  $T_{\text{пр}} = 10$  текс; у кожному циклі руху кільцевої планки храповик повертається на один зуб.

7.62. Розрахувати число зубців храповика прядильної машини, що виготовляє пряжу  $T_{\text{пр}} = 16,5$  текс, при щільності намотування пряжі  $\delta = 0,47 \text{ г/см}^3$ , діаметрі починка  $D = 54$  мм, діаметрі патрона  $d = 21,5$  мм, висоті верхнього конуса намотування  $H_v = 47$  мм, відношенні довжини пряжі в прошарку до довжини її в шарі  $a = 1/3$ .

7.63. Розрахувати число зубців храповика прядильної машини, що виготовляє пряжу  $T_{\text{пр}} = 10,8$  текс, при масі пряжі на починку  $G = 100$  г, повороті храповика собачкою в кожному циклі на один зуб  $k_{\text{ч.х}} = 1$ , довжині повного шару  $L = 4500$  мм, якщо шпиндель храповика при подачі на один зуб в циклі за час формування повного починка зробить  $n_{\text{хр}} = 58,8$  обертів.

7.64. Розрахувати число зубців храповика прядильної машини П-76-5М4 для виготовлення пряжі  $T_{\text{пр}} = 18,5$  текс при масі пряжі на починку  $G = 120$  г,

числі обертів храповика за час формування повного починка  $n_{xp} = 20$ , повороті храповика на  $k_{ч.х} = 2$  зуб. за один оберт мотального кулачка, числі зубців мотальної шестерні  $Z_m = 36$ , коефіцієнті укручування пряжі  $K_y = 0,97$ , числі заходів черв'яка  $k_{ч.м} = 2$ .

7.65. Розрахувати по кінематичній схемі передачі руху прядильної машини П-75А (див. рис. 7.1) число обертів веретена за один оберт переднього циліндра при відношенні чисел зубців парних змінних крутильних шестерень  $Z_{к4} / Z_{к3} = 54/42$ , а також при: а)  $Z_{к2}/Z_{к1}=22/66$ ; б)  $Z_{к2}/Z_{к1}=66/22$ . Коефіцієнт ковзання тангенціального ремня рівний 0,99.

7.66. Вирішити задачу 7.65 при співвідношенні чисел зубців шестерень  $Z_{к4}/Z_{к3} = 64/32$ .

7.67. Розрахувати по кінематичній схемі передачі руху прядильної машини П-66-5М4 (див. рис. 7.2) число обертів веретена за один оберт переднього циліндра при числі зубців крутильної шестерні а)  $Z_k = 25$  зуб., б)  $Z_k = 80$  зуб.; коефіцієнті ковзання тасьми приводу веретен, рівному 0,98.

7.68. Розрахувати по кінематичній схемі передачі руху прядильної машини П-75А (див. рис. 7.1) число обертів переднього циліндра і довжину мички, що випускається за один оберт мотального кулачка, при однозахідному черв'яку, числі зубців мотальної шестерні  $Z_m = 50$  для намотування з прошарком при  $a = 1/4$ .

7.69. Вирішити задачу 7.68 для умов намотування без прошарку при  $a = 1/0,8$  і відповідному цьому числі зубців мотальної шестерні  $Z_m$ .

7.70. Розрахувати по кінематичній схемі передачі руху машини ПУ-66-5М4 (див. рис. 7.2) число обертів переднього циліндра і довжину мички, що випускається за один оберт мотального кулачка, при черв'яку двозахідному і числі зубців мотальної шестерні  $Z_m = 32$ .

7.71. Розрахувати по кінематичній схемі передачі руху машини П-76-5М4 (див. рис. 7.2) мінімальну і максимальну тривалість, хв, одного циклу руху кільцевої планки (підйом і опускання) при діаметрах блоків  $D_{см1}=150$  мм на головному валу  $D_{см2} = 150$  мм; числі зубців шестерень: крутильної  $Z_k = 54$ , мотальної  $Z_m = 32$ , черв'ячної  $Z_{ч.ш}=54$  зуб.; числі заходів черв'яка  $Z_{ч.м} = 1$ ; загальні втрати від ковзання пасової і тасьмової передачі складають 4 %.

7.72. Розрахувати необхідну довжину  $l_x$  вертикального плеча кутового важеля для отримання розмаху кільцевої планки, рівного  $H_b = 50$  мм, при ексцентриситеті мотального кулачка  $E = 47,5$  мм, відстанях від осі кочення мотального важеля до осі починка кулачка  $a = 290$  мм і до осі мотального барабанчика  $b = 400$  мм, діаметрах подвійних блоків  $D_1 = 150$  мм і  $D_2 = 190$  мм, довжині горизонтального плеча кутового важеля  $l = 307$  мм (див. рис. 7.5, б).

7.73. Розрахувати ексцентриситет  $E$  мотального кулачка, при якому висота кільцевої планки  $H_b = 48$  мм, якщо відстань від осі кочення мотального важеля до катка кулачка  $a = 369$  мм, до мотального блочка  $b = 487$  мм, довжина горизонтального плеча кутового важеля  $l = 307$  мм, вертикального плеча кутового важеля  $l_x = 278$  мм, діаметри подвійних блоків  $D_1 = 150$  і  $D_2 = 190$  мм (див. рис. 7.5, б).

7.74. Розрахувати розмах кільцевої планки при ексцентриситеті мотального кулачка  $E = 47,5$  мм, відстані від осі гойдання мотального важеля до осі катка кулачка  $a = 290$  мм і до осі мотального барабанчика на важелі  $b = 400$  мм, діаметрах подвійних мотальних блоків  $D_1 = 150$  і  $D_2 = 190$  мм, довжині плечей кутового важеля: горизонтального  $l = 307$  мм і вертикального (регульованого)  $l_x = 300$  мм (див. рис.7.5, б).

## 7.7. Розрахунок норми продуктивності і норми обслуговування машин

**Розрахунок норми продуктивності машини і норми виробітку прядильниці.** Методику розрахунку розглянемо на наступному прикладі.

**Приклад.** Розрахувати норму продуктивності машини П-75А і норму виробітку прядильниці за умови: виробляється основна пряжа  $T_{пр} = 18,5$  текс з коефіцієнтом скручення  $\alpha = 40,50$ , усадка пряжі від скручення  $U_k = 4\%$ , маса пряжі на починку  $G = 110$  г, маса рівниці на катушці  $G_p = 900$  г, частота обертання веретен  $n_v = 12600$  хв<sup>-1</sup>, число веретен на машині  $a = 384$ , число обривів за годину на 1000 веретен: пряжі 40, рівниці 4; число зйомниць в бригаді 2; нормативний час на зйом починку, насаджування патрона, заправку пряжі в патрон  $t_3 = 1,5$  с; тривалість підготовки машини на уповільненому ході до зйому і пуску після зйому  $t_{доп} = 25$  с; число зйомниць в бригаді  $ч_3 = 2$ ; коефіцієнт неодночасності в роботі зйомниць  $K_d = 1,01$ ; коефіцієнт намотування  $K_n = 0,992$ ; витрати часу за зміну на дрібний ремонт, налагодження і особисті потреби  $t_{п} = 6$  хв.

**Рішення.** Число скручень на 1 м пряжі:

$$K = 100\alpha_T / \sqrt{\delta_{iv}} = 100 \cdot 40,50 / \sqrt{18,5} = 941,6 \text{ м}^{-1}$$

Коефіцієнт укручення пряжі:

$$K_y = 1 - U/100 = 1 - 4/100 = 0,96$$

Теоретична продуктивність:

- веретена:

$$П_{т.в} = n_v T_{пр} 60 / (K \cdot 10^6) = 12600 \cdot 18,5 \cdot 60 / (941,6 \cdot 10^6) = 0,01485 \text{ кг/год}$$

- 1000 веретен:

$$П_{т(1000)} = n_v T_{пр} 60 / (K \cdot 10^3) = 12600 \cdot 18,5 \cdot 60 / (941,6 \cdot 10^3) = 14,85;$$

- машини, що має  $a = 384$  веретена:

$$П_t = n_v T_{пр} a 60 / (K \cdot 10^6) = 12600 \cdot 18,5 \cdot 384 \cdot 60 / (941,6 \cdot 10^6) = 5,7 \text{ кг/год.}$$

Машинний час напрацювання зйому:



$$t_M = G \cdot 60 / \Pi_{Т.В} = 110 \cdot 60 / 14,85 = 444,4 \text{ хв} = 7,4 \text{ год.}$$

Коефіцієнт корисного часу:

$$K_{КЧ} = K_a K_b K_H$$

Коефіцієнт, що враховує простої по групі «а»:

$$K_a = t_M / (t_M + t_a);$$

де –  $t_a$  допоміжний час, що не перекривається, включає тільки перерви на зняття зйому:

$$t_a = t_3 \alpha K_d / \nu_3 + t_{\text{доп}} = 1,5 \cdot 384 \cdot 1,05 / 2 + 25 = 327,4 \text{ с} = 5,46 \text{ хв.}$$

$$K_a = 444,4 / (444,4 + 5,46) = 0,987.$$

Коефіцієнт, що враховує простої по групі «б», що відносяться до часу зміни:

$$K_b = (T_{ЗМ} - t_{П}) / T_{ЗМ} = (480 - 6) / 480 = 0,988.$$

Тоді:

$$K_{КЧ} = 0,987 \cdot 0,988 \cdot 0,992 = 0,967.$$

Для кільцевих прядильних машин коефіцієнт працюючого устаткування  $K_{ПЧ} = 0,96 \dots 0,97$

Норма продуктивності машини:

$$H = \Pi_T K_{КЧ} = 5,7 \cdot 0,967 = 5,51 \text{ кг/год.}$$

Розрахункова продуктивність машини;

$$\Pi_p = H K_{ПЧ} = 5,51 \cdot 0,97 = 5,34 \text{ кг/год.}$$

**Вибір частоти обертання прядильних веретен.** Частоту обертання веретен  $n_B$  необхідно встановлювати відповідно до планованого випуску  $Q$  пряжі даного вигляду і з урахуванням граничної допустимої швидкості бігунка  $v_6$ :

$$n_{6,\text{дон}} \geq n_6 \geq \frac{QK \cdot 10^6}{T_{\text{пр}} K_{КЧ} K_{ПЧ} \cdot G_{\text{пр}} \cdot M \cdot at \cdot 60}; \quad (7.46)$$

де  $Q$  - планований випуск пряжі, кг за  $t$ , год. роботи;  $T_{\text{пр}}$  - лінійна густина пряжі, текс;

$K_{КЧ}$  і  $K_{ПЧ}$  - коефіцієнти корисного часу і працюючого устаткування для прядильних машин;  $M$  - число прядильних машин для вироблення пряжі

планованої лінійної густини;  $a$  - число прядильних місць на одній машині;  $t$  - розрахунковий період вироблення пряжі, год.

Максимально допустиму частоту обертання прядильних веретен можна розрахувати:

- по максимально допустимій швидкості бігунка з урахуванням відставання його від веретена (1,2 %),  $\text{хв}^{-1}$ :

$$n_{\text{в,доп}} = 60 \cdot 10^3 \cdot 1,012 v_{\text{б}} / (\pi D_{\text{к}}) = 19335 v_{\text{б}} / D_{\text{к}}; \quad (7.47)$$

де  $v_{\text{б}}$  - допустима швидкість бігунка, м/с  $v_{\text{б}} = 32 \dots 38$  м/с (залежно від конструкції, якості обробки бігунків, кілець і умов експлуатації);  $D_{\text{к}}$  - діаметр кільця, мм;

- за формулою А.А. Магницького з урахуванням швидкості бігунка, діаметру кільця і лінійної густини пряжі,  $\text{хв}^{-1}$ :

$$n_{\text{в,доп}} = 19335 / \sqrt[3]{D_{\text{к}}^2 (0,00215 + 0,0000186 T_{\text{пр}})}; \quad (7.48)$$

де  $T_{\text{пр}}$  - лінійна густина пряжі, текс.

Вибравши частоту обертання веретен відповідно до результату розрахунку, визначають діаметри шківів на валу електродвигуна  $D_{\text{е}}$ , і на головному валу  $D_{\text{г.в}}$  по їх співвідношенню:

$$D_{\text{е}} / D_{\text{г.в}} = n_{\text{в}} / (i_{\text{е-в}} \eta_1 \eta_2),$$

де  $i_{\text{е-в}}$  - передавальне відношення між валом електродвигуна і веретеном;  $\eta_1$  і  $\eta_2$  - коефіцієнти ковзання клинопасової передачі і тасьми (або тангенціального ремня) приводу веретен ( $\eta_1 = 0,98$   $\eta_2 = 0,97$ ).

Частота обертання веретен по кінематичній схемі (див. рис. 7.1) прядильної машини П-75А,  $\text{хв}^{-1}$ :

$$n_{\text{в}} = n_{\text{Е}} D_{\text{Е}} \eta_1 \cdot 390 \eta_2 / (30 D_{\text{р}})$$

Передавальне відношення шківів, що надають веретенам необхідну частоту обертання, реалізується при поєднанні діаметрів шківів  $D_{\text{е}} = 135$  і  $D_{\text{р}} = 180$  мм:

$$D_{\text{е}} / D_{\text{р}} = n_{\text{в}} / (18980 \eta_1 \eta_2);$$

$$D_{\text{е}} / D_{\text{р}} = 13400 / (18980 \cdot 0,98 \cdot 0,97) = 0,743;$$

У таблиці 7.5 приведені приклади частоти обертання веретен з блочком діаметром 30 мм на машині П-75А при різних діаметрах шківів на валу електродвигуна  $D_{\text{е}}$ , і приводного шківа  $D_{\text{р}}$ .

Таблиця 7.5. Частота обертання веретен при діаметрі шківів  $D_e$  на машині П-75А

$D_e$ , мм	Частота обертання веретен при діаметрі шківів $D_e$ , мм						
	125	135	140	145	150	155	180
180	12916	13950	14467	14984	15500	16017	18600
200	11625	12555	13020	13485	13950	14415	16740
250	9300	10044	10416	10788	11160	11532	13392

### 7.8. Завдання для розрахунку

7.75. Розрахувати теоретичну продуктивність 1000 веретен, кг/год, що обертаються з частотою  $n_b = 11200 \text{ хв}^{-1}$ , при виготовленні пряжі  $T_{пр} = 11,8$  текс з коефіцієнтом кручення  $\alpha = 34,80$ .

7.76. Розрахувати теоретичну продуктивність, норму продуктивності одного веретена і прядильної машини з 384 веретенами, кг/год, при виготовленні пряжі  $T_{пр} = 10$  текс, окружній швидкості переднього циліндра  $v_{п.ц} = 11,9$  м/хв, коефіцієнті укучування пряжі  $K_y = 0,97$ ,  $K_{КЧ} = 0,96$ .

7.77. Розрахувати необхідну частоту обертання веретен,  $\text{хв}^{-1}$ , при виготовленні пряжі  $T_{пр} = 5,9$  текс з коефіцієнтом кручення  $a_t = 34,40$  для досягнення норми продуктивності 1000 веретен під час  $H = 575$  км. і  $K_{КЧ} = 0,97$ .

7.78. Розрахувати необхідну частоту обертання переднього циліндра прядильної машини при виготовленні утокової пряжі  $T_{пр} = 25$  текс з коефіцієнтом кручення  $a = 33,20$  для досягнення норми продуктивності 1000 веретен за годину  $H = 17,94$  кг, якщо коефіцієнт укучування пряжі  $K_y = 0,97$  і  $K_{КЧ} = 0,97$ .

7.79. Розрахувати по кінематичній схемі прядильної машини П-75А (див. рис. 7.1) найменшу і найбільшу частоту обертання веретен,  $\text{хв}^{-1}$ , при відповідних діаметрах шківів на валу електродвигуна  $D_e = 125$  і  $170$  мм, і валу контрприводу машини  $D = 180$  і  $250$  мм при коефіцієнті ковзання клинопасової передачі  $\eta_1 = 0,98$  і передачі тангенціальним ременем до веретен  $\eta_2 = 0,99$ .

7.80. Розрахувати передавальне відношення  $D_e \eta_1 / D_p$  між валом електродвигуна і контрприводом прядильної машини П-75А (див. рис. 7.1), вибрати відповідні діаметри шківів, при яких веретена обертатимуться з частотою  $n_b = 14000 \text{ хв}^{-1}$ , якщо коефіцієнт ковзання в клинопасовій передачі  $\eta_1 = 0,98$ , в передачі тангенціальним ременем  $\eta_2 = 0,99$ .

7.81. Розрахувати по кінематичній схемі прядильної машини П-66-5М4 (див. рис. 7.2) при обертанні веретен з частотою  $n_b = 12800 \text{ хв}^{-1}$  діаметр змінного шківів  $D_{з\text{м}2}$  на кінці головного валу при діаметрі  $D_{з\text{м}1} = 165$  мм шківів на валу електродвигуна, коефіцієнті ковзання клинопасової передачі  $\eta_1 = 0,98$ , тасьмовій передачі  $\eta_2 = 0,97$ , діаметрах бочка на веретені  $d_{бл} = 25$  мм, барабана  $d_b = 200$  мм, товщині приводної тасьми  $d = 1$  мм.

7.82. На прядильній машині П-66-5М4 (рис. 7.2)  $n_e = 1450 \text{ хв}^{-1}$ , діаметр шківів на валу електродвигуна  $D_{з\text{м}1} = 165$  мм, на головному валу  $D_{з\text{м}2} = 150$  мм, коефіцієнт ковзання в клинопасовій передачі  $\eta_1 = 0,98$ , в тасьмовій передачі до веретен  $\eta_2 = 0,97$ . Розрахувати: а) частоту обертання,  $\text{хв}^{-1}$ , веретен при діаметрі

блочка веретена  $d_{\text{бл}} = 25$  мм; б) частоту обертання циліндрів витяжного приладу  $n$ ,  $\text{хв}^{-1}$ , і швидкість  $v$ , м/хв: переднього при числі зубців крутильної шестерні  $Z_{\text{к}} = 40$ , заднього при числі зубців змінної витяжної шестерні  $Z_3 = 49$ , середнього при числі зубців змінної шестерні  $Z_3 = 28$  і на середньому циліндрі  $Z = 16$ ; в) частоту обертання мотального кулачка, якщо черв'як однозахідний, а мотальна шестерня  $Z_{\text{м}} = 24$  зуб.

7.83. Розрахувати число катушок з рівницею, що спрацьовуються за 16 год роботи, в рамці прядильної машини, що має 400 веретен, при виготовленні в два складання пряжі  $T_{\text{пр}} = 8,5$  текс, коефіцієнті кручення пряжі  $\alpha = 33,50$ , частоті обертання веретен  $n_{\text{в}} = 12800$   $\text{хв}^{-1}$ ,  $K_{\text{кч}} = 0,97$ , масі рівниці на катушки  $G_{\text{р}} = 350$  г. Відходи рівниці складають 2 %.

7.84. Розрахувати тривалість спрацювання катушок рівниці на прядильній машині за умов: частота обертання прядильного веретена  $n_{\text{в}} = 14000$   $\text{хв}^{-1}$ ; лінійна густина пряжі  $T_{\text{пр}} = 10$  текс; витяжка на прядильній машині  $E = 45$ ; коефіцієнт кручення пряжі  $\alpha_{\text{т}} = 36$ ; пряжа виробляється з одинарної рівниці;  $K_{\text{кч}}$  прядильної машини рівний 0,96; маса рівниці на повній катушці  $M_{\text{р}} = 1400$  г.

7.85. Для скорочення втрат сировини від залишків рівниці і полегшення роботи прядильниці на край прядильної машини виставляють зразок катушки, що має таке число залишкових витків рівниці, яке може зійти за час, рівний часу обходу. Розрахувати достатнє число залишкових витків рівниці на катушці діаметром  $d_{\text{о}} = 47$  мм за умов: середня тривалість обходу прядильницею маршруту  $t_{\text{об}} = 8$  хв, частота обертання прядильних веретен  $n_{\text{в}} = 12000$   $\text{хв}^{-1}$ , скручення пряжі  $K = 1000$   $\text{м}^{-1}$ , витяжка рівниці на прядильній машині  $E_{\text{пр}} = 30$ .

7.86. Розрахувати число патронів, що витрачаються на одну прядильну машину, що має 384 веретена, за 16 год роботи при виготовленні пряжі  $T_{\text{пр}} = 18,5$  текс, частоті обертання веретен  $n_{\text{в}} = 13500$   $\text{хв}^{-1}$ , коефіцієнті кручення пряжі  $\alpha_{\text{т}} = 37,60$ , масі пряжі на починку  $G = 130$  г і  $K_{\text{кч}} = 0,97$ .

7.87. Розрахувати тривалість формування повного починка пряжі прядильною машиною, що виробляє пряжу  $T_{\text{пр}} = 18,5$  текс при коефіцієнті кручення  $\alpha_{\text{т}} = 33,60$ , частоті обертання веретен  $n_{\text{в}} = 14000$   $\text{хв}^{-1}$ , масі пряжі на починку  $G = 120$  г, часу простою машини по технічних причинах в зміну 6 хв і часу на зняття і заправку зйому 3,4 хв.

7.88. Розрахувати час, необхідний для намотування повного починка на прядильній машині, що виготовляє пряжу  $T_{\text{пр}} = 10$  текс з коефіцієнтом кручення  $\alpha_{\text{т}} = 36,00$  і частотою обертання веретен  $n_{\text{в}} = 14000$   $\text{хв}^{-1}$ , масою пряжі на починку  $G = 110$  г.

7.89. Розрахувати втрату продуктивності, г, від кожної хвилини простою прядильної машини, що має 400 веретен і виготовляє пряжу  $T_{\text{пр}} = 29,4$  текс з коефіцієнтом кручення  $\alpha_{\text{т}} = 35,40$  при частоті обертання веретен  $n_{\text{в}} = 12800$   $\text{хв}^{-1}$ .

7.90. Розрахувати втрати мички через обривність ( $y$  кг і %) за 8 год роботи прядильної машини, що має 400 веретен, виготовляє пряжу  $T_{\text{пр}} = 18,5$  текс з коефіцієнтом кручення  $\alpha_{\text{т}} = 41,10$  і частотою обертання веретен  $n_{\text{в}} = 13500$   $\text{хв}^{-1}$ , з урахуванням наступних даних: рівень обривності - 40 обривів на 1000 веретен

за годину, середній час обходу маршруту прядильницею - 16 хв. Як зміняться втрати мички, кг, за 8 год, при підвищенні рівня обривності до 90 обривів на 1000 веретен в годину?

7.91. Розрахувати за формулою (7.50) максимально допустиму частоту обертання прядильних веретен при діаметрі використовуваних кілець  $D_k = 32; 38; 45; 52; 57$  і  $62$  мм і допустимій швидкості бігунка  $v_6 = 32$  і  $38$  м/с. Побудувати графіки  $\eta_{в.доп.} = f(v_6, D_k)$ .

7.92. Розрахувати за формулою (7.51) максимально допустиму частоту обертання прядильних веретен для пряжі  $T_{пр}$  і діаметрі кілець  $D_k$ : а)  $T_{пр} = 5,9$  текс,  $D_k = 38$  і  $42$  мм; б)  $T_{пр} = 18,5$  текс,  $D_k = 42$  і  $55$  мм; у)  $T_{пр} = 50$  текс,  $D_k = 50$  і  $55$  мм.

7.93. Розрахувати за формулою (7.51) допустиму частоту обертання веретен для виготовлення основної пряжі  $T_{пр} = 15,4$  текс при діаметрі кільця  $D_k = 45$  мм на прядильній машині П-75А і відповідні діаметри шківів на валу електродвигуна і контрприводу з урахуванням втрат при ковзанні в пасовій і тангенціальній передачах руху, що становить 3 %.

7.94. Розрахувати за формулою (7.51) допустиму частоту обертання веретен для виготовлення утокової пряжі  $T_{пр} = 18,5$  текс при діаметрі кільця  $D_k = 48$  мм на прядильній машині П-76-5М4 і відповідні діаметри шківів на валу електродвигуна і на головному валу при коефіцієнті ковзання і клинопасовій і тасьомній передачах  $\eta = \eta_1 \eta_2 = 0,97$ .

7.95. Розрахувати теоретичну продуктивність веретена, кг/год, що обертається з частотою  $n_b = 11200$  хв<sup>-1</sup>, при виготовленні пряжі лінійної густини  $T_{пр} = 15,4$  текс з коефіцієнтом кручення  $\alpha_t = 34,10$ .

### 7.9. Умови прядіння на кільцевій прядильній машині

**Натяг рівниці на прядильній машині.** Натяг рівниці:

- на ділянці від котушки до направляючого прутка рівничної рамки на прядильній машині:

$$P = \frac{f(G_p + q_0)r}{\rho \sin \alpha}$$

- на ділянці від направляючого прутка до витяжного приладу:

$$P_1 = P e^{\mu \varphi}$$

де  $f$ - коефіцієнт тертя в опорах котушки;  $G_p$  і  $q_0$  - вага рівниці відповідно в повній і порожній котушці, сН;  $r$  - радіус п'яткової шпильки утримувача котушки, мм;  $\rho$  - радіус змотуваного витка рівниці з котушки, ( $\rho = 0,5(d_0 \dots D_p)$ );  $D_p$  і  $d_0$ - діаметр відповідно повної і порожньої котушки, мм; кут нахилу змотуваної рівниці до осі котушки, град.;  $\mu$  - коефіцієнт тертя рівниці об прутки;  $\varphi$  - кут перегину рівниці на прутку, град.

**Число волокон пряжі, що випрядалася, одночасно затиснутих в «трикутнику» кручення.** Число волокон, одночасно затиснутих у

випускаючому затиску витяжного приладу і в скрученому перетині пряжі обчислюють за формулою [4]:

$$m_3 = (1 - h/\bar{l})\bar{m} \quad (7.49)$$

де  $h$  - довжина не скрученої ділянки, мм:

$$h = h_0 + h_b$$

де  $h_0$  - довжина дуги обтікання випускного циліндра мичкою, мм;

$$h_0 = \pi d_{н.ц.} \gamma^\circ / 360^\circ = \pi d_{н.ц.} (\varphi - \alpha) / 360$$

де  $d_{п.ц.}$  - діаметр переднього циліндра, мм;  $\bar{l}$  - середня довжина волокон, мм;  $\varphi$  - кут нахилу пряжі до горизонталі, град.;  $\alpha$  - кут нахилу витяжного приладу до горизонту, град ( $\alpha = 30^\circ, 45^\circ$  чи  $65^\circ$ );  $\lambda$  - кут обтікання мичкою переднього циліндра, град ( $\lambda = (\varphi - \alpha)$ );  $h_b$  - висота «трикутника» кручення, що розраховується за формулою, мм:

$$h_b = 0,5b \sqrt{\pi d K_c}$$

$b$  - ширина мички, мм;  $d$  - розрахунковий діаметр пряжі, мм;  $K_c$  - скручення пряжі у вершині «трикутника» кручення,  $m^{-1}$ ;  $\bar{m}$  - середнє число волокон в передньому затиску:

$$\bar{m} = T_{np} K_y / \bar{T}_e$$

Кут нахилу пряжі можна обчислити за формулою В.Н. Кованько:

$$\varphi = \arcsin \frac{Ar + H\sqrt{A^2 + H^2} - r^2}{A^2 + H^2} \quad (7.50)$$

де  $A$  - відстань від горизонтальної проекції осі переднього циліндра до ниткопровідника, мм;  $H$  - висота розташування осі переднього циліндра відносно ниткопровідника, мм;  $r$  - радіус переднього циліндра, мм.

**Натяг пряжі на кільцевій прядильній машині.** Прядіння на кільцевій прядильній машині повинне проводитися з таким запасом міцності пряжі, який забезпечує невелике число обривів, обумовлених нерівнотою розривного навантаження пряжі і нерівнотою натягу. Розглянемо необхідний запас розривного навантаження пряжі з урахуванням наступних чинників: розривне навантаження волокнистої стрічки (мички), що випускається витяжним приладом, складає 20...44 % від розривного навантаження пряжі, що виходить з неї, проте міцність мички в 3-4 рази більше натягу її між переднім циліндром і ниткопровідником; нерівнота за розривним навантаження мички складає 30...36 %, тобто в 2,5-3 рази більше, ніж нерівнота розривного навантаження пряжі;

нерівнота натягу пряжі в зоні «бігунок - патрон» складає  $C_Q = 10...60\%$ , а нерівнота по розривному навантаженню пряжі  $C_p = 8...16\%$ .

З вірогідністю 0,9973 можна чекати, що всі можливі значення випадкової величини  $X$ , що підкоряється закону нормального розподілу, можуть відхилитися від свого математичного очікування на величину, не більшу трьох середніх квадратичних відхилень  $\sigma$ .

Очікувана математична величина натягу мички, що випускається витяжним приладом, при середньому значенні:

$$Q_{m(\max)} = \bar{Q}_{\max} + 3\sigma_Q,$$

а очікувана мінімальна величина розривного навантаження мички при середньому значенні  $\bar{P}_m$ :

$$P_{m(\min)} = \bar{P}_{\min} + 3\sigma_P$$

Умови роботи з малою вірогідністю обриву мички:

$$\bar{P}_m (1 - 0,01 \cdot 3C_{pm}) > \bar{Q}_m (1 + 0,01 \cdot 3C_{Qm})$$

і коефіцієнт запасу міцності мички:

$$K_{з.м.} = \frac{\bar{P}_m}{Q_m} \geq \frac{1 + 0,01 \cdot 3C_{Qm}}{1 - 0,01 \cdot 3C_{pm}}$$

Приймаючи співвідношення між натягом мички біля переднього циліндра і пряжі в зоні намотування  $\bar{Q}_m = 0,4\bar{Q}$ , співвідношення між середніми значеннями міцності мички  $\bar{P}_m$  і пряжа  $\bar{P}_{i\theta}$ ,  $\bar{P}_m = 0,3\bar{P}$ , знаходимо необхідний запас міцності пряжі:

$$k_{з.н.} = (1,2...1,4)k_{з.м.} = \bar{P}_{np} / \bar{Q}_{np}$$

$$k_{з.н.} = (1,2...1,4) \cdot \frac{1 + 0,03C_Q}{1 - 0,03C_p} = \frac{\bar{P}_{np}}{Q_{np}} \quad (7.51)$$

де  $C_Q$  і  $C_p$  - квадратична нерівнота відповідно натягнення пряжі в прядінні і розривного навантаження послідовних ділянок пряжі, що проходять зону прядіння і намотування, %.

Натяг пряжі  $Q_{np}$  між бігунком і починком пов'язаний з натягом пряжі  $Q_6$  в балоні біля бігунка і виражається формулою Ейлера, сН:

$$Q_{np} = Q_6 e^{\mu\beta} \quad (7.52)$$

Натяг залежить від відцентрової сили  $C_6$  бігунка:

$$Q_{np} = \frac{C_6 e^{\mu\beta}}{e^{\mu\beta} (\cos\gamma + \frac{\sin\gamma}{f}) - 1} = \frac{C_6 e^{\mu\beta}}{\Phi - 1} \quad (7.53)$$

$$C_6 = m_6 \omega_6^2 R \approx m_6 (\pi n_b / 30)^2 R_k \quad (7.54)$$

$$e^{\mu\beta} = 2,5 - 0,8 \sin \gamma \quad (7.55)$$

$$\Phi = e^{\mu\beta} (\cos\gamma + \frac{1}{f} \sin\gamma)$$

де  $m_6$  - маса бігунка, г;  $\omega_6$  - кутова швидкість бігунка,  $c^{-1}$ ;  $n_b$  - частота обертання веретена,  $xv^{-1}$ ;  $R_k$  - радіус кільця, м;  $\mu$  - коефіцієнт тертя пряжі об бігунок;  $\beta$  - кут обхвату бігунка пряжею;  $f$  - коефіцієнт тертя бігунка об кільце ( $f = 0,2..0,3$ );  $\gamma$  - кут між пряжею, що намотується на патрон (починок), і радіусом, проведеним через бігунок, град (при великих пакуваннях і намотуванні на патрон радіусом  $r$  кут  $\gamma = 30..34^\circ$ )

$$\sin\gamma = r/R_k \quad (7.57)$$

Підставивши у формулу (7.53) вираз для  $C_6$  з формули (7.54), його вирішують щодо маси бігунка  $m_6$  і, зіставляючи з силою  $Q_{np}$  з формули (7.53), після перетворень знаходять максимально допустиму масу бігунка, г:

$$m_6 \leq \frac{91,2 \cdot 10^4 Q_{np} (\Phi - 1)}{n_b^2 R_k e^{\mu\beta}} = \frac{91,2 \cdot 10^4 (\Phi - 1)}{n_b^2 R_k e^{\mu\beta}} \cdot \frac{P_{np}}{k_{3,n}} \quad (7.58)$$

**Приклад.** Розрахувати максимально допустиму масу бігунка за умов: пряжа  $T_{пр} = 16,5$  текс, питоме розривне навантаження пряжі  $P_{y.n} = 14,8$  сН/текс, нерівнота розривного навантаження пряжі  $C_p = 10\%$ , нерівнота натягнення  $C_Q = 40\%$ , радіус кільця  $R_k = 25$  мм, патрон  $r = 13$  мм, частота обертання веретен  $n_b = xv^{-1}$ , коефіцієнт тертя бігунка об кільце  $f = 0,25$  [6].

Розрахувати масу (номер) бігунка, при якій процес прядіння і намотування пряжі протікатиме без підвищеної обривності на прядильній машині.

**Рішення.** Середнє абсолютне розривне навантаження пряжі:

$$\bar{P}_{i0} = P_{y.n} T_{пр} = 14,8 \cdot 16,5 = 244,2 \text{ сН}$$

Розрахунковий запас розривного навантаження пряжі:



$$k_{3,n} \geq 1.25 \frac{1 + 0.03 \cdot 40}{1 - 0.0310} = 3.92$$

приймаємо  $k_{3,n} = 4$ .

Допустимий середній натяг пряжі в зоні від бігунка до патрона:

$$\bar{Q}_A = \bar{P}_{id} / \kappa_{c,i} = 244,2 / 4 = 61 \text{ сН}$$

Коефіцієнт, що враховує тертя пряжі об бігунок, за формулою (7.55):

$$e^{\mu\beta} = 2,5 - 0,8r/R_K = 2,5 - 0,8 \cdot 13/25 = 2,084.$$

Параметр  $\Phi$ , за формулою (7.56):

$$\begin{aligned} \Phi &= e^{\mu\beta} \left[ \sqrt{1 - (r/R_K)^2} + r/(R_K f) \right] = \\ &= 2,084 \left[ \sqrt{1 - (13/25)^2} + 13/(25 \cdot 0,25) \right] = 6,115 . \end{aligned}$$

Маса бігунка, за формулою (7.58), мг:

$$m_6 = \frac{91,2 \cdot 10^4 \bar{Q}_r (\Phi - 1)}{n_6^2 R_K e^{\mu\beta}} = \frac{91,2 \cdot 10^4 \cdot 61(6,115 - 1)}{16000^2 \cdot 0,025 \cdot 2 \cdot 0,84} = 21,33 \approx 21$$

Необхідний бігунок з номером 21.

Натягнення пряжі, сН, в зоні від бігунка до патрона орієнтовно визначають за формулою В.А. Ворошилова:

$$Q = \frac{f m_6 R_K^2 \omega_B^2}{10^3 r} = \frac{f m_6 R_K^2}{10^3 r} \left( \frac{\pi n_B}{30} \right)^2 \quad (7.59)$$

де  $f$  - коефіцієнт тертя бігунка об кільце;  $m_6$  - маса бігунка, г;  $R_K$  - радіус кільця, см;  $r$  - радіус патрона, см;  $\omega_B$  и  $n_B$  - кутова швидкість,  $\text{с}^{-1}$ , і частота обертання веретена,  $\text{хв}^{-1}$ .

Масу бігунка при  $n_6 < 13000 \text{ хв}^{-1}$  можна приблизно розрахувати за формулою І.Г. Обука, мг:

$$m_6 = (H + 40) T_{np} \cdot 10^3 A / (D_K n_B^2 f) \quad (7.60)$$

де  $H$  - підйом кільцевої планки, мм;  $A$  - коефіцієнт:

- для основи  $A = 17914 - 24975,6 / \sqrt{T_{np}}$

- для утоку  $A = 14331 - 19982,4 / \sqrt{T_{np}}$

$f$ - коефіцієнт тертя бігунка об кільце (для оброблених кілець  $f = 0,65 - 0,00004 n_b$ , для нових кілець  $f = 0,65 - 0,0003 n_b$ ).

Масу (номер) бігунка для вироблення пряжі середньої лінійної густини можна розрахувати за формулою, запропонованою К.І. Корицьким, г:

$$m_6 = 0,00155 T_{np} (H + h + R_k)^2 / D_k \quad (7.61)$$

де  $h$  - відстань від ниткопровідника до вершини веретена, мм ( $h = 52$  мм);  $R_k = 0,5D_k$ , мм;  $D_k$  - діаметр кільця, мм.

При зміні лінійної густини пряжі з  $T_{np1}$  до  $T_{np2}$ , або при заміні кілець діаметром  $D_{k1}$  кільцями діаметром  $D_{k2}$ , при незмінній висоті підйому кільцевої планки і збереженні частоти обертання веретен номер нового бігунка  $N_{62}$  вибирають відповідно до номера бігунка  $N_{61}$  за первинних умов прядіння, використовуючи співвідношення:

$$N_{62} = N_{61} \frac{T_{np2} D_{k1}}{T_{np1} D_{k2}} \quad (7.62)$$

**Рівняння балона пряжі, що обертається.** Пряжа, здійснюючи контурний рух уздовж своєї поздовжньої осі, швидко обертається навколо осі веретена. При цьому ділянка пряжі між ниткопровідником і бігунком згинається під дією відцентрових сил, що діють на елементи цієї ділянки сил опору повітря і ваги нитки, сил Кориоліса. Можна прийняти, що крива ділянки пряжі, що описує при обертанні балон, є синусоїда. Приблизно ця крива, без урахування опору повітря, описується рівнянням [6]:

$$y = R_k \frac{\sin(ax)}{\sin(ah)}, \quad (7.63)$$

де  $y$  - ордината балона (радіус обертання елемента ділянки), направлена перпендикулярно осі веретена, см;  $x$  - абсциса точки балона, направлена уздовж осі веретена (відстань точки балона від вершини), см;  $R_k$  - радіус кільця, см;  $h$  - висота балона, см;  $a$  - параметр,  $\text{см}^{-1}$ , рівний:

$$a = \sqrt{\frac{m\omega_6^2}{Q_x}};$$

де  $m = T_{np} \cdot 10^{-8}$  - маса 1 см пряжі, кг/см;  $T_{np}$  - лінійна густина пряжі, текс;  $\omega_6$  - кутова швидкість бігунка,  $\text{с}^{-1}$ ;  $Q_x$  - проекція натягу пряжі в балоні у бігунка на вісь веретена, сН.

Пряжа зазнає мінімальний натяг в балоні на тій ділянці, де її радіус максимальний. Максимальний радіус балона відповідає  $\sin(ax) = 1$ , тобто:

$$y_{\max} = R_k / \sin(ah).$$

## 7.10. Завдання для розрахунку

7.96. Розрахувати відношення натягу рівниці між катушкою і прутком рівничної рамки прядильної машини на початку і кінці змотування її з катушки при вазі рівниці на катушці  $G_p = 9$  Н, масі порожньої катушки  $q_o = 1,5$  Н, діаметрі повної катушки  $D_n = 152$  мм, діаметрі порожньої катушки  $d_o = 47$  мм.

7.97. Розрахувати відношення натягу рівниці між прутком рівничної рамки і витяжним приладом прядильної машини при кутах обхвату прутка рівницею  $\varphi_1 = 225^\circ$  і  $\varphi_2 = 20^\circ$ .

7.98. Розрахувати частку волокон перетину мички, що виходить в зону кручення, кінці яких затиснуті одночасно у випускному затиску і у вершині «трикутника» кручення мички на прядильній машині, за умов прядіння: лінійна густина пряжі  $T_{пр} = 18,5$  текс, середня лінійна густина волокон  $\bar{D}_v = 0,17$  текс, середня довжина волокон  $\bar{l} = 28$  мм, ширина мички  $b = 2$  мм, скручення пряжі у вершині «трикутника» кручення дорівнює скрученні  $K = 1000$  м<sup>-1</sup>, відстань від горизонтальної проекції осі переднього циліндра до ниткопровідника  $A = 78$  мм, висота осі переднього циліндра відносно ниткопровідника  $H = 135$  мм, діаметр переднього циліндра  $d_{п.ц} = 25$  мм, кут нахилу витяжного приладу до горизонту  $\alpha = 45^\circ$ , розрахунковий діаметр  $d_{пр}$  пряжі обчислити за формулою (1.13) при щільності  $\delta_{пр} = 0,8$  мг/мм<sup>3</sup>.

7.99. Розрахувати частку волокон в перетині мички, що виходить в зону кручення, кінці яких затиснуті одночасно у випускному затиску і у вершині «трикутника» кручення мички на прядильній машині, за умов прядіння: лінійна густина пряжі  $T_{пр} = 18,5$  текс, середня лінійна густина волокон  $\bar{D}_v = 0,17$  текс, середня довжина волокон  $\bar{l} = 25$  мм, ширина мички  $b = 2$  мм, скручення пряжі у вершині «трикутника» кручення дорівнює заправному скрученні  $K = 1000$  м<sup>-1</sup>, коефіцієнт укручення  $K_y = 0,97$ , відстань від горизонтальної проекції осі переднього циліндра до ниткопровідника  $A = 78$  мм, висота осі переднього циліндра відносно ниткопровідника  $H = 95$  мм, діаметр переднього циліндра  $d_{п.ц} = 25$  мм, кут нахилу витяжного приладу до горизонту  $\alpha = 30^\circ$ ; розрахунковий діаметр пряжі  $d_{пр} = 0,16$  мм.

7.100. Які повинні бути запас  $k_{з.п}$  розривного навантаження пряжі в зоні від бігунка до патрона і максимальний номер бігунка для стабільного протікання процесу прядіння за умов, приведених в табл. 7.6.

При вирішенні завдань використовувати формули (7.55-7.62)

Таблиця 7.6.

Варіант	$T_{пр}^*$ , текс	$P_{у.п.}$ , сН/текс	$C_p, \%$	$C_Q \%$	$n_b, хв^{-1}$	$D_k, мм$	$D_{нат}, мм$	$f$
1	25 к	10,0	13,8	38	12800	32	19	0,25
2	8,5 гр	13,0	14,2	20	11800	48	21	0,25
3	20 к	21,5	13,8	32	12600	50	25	0,25
4	29 гр	11,7	16,2	35	10000	50	26	0,25
5	10 гр	16,3	16,0	20	12400	42	21	0,22
6	14 гр	15,1	12,5	26	11600	45	24	0,22
7	18,5 к	11,5	16,1	35	13200	45	22	0,22
8	29 гр	18,0	14,0	30	13000	50	27	0,22
9	38 гр	16,5	14,0	24	12000	50	25	0,28
10	50 к	10,6	15,0	40	9500	50	26	0,28
11	15,4 к	10,9	15,3	22	12300	45	23	0,28
12	7,5 к	15,5	17,5	18	11600	38	19	0,28
13	36 к	11,7	12,2	42	11300	50	24	0,28
14	42 к	10,6	12,1	40	9500	55	29	0,26
15	56 к	10,8	14,8	50	10500	55	27	0,26
16	84 к	10,5	16,5	45	10000	55	28	0,26

\*) до - кардна, гр - гребінна.

7.101. Розрахувати, використовуючи формулу (7.54), натяг  $Q_{пр}$  пряжі між бігунком і початком, а також натяг бігунка  $Q_6$  у балоні при намотуванні витків пряжі на патрон діаметром  $d$ , мм, і при намотуванні витків у основи конуса намотування починка діаметром  $D$ , мм, при частоті обертання веретен  $n_b$ ,  $хв^{-1}$ , діаметрі кільця  $D_k$ , мм, масі бігунка  $m_6$ , мг, коефіцієнті тертя  $f$  між бігунком і кільцем, величини яких приведені в таблиці 7.7.

7.102. Розрахувати, використовуючи формулу (7.59), натяг пряжі в зоні від бігунка до патрона при її намотуванні на патрон і у основи конуса намотування за умов намотування: діаметр патрона  $d = 20$  мм, діаметр починка  $D = 42$  мм, діаметр кільця  $D_k = 42$  мм, частота обертання бігунка  $n_b = 12400$  хв, бігунок № 41, коефіцієнт тертя бігунка об кільце  $f = 0,21$ .

7.103. Розрахувати, використовуючи формулу (7.59), натяг пряжі в зоні від бігунка до патрона при намотуванні нижнього і верхнього витків, шару в конусі намотування для умов процесу: коефіцієнт тертя бігунка об кільце  $f = 0,22$ , номер бігунка 22, діаметр кільця  $D_k = 42$  мм, діаметр патрона  $d = 21$  мм, частота обертання веретена  $n_b = 13000$  хв $^{-1}$ .

7.104. Розрахувати за формулою, запропонованою І.Г. Обухом, масу і номер бігунка для умов прядіння: лінійна густина випускаємої пряжі  $T_{пр} = 8,5$  текс, діаметр кільця  $D_k = 45$  мм, висота підйому кільцевої планки  $H_0 = 220$  мм, частота обертання веретен  $n_b = 12000$  хв $^{-1}$ , коефіцієнт тертя бігунка об кільце  $f = 0,25$ .

7.105. Розрахувати за формулою, запропонованою К.І. Корицьким, масу бігунка для умов прядіння: лінійна густина пряжі  $T_{пр} = 18,5$  текс, діаметр кільця  $D_k = 48$  мм, висота підйому кільцевої планки  $H_0 = 240$  мм, відстань від ниткопровідника до вершини веретена  $h = 52$  мм.

Таблиця 7.7.

Варіант	$D_k$ , мм	$D$ , мм	$d$ , мм	$n_b$ , хв <sup>-1</sup>	$f$	$m_b$ , мг
1	38	36	19	12800	0,25	65
2	42	40	21	11800	0,24	17
3	50	48	25	12600	0,23	52
4	50	48	26	10000	0,22	100
5	42	40	21	12400	0,21	24
6	45	43	24	11600	0,20	36
7	45	43	22	13200	0,26	49
8	50	48	27	13000	0,28	46
9	50	48	25	12000	0,30	120
10	50	48	26	9500	0,29	43
11	45	43	23	12300	0,27	26
12	38	36	19	11600	0,26	16
13	50	48	24	11300	0,24	140
14	55	43	29	9500	0,22	160
15	55	43	27	10500	0,21	200
16	55	52	28	10000	0,28	320
17	50	52	25	12600	0,26	65
18	50	52	27	12100	0,24	120
19	38	36	19	13000	0,22	20
20	45	42	23	13000	0,21	26
21	45	42	25	13200	0,25	65
22	50	47	27	12500	0,27	280

7.106. Розрахувати радіус балону і побудувати твірну балона, що утворюється пряжею, що обертається, і описується рівнянням синусоїди за умов роботи: радіус кільця  $R_k = 25$  мм, висота балона  $h = 230$  мм, лінійна густина пряжі  $T_{пр} = 10$  текс, діаметр витка намотування  $d = 22$  мм, частота обертання бігунка  $n_b = 13500$  хв<sup>-1</sup>, коефіцієнт тертя бігунка об кільце  $f = 0,23$ , маса бігунка  $m_b = 0,04$  г. Зіставити натяг з розривним навантаженням пряжі, якщо питоме розривне навантаження пряжі  $P_{п.пр} = 14$  сН/текс.

7.107. При виробленні пряжі  $T_{пр} = 40$  текс використані бігунки масою 150 мг. Визначити масу (номер) бігунка для вироблення пряжі  $T_{пр} = 25$  текс за інших рівних умов.

7.108. При виробленні пряжі використовувались кільця діаметром  $D_k = 44,5$  мм і бігунки номер 70. Визначити номер бігунка при переході на прядіння з кільцями збільшеного діаметру  $D_k = 51$  мм.

7.109. Побудувати твірну балона пряжі, що обертається, на кільцевій прядильній машині по рівнянню синусоїди (7.64) без урахування опору повітря за умов намотування, приведених в завданні 7.100 і при висоті балона  $h = 230$  мм.

## 8. ПНЕВМОПРЯДІННЯ. ПНЕВМОМЕХАНІЧНІ ПРЯДИЛЬНІ МАШИНИ

### 8.1. Кінематична схема пневмомеханічної прядильної машини

На даний час багато фірм-виробників текстильного устаткування випускають пневмомеханічні прядильні машини, принцип роботи і кінематичні схеми яких практично однакові. Вони розрізняються в основному величиною технологічних параметрів (діапазоном лінійних густин пряжі, частотою обертання прядильної камери тощо), наявністю автоматизованих пристроїв, що зменшують витрати ручної праці, кількість відходів та підвищують продуктивність устаткування та праці [1]. Кінематичні схеми розрізняються лише компоновкою та характеристикою передаючих елементів (числом зубців шестерень, діаметрами шківів). Принцип розрахунку змінних елементів і швидкостей робочих органів для всіх цих схем єдиний.

Нижче розглядається кінематична схема пневмомеханічної прядильної машини ППМ-120 (див. рис. 8.1).

Рух до робочих органів машини передається наступним чином. Прядильні камери 3 приводяться в рух від електродвигунів  $D_1$  і  $D'_1$  (на рисунку не вказаний) окремо для кожної із сторін машини через передачі тангенціальними ременями.

Живильні циліндри 1, випускні 4 і мотальні 5 вали обох сторін машини приводяться в рух також від електродвигуна  $D_1$  через передачі тангенціальним ременем, а потім через ряд передаючих елементів.

Від електродвигунів  $D_2$  і  $D_6$  (на рисунку не показаний) отримують рух через тангенціальні ремені дискретизуючі валики 2, від електродвигунів  $D_3$  і  $D_4$  (на рисунку не показані) – вентилятори системи нитковідводу і сміттєочищення, від електродвигуна  $D_5$  (на малюнку не показаний) через ремінну передачу і редуктор – конвеєр для бобін з пряжею.

Змінні шківів  $D_1$  і  $D'_1$  (на малюнку не показаний) призначені для зміни частоти обертання прядильних камер на відповідній стороні машини.

За допомогою змінних шківів  $D_2$  і  $D_3$  можна пропорційно один одному змінювати швидкості декількох робочих органів: живильних циліндрів 1, випускних 4 і мотальних 5 валів. При зміні частоти обертання цих органів змінюється швидкість руху волокнистого матеріалу через машину і, отже, її продуктивність.

Змінні шківів  $D_4$  і  $D'_4$  (на рисунку не показаний) призначені для зміни частоти обертання дискретизуючих валиків відповідних сторін машини. На машині використовуються двохступеневі шківів.



Змінні шестерні  $Z_K$  і  $Z_4$  дозволяють змінити швидкість живильного циліндра 1, випускних 4 і мотальних 5 валів при незмінній частоті обертання прядильних камер і, відповідно, дозволяють змінювати величину крутіння пряжі, що випрядається. Зазвичай для цієї мети використовують шестерню  $Z_K$ , яка називається крутильною.

Змінна мотальна шестерня  $Z_M$  дозволяє змінювати натяг пряжі між випускними і мотальними валами, що впливає на щільність намотування пряжі на бобіні. Цей натяг (витяжка) може складати від 0,92 до 1.

В табл.8.1 наведена характеристика змінних елементів кінематичної схеми пневмомеханічної прядильної машини ППМ-120.

Таблиця 8.1.

Найменування змінного елемента	Значення
Діаметри шківів, мм: $D_1, D'_1$	106,7; 124; 137,7; 155; 172,2; 189,3; 206,5; 222,7; 238,8
$D_2$	100; 139
$D_3$	139; 176
$D_4; D'_4$	79,6/84,6; 89,6/94,6; 98,5/104,5; 109,5/114,5; 115,5/124,4; 129,4/134,4; 139,4/144,3; 149,3/154,3
Число зубців шестерень: $Z_1$	31; 54
$Z_2$	57; 80
$Z_3$	57; 70; 80
$Z_B$	31 – 80
$Z_4$	70; 80
$Z_K$	31 – 80

## 8.2. Розрахунок частоти обертання і швидкості робочих органів

**Приклад 1.** Розрахувати швидкість основних робочих органів пневмомеханічної прядильної машини ППМ-120 (див. рис. 8.1) за умови: діаметри шківів на валах електродвигуна  $D_1 = 155$  мм;  $D_2 = 100$  мм;  $D_3 = 139$  мм;  $D_4 = 124,4$  мм; діаметр блочка прядильної камери  $d_{б.к} = 10$  мм; число зубців змінних шестерень  $Z_1 = 21$ ;  $Z_2 = 57$ ;  $Z_3 = 57$ ;  $Z_6 = 46$ ;  $Z_4 = 80$ ,  $Z_K = 63$ ;  $Z_M = 102$  зуб.; діаметр живильного циліндра  $d_{ж.ц} = 25,3$  мм, діаметр випускного валу



$d_{\text{в.в}} = 65$  мм, діаметр мотального валу  $d_{\text{м.в}} = 65$  мм, діаметр дискретизуючого валику  $d_{\text{д.в}} = 65$  мм, діаметр жолоба прядильної камери  $d_{\text{к}} = 54$  мм.

**Рішення.**

Частота обертання прядильної камери,  $\text{хв}^{-1}$  :

$$n_{\text{к}} = n_{\text{Д1}} \frac{D_1 \eta}{d_{\text{бл.к}}} \quad (8.1)$$

де  $\eta$  – коефіцієнт ковзання ремінної передачі ( $\eta = 0,98$ );

$n_{\text{Д1}}$  – частота обертання валу електродвигуна ( $n_{\text{Д1}} = 3000 \text{ хв}^{-1}$ );

$d_{\text{бл.к}}$  – діаметр блоку ротора камери ( $d_{\text{бл.к}} = 10$  мм);

$$n_{\text{к}} = 3000 \frac{155 \times 0,98}{10} = 45570 \text{ хв}^{-1}$$

Швидкість жолоба прядильної камери:

$$V_{\text{к}} = \pi D_{\text{к}} n_{\text{к}} \quad (8.2)$$

де  $D_{\text{к}}$  – діаметр жолоба прядильної камери, мм ( $D_{\text{к}} = 54$  мм).

$$V_{\text{к}} = 3,14 \times 0,054 \times 45570 = 7726,8 \text{ м/хв.} = 128,8 \text{ м/с}$$

Частота обертання живильного циліндра:

$$n_{\text{ж.ц}} = n_{\text{Д1}} \frac{D_2 0,98}{D_3} \times \frac{22 \times 42 \times Z_{\text{К}} \times 27 \times 45 \times Z_1 Z_{\text{В}} \times 25 \times 25 \times 25 \times 29 \times 3}{41 \times 69 \times Z_4 \times 46 \times 45 \times Z_2 Z_3 \times 31 \times 31 \times 31 \times 24 \times 48} = 22,32 \frac{D_2 Z_{\text{К}} Z_1 Z_{\text{В}}}{D_3 Z_4 Z_2 Z_3} \quad (8.3)$$

$$n_{\text{ж.ц}} = 22,32 \frac{100 \times 63 \times 31 \times 46}{139 \times 80 \times 57 \times 57} = 5,55 \text{ хв}^{-1}$$

Швидкість живильного циліндра:

$$V_{\text{ж.ц}} = \pi d_{\text{ж.ц}} n_{\text{ж.ц}} \quad (8.4)$$

$$V_{\text{ж.ц}} = 3,14 \times 25,3 \times 5,55 = 0,44 \text{ м/хв.} = 0,00736 \text{ м/с}$$

Частота обертання дискретизуючого валика:

$$n_{\text{д.в}} = n_{\text{Д2}} \frac{D_4 \eta}{d_{\text{ш.д.в}}} \quad (8.5)$$

де  $d_{\text{ш.д.в}}$  – діаметр шківа валу дискретизуючого валика ( $d_{\text{ш.д.в}} = 23,5$  мм).

$$n_{\partial.в} = 1430 \frac{0,98D_4}{23,5} = 59,63D_4 = 59,63 \times 124,4 = 7418,5 \text{ хв}^{-1}$$

Швидкість дискретизуючого валика:

$$V_{\partial.в} = \pi d_{\text{в.в}} n_{\partial.в} \quad (8.6)$$

$$V_{\partial.в} = 3,14 \times 0,067 \times 7418,5 = 1560,7 \text{ м/хв} = 26 \text{ м/с}$$

Частота обертання випускних валів:

$$n_{в.в} = n_{Д1} \frac{D_2 \eta \times 22 \times 42 \times Z_{\kappa} \times 25 \times 25 \times 75 \times 25}{D_3 \times 41 \times 69 \times Z_4 \times 31 \times 31 \times 100 \times 31} = 377,7 \frac{D_2 Z_{\kappa}}{D_3 Z_4} \quad (8.7)$$

$$n_{в.в} = 377,7 \times \frac{100 \times 63}{139 \times 80} = 214 \text{ хв}^{-1}$$

Швидкість випускних валів:

$$V_{в.в} = \pi d_{в.в} n_{в.в} \quad (8.8)$$

$$V_{в.в} = 3,14 \times 0,065 \times 214 = 43,7 \text{ м/хв} = 0,72 \text{ м/с}$$

Частота обертання мотального валу:

$$n_{м.в} = n_{Д1} \frac{D_2 \eta \times 22 \times 42 \times Z_{\kappa} \times 25 \times 25 \times 75 \times 25}{D_3 \times 41 \times 69 \times Z_4 \times 31 \times 31 \times Z_{\text{м}} \times 31} = 37773 \frac{D_2 Z_{\kappa}}{D_3 Z_4 Z_{\text{м}}} \quad (8.9)$$

$$n_{м.в} = 37773 \frac{100 \times 63}{139 \times 80 \times 102} = 209,8 \text{ хв}^{-1}$$

Швидкість мотального валу:

$$V_{м.в} = \pi d_{м.в} n_{м.в} \quad (8.10)$$

$$V_{м.в} = 3,14 \times 0,065 \times 209,8 = 42,82 \text{ м/хв} = 0,71 \text{ м/с}$$

### 8.3. Завдання для розрахунку

8.1. Розрахувати по кінематичній схемі прядильної машини ППМ-120 можливі найменшу і найбільшу частоту обертання камер, коефіцієнт ковзання ремінної передачі  $\eta = 0,98$ .

8.2. Розрахувати по кінематичній схемі прядильної машини ППМ-120 діаметр змінного шківa для обертання прядильних камер з частотою  $n_{\kappa} = 65774 \text{ хв}^{-1}$ ; коефіцієнт ковзання ремінної передачі  $\eta = 0,98$ .

8.3. Розрахувати по кінематичній схемі прядильної машини ППМ-120 діаметр змінного шківа для обертання дискретизуючого валика з частотою  $n_{д.в} = 8605 \text{ хв}^{-1}$ ; коефіцієнт ковзання ремінної передачі  $\eta = 0,98$ .

8.4. На прядильній машині ППМ-120 встановлені змінні шківви, діаметри яких  $D_1 = 206,5 \text{ мм}$ ,  $D_2 = 139 \text{ мм}$ ,  $D_3 = 176 \text{ мм}$ ,  $D_4 = 144,3 \text{ мм}$ ; змінні шестерні  $Z_1 = 31 \text{ зуб.}$ ,  $Z_2 = 57 \text{ зуб.}$ ,  $Z_3 = 70 \text{ зуб.}$ ,  $Z_4 = 70 \text{ зуб.}$ ,  $Z_B = 40 \text{ зуб.}$ ,  $Z_K = 60 \text{ зуб.}$ ,  $Z_M = 104 \text{ зуб.}$  Розрахувати частоту обертання і швидкість робочих органів: а) живильного циліндра; б) дискретизуючого валика; в) прядильної камери; г) випускних валів; д) мотальних валів.

8.5. Розрахувати по кінематичній схемі прядильної машини ППМ-120 число обертів випускних і мотальних валів за один оберт живильного циліндра при числах зубців змінних шестерень і діаметрах змінних шківів, приведених в завданні 8.4.

8.6. Розрахувати по кінематичній схемі прядильної машини ППМ-120 число обертів прядильної камери за один оберт випускних валів при числі зубців змінних шестерень  $Z_4 = 70$ ,  $Z_K = 63 \text{ зуб.}$ , діаметрах змінних шківів  $D_1 = 206,5 \text{ мм}$ ,  $D_2 = 139 \text{ мм}$ ,  $D_3 = 176 \text{ мм}$ .

8.7. За умовами завдання 8.4 розрахувати довжину стрічки в мм, що подається живильним циліндром за один оберт прядильної камери.

8.8. Розрахувати по кінематичній схемі прядильної машини ППМ-120 можливі найменшу і найбільшу частоту обертання дискретизуючого валика.

8.9. Розрахувати по кінематичній схемі прядильної машини ППМ-120 можливі найменшу і найбільшу частоту обертання випускних валів і швидкість мотальних валів.

#### 8.4. Розрахунок витяжки і числа зубців змінної витяжної шестерні

Загальна витяжка на машині з урахуванням потоншення продукту і без урахування кількості волокон і домішок, що виділяються в сміттєвивідній пристрій:

$$E = \frac{T_c}{T_{np}} \quad (8.11)$$

де  $T_c$ ,  $T_{np}$  – лінійна густина відповідно живильної стрічки і пряжі, текс.

Загальна витяжка на машині по кінематичній схемі дорівнює також співвідношенню лінійних швидкостей випускних валів і живильних циліндрів:

$$E = \frac{V_{в.в}}{V_{ж.ц}} = \frac{\pi D_{в.в} n_{в.в}}{\pi D_{ж.ц} n_{ж.ц}} = \frac{D_{в.в}}{D_{ж.ц}} i_{ж.ц-в.в} \quad (8.12)$$

де  $i_{ж.ц-в.в}$  – передавальне відношення від живильних циліндрів до випускних валів.

По кінематичній схемі машини ППМ-120 з урахуванням формул (8.3) і (8.7) отримують:

$$i_{ж.ц-в.в} = \frac{377,7Z_2Z_3}{22,32Z_1Z_B} = 16,92 \frac{Z_2Z_3}{Z_1Z_B}$$

Тоді загальна витяжка на машині:

$$E = \frac{D_{в.в}}{D_{ж.ц}} 16,92 \frac{Z_2Z_3}{Z_1Z_B} = \frac{65}{25,3} 16,92 \frac{Z_2Z_3}{Z_1Z_B} = 43,47 \frac{Z_2Z_3}{Z_1Z_B}$$

При заданому числі шестерень  $Z_1$ ,  $Z_2$  і  $Z_3$ :

$$E = \frac{C_6}{Z_6},$$

де  $C_6$  – константа витяжки для даної кінематичної схеми:

$$C_6 = 43,47 \frac{Z_2Z_3}{Z_1} \quad (8.13)$$

а число зубців змінної витяжної шестерні:

$$Z_6 = \frac{C_6}{E} \quad (8.14)$$

Розраховують необхідну витяжку за формулою (8.11), виходячи із заданої лінійної густини стрічки і пряжі, а потім за формулою (8.14) знаходять число зубців витяжної шестерні.

Відомо, що загальна витяжка на пневмомеханічній прядильній машині з дискретизуючим валиком виражається через часткові витяжки формулою:

$$E = E_\partial E_{mp} E_\phi \quad (8.15)$$

де  $E_\partial$  – витяжка між дискретизуючим валиком і живильним циліндром;

$E_{mp}$  – витяжка між збірною поверхнею камери і дискретизуючим валиком при транспортуванні дискретного потоку волокон;

$E_\phi$  – витяжка формування пряжі між випускними валами і збірною поверхнею камери.

$$E_\partial = \frac{V_{\partial.в}}{V_{ж.ц}} = \frac{D_{\partial.в} n_{\partial.в}}{D_{ж.ц} n_{ж.ц}} \quad (8.16)$$

де  $D_{\partial.в}$  і  $n_{\partial.в}$  – відповідно діаметр і частота обертання дискретизуючого валика;

$$E_{mp} = \frac{V_\kappa}{V_{\partial.в}} = \frac{D_\kappa n_\kappa}{D_{\partial.в} n_{\partial.в}} \quad (8.17)$$

де  $D_\kappa$  і  $n_\kappa$  – відповідно діаметр і частота обертання прядильної камери;

$$E_{\phi} = \frac{V_{6.6}}{V_{\kappa}} = \frac{D_{6.6} n_{6.6}}{D_{\kappa} n_{\kappa}} \quad (8.18)$$

або

$$E_{\phi} = \frac{V_{6.6}}{V_{\kappa}} = \frac{V_{6.6}}{\pi D_{\kappa} n_{\kappa}} = \frac{1}{\pi D_{\kappa} K} \quad (8.19)$$

де  $K$  – заправна скручення пряжі,  $m^{-1}$ .

$$K = \frac{n_{\kappa}}{V_{6.6}}$$

$$E_{\phi} = \frac{K_y}{d} \quad (8.20)$$

де  $K_y$  – коефіцієнт укручення волокнистої стрічечки;

$d$  – число циклічних складень в пункті знімання волокнистої стрічечки з жолоба камери.

**Приклад 2.** Розрахувати число зубців змінної витяжної шестерні, загальну і часткові витяжки на прядильній машині ППМ-120 для виготовлення пряжі  $T_{np} = 25$  текс із стрічки  $T_c = 3$  ктекс при числі зубців шестерень  $Z_1 = 31$ ,  $Z_2 = 57$ ,  $Z_3 = 57$ ,  $Z_4 = 80$  і  $Z_K = 63$ , діаметрі шківів  $D_1 = 155$  мм,  $D_2 = 100$  мм,  $D_3 = 139$  мм і  $D_4 = 124,4$  мм.

**Рішення.**

Необхідна загальна витяжка на машині обчислюється за формулою (8.11):

$$E = T_c / T_{np} = 3000 / 25 = 120$$

Константа витяжки обчислюється за формулою (8.13):

$$C_6 = 43,47 \frac{Z_2 Z_3}{Z_1} = 43,47 \frac{57 \times 57}{31} = 4555,9$$

Число зубців змінної витяжної шестерні знаходимо за формулою (8.14):

$$Z_6 = \frac{C_6}{E} = 4555,9 / 120 = 38$$

Часткова витяжка дискретизації обчислюється за формулою (8.16) з урахуванням формул (8.3) і (8.5):

$$E_{\partial} = \frac{65 \times D_4}{25,3} = \frac{D_3 Z_4 Z_2 Z_3}{D_2 Z_K Z_1 Z_B} = 6,86 \frac{D_4 D_3 Z_4 Z_2 Z_3}{D_2 Z_K Z_1 Z_B} = 6,86 \frac{124,4 \times 139 \times 80 \times 57 \times 57}{100 \times 63 \times 31 \times 38} = 4154,4$$

Часткова витяжка при транспортуванні дискретного потоку за формулою (8.17) з урахуванням формул (8.1) і (8.5):

$$E_{mp} = \frac{D_{\kappa}}{D_{\partial.6}} \frac{2940 D_1}{d_{\partial.к}} \frac{1}{59,63 D_4} = 40,96 \frac{D_1}{d_{\partial.к} D_4} = 40,96 \frac{155}{10 \times 124,4} = 5,1$$

Часткова витяжка формування за формулою (8.18) з урахуванням формул (8.1) і (8.7):

$$E_{\phi} = \frac{65}{54} \frac{377,7 D_2 Z_K}{D_3 Z_4} \frac{d_{\text{бл.к}}}{2940 D_1} = 0,155 \frac{D_2 Z_K d_{\text{бл.к}}}{D_3 Z_4} = 0,155 \frac{100 \times 63 \times 10}{139 \times 80 \times 155} = 0,00565$$

Загальна витяжка за формулою (8.15):

$$E = 4154,7 \times 5,1 \times 0,00565 = 120$$

## 8.5. Завдання для розрахунку

8.10. Розрахувати по кінематичній схемі (див. рис. 8.1) прядильної машини ППМ-120 константу загальної витяжки і константу часткових витяжок в зонах дискретизації, транспортування волокнистих потоків і формування пряжі.

8.11. Розрахувати необхідну лінійну густину живильної стрічки для виготовлення на прядильній машині ППМ-120 пряжі  $T_{np} = 18,5$  текс при мінімальній і максимальній загальній витяжці на машині.

8.12. Розрахувати по кінематичній схемі прядильної машини ППМ-120 можливу найменшу і найбільшу загальну витяжку продукту.

8.13. Розрахувати по кінематичній схемі прядильної машини ППМ-120 можливі найменшу і найбільшу часткові витяжки дискретизації  $E_{\delta}$ , транспортування  $E_{mp}$  і формування  $E_{\phi}$ .

8.14. Розрахувати по кінематичній схемі прядильної машини ППМ-120 константу загальної витяжки і число зубців змінної витяжної шестерні для виготовлення пряжі  $T_{np} = 20$  текс з живильної стрічки  $T_c = 3,1$  ктекс при числі зубців шестерень  $Z_1 = 31, Z_2 = 57$  і  $Z_3 = 70$ .

8.15. Розрахувати по кінематичній схемі прядильної машини ППМ-120 загальну і часткові витяжки, число зубців змінної витяжної шестерні для виготовлення пряжі  $T_{np} = 20$  текс із живильної стрічки  $T_c = 3,3$  ктекс при числі зубців шестерень  $Z_1 = 31, Z_2 = 57, Z_3 = 70, Z_4 = 70, Z_M = 60$ , діаметрах шківів  $D_1 = 155$  мм,  $D_2 = 139$  мм,  $D_3 = 176$  мм,  $D_4 = 134,4$  мм.

## 8.6. Розрахунок величини крутіння пряжі і числа зубців

змінної крутильної шестерні

Величина крутіння пряжі, що виготовляється, розраховується за формулою:

$$K = \frac{100 \alpha_T}{\sqrt{T_{np}}} \quad (8.21)$$

де  $\alpha_T$  – табличне значення коефіцієнта крутіння пряжі [8].

Загальне число крутінь, що отримує пряжа на машині за хвилину, є сумою чисел крутінь  $n_1$ , що надаються безпосередньо прядильною камерою, яка обертається, число крутінь  $n_2$ , які виникають при зніманні волокнистої стрічечки з жолобу внаслідок оббігання точкою знімання стрічечки периметра камери, число крутінь  $n_3$ , що виникають при додатковому зніманні стрічечки з жолобу від її укручування.[4]:

$$K = n_1 + n_2 + n_3$$

де  $n_1$ – число крутінь, що надаються безпосередньо прядильною камерою, що обертається;

$n_2$ – число крутінь, які виникають при зніманні волокнистої стрічечки з жолобу внаслідок оббігання точкою знімання стрічечки периметра камери;

$n_3$ – число крутінь, що виникають при додатковому зніманні стрічечки з жолобу від її укручування.

$$n_1 = n_k \quad (8.22)$$

$$n_2 = n_{zn} = \frac{V_{в.с}}{\pi D_k} = \frac{V_{в.в}}{K_y \pi D_k} \quad (8.23)$$

$$n_3 = \frac{V_{в.с}(1 - K_y)}{\pi D_k} = \frac{V_{в.в}(1 - K_y)}{K_y \pi D_k} \quad (8.24)$$

Отже, пряжа отримує за хвилину число кручень, яке визначається за формулою:

$$V_n K_n = V_{в.в} K_n = n_1 + n_2 + n_3$$

або

$$V_{в.в} K_n = n_k + \frac{V_{в.с}}{\pi D_k} + \frac{V_{в.с}(1 - K_y)}{\pi D_k} = n + \frac{V_{в.с}(2 - K_y)}{\pi D_k} \quad (8.25)$$

Оскільки

$$V_{в.с} = \frac{V_n}{K_y} = \frac{V_{в.в}}{K_y}$$

то повна величина крутіття пряжі,  $m^{-1}$ :

$$K_n = \frac{n_k}{V_{в.в}} + \frac{2 - K_y}{K_y \pi D_k} = K + K_{доп} \quad (8.26)$$

де  $K$  – справна величина крутіття пряжі,  $m^{-1}$ ;  
 $K_{доп}$  – додаткова складова кручення пряжі,  $m^{-1}$ .

$$K = \frac{n_k}{V_{6.6}} \quad (8.27)$$

$$K_{\text{доод}} = \frac{2 - K_y}{K_y \pi D_k} \quad (8.28)$$

Другий доданок формули (8.26) виражає собою додаткову частину величини крутіння, яка складає не більше 1,5 % основного крутіння, що описується першим доданком цієї формули, тому на практиці розраховують заправну величини крутіння пряжі за формулою (8.27).

Для надання пряжі крутіння, що розраховується за формулою (8.21), на машині необхідно встановити певне співвідношення швидкостей її робочих органів.

За формулою (8.27), в якій частота обертання прядильної камери виражена через частоту обертання випускних валів, та з використанням кінематичної схеми прядильної машини, отримують:

$$K = \frac{n_k}{V_{6.6}} = \frac{n_k}{\pi D_{6.6} n_{6.6}} = \frac{1}{\pi D} i_{6.6-k}$$

де  $i_{6.6-k}$  — передавальне відношення між випускним валом і прядильною камерою машини ППМ-120.

$$K = \frac{1}{3,14 \times 0,065} \frac{31 \times 100 \times 31 \times 31 Z_4 \times 69 \times 41 D_3}{25 \times 75 \times 25 \times 25 Z_k \times 42 \times 22 D_2} 0,98 \frac{D_1}{10} = 3,737 \frac{Z_4 D_3 D_1}{Z_k D_2}$$

При заданому числі зубців шестерні  $Z_4$  і діаметрах шківів  $D_1, D_3, D_4$ :

$$K = \frac{C_k}{Z_k} \quad (8.29)$$

де  $C_k$  — константа крутіння.

Для даної кінематичної схеми:

$$C = 3,737 \frac{Z_4 D_3 D_1}{D_2} \quad (8.30)$$

Число зубців змінної крутильної шестерні з урахуванням формули (8.21):

$$Z_k = \frac{C_k}{K} = \frac{C_k \sqrt{T_{np}}}{100\alpha} \quad (8.31)$$

### Приклад 3.

Розрахувати число зубців крутильної шестерні для виробництва на прядильній машині ППМ-120 пряжі  $T_{np} = 25$  текс при числі зубців шестерні  $Z_4 = 80$  зуб, діаметрах шківів  $D_1 = 155$  мм,  $D_2 = 100$  мм і  $D_3 = 139$  мм.



### **Рішення.**

Із довідкової літератури вибирають коефіцієнт крутіння  $\alpha_T = 51,5$  і розраховують необхідне величину крутіння пряжі.

Величина крутіння пряжі за формулою (8.21):

$$K = \frac{100\alpha_T}{\sqrt{T_{np}}} = \frac{100 \times 51,5}{\sqrt{25}} = 1030 \text{ м}^{-1}$$

Константа крутіння за формулою (8.30):

$$C = 3,737 \frac{Z_4 D_3 D_1}{D_2} = 3,737 \frac{80 \times 139 \times 155}{100} = 64411$$

Число зубців крутильної шестерні за формулою (8.31):

$$Z_K = \frac{C_K}{K} = \frac{64411 \sqrt{25}}{100 \times 51,5} = 62,5$$

Приймають  $Z_K = 63$  зуб. і розраховують заправну величину крутіння:

$$K = 64411 / 63 = 1022 \text{ м}^{-1}.$$

### **Приклад 4.**

Розрахувати заправну, додаткову і повну величини крутіння пряжі на прядильній машині ППМ-120 з діаметром жолоба камери  $D_K = 54$  мм при частоті обертання  $n_K = 45500$  хв<sup>-1</sup>, швидкості випуску пряжі  $V_{в.в} = 45$  м/хв., якщо коефіцієнт укручення волокнистої стрічечки  $K_y = 0,98$ .

Розрахувати додаткову величину крутіння у відсотках від заправної величини крутіння.

**Рішення.** Заправна величина крутіння розраховується за формулою (8.27):

$$K = \frac{n_K}{V_{в.в}} = \frac{45500}{45} = 1011,1 \text{ м}^{-1}$$

Додаткова величина крутіння розраховується за формулою (8.28):

$$K_{доd} = \frac{2 - K_y}{K_y \pi D_K} = \frac{2 - 0,98}{0,98 \times 3,14 \times 54} = 5,4 \text{ м}^{-1}$$

Повна величина крутіння розраховується за формулою (8.26):

$$K_n = K + K_{доd} = 1011,1 + 5,4 = 1016,5 \text{ м}^{-1}$$

Частка додаткової величина крутіння від заправної:

$$\frac{5,4 \times 100}{1011,1} = 0,5\%$$

### 8.7. Завдання для розрахунку

8.16. Вибрати коефіцієнт крутіння для виготовлення пряжі  $T_{np} = 16,5$  текс із бавовняного волокна на пневмомеханічній прядильній машині і розрахувати необхідну заправну величину крутіння пряжі.

8.17. Вибрати коефіцієнт крутіння для виготовлення пряжі  $T_{np} = 84$  текс із бавовни низьких сортів і волокнистих відходів на пневмомеханічній прядильній машині і розрахувати необхідну заправну величину крутіння пряжі.

8.18. Розрахувати константу для визначення по кінематичній схемі прядильної машини ППМ-120 заправної величина крутіння. Вибрати по кінематичній схемі необхідне число зубців змінних шестерень і діаметр змінних шківів для отримання мінімальної і максимальної величина крутіння та обчислити діапазон можливої величини крутіння пряжі.

8.19. Яка повинна бути частота обертання випускних валів прядильної машини ППМ-120, щоб при частоті обертання камер  $65474 \text{ хв}^{-1}$  заправна величина крутіння пряжі  $K = 1030 \text{ м}^{-1}$ .

8.20. Чому дорівнює заправна величина крутіння пряжі при частоті обертання прядильної камери  $n_k = 70000 \text{ хв}^{-1}$ , якщо живильний циліндр  $d_{ж.ц} = 25,3 \text{ мм}$  обертається з частотою  $n_{ж.ц} = 4 \text{ хв}^{-1}$ , лінійна густина стрічки  $T_c = 3,6$  ктекс і пряжі  $T_{np} = 25$  текс?

8.21. Розрахувати константу крутіння по кінематичній схемі прядильної машини ППМ-120 і число зубців змінної крутильної шестерні для виготовлення пряжі  $T_{np} = 29$  текс з коефіцієнтом крутіння  $\alpha_T = 50,6$ ; при розрахунку задатися числом зубців шестерень  $Z_1, Z_4$  та діаметрами шківів  $D_2, D_3$ .

8.22. При розрахунку числа зубців крутильної шестерні прядильної машини був отриманий результат:  $Z_k = 40,6$  зуб. На скільки відсотків і в яку сторону від заданої величини відрізняться заправна величина крутіння пряжі, якщо фактично була встановлена крутильна шестерня з 41 зуб.?

8.23. Пряжа виробляється на прядильній машині з частотою обертання камер  $n_k = 60000 \text{ хв}^{-1}$  і швидкістю випускних валів  $V_{в.в} = 44 \text{ м/хв}$ ; діаметр жолоба прядильної камери  $D_k = 54 \text{ мм}$ , коефіцієнт укручування волокнистої стрічки  $K_y = 0,98$ . Розрахувати величину крутіння, що надається пряжі: а) камерою, що безпосередньо обертається  $n_1$ ; б) внаслідок оббігання точкою знімання волокнистої стрічечки периметра жолоба  $n_2$ ; в) в результаті додаткового знімання волокнистої стрічечки з жолоба від її укручування  $n_3$ ; г) повної з урахуванням складових величини крутіння  $n_1, n_2, n_3$ .

8.24. Вирішити задачу 8.23 для випадку, коли діаметр жолоба прядильної камери  $D_k = 67$  мм. Пояснити вплив діаметра жолоба камери на складові частини і повну величину крутіння пряжі.

8.25. З якою заправною величиною крутіння виробляється пряжа  $T_{np} = 16,5$  текс з коефіцієнтом укучування  $K_y = 0,98$  із стрічки  $T_c = 2,9$  ктекс при частковій витяжці між жолобом прядильної камери і живильним циліндром  $E_{дон}E_{mp} = 50500$ , якщо діаметр жолоба камери  $D_k = 67$  мм?

### 8.8. Розрахунок числа зубців мотальної шестерні

Введемо позначення:

$D_{м.б}$  – діаметр мотального барабанчика, м;

$D_1, D_2$  – найбільший і найменший діаметри конічної бобіни, м;

$D_x$  – діаметр витка намотування, м;

$d_1$  і  $d_2$  – найбільший і найменший діаметри конусної котушки (патрона), м;

$d$  – діаметр циліндричного патрона, м;

$n_{м.б}$  – частота обертання мотального валу (барабанчика),  $хв^{-1}$ ;

$n_x$  – частота обертання бобіни,  $хв^{-1}$ , при діаметрі витка  $D_k$ ;

$H$  – розмах нитководія, що визначається висотою бобіни, м;

$H_{м.б}$  – середній крок прорізної канавки барабанчика, м;

$h_x$  – крок витка намотування, м;

$\eta$  – коефіцієнт ковзання бобіни на мотальному барабанчику;

$i$  – передавальне відношення між мотальним барабанчиком і валом приводу нитководія;

$\alpha$  – кут підйому витка в бобіні, град;

$\beta$  – кут нахилу витка до утворюючої твірної циліндричної бобіни, град;

$V_b$  – швидкість поверхні тіла намотування, м/хв;

$V_n$  – швидкість нитководія уздовж утворюючої твірної бобіни, м/хв.

Натягнення пряжі між мотальним і випускним валами змінюють, встановлюючи змінну мотальну шестерню  $Z_m$  з різним числом зубців, внаслідок чого змінюється щільність намотування пряжі на бобіні. Співвідношення лінійних швидкостей мотальних і випускних валів встановлюють в межах  $0,92 \div 1$ .

По кінематичній схемі машини ППМ-120:

$$e = \frac{V_{м.б}}{V_{б.б}} = \frac{\pi D_{м.б} n_{м.б}}{\pi D_{б.б} n_{б.б}} = \frac{D_{м.б} n_{м.б}}{D_{б.б} n_{б.б}} = \frac{65 \times 31 \times 100 \times 25}{65 \times 25 Z_m \times 31} = \frac{100}{Z_m}$$

Звідки число зубців змінної мотальної шестерні:

$$Z_m = \frac{100}{e} \quad (8.32)$$

Якщо  $e = 0,98$ , то  $Z_m = 102$  зуб.

По кінематичній схемі:

$$n_{m.б} = n_{б.б} \frac{31 \times 100 \times 25}{25Z_m \times 31} = n_{б.б} \frac{100}{Z_m}$$

**Намотування пряжі на бобіну циліндричної форми мотальним барабанчиком з гвинтовою канавкою.**

Швидкість намотування:

$$V = \sqrt{V_{б}^2 + V_n^2} \quad (8.33)$$

де  $V_{б}$  – швидкість бобіни

$V_n$  – швидкість нитководія.

$$V_{б} = \pi D_x n_x = \pi D_{m.б} n_{m.б} \eta \quad (8.34)$$

Швидкість нитководія при розкладці пряжі:

- мотальним барабанчиком

$$V_n = h_x n_x = h_{m.б} n_{m.б} \quad (8.35)$$

- нитководієм

$$V_n = h_x n_x = 2Hn_{m.б} i \quad (8.36)$$

Лінійна швидкість намотування пряжі при розкладці:

- мотальним барабанчиком:

$$V = n_{m.б} \sqrt{(\pi D_{m.б} \eta)^2 + h_{m.б}^2} \quad (8.37)$$

- нитководієм:

$$V = n_{m.б} \sqrt{(\pi D_{m.б} \eta)^2 + (2Hi)^2} \quad (8.38)$$

Частота обертання циліндрової бобіни:

$$n_x = \frac{D_{m.б} n_{m.б} \eta}{D_x} \quad (8.39)$$

Крок витка при розкладці пряжі:

- мотальним барабанчиком:

$$h_x = \frac{h_{m.б} n_{m.б}}{n_x} = \frac{D_x h_{m.б}}{D_{m.б} \eta} \quad (8.40)$$

- нитководієм

$$h_x = \frac{2Hn_{m.б} i}{n_x} = \frac{2D_x Hi}{D_{m.б} \eta} \quad (8.41)$$

$$h_x = \pi D_x \operatorname{tg} \alpha \quad (8.42)$$

Довжина витка діаметром  $D_x$  в шарі намотування:

- мотальним барабанчиком:

$$L_g = D_x \sqrt{\pi^2 + \left[ \frac{h_{m.\bar{o}}}{(D_{m.\bar{o}}\eta)^2} \right]} \quad (8.43)$$

- НИТКОВОДІЄМ:

$$L_g = D_x \sqrt{\pi^2 + \left[ \frac{H}{(D_{m.\bar{o}}\eta)^2} \right]} \quad (8.44)$$

Кут підйому витка пряжі в бобіні при розкладці:

- мотальним барабанчиком:

$$\alpha = \arctg \frac{V_n}{V_{\bar{o}}} = \frac{h_{m.\bar{o}}}{\pi D_{m.\bar{o}}\eta} \quad (8.45)$$

- НИТКОВОДІЄМ:

$$\alpha = \arctg \frac{V_n}{V_{\bar{o}}} = \frac{2Hi}{\pi D_{m.\bar{o}}\eta} \quad (8.46)$$

Кут схрещування витків дорівнює  $2\alpha$ .

Кут нахилу витків до утворюючої твірної циліндричної бобіни:

$$\beta = \frac{\pi}{2} - \alpha = \arctg \frac{V_n}{V_{\bar{o}}} \quad (8.47)$$

Число витків діаметром  $D_x$  в одному шарі при розкладці пряжі:

- мотальним барабанчиком:

$$m_x = \frac{H}{h_x} = \frac{D_{m.\bar{o}}\eta H}{D_x h_{m.\bar{o}}} \quad (8.48)$$

- НИТКОВОДІЄМ:

$$m_x = \frac{H}{h_x} = \frac{D_{m.\bar{o}}\eta}{2D_x i} \quad (8.49)$$

**Намотування пряжі на катушку конічної форми мотальним барабанчиком з прорізною канавкою**

Швидкість намотування:

$$V = \sqrt{V_{\bar{o}}^2 + V_n^2}$$

$$V = n_{m.\bar{o}} \sqrt{(\pi D_{m.\bar{o}}\eta)^2 + \bar{h}_x^2} \quad (8.50)$$

Контактний діаметр бобіни при максимальному і мінімальному діаметрах торців відповідно  $D_{x1}$  і  $D_{x2}$ :

$$\bar{D}_x = 0,5(D_{x1} + D_{x2}) \quad (8.51)$$

Частота обертання конічної бобіни

$$n_x = \frac{D_{м.б} n_{м.б} \eta}{\bar{D}_x} \quad (8.52)$$

Крок гвинтової канавки змінний і зменшується у бік більшого діаметру бобіни:  $h_1 > h_2 > h_3$  при  $h_1 + h_2 + h_3 = H$ .

Середній крок прорізної канавки мотального барабанчика:

$$\bar{h}_{м.б} = H / 3 \quad (8.53)$$

Середній крок витка пряжі на бобіні:

$$\bar{h}_x = \frac{\bar{h}_{м.б} n_{м.б}}{n_x} = \frac{\bar{D}_x \bar{h}_{м.б}}{D_{м.б} \eta} \quad (8.54)$$

$$\bar{h}_x = \pi \bar{D}_x \operatorname{tg} \alpha \quad (8.55)$$

Середня довжина витка пряжі в шарі намотування:

$$L_g = \sqrt{(\pi \bar{D}_x)^2 + \bar{h}_x^2} \quad (8.56)$$

Кут підйому витка пряжі в бобіні з урахуванням формул (8.35) і (8.38):

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{V_n}{V} = \operatorname{arctg} \left( 1 / \sqrt{\frac{\pi D_{м.б} \eta}{h_{м.б}} + 1} \right) \quad (8.57)$$

Кут схрещування витків рівний  $2\alpha$ .

Число витків пряжі в одному шарі з діаметром витка:

$$m_x = \frac{H}{h_x} = \frac{D_{м.б} \eta H}{D_x h_{м.б}} \quad (8.58)$$

## 8.9. Завдання для розрахунку

8.26. Розрахувати лінійну швидкість формування циліндричної бобіни на прядильній машині ППМ-120 за наступних умов: діаметр змінних шківів  $D_2 = D_3 = 139$  мм, число зубців шестерень  $Z_K = 44$ ,  $Z_M = 80$ , коефіцієнт ковзання бобіни  $\eta = 0,98$ , передавальне відношення від мотального валу до валу приводу нитководія  $i = 30/98$ , розмах нитководія  $H = 85$  мм.

8.27. Розрахувати число подвійних ходів нитководія за хвилину прядильної машини ППМ-120 за наступних умов: частота обертання прядильних камер  $n_k = 70000$  хв<sup>-1</sup>, пряжа  $T_{np} = 18,5$  текс, коефіцієнт крутіння пряжі  $\alpha_T = 54,60$ , швидкість випускних валів більше швидкості мотальних валів в 1,01 раз, коефіцієнт ковзання бобіни  $\eta = 0,98$ , розмах нитководія  $H = 85$  мм.

8.28. Розрахувати швидкість бобіни, швидкість нитководія и швидкість намотування пряжі на циліндричну бобіну прядильної машини ППМ-120 за наступних умов: частота обертання прядильної камери  $n_k = 75000$  хв<sup>-1</sup>, пряжа  $T_{np} = 20$  текс, коефіцієнт крутіння пряжі  $\alpha_T = 51,40$ , передавальне відношення від випускного валу до мотального  $e = 0,99$ , від мотального валу до валу приводу нитководія  $i = 30/98$ , розмах нитководія  $H = 85$  мм, коефіцієнт ковзання бобіни  $\eta = 0,98$ .

8.29. Прядильна машина ППМ-120 заправлена за умов: діаметр змінних шківів  $D_2 = D_3 = 139$  мм, число зубців шестерень  $Z_4 = 44$ ,  $Z_K = 80$ , коефіцієнт ковзання бобіни  $= 0,98$ , передавальне відношення від випускного валу до мотального  $e = 0,98$ , від мотального валу до валу приводу нитководія  $i = 38/98$ , розмах нитководія  $H = 85$  мм. Розрахувати параметри намотування пряжі на циліндричну бобіну: швидкість намотування  $V_n$ , м/хв; частота обертання бобіни  $n_x$ ; крок витків намотування  $h$ , мм; довжина витка  $L_e$ , мм, кут підйому витка пряжі  $\alpha$ , град.; число витків пряжі в одному шарі  $m$ .

Розрахунки виконати при намотуванні першого шару бобіни з діаметром витка  $D_{min} = 56$  мм і останнього шару з діаметром витка  $D_{max} = 220$  мм.

8.30. Розрахувати параметри намотування пряжі на циліндричну бобіну прядильної машини ППМ-120 при змінюванні діаметру витка намотування (при діаметрі бобіни  $D = 56, 100, 150$  і  $220$  мм) і накреслити графіки їх зміни: швидкість намотування  $V_n$ , м/мін; частота обертання бобіни  $n_x$ , хв.<sup>-1</sup>; крок витків  $h$ , мм; довжину витка намотування  $L_e$ , мм; кут підйому витка пряжі  $\alpha$ , град.; число витків пряжі в одному шарі намотування  $m$  за умов, що частота обертання прядильної камери  $n_k = 60000$  хв.<sup>-1</sup>, пряжі  $T_{np} = 20$  текс, коефіцієнт крутіння пряжі  $\alpha_T = 51,40$ , передавальне відношення від випускного валу до мотального  $e = 0,98$ , від мотального валу до приводу нитководія  $i = 30/98$ , коефіцієнт ковзання бобіни  $\eta = 0,98$ , розмах нитководія  $H = 85$  мм.

8.31. Накреслити графіки зміни параметрів намотування пряжі на циліндричну бобіну прядильної машини ППМ-120, вказані в завданні 8.30, за умов заправки прядильної машини: частота обертання прядильної камери  $n_k = 65000$  хв.<sup>-1</sup>, пряжа  $T_{np} = 25$  текс, коефіцієнт крутіння  $\alpha_T = 51,50$ , передавальне відношення від випускного валу до мотального  $e = 0,98$ , від мотального валу до валу приводу нитководія  $i = 30/98$ . Розрахунки виконати для намотування витків діаметром  $D$ , що дорівнює  $56, 100, 150$  і  $220$  мм., розмах нитководія  $H = 85$  мм, коефіцієнт ковзання бобіни  $\eta = 0,98$ .

8.32. Пряжа намотується на конічну бобіну прядильної машини ППМ-120 за умов роботи: частота обертання прядильних камер  $n_k = 75000$  хв.<sup>-1</sup>, пряжа  $T_{np} = 16,5$  текс, коефіцієнт крутіння пряжі  $\alpha_T = 55,60$ , передавальне відношення від випускного валу до мотального  $e = 1$ , діаметр мотального барабанчика  $D_{м.б} = 65$  мм, коефіцієнт ковзання бобіни  $\eta = 0,98$ , ширина бобіни  $H_1 = 85$  мм, крок прорізної канавки мотального барабанчика змінний:  $h_1 = 36$  мм,  $h_2 = 28$  мм і  $h_3$  —  $21$  мм.

8.33. Розрахувати параметри намотування: швидкість  $V_n$  м/хв; контактний діаметр бобіни  $D_x$ , мм; частоту обертання конічної бобіни  $n_x$ , хв.<sup>-1</sup>; середній крок витка намотування  $h_x$ , мм; середню довжину витка  $\bar{L}_e$ , мм; кут підйому витка намотування  $\alpha$ , град.; число витків в шарі  $m_x$  при змінюванні при діаметрі витка  $D_x = 180; 190; 200$  і  $220$  мм, швидкість мотального барабанчика  $V_{м.б} = 50$  м/хв в процесі формування бобіни і накреслити графіки їх зміни.

### 8.10. Розрахунок допустимої частоти обертання прядильної камери, натягнення пряжі і діаметру змінного шківів.

Максимально допустиму частоту обертання прядильної камери розраховують за умови, щоб питома відцентрова сила радіальної ділянки пряжі в камері  $C_{н.ц}$  не перевищувала заданої величини  $C_{н.ц.доп}$ :

$$C_{н.ц} = \frac{C_u}{T_{пр}} \leq C_{н.ц.доп} \quad (8.59)$$

де  $T_{пр}$  – лінійна густина пряжі, текс;

$C_u$  – відцентрова сила, що діє на радіальну ділянку пряжі, сН.

$$C_u = 10^{-4} \times 0,5T_{пр}(R_k - r)R_k\omega_0^2 \quad (8.60)$$

де  $R_k$  – радіус жолоба прядильної камери, м;

$r$  – радіус окружності на лійці, по якій рухається точка набігання пряжі на лійку, м;

$\omega$  – кутова швидкість радіальної ділянки пряжі балону, с<sup>-1</sup>.

Питома відцентрова сила:

$$C_{н.ц} = \frac{C_u}{T_{пр}} = 10^{-4} \times 0,5(R_k - r)R_k\omega_0^2$$

Для виконання умови  $C_{н.ц} = 10^{-4} \times 0,5(R_k - r)R_k\omega_0^2 \leq C_{н.ц.доп}$  допустима кутова швидкість радіальної ділянки пряжі, с<sup>-1</sup>:

$$\omega_0 \leq 100 \sqrt{\frac{2C_{н.ц.доп}}{(R_k - r)R_k}} \quad (8.61)$$

Кутова швидкість радіальної ділянки пряжі в камері, с<sup>-1</sup>:

$$\omega_k = \omega_0 + \frac{v_c}{R_k} \approx \omega_0 = \frac{\pi n_k}{30}$$

де  $\omega_k$  – кутова швидкість жолоба камери, с<sup>-1</sup>;

$v_c$  – швидкість точки знімання волокнистої стрічки, м/с.

Допустима частота обертання прядильної камери може бути визначена з невеликою похибкою за формулою:



$$n_k \leq \frac{3000}{\pi} \sqrt{\frac{2C_{n.u. дод}}{(R_k - r)R_k}} \quad (8.62)$$

У розрахунку можна прийняти  $C_{n.u. дод} = 1 \dots 1,2$  сН/текс.

Натяг пряжі у випускних валів (сН) можна обчислити за формулою:

$$Q_{с.с} = 10^{-4} \times 0,5T_{np} \omega_0^2 [R_k^2(a+1) - r^2] \exp(\sum \alpha_i \mu_i) \quad (8.63)$$

$$Q_{с.с} = 10^{-4} \times 0,5T_{np} \left(\frac{\pi n_k}{30}\right)^2 [R_k^2(a+1) - r^2] \exp(2\alpha\mu) \quad (8.64)$$

де  $a$  – коефіцієнт ( $a = 0,01 - 0,1$ ; можна приймати, наприклад,  $a = 0,04$ );

$\alpha$  – кут, відповідний дузі, по якій пряжа контактує з поверхнею  $i$ -го робочого органу (пряжевивідної лійки, вічка направляючої трубки для виходу пряжі, датчика обриву нитки, направляючого валика), рад;

$\mu$  – коефіцієнт тертя пряжі на дузі контакту  $i$ -го робочого органу;

$v_c$  – швидкість руху точки знімання по периметру жолоба, яку можна прийняти рівній швидкості випускних валів, м/хв.

$$v_c = v_{с.с} = \frac{n_k}{K} = \frac{n_k \sqrt{T_{np}}}{100\alpha}$$

Коефіцієнт запасу розривального навантаження пряжі в зоні випускних валів:

$$K_3 = \frac{P_n}{Q_{с.с}} = \frac{P_{n,np} T_{np}}{Q_{с.с}} \quad (8.65)$$

де  $P_n$  – абсолютне розривальне навантаження пряжі, сН;

$P_{n,np}$  – питома розривальне навантаження пряжі, сН/текс.

Діаметр шківа  $D_l$  (мм) прядильної машини ППМ-120, що надає прядильним камерам частоту обертання  $n_k$ , хв<sup>-1</sup>:

$$D_l = \frac{n_k d_{ол.к}}{n_{e1} \eta}$$

### Приклад 5.

Розрахувати допустиму частоту обертання прядильної камери з діаметром жолоба  $D_k = 54$  мм і діаметром лійки  $2\Gamma = 10$  мм за умови, що питома відцентрову сила радіальної ділянки пряжі  $C_{n.u.} \leq 1,1$  сН/текс.

### **Рішення.**

Допустима частота обертання прядильної камери, розрахована за формулою (8.62),  $\text{хв}^{-1}$ :

$$n_k \leq \frac{3000}{\pi} \sqrt{\frac{2C_{n,c}}{(R_k - r)R_k}} \leq \frac{3000}{3,14} \sqrt{\frac{2 \times 1,1}{(0,027 - 0,005)0,027}} \leq 58144 \text{хв}^{-1}$$

### **Приклад 6.**

Розрахувати відцентрову силу, що діє на радіальну ділянку пряжі в прядильній камері, і натяг пряжі у випускних валів при частоті обертання камери  $n_k = 58000 \text{хв}^{-1}$ , лінійній густині пряжі  $T_{np} = 25$  текс, радіусі лійки  $r = 5$  мм, кутах, що відповідають дугам контакту пряжі з лійкою і вічком на виході з направляючої трубки  $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha = \pi/2$  і коефіцієнтах тертя пряжі об і вічко  $\mu_1 = \mu_2 = \mu = 0,2$ ; коефіцієнт  $a = 0,04$ ; тертя пряжі об датчик обриву і направляючий валик не враховувати. Радіус жолоба камери  $R_k = 27$  мм.

### **Рішення.**

За формулою (8.60) обчислюють відцентрову силу радіальної ділянки пряжі:

$$C_u = 10^{-4} \times 0,5 T_{np} (R_k - r) R_k \omega_0^2 = 10^{-4} \times 0,5 \times 25 (0,027 - 0,005) \times 0,027 (3,14 \times 58000 / 30)^2 = 27,36 \text{сН}$$

Питома відцентрова сила радіальної ділянки пряжі:

$$C_n = 27,36 / 25 = 1,09 \text{сН / текс}$$

За формулою (8.64) натягнення пряжі у випускних валів:

$$Q_{\text{в.в}} = 10^{-4} \times 0,5 T_{np} \left(\frac{\pi n_k}{30}\right)^2 [R_k^2 (a + 1) - r^2] \exp(2\alpha\mu) = 10^{-4} \times 0,5 \times 25 \left(\frac{3,14 \times 58000}{30}\right)^2 \times \\ \times [0,027(0,04 + 1) - 0,05] \exp\left(\frac{2\pi}{2} \times 0,2\right) = 46112,99 \times 7,3316 \times 10^{-4} \times 1/8738 = 67,35 \text{сН}$$

**Приклад 7.** Визначити допустиму частоту обертання прядильних камер для виготовлення пряжі  $T_{np} = 25$  текс з питомим розривальним навантаженням  $P_{n,np} = 10$  сН/текс при коефіцієнті запасу розривального навантаження у випускних валиків  $K_3 = 5$ , якщо радіус жолоба камери  $R_k = 27$  мм, радіус пражевивідної лійки  $r = 5$  мм, кути, що відповідають дугам контакту пряжі з лійкою і вічком на виході з направляючої трубки ( $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha = \pi/2$ , коефіцієнт тертя пряжі об лійку і вічко  $\mu_1 = \mu_2 = \mu = 0,2$ , коефіцієнт  $a = 0,04$ ; тертя пряжі об датчик обриву і направляючий валик не враховувати.

**Рішення.** Допустимий натяг пряжі біля випускних валів з урахуванням формули (8.65):

$$Q_{e.с} = \frac{P_{n.нр} T_{нр}}{K_3} = \frac{10 \times 25}{5} = 50 \text{сН}$$

Допустима кутова швидкість радіальної ділянки пряжі, в камері з формули (8.63):

$$\begin{aligned} \omega_о &= 10^2 \sqrt{\frac{Q_{e.с}}{0,5T_{нр} [R_{к}^2 (a+1) - r^2] \exp(2\alpha\mu)}} = 10^2 \sqrt{\frac{50}{0,5 \times 25 [0,027^2 (0,04+1) - 0,05^2] \exp\left(\frac{2\pi}{2} \times 0,2\right)}} = \\ &= 5401 \text{с}^{-1} \end{aligned}$$

Допустима частота обертання прядильної камери:

$$n_{к} \leq \frac{30\omega}{\pi} = \frac{30 \times 5401}{3,14} = 50575 \text{хв}^{-1}$$

Питома відцентрова сила радіальної ділянки пряжі, сН/текс:

$$C_{н.ч} = \frac{C_{ч}}{T_{нр}} = \frac{0,5 \times 25 (0,027 - 0,005) 0,027 \times 5401^2}{10^4 \times 25} = 0,866 < (1 - 1,2) = C_{н.ч.доп}$$

## 8.11. Завдання для розрахунку

8.34. Розрахувати натяг пряжі у випускних валів прядильної машини ППМ-120 з діаметром жолоба  $D_{к} = 67$  мм і діаметром лійки  $d = 10$  мм за умов роботи: діаметр змінного шків на валу електродвигуна  $D_1 = 155$  мм, лінійна густина пряжі  $T_{нр} = 29$  текс, кути, що відповідають дугам контакту пряжі з лійкою  $\alpha_1$  і з вічком на виході з направляючої трубки  $\alpha_2 = \alpha_1 = \pi/2$ , коефіцієнт тертя пряжі об лійку  $\mu_1$  і вічко  $\mu_2 = \mu_1 = 0,2$ , коефіцієнт  $a = 0,05$ ; тертям пряжі об датчик обриву і направляючий валик нехтувати.

8.35. Розрахувати коефіцієнт запасу розривального навантаження пряжі в зоні випускних валів за умов роботи, наведених в завданні 8.34; питома розривальне навантаження пряжі  $P_{н.нр} = 9,5$  сН/текс.

8.36. Розрахувати відцентрову силу радіальної ділянки пряжі  $T_{нр} = 36$  текс в прядильній камері при частоті обертання прядильної камери  $n_{к} = 75000$  хв<sup>-1</sup>, діаметрі жолоба камери  $D_{к} = 48$  мм, діаметрі лійки  $d = 10$  мм.

8.37. Побудувати графік залежності коефіцієнта запасу розривального навантаження пряжі у випускних валів прядильної машини від частоти обертання камери  $n_{к1} = 50000$  хв<sup>-1</sup>,  $n_{к2} = 60000$  хв<sup>-1</sup>,  $n_{к3} = 70000$  хв<sup>-1</sup>,  $n_{к4} = 80000$  хв<sup>-1</sup> при діаметрах жолоба камери  $D_{к1} = 36$  мм,  $D_{к2} = 48$  мм,  $D_{к3} = 54$  мм,  $D_{к4} = 67$  мм, якщо лінійна густина пряжі  $T_{нр} = 50$  текс, питома розривальне навантаження пряжі  $P_{н.нр} = 9,6$  сН/текс, радіус лійки  $r = 5$  мм, кути, що

відповідають дугам контакту пряжі з лійкою  $\alpha_1$  і з вічком на виході з направляючої трубки  $\alpha_2 = \alpha_1 = \pi/2$ , коефіцієнт тертя пряжі об лійку  $\mu_1$  і вічко  $\mu_2 = \mu_1 = 0,2$ , коефіцієнт  $a = 0,06$ ; тертя пряжі об датчик обриву і направляючий валик не враховувати.

8.38. Розрахувати при коефіцієнті запасу розривального навантаження пряжі  $K_3 = 5$  допустиму частоту обертання прядильних камер машини ППМ-120 і вибрати відповідний діаметр  $D_1$  шківів приводу камер при виготовленні пряжі  $T_{np} = 50$  текс з питомим розривальним навантаженням  $P_{n,np} = 9,6$  сН/текс; діаметр жолоба камери  $D_k = 54$  мм, діаметр лійки  $d = 10$  мм, кути, що відповідають дугам контакту пряжі з лійкою  $\alpha_1$  і вічком пражевивідної трубки  $\alpha_2 = \alpha_1 = \pi/2$ , коефіцієнт  $a = 0,04$ ; тертям пряжі об датчик обриву і направляючий валик нехтувати.

8.39. За умовами завдання 8.38 розрахувати допустиму частоту обертання камер  $n_k$  при коефіцієнті запасу розривного навантаження пряжі у випускних валів  $K_3 = 3; 4; 5; 6; 7$  і  $8$  і побудувати графік  $n_k = f(K_3)$  при  $T_{np} = 18,5$  текс.

8.40. При якому діаметрі змінного шківів  $D_1$  пневмомеханічної прядильної машини ППМ-120 прядильна камера обертатиметься з частотою  $n_k = 55000$  хв<sup>-1</sup>, якщо коефіцієнт ковзання ремінної передачі  $\eta = 0,98$ ?

## 8.12. Розрахунок інтенсивності дії дискретизуючого валика на стрічку

Інтенсивність дії дискретизуючого валика на стрічку оцінюють:

- витяжкою між дискретизуючим валиком і живильним циліндром:

$$E_d = \frac{V_{d.e}}{V_{ж.ц}}$$

Цю витяжку вибирають залежно від лінійної густини пряжі  $T_{np}$  і стрічки  $T_c$ , а також виду, довжини  $l$  і лінійної густини волокон  $T_g$  та інших чинників в діапазоні  $E_d = 3000 - 9000$ ;

- числом дії зубців гарнітури дискретизуючого валика на одне волокно стрічки, зуб./волокно:

$$S_{d.e} = \frac{\pi D_{d.e} n_{d.e} B}{10^3 t b} \frac{T_g \lambda}{T_c v_{ж.ц}} = \frac{\pi D_{d.e} n_{d.e} B}{10^3 t b} \frac{T_g K \lambda}{T_c n_k} \quad (8.66)$$

де  $D_{d.e}$  і  $n_{d.e}$  – діаметр, мм, і частота обертання, хв<sup>-1</sup>, дискретизуючого валика;  $t$  – крок зубців дискретизуючого валика, мм (крок зубців дорівнює 2,5 мм (ОК-40), 4 мм (ОК-36) і 4,7 мм (ОК-37));

$B$  – ширина волокнистого потоку на дискретизуючому валику, мм;

$b$  – відстань між витками гарнітури, мм;

$K$  – скручення пряжі, м<sup>-1</sup>;

$l$  – довжина волокон, мм;

$v_{ж.ц}$  – швидкість живильного циліндра, м/хв;

$n_k$  – частота обертання камери, хв<sup>-1</sup>;

- питомим завантаженням гарнітури дискретизуючого валика – числом волокон на 1 мм ширини потоку на валу:

$$a_{\partial.с} = \frac{T_c v_c}{T_s v_{\partial.с} B} = \frac{T_{np} v_{с.с}}{T_s v_{\partial.с} B} = \frac{T_{np}}{T_s} \frac{n_k}{K v_{\partial.с} B} \quad (8.67)$$

де  $v_{\partial.с}$  – швидкість дискретизуючого валика, м/хв;

- відношенням середнього числа волокон в поперечному перетині потоку на дискретизуючому валику до витків гарнітури валу:

$$\beta_{\partial.с} = \frac{m_{\partial.с} b}{B} = \frac{T_c v_{ж.ц} b}{T_s v_{\partial.с} B} = \frac{T_{np} v_{с.с} b}{T_s v_{\partial.с} B} \quad (8.68)$$

або

$$\beta_{\partial.с} = \frac{n_k T_{np} \sqrt{T_{np}} b}{\pi D_{\partial.с} n_{\partial.с} 100 \alpha T_{np} B}$$

- силою дискретизації – опором руху гарнітури валика в борідці, який обумовлений силами тертя і опором волокон розпрямленню.

Частота обертання дискретизуючого валика може бути визначена за умов:

- дискретизація по ширині потоку повинна бути такою, щоб середнє число волокон в поперечному перетині потоку на дискретизуючому валику було не більше за число витків гарнітури; ця умова виконується при частоті обертання дискретизуючого валика:

$$n_{\partial.с} \geq \frac{b}{\pi D_{\partial.с} B} \frac{v_c T_c}{T_s} = \frac{b}{\pi D_{\partial.с} B} \frac{v_{с.с} T_{np}}{T_s} \frac{b}{\pi D_{\partial.с} B} \frac{n_k T_{np}}{K T_s}$$

де  $T_{сд} = T_{np} E$ ;  $T_c v_c = T_{np} v_{с.с}$ ;  $v_{с.с} = \frac{n_k}{K}$ ;  $v_c = \frac{v_{с.с}}{E}$ ;

- нормальний перехід волокон з дискретизуючого валика в транспортний канал здійснюється при швидкості повітря в каналі більшій за швидкість дискретизуючого валика, а для упорядкованого переходу волокон з транспортного каналу на поверхню прядильної камери швидкість стінки камери повинна як мінімум в 1,3 рази перевищувати швидкість волокна на виході з каналу.

За цих умов практично процес ведуть при витяжці транспортування  $E_{mp} = 4 - 10$ , яка визначає іншу межу частоти обертання дискретизуючого валика:

$$n_{\partial.с} = \frac{\pi D_k n_k}{\pi D_{\partial.с} E_{np}} = (0,1 - 0,25) \frac{D_k n_k}{D_{\partial.с}} \quad (8.69)$$

Оптимальний діапазон частоти обертання дискретизуючого валика при виробництві пряжі середньої лінійної густини:

$$\frac{T_{np} n_{\kappa} b}{T_{\epsilon} K B \pi D_{\delta, \epsilon}} \leq n_{\delta, \epsilon} = (0,1 - 0,25) \frac{D_{\kappa} n_{\kappa}}{D_{\delta, \epsilon}} \quad (8.70)$$

### Приклад 8.

Розрахувати число зубців гарнітури дискретизуючого валика, що приходить на одне волокно стрічки, на прядильній машині, що виробляє із стрічки  $T_c = 3$  текс пряжу  $T_{np} = 25$  текс з коефіцієнтом крутіння  $\alpha = 50$  при частоті обертання прядильної камери  $n_{\kappa} = 45500 \text{ хв}^{-1}$  і дискретизуючого валика  $n_{\delta, \epsilon} = 7418 \text{ хв}^{-1}$ , ширині борідки живильної стрічки  $B = 16 \text{ мм}$ , відстані між витками гарнітури  $b = 2 \text{ мм}$ , кроці зубців  $t = 2 \text{ мм}$ , діаметрі валика  $D_{\delta, \epsilon} = 67 \text{ мм}$ , середній довжині волокон  $l = 28 \text{ мм}$  і лінійній густині волокон  $T_{\epsilon} = 0,17 \text{ текс}$ .

### Рішення.

Швидкість живильного циліндра:

$$v_{ж.ц} = \frac{v_{\epsilon, \epsilon}}{E} = \frac{v_{\epsilon, \epsilon} T_{np}}{T_c}$$

де 
$$v_{\epsilon, \epsilon} = \frac{n_{\epsilon, \epsilon}}{K} = \frac{n_{\epsilon, \epsilon} \sqrt{T_{np}}}{100\alpha} = \frac{45500 \sqrt{25}}{100 \times 50} = 45,5 \text{ м/хв}$$

Тому 
$$v_{ж.ц} = \frac{45,5 \times 25}{3000} = 0,38 \text{ м/хв}$$

Число зубців валика, що приходить на одне волокно, за формулою (8.66):

$$S_{\delta, \epsilon} = \frac{3,14 \times 67 \times 7418 \times 16}{10^3 \times 2,5 \times 2} \frac{0,17 \times 28}{3000 \times 0,38} = 21 \text{ зуб/волокно}$$

### Приклад 9.

Розрахувати за умовами прикладу 1 число волокон в 1 мм ширини потоку на дискретизуючому валику.

### Рішення.

За формулою (8.67) питоме завантаження гарнітури дискретизуючого валика:

$$a_{\delta, \epsilon} = \frac{3000 \times 0,38}{0,17 \times 3,14 \times 0,067 \times 7418 \times 16} = 0,268 \text{ волокон/мм}$$

## 8.13. Завдання для розрахунку

8.41. Дискретизуючий валик пневмомеханічної прядильної машини діаметром  $D_{\delta, \epsilon} = 67 \text{ мм}$ , обтягнутий гарнітурою ОК-40, з кроком зубців  $r = 2,5 \text{ мм}$  і відстанню між витками  $t = 2 \text{ мм}$ , діє на живильну стрічку шириною  $B = 16 \text{ мм}$ . Розрахувати число зубців дискретизуючого валика, що діють на одне волокно живильної стрічки, використовуючи дані таблиці 8.1. У таблиці використані наступні позначення:  $v_c$  – швидкість живильної стрічки;  $v_{\epsilon, \epsilon}$  –

швидкість пряжі у випускних валах;  $T_c$  і  $T_{np}$  – лінійна густина стрічки і пряжі;  $n_k$  – частота обертання прядильної камери;  $K$  – заправна скручення пряжі;  $E$  – загальна витяжка на машині.

Таблиця 8.1

Варіант	$v_c$ , м/хв	$v_{в.в}$ , м/хв	$T_c$ , ктекс	$T_{np}$ , текс	$T_в$ , текс	$n_k$ , хв <sup>-1</sup>	$\alpha$	$K$ , м <sup>-1</sup>	$E$
1	–	–	–	25	0,17	90000	51,5	–	–
2	–	50	–	36	0,16	–	–	–	–
3	0,87	–	4	–	0,16	–	–	–	–
4	–	–	–	20	0,18	45000	–	1150	–
5	0,26	–	4	16,5	0,16	–	–	–	–
6	–	–	–	18,5	0,17	80000	–	–	–
7	0,48	–	–	25	0,18	–	–	–	160
8	–	–	–	29	0,17	55000	50,6	–	–
9	0,34	–	2,8	–	0,16	–	–	–	–
10	0,47	–	–	15,4	0,15	–	–	–	182
11	–	–	–	42	0,18	50000	46	–	–
12	–	–	–	36	0,16	90000	–	1450	–
13	0,60	–	–	15,4	0,18	–	–	–	95,2
14	–	–	–	36	0,17	40000	42,8	–	–
15	–	60	–	15,4	0,15	–	–	–	–
16	0,43	–	–	36	0,18	–	–	–	112
17	0,43	–	3	–	0,17	–	–	–	–
18	–	–	–	20	0,17	80000	51,4	–	–
19	0,34	–	–	16,5	0,15	–	–	–	193
20	–	–	–	25	0,17	90000	–	1030	–
21	–	–	–	36	0,17	45000	49,8	–	–
22	–	62	–	29	0,18	–	–	–	–
23	0,54	–	–	25	0,17	–	–	–	160
24	0,40	–	4	–	0,18	–	–	–	120

8.42. За умовами завдання 8.41 розрахувати питоме завантаження гарнітури дискретизуючого валика – число волокон в 1 мм ширини потоку на валу.

8.43. При якій частоті обертання дискретизуючого валика прядильної машини ППМ-120 на одне волокно живильної стрічки впливатиме в середньому 19,6 зуб. гарнітури валика, якщо на прядильній машині виготовляється пряжа  $T_{np} = 36$  текс з коефіцієнтом крутіння  $\alpha = 49,80$  при частоті обертання прядильних камер  $n_k = 65000$  хв<sup>-1</sup>, ширині волокнистого потоку  $B = 16$  мм, кроці зубців гарнітури  $t = 2,5$  мм, відстані між витками  $b = 2$  мм, середній довжині волокон  $l = 28$  мм, лінійній густині волокон  $T_в = 0,17$  текс, лінійній густині живильної стрічки  $T_c = 3$  ктекс?

8.44. Розрахувати число волокон в 1 мм ширини потоку навколо дискретизуючого валика при прядінні із стрічки  $T_c = 3,2$  ктекс, ширині потоку  $B = 16$  мм, лінійній густині волокон  $T_e = 0,18$  текс, швидкості живого циліндра  $v_{ж.ц} = 0,6$  м/хв, діаметрі дискретизуючого валика  $D_{д.в} = 65$  мм і частоті його обертання  $n_{д.в} = 8000$  хв<sup>-1</sup>.

8.45. При якій частоті обертання дискретизуючого валика прядильної машини ППМ-120 в 1 мм ширини потоку навколо валу буде в середньому  $a_{д.в} = 0,23$  волокон, якщо на машині виготовляється пряжа  $T_{пр} = 18,5$  текс з коефіцієнтом крутіння  $\alpha = 54,60$  при частоті обертання прядильної камери  $n_k = 60000$  хв<sup>-1</sup>, лінійній густині волокон  $T_e = 0,17$  текс, діаметрі дискретизуючого валика  $D_{д.в} = 65$  мм, ширині потоку волокон навколо валу  $B = 16$  мм?

8.46. Розрахувати частоту обертання дискретизуючого валика діаметром  $D_{д.в} = 67$  мм, при якій витяжка дискретного потоку волокон, що транспортується по жолобу прядильної камери,  $E_{пр} = 6$ , якщо частота обертання прядильної камери  $n_k = 70000$  хв<sup>-1</sup>, а діаметр прядильної камери  $D_k$ , мм: а) 28; б) 32; в) 40; г) 48; д) 56.

#### 8.14. Розрахунок числа циклічних складань шарів і ефективності вирівнювання продукту в жолобі прядильної камери

При стабільному формуванні і зніманні волокнистої стрічки пункт знімання переміщається по периметру жолоба камери у напрямі її обертання. Найбільше число шарів завжди приходиться на перетин стрічки, що знаходиться в точці знімання. Оскільки за один оборот камери в її жолобі укладається один шар, то число шарів  $d$  в пункті знімання стрічки дорівнює числу обертів камери за час оббігання точкою знімання периметра жолоба. Точка знімання здійснює один оберт щодо жолоба камери за час, що дорівнює, хв:

$$t_3 = \frac{K_y \pi D_k}{v_{в.в}}$$

а число обертів камери за цей час, що формують в точці знімання  $d$  шарів стрічки:

$$d = n_k t_3 = \frac{K_y \pi D_k n_k}{v_{в.в}}$$

Підставивши в цю формулу відношення  $n_k/v_{в.в}$  з формули (8.27), отримують число циклічних складань шарів в пункті знімання волокнистої стрічки з жолоба камери:

$$d = K_y K \pi D_k \quad (8.71)$$

де  $K_y$  – коефіцієнт укручування;  
 $K$  – заправна скручення пряжі, м<sup>-1</sup>;  
 $D_k$  – діаметр жолоба прядильної камери, м.



Вирішивши спільно рівняння (8.71) і (8.26), отримаємо співвідношення (8.20) між витяжкою формування і числом циклічних складань шарів в точці знімання волокнистої стрічки:

$$E_{\phi} = K_y K \pi D_{\kappa}$$

Умови формування пряжі при ліквідації обриву змінюються. Час оббігання периметра жолоба точкою знімання волокнистої стрічки при стаціонарному процесі прядіння, с:

$$t_n = \frac{K_y K \pi D_{\kappa} 60}{n_{\kappa}} = \frac{100 K_y \alpha \pi D_{\kappa} 60}{n_{\kappa} \sqrt{T_{np}}} \quad (8.72)$$

При ліквідації обриву фактичний час запрядання  $t_3$ , с, дорівнює проміжку від моменту включення живлення до початку запрядання в пряжу волокон, що поступили в камеру.

Число обертів камери або число шарів, що укладаються в жолоб камери, при стаціонарному процесі за час  $t_n$ :

$$d = n_{\kappa} \frac{t_n}{60} = K_y K \pi D_{\kappa} = K_y \frac{100 \alpha \pi D_{\kappa}}{\sqrt{T_{np}}} \quad (8.73)$$

при ліквідації обриву за час запрядання:

$$d_3 = \frac{t_3}{t_n} \quad (8.74)$$

Надмірне число волокон, що запрядаються в пряжу за час  $t_3$ , %:

$$Y = \left( \frac{d_3}{d} - 1 \right) 100 = \left( \frac{t_3}{t_n} - 1 \right) 100 \quad (8.75)$$

Довжина ділянки пряжі, що містить надлишок волокон при запряданні за час  $t_3$ , м:

$$L_1 = \frac{v_{e.g} t_3}{60} = \frac{n_{\kappa} \sqrt{T_{np}} t_3}{100 \alpha 60} \quad (8.76)$$

Ефективність вирівнювання волокнистого потоку при циклічному складанні дискретного шару в жолобі прядильної камери оцінюють співвідношенням квадратичних нерівнот дискретного потоку (або волокнистого шару  $C_{uu}$ ) і волокнистої стрічки:

$$\varepsilon = \frac{C_{uu}}{C_{e.c}} \approx \sqrt{d} = \sqrt{K_y K \pi D_{\kappa}} \quad (8.77)$$

Довжина шару, що бере участь в циклічному складанні, і формує волокнисту стрічку постійної товщини завдовжки  $\pi D_\kappa$ :

$$L_{ш} = \pi D_\kappa d \quad (8.78)$$

Така довжина шару виходить в результаті витягування в  $E_\delta E_{mp}$  разів ділянок живильного продукту (стрічки) завдовжки:

$$L_c = \frac{L_{ш}}{E_\delta E_{mp}} \quad \text{або} \quad L_c = \frac{K_y \pi D_\kappa}{E} \quad (8.79)$$

Отже, із стрічки довжиною  $L_c$  витягується дискретний волокнистий потік довжиною  $L_{ш} = \pi D_\kappa d$ , в результаті циклічного складання якого в  $d$  раз утворюється волокниста стрічка довжиною:

$$L_{в.с} = \frac{L_c E_\delta E_{mp}}{d} = \frac{L_{ш}}{d} = \pi D_\kappa \quad (8.80)$$

та пряжа довжиною:

$$L_{np} = \pi D_\kappa K_y \quad (8.81)$$

Таким чином, у формуванні пряжі довжиною  $L_{np} = \pi D_\kappa K_y$  приймають участь волокна, розташовані передніми кінцями в стрічці на довжині  $L_c$ .

Доля (у відсотках) волокон поперечного перетину рівномірного за структурою живильного продукту (стрічки) від волокон з середньою довжиною  $\ell$ , які формують волокнисту стрічку довжиною  $\pi D_\kappa$ :

$$y_\kappa = \frac{L_c \cdot 100}{\lambda} = 100 \frac{\pi D_\kappa K_y}{E \lambda} \quad (8.82)$$

де  $E$  – загальна витяжка продукту на прядильній машині.

Коливання товщини дискретного потоку (шару) волокон, що поступають в жолоб прядильної камери, довжиною, меншою  $\pi D_\kappa d$ , вирівнюються добре, а довжиною більше  $3\pi D_\kappa d$  практично не вирівнюються.

### **Приклад 10.**

Розрахувати кількість циклічних складань в стрічечці у точці при виготовленні пряжі  $T_{np} = 25$  текс з коефіцієнтом крутіння  $D_\kappa = 51,5$ , коефіцієнтом укручення  $K_y = 0,98$ , при діаметрі жолобу камери  $D_\kappa = 54$  мм.

**Рішення.** Заправне скручення визначається за формулою (8.28),  $m^{-1}$ :

$$K = 100\alpha_T / \sqrt{T} = 100 \times 51,5 / \sqrt{25} = 1030.$$

Для такого скручення число зубців крутильної шестерні (див. приклад 3) дорівнює 62,5; при округленні до 63 зуб. заправне скручення за формулою (8.36)  $K = 1022 \text{ м}^{-1}$ .

Тоді число циклічних складань шарів в жолобі камери за формулою (8.78):

$$d = K_y K \pi D_k = 0,98 \cdot 1022 \cdot 3,14 \cdot 0,054 = 170.$$

**Приклад 11.** Вирішити приклад 10 при умові, що пряжа виробляється на прядильній машині з жолобом камери, що має діаметр  $D_k = 67 \text{ мм}$ .

**Рішення.** Так як число циклічних складань прямо пропорційно діаметру жолобу камери, то:

$$d = 0,98 \cdot 1022 \cdot 3,14 \cdot 0,067 = 210,8,$$

тобто, в даному випадку воно більше в  $67/54 = 1,24$  рази.

**Приклад 12.** Розрахувати долю (у відсотках) в загальній кількості волокон надлишкових волокон, що запрядаються в пряжу при ліквідації обриву, і довжину пряджі, в якій опиняться надлишкові волокна після запрядки, при наступних умовах: частота обертання прядильних камер  $n_k = 70000 \text{ хв}^{-1}$ , лінійна густина пряджі  $T_{np} = 25 \text{ текс}$ , коефіцієнт скручення пряджі  $\alpha = 51,5$ , коефіцієнтом укручення  $K_y = 0,98$ , при діаметрі жолобу камери  $D_k = 67 \text{ мм}$ , час запрядки волокна в пряжу  $t_3 = 0,5 \text{ с}$ .

**Рішення.** Час оббігання периметру жолобу точкою зйому, с:

$$t_n = \frac{K_y \cdot 100\alpha_T \pi D_k 60}{n_k \sqrt{T_{np}}} = \frac{0,98 \cdot 100 \cdot 51,5 \cdot 3,14 \cdot 0,067 \cdot 60}{70000 \sqrt{25}} = 0,182.$$

Кількість шарів, що укладаються в жолоби камери:

- при стаціонарному процесі:

$$d = K_y K \pi D_k = K_y \frac{100\alpha_T \pi D_k}{\sqrt{T_{np}}} = \frac{0,98 \cdot 100 \cdot 51,5 \cdot 3,14 \cdot 0,067}{\sqrt{25}} = 212,35;$$

- при ліквідації обриву під час запрядки:

$$d_3 = d \frac{t_3}{t_n} = 212,35 \frac{0,5}{0,182} = 583,4.$$

Доля у загальній кількості волокон надлишкових волокон, що запрядаються в пряжу, при ліквідації обриву, %:

$$y_{\kappa} = \left( \frac{d_3}{d} - 1 \right) 100 = \left( \frac{t_3}{t} - 1 \right) 100 = \left( \frac{0,5}{0,182} - 1 \right) 100 = 174,7.$$

Довжина пряжі, що містить надлишок волокна, випущена за час  $t_H$ :

$$L_1 = \frac{V_{\text{в.в}} t_3}{60} = \frac{n_k \sqrt{T_{np} t_3}}{100 \alpha_T 60} = \frac{70000 \cdot \sqrt{25} \cdot 0,182}{100 \cdot 51,5 \cdot 60} = 0,206 \text{ м} = 206 \text{ мм}.$$

**Приклад 13.** Розрахувати ефективність вирівнювання волокнистого дискретного потоку в результаті циклічного складання на пневмомеханічній прядильній машині з діаметром жолобу камери  $D_{\kappa} = 54$  мм при частоті обертання камер  $n_{\kappa} = 45500^{-1}$ , швидкості випускних валів  $V_{\text{в.в}} = 43,7$  м/хв. та коефіцієнтом укручення  $K_y = 0,98$ .

**Рішення.** Для визначення за формулою (8.77) ефективності вирівнювання дискретного волокнистого потоку попередньо знаходять заправну крутку пряжі,  $\text{м}^{-1}$ :

$$K = n_{\kappa} / v_{\text{в.в}} = 45500 / 43,7 = 1041,2.$$

Тоді ефективність вирівнювання при циклічному складанні шарів у жолобі камери:

$$\varepsilon = \sqrt{K_y} K \pi D_{\kappa} = \sqrt{0,98} \times 1041,2 \times 3,14 \times 0,054 = 174,8$$

**Приклад 14.** розрахувати абсолютну кількість волокон та долю (у відсотках від кількості волокон у поперечному перетині живильної стрічки) волокон, що складають в жолобі волокнисту стрічку довжиною, що дорівнює периметру жолобу діаметром  $D_{\kappa} = 54$  мм, при виготовленні пряжі лінійної густини  $T_{np} = 25$  текс з заправною скрученням  $K = 1030 \text{ м}^{-1}$ , коефіцієнтом укручення  $K_y = 0,98$ , лінійною густиною живильної стрічки  $T_c = 3$  ктекс та волокна  $T_{\text{в}} = 0,16$  текс, якщо середня довжина волокон  $l = 28$  мм.

**Рішення.** Загальна витяжка на прядильній машині розраховується за формулою (8.18):

$$E = T_c / T_{np} = 3000 / 25 = 120,$$

і середня кількість волокон у поперечному перерізі стрічки:

$$n_c = T_c / T_{\text{в}} = 3000 / 0,16 = 18750.$$

Долю від кількості волокон у поперечному перерізі стрічки волокон, що приймають участь у формуванні волокнистої стрічки довжиною  $\pi D_{\kappa} = 3,14 \cdot 0,054 = 0,17 \text{ м}$  визначають за формулою (8.82):

$$y_{\kappa} = 100 \frac{\pi D_{\kappa} K_y}{E l} = 100 \frac{0,98 \cdot 3,14 \cdot 54}{120 \cdot 28} = 4,95.$$

Абсолютна кількість таких волокон:

$$(4,95/100)18750=928.$$

**Приклад 15.** розрахувати по умові приклада 2 довжину живильної стрічки та довжину шару волокон  $L_c$  для формування волокнистої стрічечки довжиною, яка дорівнює периметру жолобу камери.

**Рішення.** З врахуванням розрахованої у прикладі 2 загальної витяжки  $E = 120$ , довжина стрічки розраховується за формулою (8.79):

$$L_n = K_y \pi D_k / E = (0,98 \cdot 3,14 \cdot 0,054) / 120 = 1,38 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 1,38 \text{ мм}$$

Довжина шару волокон, що формують волокнисту стрічечку довжиною, що дорівнює периметру жолобу за формулою (8.78):

$$L_c = \pi D_k d,$$

однак

$$d = K_y K \pi D_k,$$

тобто, довжина шару:

$$L_{u1} = K_y K (\pi D_k d)^2 = 0,98 \cdot 1030 (3,14 \cdot 0,054)^2 = 29 \text{ м}$$

Шар такої товщини отримано в результаті витягування в  $E_d E_{np}$  раз ділянки стрічки довжиною  $L_{u2} = 1,38 \times 10^{-3} \text{ м} = 1,38 \text{ мм}$ .

$$E_d E_{np} = \frac{L_{u1}}{L_{u2}} = \frac{29 \times 10^3}{1,38} = 21014.$$

## 8.15. Завдання для розрахунку

8.47. Розрахувати кількість циклічних складань шарів при виготовленні пряжі  $T_{np} = 16,5$  текс зі стрічки  $T_c = 3000$  текс, якщо коефіцієнт укручення  $K_y = 0,98$ , витяжка волокнистого потоку між жолобом камери та живлячим циліндром  $E_d E_{np} = 42300$ .

8.48. Розрахувати число циклічних складань шарів при виготовленні пряжі  $T_{np} = 18,5$  текс, якщо коефіцієнт укручення  $K_y = 0,98$ , коефіцієнт скручення  $\alpha_m = 54,60$ , діаметр жолоба камери  $D_k = 54$  мм.

8.49. Розрахувати число циклічних складань шарів в процесі виготовлення пряжі при частоті обертання камер  $n_k = 65000 \text{ хв}^{-1}$ , випускних валів  $V_{в.в} = 50 \text{ м/хв}$ . та коефіцієнтом укручення  $K_y = 0,98$  при діаметрі жолоба камери  $D_k = 67$  мм.

8.50. Розрахувати число циклічних складань шарів в пряжі при скрученні пряжі  $K = 1000, 1100, 1200$  та  $1300 \text{ м}^{-1}$ , при діаметрах жолоба камери  $D_k = 36, 48, 54$  та  $67$  мм. Побудувати графіки  $d = \varphi(K)$  при вказаних діаметрах пряжі.

8.51. Розрахувати частну витяжку в зоні формування пряжі пневмомеханічного прядильного пристрою при виготовленні пряжі  $T_n =$  текс з коефіцієнтом крутіння  $\alpha_t = 47,2$ , при діаметрі жолобу камери  $D_k = 67$  мм.

8.52. Пряжа  $T_{np} = 72$  текс виготовляється на прядильній машині зі стрічки  $T_c = 3600$  текс при частоті обертання прядильних камер  $n_k = 50000 \text{ хв}^{-1}$ , швидкості

випускних валів  $V_{в.в} = 95$  м/хв. та коефіцієнтом укручення  $K_y = 0,98$ ; діаметр жолоба камери  $D_k = 67$  мм. Розрахувати: а) число циклічних складень шарів; б) загальну витяжку; в) часткові витяжки потоку волокон в зоні формування пряжі і між жолобом камери та живлячим циліндром.

8.53. Розрахувати число циклічних складень шарів і заправочну крутку пряжі  $T_{np} = 16,5$  текс при виготовленні її зі стрічки  $T_c = 3$  ктекс з коефіцієнтом укручення  $K_y = 0,98$ , витяжкою в зоні дискретизації і транспортування волокнистого потоку  $E_d E_{np} = 42200$  на прядильній машині з діаметром жолобу камери  $D_k = 54$  мм.

8.54. Розрахувати кількість (у відсотках) надлишкових волокон, що запрядаються в пряжу при ліквідації обриву, і довжину пряжі, в якій опиняться надлишкові волокна після запрядки: при умові:  $T_{np} = 18,5$  текс, коефіцієнт крутіння пряжі  $\alpha_t = 54,6$ , коефіцієнт укручення  $K_y = 0,98$ , діаметр жолобу камери  $D_k = 54$  мм, час запрядки волокон в пряжу при ліквідації обриву  $t_3 = 0,4$  с, частота обертання прядильних камер  $n_k = 60000$  хв<sup>-1</sup>.

8.55. Розрахувати ефективність вирівнювання волокнистого дискретного потоку в результаті циклічного складання в жолобі прядильної камери діаметром  $D_k = 48$  мм при виготовленні пряжі з частотою обертання прядильних камер  $n_k = 80000$  хв<sup>-1</sup>, швидкістю випускних валів  $V_{в.в} = 55$  м/хв. та з коефіцієнтом укручення  $K_y = 0,98$ .

8.56. У скільки разів нерівнота волокнистої стрічки на коротких відрізках стане менше нерівноти дискретного волокнистого шару в результаті циклічного складання в жолобі прядильної камери, якщо пряжа  $T_{np} = 18,5$  текс виготовляється в прядильній камері з діаметром жолобу  $D_k = 54$  мм при коефіцієнті крутіння  $\alpha_t = 55,5$  та коефіцієнті укручення  $K_y = 0,98$ .

8.57. Розрахувати абсолютне число волокон та долю їх у відсотках від середнього числа волокон в поперечному перерізі живлячої стрічки, що формує волокнисту стрічку довжиною, що дорівнює периметру жолобу діаметром  $D_k = 67$  мм, при виготовленні пряжі  $T_{np} = 20$  текс з коефіцієнтом крутіння  $\alpha_t = 52,30$  та коефіцієнтом укручення  $K_y = 0,98$ , лінійній густині стрічки  $T_c = 3,4$  текс та волокон  $T_v = 0,17$  текс, середній довжині волокон  $l = 29$  мм.

8.58. Розрахувати довжину живлячої стрічки та довжину дискретного шару волокон для формування волокнистої стрічки довжиною, що дорівнює периметру жолобу прядильної камери діаметром  $D_k = 67$  мм, при виготовленні пряжі  $T_{np} = 16,5$  зі стрічки  $T_c = 2,9$  ктекс з коефіцієнтом укручення  $K_y = 0,98$ ; часткова витяжка між жолобом камери та живильним циліндром  $E_d E_{np} = 50438$ .

## 8.16. Розрахунок лінійної густини та середнього числа волокон в поперечному перерізі потоку

Умова матеріального балансу в різних зонах прядильного пристрою характеризує постійність маси волокон, що проходять за одиницю часу різні робочі зони прядильного пристрою. Аналітично ця умова записується так:

$$v_{ж.ц} T_c = v_{д.в} T_{д.в} = v_{ж} T_{ж} = v_{в.с} T_{в.с} = v_{np} T_{np} = v_{в.в} T_{np}. \quad (8.83)$$

де  $V_{ж.ц}$  та  $T_c$  – відповідно швидкість живильного циліндра та лінійна густина живильної стрічки;  $V_{д.в}$  та  $T_{д.в}$  – відповідно швидкість дискретизуючого валика та лінійна густина потоку волокон на його поверхні;  $V_{ж}$  та  $T_{ж}$  – відповідно швидкість жолобу камери та лінійна густина дискретного потоку волокон, що розміщується в жолобі камери за один оберт прядильної камери та утворюючого один шар, при цьому  $V_{ж} = \pi D_k n_k$ ;  $V_{в.с}$  та  $T_{в.с}$  – відповідно швидкість зйому волокнистої стрічки та лінійна густина її в пункті зйому з жолобу;  $V_{np}$  та  $T_{np}$  – відповідно швидкість випуску пряжі та її лінійна густина, при цьому  $V_{np} = V_{в.в}$ .

Використовуючи формули (8.90, 8.18 та 8.22–8.35), отримуємо співвідношення:

$$T_c = T_{np} E; \quad (8.84)$$

$$T_{д.в} = T_c \frac{V_{ж.ц}}{V_{д.в}} = \frac{T_c}{E_d}; \quad (8.85)$$

$$T_{д.в} = T_{np} \frac{V_{в.в}}{V_{д.в}} = T_{np} E_{mp} E_{\phi}; \quad (8.86)$$

$$T_{ж} = T_c \frac{V_{ж.ц}}{V_{\kappa}} = \frac{T_c}{E_d E_{np}}; \quad (8.87)$$

$$T_{ж} = T_{np} \frac{V_{в.в}}{V_{\kappa}} = T_{np} E_{\phi}; \quad (8.88)$$

$$T_{в.с} = T_c \frac{V_{ж.ц}}{V_{в.с}} = \frac{T_c V_{ж.ц} K_y}{V_{в.в}}; \quad (8.89)$$

$$T_{в.с} = T_c \frac{V_{ж.ц}}{V_{в.с}} = T_n K_y; \quad (8.90)$$

$$T_{np} = \frac{T_c}{E}; \quad (8.91)$$

$$T_{np} = T_c \frac{V_c}{V_{np}} = T_c \frac{V_c}{V_{в.в}} = \frac{T_c}{E}; \quad (8.92)$$

Середня кількість волокон у поперечному перетині волокнистого потоку в заданій зоні визначається формулою:

$$m_i = T_i / T_{в}, \quad (8.93)$$

де  $T_i$  – лінійна густина волокнистого потоку в заданій зоні, текс;

$T_{в}$  – середня лінійна густина волокна, текс.

Найкращі умови формування волокнистої стрічки в жолобі та її зйому створюються при  $m_{в} \leq 1$ , тобто при:

$$T_{жс} \leq T_{\epsilon} \quad (8.94)$$

Це означає, що такі співвідношення наступають, якщо число циклічних складань шарів задовольняє умовам:

$$d = T_{\epsilon.c} / T_{жс} \geq T_{\epsilon.c} / T_{\epsilon} = m_{\epsilon.c}$$

$$d = m_{\epsilon.c} = K_y m_{np} \quad (8.95)$$

чи

$$K\pi D_k \geq m_{np} \quad (8.96)$$

або, якщо витяжки при дискретизації і транспортуванні задовольняють умові:

$$v_k / v_{жс.ц} = E_{\partial} E_{mp} \geq m_c = T_c / T_{\epsilon} \quad (8.97)$$

Ступінь дискретизації волокнистого шару, що укладається за один оберт прядильної камери, оцінюють коефіцієнтом дискретизації:

$$K_{\partial} = 1 / m_{жс} = T_{\epsilon} / T_{жс} = T_{\epsilon} K\pi D_k / T_n \quad (8.98)$$

При виготовленні пряжі середньої лінійної густини  $K_{\partial} = 1,1-2,4$  та  $m_c = 0,9-0,4$ .

**Приклад 16.** Розрахувати лінійну густину та середнє число волокон в поперечному перерізі волокнистих потоків в зонах пневмомеханічного прядильного пристрою машини ППМ-120 при наступних умовах: лінійна густина живильної стрічки  $T_c = 3$  ктекс та пряжі  $T_{np} = 25$  текс, частота обертання,  $\text{хв.}^{-1}$ , та діаметри, мм, робочих органів відповідно  $n_{жс.ц} = 5,55$  та  $D_{жс.ц} = 25,3$ ;  $n_{\partial.в} = 7418,5$  та  $D_{\partial.в} = 65$ ;  $n_k = 45570$  та  $D_k = 54$ ;  $n_{в.в} = 214$  та  $D_{в.в} = 65$ ; коефіцієнт укрупнення волокнистої стрічечки  $K_y = 0,98$ ; середня лінійна густина волокон  $T_{\epsilon} = 0,16$  текс.

**Рішення.** Визначають лінійну густину волокнистих потоків, використовуючи співвідношення (8.86–8.90), середнє число волокон в поперечних перерізах потоків (8.93):

- живильної стрічки

$$m_{жс.c} = 3000 / 0,16 = 18750 \text{ волокон};$$

- в потоці волокон на поверхні дискретизуючого валика:

$$T_{\partial.в} = T_{np} \frac{v_{в.в}}{v_{\partial.в}} = 25 \frac{3,14 \times 65 \times 214}{3,14 \times 65 \times 7418,5} = 25 \frac{65 \times 214}{65 \times 7418,5} = 0,72 \text{ текс}$$



$$m_{\partial, \epsilon} = T_{\partial, \epsilon} / T_{\epsilon} = 0,72 / 0,16 = 4,5 \text{ волокна};$$

- в шарі, що укладається в жолоб за кожний оберт камери:

$$T_{\text{жс}} = T_{\text{пр}} \frac{v_{\epsilon, \epsilon}}{v_{\kappa}} = 25 \cdot \frac{65 \cdot 214}{54 \cdot 45570} = 0,14 \text{ текс};$$

$$m_{\text{жс}} = T_{\text{жс}} / T_{\epsilon} = 0,14 / 0,16 = 0,88 \text{ волокна} < 1 \text{ волокна};$$

- у волокнистій стрічечці в пункті її зйому з жолобу:

$$T_{\epsilon, c} = T_c \frac{v_{\epsilon, \epsilon} K_y}{v_{\epsilon, \epsilon}} = T_{\text{пр}} K_y = 25 \cdot 0,98 = 24,5 \text{ текс}$$

$$m_{\epsilon, c} = T_{\epsilon, c} / T_{\epsilon} = 24,5 / 0,16 = 153,1 \text{ волокон};$$

- в пряджі:

$$m_{\text{пр}} = T_{\text{пр}} / T_{\epsilon} = 25 / 0,16 = 153,3 \text{ волокон}$$

**Приклад 17.** Розрахувати мінімальний діаметр жолобу прядильної камери, при якому середнє число волокон в поперечному перерізі шару, що укладається в жолоб за один оберт камери, буде не більше 1, якщо лінійна густина волокон  $T_{\epsilon} = 0,16$  текс, лінійна густина пряджі  $T_{\text{пр}} = 25$  текс, заправна скручення  $K = 1022 \text{ м}^{-1}$ .

**Рішення.** З формули (8.96) отримують умову:

$$D_k \geq \frac{m_{\text{пр}}}{K\pi} = \frac{T_{\text{пр}}}{TK\pi};$$

$$D_k \geq \frac{25}{0,16 \cdot 1022 \cdot 3,14} = 0,0486 \text{ м}$$

**Приклад 18.** При якому мініальному коефіцієнті скручення пряджі  $T_{\text{пр}} = 25$  текс з волокон  $T_{\epsilon} = 0,16$  текс на прядильній машині з діаметром жолобу  $D_k = 54$  мм у поперечному перерізі шару волокон, що укладаються в жолоб за один оберт камери, буде не більше одного волокна?

**Рішення.** Згідно формули (8.88) з урахуванням формул (8.71) та (8.28):

$$T_{\text{жс}} = T_{\text{пр}} E_{\phi} = T_{\text{пр}} \frac{K_y}{d} = \frac{T_{\text{пр}} K_y}{K_y K \pi D_k} = \frac{T_{\text{пр}} \sqrt{T_{\text{пр}}}}{100 \alpha_T \pi D_k}$$

З умови  $m_{\text{жс}} \leq 1$  слідує, що  $T_{\text{жс}} \leq T_{\epsilon}$ . Тоді:

$$\frac{T_{np} \sqrt{T_{np}}}{100\alpha_T \pi D_k} \leq T_\epsilon.$$

Мінімальний коефіцієнт крутіння пряжі:

$$\alpha_T \geq \frac{T_{np} \sqrt{T_{np}}}{100T_\epsilon \pi D_k} = \frac{25\sqrt{25}}{100 \cdot 0,16 \cdot 3,14 \cdot 0,054} = 46,0.$$

**Приклад 19.** Розрахувати мінімальне співвідношення швидкостей прядильної камери та живильного циліндра, при якому витяжки дискретизації і транспортування забезпечать формування в жолобі камери шару лінійної густини меншого, ніж лінійна густина волокон  $T_\epsilon = 0,16$  текс, якщо лінійна густина живильної стрічки  $T_c = 3,2$  ктекс.

**Рішення.** Згідно формули (8.97):

$$v_\kappa / v_{ж.ц} = E_\delta E_{mp} \geq m_c = T_c / T_\epsilon$$

$$\frac{v_\kappa}{v_{н.ц}} \geq 3200 / 0,16 = 20000.$$

**Приклад 20.** Розрахувати коефіцієнт дискретизації волокон шару, що укладається в жолоб за один оберт прядильної камери, при виготовленні пряжі  $T_{np} = 25$  текс з волокон  $T_\epsilon = 0,16$  текс з коефіцієнтом крутіння  $\alpha_m = 50,0$  при діаметрі жолобу камери  $D_k = 67$  мм.

**Рішення.** За формулою (8.98) коефіцієнт дискретизації  $K_\delta = T_\epsilon / T_c$ , але лінійна густина шару (див. вирішення прикладу 2):

$$T_{жс} = \frac{T_\epsilon \sqrt{T_{np}}}{100\alpha_T \pi D_k} = \frac{25\sqrt{25}}{100 \cdot 50,0 \cdot 3,14 \cdot 0,067} = 0,12, \text{ текс}$$

тоді коефіцієнт дискретизації:

$$K_\delta = 0,16 / 0,12 = 1,35.$$

## 8.17. Завдання для розрахунку

8.59. На прядильній машині ППМ-120 виробляється пряжа  $T_{np} = 25$  текс при загальній витяжці  $E = 100$ . На машині встановлені змінні шестерні з числом зубців  $Z_1 = 31$ ,  $Z_2 = 57$ ,  $Z_3 = 57$ ,  $Z_4 = 80$ ,  $Z_6 = 46$  та  $Z_\kappa = 44$ , змінні шківні діаметром  $D_1 = 155$  мм,  $D_2 = D_3 = 139$  мм,  $D_4 = 124,4$  мм. Розрахувати лінійну густина та середнє число волокон в поперечних перерізах: а) живильної стрічки; б) волокнистого потоку навколо дискретизуючого валика; в) дискретного потоку волокон, що розміщується в жолобі камери за кожний оберт прядильної камери; г) волокнистої стрічки в пункті зйому пряжі. Діаметр жолобу

прядильної камери  $D_k = 67$  мм, коефіцієнт укручення  $K_y = 0,98$ , лінійна густина волокон  $T_e = 0,17$  текс.

8.60. Розрахувати мінімальний діаметр жолобу прядильної камери та обрати потрібний діаметр для виготовлення на прядильній машині ППМ-120 пряжі  $T_{np} = 25$  текс з волокон  $T_e = 0,17$  текс при скрученні пряжі  $K = 9000$  м<sup>-1</sup> за умови, що середня кількість волокон в поперечному перерізі дискретного шару, що укладається за один оберт камери, повинно бути менше одиниці.

8.61. При якій максимальній лінійній густині пряжі з волокон  $T_e = 0,17$  текс на прядильній машині з діаметром жолобу  $D_k = 54$  мм та скрученні пряжі  $K = 1000$  м<sup>-1</sup> у поперечному перетині шару волокон, що укладається в жолоб за один оберт камери, буде не більше одного волокна?

8.62. На прядильній машині виготовляється пряжа  $T_{np} = 36$  текс з коефіцієнтом укручення  $K_y = 0,98$  з волокон  $T_e = 0,17$  текс. При якому мініальному числі циклічних складань в жолобі камери для формування волокнистої стрічки потрібен шар, що має в поперечному перерізі не більше одного волокна?

8.63. На прядильній машині з діаметром жолобу камери  $D_k = 67$  мм виготовляється пряжа  $T_{np} = 18,5$  текс з коефіцієнтом крутіння  $\alpha_m = 54,60$  з волокон  $T_e = 0,17$  текс. Розрахувати коефіцієнт дискретизації волокнистого шару.

8.64. При якій частоті обертання дискретизуючого валика на кожному витку його гарнітури по утворюючій розташується не більше одного волокна, якщо випрядається пряжа  $T_{np} = 50$  текс з коефіцієнтом крутіння  $\alpha_m = 46,70$  при частоті обертання прядильних камер  $n_k = 60000$  хв<sup>-1</sup>, лінійній густині волокна  $T_e = 0,17$  текс, діаметрі дискретизуючого валика  $D_{d,e} = 65$  мм, ширині борідки стрічки  $B = 18$  мм, відстань між витками гарнітури  $b = 0,9$  мм?

### 8.18. Розрахунок частки обвивних волокон в пряжі

В поперечному перетині волокнистої стрічки, що сформована в жолобі прядильної камери, міститься  $m_{e,c}$  волокон.

Одна частина волокнистої стрічки, що складається з волокон основного клину в жолобі, нормально скручується, утворюючи внутрішню, стержневу, частину пряжі. По формі ця стрічка нагадує спіральну металеву стружку, що утворюється при точінні валика на токарному станку.

Друга частина волокон в будь-якому разі потрапляє в пункт зйому волокнистої стрічки з жолобу, і кінці цих волокон, що потрапили в жолоб за пунктом зйому, захоплюються і затягуються пряжею. Такі волокна навиваються в різних напрямках на балонуючу ділянку пряжі, утворюючи так звані обвивні волокна. Доля таких обвивних волокон в пряжі визначається коефіцієнтом захвату в зоні зйому:

$$k_{z.c} = \frac{\lambda_m}{2\pi D_k}, \quad (8.99)$$

де  $l_m$  – модальна довжина волокна.

У тих випадках, коли швидкість поверхні, волокнистої стрічки, що обертається, більше, ніж швидкість волокна по внутрішній поверхні камери в бік жолобу, можливе обвивання волокнистої стрічки, що скручується, ділянками цих волокон, тобто поява обвивних волокон в зоні формування. Доля таких волокон в пряжі визначається коефіцієнтом захвату в зоні формування:

$$k_{з.ф} = \frac{\lambda_{\phi}}{\pi D_k} \quad (8.100)$$

де  $l_{\phi}$  – довжина зони формування.

Тобто, повна доля обвивних волокон в числі волокон поперечного перерізу пряжі дорівнює загальному коефіцієнту захвату волокон:

$$k_з = k_{з.с} + k_{з.ф} = \frac{\left(\frac{\lambda_m}{2} + \lambda_{\phi}\right)}{\pi D_k} \quad (8.101)$$

Скручення стержневої частини пряжі дорівнює номінальному скрученню пряжі заданої лінійної густини:

$$K_{cm} = K.$$

Коефіцієнт крутіння стержневої частини пряжі:

$$\alpha_{cm} = \alpha_n \sqrt{1 - k_з} \quad (8.102)$$

Число волокон в поперечному перерізі та лінійна густина:

- стержневої частини:

$$\begin{aligned} m_{cm} &= m_{np} (1 - k_з) \\ T_{cm} &= T_{np} (1 - k_з) \end{aligned} \quad (8.103)$$

- обвивної частини:

$$\begin{aligned} m_{об} &= m_{np} (k_з) \\ T_{об} &= T_{np} (k_з) \end{aligned} \quad (8.104)$$

**Приклад 21.** Розрахувати коефіцієнт захвату обвивних волокон в прядильній камері, що має діаметр жолобу 54 мм, при переробці бавовняного волокна модальної довжини  $l_m = 32$  мм; довжина зони формування  $l_{\phi} = 10$  мм.

**Рішення.** Доля обвивних волокон в пряжі розраховується за формулою (8.101):

$$k_3 = k_{3,c} + k_{3,\phi} = \frac{(\frac{\lambda_m}{2} + \lambda_\phi)}{\pi D_k} = \frac{(\frac{32}{2} + 10)}{3,14 \times 54} = 0,153$$

**Приклад 22.** Яку долю від номінального коефіцієнту крутіння пряжі складе коефіцієнт крутіння стержневої частини пряжі пневмомеханічного способу прядіння при коефіцієнті захвату обвивних волокон  $k_3 = 0,153$ ?

**Рішення .** За формулою (8.102):

$$\alpha_{cm} = \alpha_n \sqrt{1 - k_3} = \sqrt{1 - 0,153} = 0,92.$$

### 8.19. Завдання для розрахунку

8.65. Розрахувати долю обвивних волокон в пряжі, що захоплюються в пункті зйому волокнистої стрічечки з жолобу камери  $k_{3,c}$  і в зоні формування  $k_{3,\phi}$  при використанні камер з діаметром  $D_k$ , що дорівнює 38, 48, 54 та 67 мм, модальній довжині  $l_m = 29$  мм; довжина зони формування  $l_\phi = 15$  мм. Побудувати графіки залежності часток  $k_{3,c}$ ,  $k_{3,\phi}$  та  $k_3 = k_{3,c} + k_{3,\phi}$  від діаметра камери  $D_k$ .

8.66. Вирахувати співвідношення коефіцієнту крутіння стержневої частини пряжі до заправного коефіцієнту крутіння пряжі пневмомеханічного прядіння, якщо пряжа виробляється з волокон модальної довжини  $l_m = 28$  мм; довжина зони формування  $l_\phi = 8$  мм, а діаметр жолобу камери  $D_k$ , мм: а) 38; б) 48; в) 54; г) 67.

8.67. Розрахувати середнє число волокон в поперечному перерізі  $m_{np}$ , стержневої  $m_{cm}$  та обвивної  $m_{ob}$  частини пряжі  $T_{np} = 25$  текс, виготовленої з волокон  $T_s = 0,17$  текс модальної довжини  $l_m = 30$  мм; довжина зони формування  $l_\phi = 10$  мм, а діаметр жолобу камери  $D_k = 67$  мм.

8.68. Вирішити задачу 8.67 при прядінні в камері з діаметром жолобу, мм: а)  $D_k = 36$ ; б)  $D_k = 48$ ; в)  $D_k = 54$ .

### 8.20. Розрахунок продуктивності прядильної машини, маси пряжі в бобіні та тривалості формування бобіни

Швидкість випуску пряжі випускними валами, м/хв:

$$v_{e.e} = n_k / K = n_k \sqrt{T_{np}} / (\alpha_T \cdot 100).$$

Теоретична продуктивність однієї прядильної камери пневмомеханічної прядильної машини, кг/год:

$$P_T = \frac{60v_{e.e} T_{np}}{10^6} = \frac{60\pi D_{e.e} n_{e.e} T_{np}}{10^6} \quad (8.105)$$

чи

$$P_T = \frac{60n_k T_{np}}{10^6 K} = \frac{60\pi n_k T_{np} \sqrt{T_{np}}}{10^8 \alpha_T} \quad (8.105)$$

і те ж, км/год:

$$P_T = \frac{60v_{e.e}}{10^3} = \frac{60\pi D_{e.e} n_{e.e}}{10^3} \quad (8.106)$$

чи

$$P_T = \frac{60n_k}{10^3 K} = \frac{60n_k \sqrt{T_{np}}}{10^5 \alpha_T} \quad (8.107)$$

де  $n_k$  – частота обертання прядильних камер,  $\text{хв}^{-1}$ ;

$D_{e.e}$  – діаметр випускних валів, м;

$n_{e.e}$  – частота обертання випускних валів,  $\text{хв}^{-1}$ ;

$T_{np}$  – лінійна густина пряжі, текс;

$K$  – заправна скручення пряжі,  $\text{м}^{-1}$ ;

$\alpha_m$  – коефіцієнт крутіння пряжі ( $\alpha_T = K \sqrt{T_{np}} / 100$ ).

Норма продуктивності однієї прядильної камери, кг/год:

$$H = P_T K_{KЧ} \quad (8.109)$$

Коефіцієнт корисного часу:

$$K_{KЧ} = K_a K_\delta K_n, \quad (8.110)$$

де  $K_a$  – коефіцієнт, що враховує групу втрат часу, пов'язаних з підтриманням технологічного процесу на машині при напрацюванні одиниці продукції; до допоміжного (не перекриваючого) технологічного часу на пневмомеханічній прядильній машині відноситься тільки час на ліквідацію обривів пряжі та стрічки, але оскільки цього часу на одиницю продукції дуже мало та складає всього 0,5 %, їм можна знехтувати при розрахунках  $K_{KЧ}$  та вважати  $K_a = 1$ ;  $K_\delta$  – коефіцієнт, що характеризує втрати, пов'язані з обслуговуванням робочого місця (поточний ремонт та профілактичний огляд, чищення та заправка камер):

$$K_\delta = (t_{zm} - t_\delta) / t_{zm}; \quad (8.111)$$

де  $t_{zm}$  – тривалість зміни, хв;

$t_\delta$  – час на обслуговування робочого місця, хв.;

$K_n$  – коефіцієнт намотування, що враховує втрати через не намотування на окремих прядильних місцях (бобінах):

$$K_n = 1 - p/100; \quad (8.112)$$

де  $p$  – втрати через не намотування на окремих прядильних місцях;

$$p = p_o + p_c,$$

де  $p_o$  – втрати через відсутність по особистим потребам, %;  
 $p_c$  – втрати через обриви стрічки та пряжі, %:

$$p_c = \chi_o t_o b / 10^3;$$

де  $\chi_o$  – кількість обривів на 1000 камер на годину;  
 $t_o$  – час обходу маршруту прядильницею, хв.;  
 $b$  – коефіцієнт нерівномірності обходів та виникнення обривів.  
 Маса пряжі в повній бобіні, г:

$$M_o = V_o \gamma; \quad (8.113)$$

де  $V_o$  – об'єм тіла намотування пряжі, см<sup>3</sup>;  $\gamma$  – щільність намотування пряжі, г/см<sup>3</sup>.

Об'єм тіла намотування циліндричної форми, см<sup>3</sup>:

$$V_o = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) H, \quad (8.114)$$

де  $D$  та  $d$  – діаметри відповідно бобіни та патрона, см;  
 $H$  – висота бобіни, см.

Об'єм тіла намотування конічної форми, см<sup>3</sup>:

$$V_o = \frac{\pi H}{12} [(D_1^2 + D_2^2 + D_1 D_2) - (d_1^2 + d_2^2 + d_1 d_2)], \quad (8.115)$$

де  $D_1$  та  $D_2$  – відповідно діаметр максимальної та мінімальної основи конуса бобіни, см;  
 $d_1$  та  $d_2$  – відповідно максимальний та мінімальний діаметр патрона в зоні намотування, см;  
 $H$  – висота бобіни, см.

Машинний час напрацювання бобіни, хв.:

$$t_m = 60 M_o / 10^3 \Pi_m, \quad (8.116)$$

де  $\Pi_m$  – теоретична продуктивність одного прядильного місця, кг/год.

**Приклад 23.** Розрахувати норму продуктивності однієї камери пневмомеханічної прядильної машини ППМ-120. Машина заправлена на виготовлення пряжі  $T_{np} = 25$  текс з скрученням  $K = 1030 \text{ м}^{-1}$ . маса пряжі бобіни  $M_{\bar{o}} = 2$  кг, частота обертання прядильних камер  $n_k = 45500 \text{ хв}^{-1}$ ; число обривів на 1000 камер на годину  $ch_o = 60$ , тривалість обходу маршруту прядильницею  $t_o = 8,4$  хв при коефіцієнті нерівномірності обходу  $b = 1,7$ .

**Рішення.** Теоретична продуктивність однієї камери:

$$P_T = \frac{60n_k T}{10^6 K} = \frac{60 \times 45500 \times 25}{10^6 \times 1030} = 66 \times 10^{-3} = 0,066 \text{ кг/год}$$

Продуктивність 1000 прядильних камер:

$$P_{T(1000)} = 66 \text{ кг/год}$$

Машинний час напрацювання бобіни за формулою (8.116), хв.:

$$t_m = 60 \times 2 \times 10^3 / (10^3 \times 0,066) = 1808 \text{ хв}$$

Так як для пневмомеханічної прядильної машини приймаємо  $t_a = 0$ , то  $K_a = 1$ .

Час на догляд за робочим місцем розраховується за даними таблиці 8.2.

$$K_{\bar{o}} = (t_{zm} - t_{\bar{o}}) / t_{zm} = (480 - 35) / 480 = 0,927$$

Ненамотування пряжі через обриви стрічки та пряжі при  $b = 1,7\%$ :

$$p_c = ch_o t_o b / 1200 = 60 \times 8,4 \times 1,7 / 1200 = 0,714$$

Таблиця 8.2.

Робочий прийом	Норматив часу на один випадок, хв	Кількість випадків за зміну	Загальний час за зміну, хв
Поточний ремонт та профілактичний огляд	10	1	10
Чистка та заправка камер в ранкову зміну	50	0,5	25
Разом	—	—	35



Втрати через не намотування на окремих прядильних місцях при  $p_o = 0,3\%$ :

$$p = p_o + p_{cl} = 0,3 + 0,714 = 1,014$$

Коефіцієнт намотування:

$$K_n = 1 - p/100 = 1 - 1,014/100 = 0,99.$$

Коефіцієнт корисного часу:

$$K_{ПВ} = K_o K_n = 0,927 \times 0,99 = 0,918.$$

Норма продуктивності однієї камери, кг/год:

$$H = П_T K_{ПВ} = 0,066 \times 0,918 = 0,0608$$

**Приклад 24.** Розрахувати масу пряжі в циліндричній бобіні пневмомеханічної прядильної машини при діаметрі бобіни  $D = 250$  мм, діаметрі котушки  $d = 56$  мм, висоті бобіни  $H = 85$  мм та щільності намотування пряжі  $\gamma = 0,39$  г/см<sup>3</sup>.

**Рішення.** Об'єм, що займає пряжа на котушці:

$$V_o = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) H = \frac{3,14}{4} (25^2 - 5,5^2) 8,5 = 3968,5 \text{ см}^3.$$

Маса пряжі на бобіні:

$$M_o = V_o \gamma = 3968,5 \times 0,39 = 1547,72 = 1,55 \text{ кг}.$$

## 8.21. Завдання для розрахунку

8.69. Розрахувати теоретичну продуктивність однієї прядильної камери кг/год, при виготовленні пряжі  $T_{np} = 29$  текс, частоті обертання прядильних камер  $n_k = 70000$  хв<sup>-1</sup> та коефіцієнті крутіння  $\alpha = 51,0$ .

8.70. Розрахувати теоретичну продуктивність, кг /год, норму продуктивності, кг/год, пневмомеханічної прядильної машини з 200 камерами при виготовленні пряжі  $T_{np} = 36$  текс, швидкості випускних валів  $V_{в.в} = 84$  м/хв.,  $ККЧ = 0,93$ .

8.71. Розрахувати частоту обертання прядильних камер, хв<sup>-1</sup>, при виготовленні пряжі  $T_{np} = 18,5$  текс з коефіцієнтом крутіння  $\alpha = 54,60$  для досягнення теоретичної продуктивності 1000 прядильних камер в час  $П_m = 3308,6$  км/год при  $ККЧ = 0,93$ .

8.72. Розрахувати число тазів зі стрічкою, що витрачаються за 8 год. пневмомеханічною прядильною машиною, що має 200 прядильних камер, при

умовах: виробляється пряжа  $T_{np} = 20$  текс з коефіцієнтом крутіння  $\alpha = 52,3$  при частоті обертання прядильних камер  $n_k = 75000$  хв<sup>-1</sup>, маса стрічки в тазу  $M_c = 6,0$  кг, перерви роботи машини за зміну на поточний ремонт, чищення і заправку камер складають  $T_{об} = 26$  хв., додаткове число тазів для підтримування розгону ставки становить 8 % від числа їх в ставці.

8.73. Розрахувати число катушок для намотування пряжі, що витрачаються на одну пневмомеханічну прядильну машину, що має 200 прядильних камер, за 8 год. роботи при умовах: виробляється пряжа  $T_{np} = 20$  текс з коефіцієнтом крутіння  $\alpha = 52,3$  при частоті обертання прядильних камер  $n_k = 75000$  хв<sup>-1</sup>, маса пряжі на бобіні  $M_b = 1,8$  кг, перерви роботи машини за зміну на поточний ремонт, чищення і заправку камер складають  $T_{об} = 26$  хв.

8.74. Розрахувати втрату продуктивності, г, за кожну хвилину простою машини, що має 200 прядильних камер та виготовляє пряжу  $T_{np} = 20$  текс з коефіцієнтом крутіння  $\alpha = 52,3$  при частоті обертання прядильних камер  $n_k = 75000$  хв<sup>-1</sup>.

8.75. Розрахувати машинний час, необхідний для формування повної бобіни пряжі масою  $M_b = 1,8$  кг на прядильній машині, що виготовляє пряжу  $T_{np} = 36$  текс з скрученням  $K = 850$  м<sup>-1</sup> при частоті обертання прядильних камер  $n_k = 65000$  хв<sup>-1</sup>.

8.76. Розрахувати, на скільки штук зменшаться витрати катушок для намотування пряжі за 7 год в прядильному цеху, що має 60 пневмомеханічних машин по 200 камер на кожній, що виготовляють пряжу  $T_{np} = 36$  текс, при збільшенні щільності намотування пряжі з 0,38 до 0,41 г/см<sup>3</sup> та незмінному об'ємі бобіни  $V_b = 4000$  см<sup>3</sup>.

8.77. Розрахувати число обривів, що приходяться на 1 км пряжі лінійної густини  $T_{np} = 16,5$  текс, якщо число обривів на 1000 камер на годину дорівнює  $ch_o = 60$ , коефіцієнт крутіння пряжі  $\alpha = 52,3$ , частота обертання прядильних камер  $n_k = 70000$  хв<sup>-1</sup>. Розрахувати, на скільки кілометрів пряжі приходиться один обрив.

8.78. Розрахувати середнє число обривів пряжі, що приходяться на одну повну бобіну пряжі масою  $M_b = 1,8$  кг, при умовах прядіння, що наведені в задачі 8.73.

## 9. СКРУЧУВАННЯ ПРЯЖІ. МОТАЛЬНІ, ТРОСТИЛЬНІ ТА КРУТИЛЬНІ МАШИНИ

### 9.1. Підготовка пряжі до скручування

Ціль підготовки пряжі до скручування – збільшення довжини пряжі в пакуваннях, що живлять крутильну машину, видалення дефектів у вигляді потовщень, тонких (слабких) місць пряжі, пуху та сміття, а також створення однакового натягу всіх скручуваних ниток.

Сутність процесів, що здійснюються на тростильних та мотальних машинах (автоматах) викладена в навчальній літературі [1, 4].

Для підготовки пряжі до скручування використовуються мотальні машини (автомати) та тростильні машини.

**Ширина контрольних щілин ниткоочисників мотальних автоматів та тростильних машин.** Ширину  $Ш$  контрольної щілини ниткоочисника встановлюють по шаблонам у відповідності до розрахункового діаметру пряжі. Розрахунковий діаметр пряжі визначають за формулою, мм:

$$d = 0,0357 \sqrt{T / \delta},$$

де  $T$  – лінійна густина пряжі, *текс* ( $T_0$ - однопниткової пряжі,  $T_{кр}$ - крученої пряжі);  $\delta$ - густина пряжі,  $мг/мм^3$  (густина однопниткової пряжі  $\delta_0=0,8\dots0,9 мг/мм^3$ ; крученої  $\delta_{кр}=0,95\delta_0$ ).

Рекомендована ширина  $Ш$  контрольної щілини ниткоочисника на тростильних та мотальних машинах для бавовняної пряжі: гребінного прядіння  $Ш_c=1,5d_0$ ; кардного прядіння  $Ш_к=1,5d_0$  і крученої  $Ш=3d_0$ ; при перемотуванні на мотальних автоматах встановлюють відповідно  $Ш_c=2,5d_0$ ;  $Ш_к=3d_0$ .

**Приклад 1.** Розрахувати необхідну ширину контрольної щілини при перемотуванні пряжі  $T_0=9$  текс гребінного прядіння, густина пряжі  $\delta_0=0,9 мг/мм^3$ .

**Рішення.** Розрахунковий діаметр пряжі, мм:

$$d = 0,0357 \sqrt{9/0,9} = 0,112;$$

Ширина щілини ниткоочисника:

$$Ш = 2,5 \cdot 0,112 = 0,28 \text{ мм}$$

**Швидкості перемотування та трощення.** Лінійна швидкість перемотування і трощення  $v_n$  на мотальній машині і автоматі та на тростильній машині ТВ-150 представляє собою геометричну суму лінійної швидкості мотального барабанчика  $v_б$  і швидкості розкладання нитки канавками барабанчика  $v_i$ :

$$\bar{v}_n = \bar{v}_б + \bar{v}_i; \quad (9.1)$$

$$v_n = n_\delta t; v_\delta = \pi d_\delta n_\delta \eta_\delta,$$

де  $n_\delta$  - частота обертання мотального барабанчика,  $хв.^{-1}$ ;  $t$  - середній крок гвинтової канавки барабанчика,  $м$ ;  $d_\delta$  - діаметр мотального барабанчика,  $м$ ;  $\eta_\delta$  - коефіцієнт, що враховує ковзання бобіни ( $\eta_\delta=0,94$ ).

Лінійна швидкість трощення  $v_{mp}$  (наприклад на машинах Т-150, Т-190, де мотальний барабанчик гладкий) представляє собою геометричну суму лінійних швидкостей мотального барабанчика  $v_\delta$  та нитководу  $v_n$ :

$$\bar{v}_{mp} = \bar{v}_\delta + \bar{v}_n; \quad (9.2)$$

$$v_n = n_\delta i 2\lambda_n, \quad (9.3)$$

де  $i$  - передавальне співвідношення між барабанчиком і нитководом;  $\lambda_n$  - розмах нитководу,  $м$ .

**Приклад 2.** Розрахувати швидкість перемотування пряжі на мотальному автоматі «Аутоконер», якщо  $n_\delta = 2000 хв.^{-1}$ ;  $t=0,102 м$ ,  $d_\delta= 100 мм$ ,  $\eta_\delta = 0,95$ .

**Рішення.**

$$v_\delta = \pi d_\delta n_\delta \eta_\delta = 3,14 \cdot 0,1 \cdot 2000 \cdot 0,95 = 596,6 м/хв;$$

$$v_n = \sqrt{596,6^2 + 204^2} = 630,51 м / хв \approx 630 м/хв.$$

**Продуктивності мотальних та тростильних машин,  $K_{кч}$ ,  $K_{пу}$ , час напрацювання бобіни та час змотування пряжі з бобіни чи починку.** Теоретична продуктивність одного барабанчика,  $кг/год$ , машин:

- мотальної:

$$П_T = v_n T_o \cdot 60 / 10^6, \quad (9.4)$$

- тростильної:

$$П_T = v_{mp} T_o m \cdot 60 / 10^6, \quad (9.5)$$

де  $v_n$ ,  $v_{mp}$  - швидкість відповідно перемотування і трощення,  $м/хв$ ,  $T_o$  - лінійна густина одинарної нитки,  $текс$ ;  $m$  - число складань.

Норма продуктивності одного барабанчика,  $кг/год$ :

$$П_n = П_T K_{кч},$$

де  $K_{кч}$  - коефіцієнт корисного часу ( $K_{кч} = 0,7...0,88$ ).

Планова продуктивність одного барабанчика,  $кг/год$ :

$$П_\phi = П_n K_{пу},$$

де  $K_{ПУ}$  - коефіцієнт працюючого устаткування ( $K_{ПУ} = 0,98 \dots 0,985$ ):

$$K_{ПУ} = 1 - a/100,$$

де  $a$  – планові простой, %.

Машинний час напрацювання бобіни, *хв.*:

$$t_n = G_{\bar{\sigma}} \cdot 60 / \Pi_T. \quad (9.6)$$

Час змотування пряжі з живильного пакування (починку чи бобіни), *хв.*:

$$t_{см} = mG_{num} / \Pi_T.$$

$v_{\bar{\sigma}}$  - об'єм бобіни з пряжею,  $см^3$ ;  $\delta$ - густина намотування,  $г/см^3$ .

Об'єм пряжі на починку можна визначити, використовуючи середній діаметр патрону  $d_n = (d_1 + d_2)/2$ , по скороченій формулі:

- для основи:

$$V_n = 0,785(H_n - 0,9D_k)(D_n^2 - d_n^2); \quad (9.7)$$

- для утоку:

$$V_n = 0,785(H_n - 1,21D_k)(D_n^2 - d_n^2); \quad (9.8)$$

$$D_n = D_k - b,$$

де  $H_n$  - висота починку, *см*;  $D_k$  - діаметр кільця, *см*;  $D_n$  - діаметр починку, *см*;  $b$  - зазор, що залежить від лінійної густини пряжі  $T_{np}$ :

$T_{np}, \text{текс}$	5,8...15,5	16,5...34	30...100
$b, \text{см}$	0,3	0,4	0,5

Об'єм пряжі на бобіні,  $см^3$ :

$$V_{\bar{\sigma}} = \pi(D^2 - d^2)H / 4,$$

де  $D$  та  $d$  - діаметр відповідно повної бобіни і патрону, *см*;  $H$  - висота починку, *см*.

$G_{жив}$  - маса пряжі на живильному пакуванні, *кг*:

$$G_{жив} = V_{np} \delta \cdot 10^{-3}, \quad (9.10)$$

$G_{\bar{\sigma}}$  - маса пряжі випускної бобіни, *кг*:

$$G_{\bar{\sigma}} = V_{\bar{\sigma}} \delta \cdot 10^{-3}, \quad (9.11)$$

**Приклад 3.** Розрахувати планову продуктивність головки мотального автомату «Аутоконер» та час змотування пряжі з починку, якщо одинарна пряжа  $T_0 = 25$  текс перемотується зі швидкістю  $v_n = 900$  м/хв., планові простой  $a = 1,5$  %,  $K_{КЧ} = 0,85$ .

**Рішення.**

$$P_T = v_n T_0 \cdot 60 / (1000 \cdot 1000) = 900 \cdot 25 \cdot 60 / (1000 \cdot 1000) = 1,35 \text{ кг/год};$$

$$P_n = P_T K_{КЧ} = 1,35 \cdot 0,85 = 1,15 \text{ кг/год};$$

$$K_{ПВ} = 1 - a / 100 = 1 - 1,5 / 100 = 0,985;$$

$$P_\phi = P_n K_{ПВ} = 1,15 \cdot 0,985 = 1,13 \text{ кг/год};$$

$$t_{cp} = G_{\text{вд} \hat{a}} / \dot{I} \hat{o};$$

$$V_n = 0,785 (H_n - 0,9 D_k) (D_n^2 - d_n^2);$$

По довіднику [8] знаходимо  $H = 240$  мм,  $D_n = 50$  мм,  $d_n = 25$  мм,  $\gamma = 0,55$  г/см<sup>3</sup>:

$$D_n = D_k - b = 50 - 0,4 = 49,6 \text{ мм.}$$

тоді:

$$V_n = 0,785 (24 - 0,9 \cdot 5) (4,96^2 - 2,5^2) = 280,89 \text{ см}^3;$$

Маса пряжі на починку:

$$G_{\text{жив}} = 280,89 \cdot 0,55 = 154,49 \approx 154,5 \text{ , г.}$$

Час змотування пряжі з починку:

$$t_{ci} = 154,5 / (1,15 \cdot 1000) = 0,134 \div = 8,1 \hat{o} \hat{a}$$

## 9.2. Завдання для розрахунку

9.1. Розрахувати необхідну ширину щілини ниткоочисника на тростильній машині ТВ-150 при трощенні однопниткової гребінної пряжі  $T_0$ , текс, за даними табл. 9.1.

Таблиця 9.1.

Варіант	$T_0$ , текс	Варіант	$T_0$ , текс	Варіант	$T_0$ , текс
1	5,0	6	10,0	11	15,4
2	5,9	7	11,0	12	16,5
3	7,5	8	11,8	13	18,5
4	8,5	9	13,0	14	20,0
5	9,0	10	14,0	15	21,0

9.2. Розрахувати необхідну ширину щілини ниткоочисника на мотальній машині М-150-1, при перемотуванні гребінної пряжі  $T_0$ , *текс*, за даними, наведеними в таблиці 9.1.

9.3. Розрахувати необхідну ширину щілини ниткоочисника на тростильній машині ТВ-150-1 при трощенні кардної пряжі лінійної густини  $T_{np}$ , *текс*, за даними, наведеними в таблиці 9.2.

Таблиця 9.2.

Варіант	$T_{np}$ , текс	Варіант	$T_{np}$ , текс	Варіант	$T_{np}$ , текс
1	25	6	42	11	72
2	29	7	46	12	84
3	34	8	50	13	100
4	36	9	56	14	110
5	38	10	60	15	125

9.4. Розрахувати необхідну ширину щілини ниткоочисника на мотальній машині М-150-1, при перемотуванні кардної пряжі  $T_0$ , *текс*, за даними, наведеними в Завданні 9.2.

9.5. Розрахувати необхідну ширину щілини ниткоочисника при перемотуванні крученої пряжі  $T_{np}$ , *текс*, за даними, що наведені в таблиці 9.3.

Таблиця 9.3.

Варіант	$T_{np}$ , текс	Варіант	$T_{np}$ , текс	Варіант	$T_{np}$ , текс
1	5,9×2	6	25×3	11	5,9×3×3
2	8,5×2	7	29×3	12	10×3×3
3	10×2	8	50×3	13	13×3×3
4	11,8×2	9	60×3	14	18,5×3×3
5	15,4×2	10	84×3	15	13×3×3

9.6. Розрахувати швидкість перемотування пряжі на мотальному автоматі «Аутоук», якщо частота обертання мотального барабанчика  $n_{\delta} = 2000 \text{ хв}^{-1}$ ; коефіцієнт ковзання в передачі  $\eta = 0,95$ , діаметр мотального барабанчика  $d_{\delta} = 100 \text{ мм}$ , крок гвинтової канавки  $t = 0,102 \text{ м}$ .

9.7. Розрахувати швидкість перемотування пряжі на мотальній машині М-150-2, якщо частота обертання мотального барабанчика  $n_{\delta} = 2500 \text{ хв}^{-1}$ ; коефіцієнт ковзання бобіни  $\eta = 0,94$ , діаметр мотального барабанчика  $d_{\delta} = 0,1 \text{ м}$ , крок гвинтової канавки  $t = 102 \text{ мм}$ .

9.8. Розрахувати частоту обертання мотального барабанчика на мотальному автоматі «Аутоконер» при перемотуванні зі швидкістю  $v_{np} = 800 \text{ м/хв}$ , коефіцієнті ковзання бобіни  $\eta = 0,95$ , діаметрі барабанчика  $d_{\delta} = 100 \text{ мм}$ , кроці гвинтової канавки  $t = 80 \text{ мм}$ .

9.9. Розрахувати швидкість трощення на тростильній машині ТВ-150, якщо частота обертання мотального барабанчика  $n_{\delta} = 1500 \text{ хв}^{-1}$ ; крок гвинтової канавки  $t = 52 \text{ мм}$ , діаметр барабанчика  $d_{\delta} = 100 \text{ мм}$ , величина ковзання бобіни в середньому 5 %.

9.10. Розрахувати частоту обертання мотального барабанчика на тростильній машині ТВ-150 при трощенні зі швидкістю  $v_{mp} = 350$  м/хв., кроці гвинтової канавки  $t = 52$  мм, діаметрі мотального барабанчика  $d_b = 100$  мм, величині ковзання бобіни в середньому 5 %.

9.11. Розрахувати швидкість трощення на тростильній машині ТВ-150 з гладким барабанчиком при частоті обертання барабанчика  $n_b = 1500$  хв<sup>-1</sup>; коефіцієнті ковзання бобіни  $\eta = 0,95$ , передавальному співвідношенні від барабанчика до нитководу  $i = 0,55$ , довжині барабанчика  $l = 150$  мм.

9.12. Розрахувати швидкість трощення на тростильній машині «Янтра» барабанчиком при частоті обертання барабанчика  $n_b = 1600$  хв<sup>-1</sup>; коефіцієнті ковзання бобіни  $\eta = 0,96$ , кроці гвинтової канавки  $t = 52$  мм, діаметрі барабанчика  $d_b = 126$  мм.

9.13. Розрахувати частоту обертання мотального барабанчика на тростильній машині «Янтра» для трощення зі швидкістю, м/хв.: а) 650; б) 700; в) 750; крок гвинтової канавки барабанчика  $t = 52$  мм, діаметр мотального барабанчика  $d_b = 126$  мм, величина ковзання бобіни у середньому 4 %.

9.14. Розрахувати швидкість перемотування пряжі  $T_{np} = 20$  текс на мотальному автоматі «Аутоконер», для намотування 15 г пряжі у хвилину.

9.15. Розрахувати швидкість перемотування пряжі  $T_{np} = 20$  текс на тростильній машині ТВ-150 при теоретичній продуктивності барабанчика 1,08 кг/год.

9.16. Розрахувати теоретичну продуктивність мотальної головки автомату «Аутоконер» при перемотуванні пряжі  $T_{np} = 25$  текс зі швидкістю 900 м/хв. (кардна система прядіння).

9.17. Розрахувати теоретичну продуктивність мотальної головки автомату «Аутоконер» при перемотуванні крученої пряжі  $T_{np} = 18,5 \times 2$  текс зі швидкістю 900 м/хв.

9.18. Розрахувати норму продуктивності мотальної головки автомату при перемотуванні пряжі  $T_{np} = 15,4$  текс зі швидкістю 900 м/хв. та  $K_{KЧ} = 0,85$ .

9.19. Розрахувати розрахункову продуктивність мотальної головки автомату «Аутоконер» при перемотуванні пряжі  $T_{np} = 10$  текс зі швидкістю 1000 м/хв., планові простої складають 1,5% ,  $K_{KЧ} = 0,9$ .

9.20. При якому коефіцієнті корисного часу працює трощильна машина, якщо швидкість трощення 500 м/хв. пряжі  $T_{np} = 25$  текс, а норма продуктивності одного барабанчика 1,32 кг/год.

9.21. Розрахувати теоретичну продуктивність мотального автомату «Аутоконер», якщо його планові простої складають 1,5 %, а продуктивність 1,05 кг/год, число мотальних головок 60.

9.22. Розрахувати коефіцієнт використання ( $K_{вик}$ ) трощильної машини Т-150-1, якщо  $K_{KЧ} = 0,9$ , планові простої складають 2%.

9.23. Розрахувати час напрацювання повної бобіни масою  $G = 2,2$  кг, при перемотуванні пряжі  $T_{np} = 25 \times 2$  текс зі швидкістю 900 м/хв.



9.24. Розрахувати час змотування пряжі з починку на мотальному автоматі «Аутоконер», якщо його маса  $G = 100$  г, пряжа  $T_{np} = 29$  текс, швидкість перемотування  $900$  м/хв.

9.25. Розрахувати час перемотування пряжі з бобіни масою  $2$  кг на мотальному автоматі, якщо швидкість перемотування  $v = 900$  м/хв., лінійна густина пряжі  $T_{np}$ : а)  $25$  текс; б)  $25$  текс $\times 2$ ; в)  $25$  текс $\times 3$ .

9.26. Розрахувати масу пряжі на бобіні з мотального автомату «Аутоконер», якщо діаметр бобіни  $D_1 = 250$  мм (великий) та  $D_2 = 240$  мм (малий), висота розкладки по твірній котушки  $H = 150$  мм, діаметр патрону  $d_1 = 64$  мм (найбільший) та  $d_2 = 54$  мм (найменший), густина намотування  $\delta = 0,42$  г/см<sup>3</sup>.

9.27. Розрахувати час змотування пряжі пневмомеханічного прядіння  $T_{np} = 18,5$  текс з бобіни масою  $2500$  г при швидкості намотування  $900$  м/хв.

9.28. Розрахувати масу бобіни на тростильній машині ТВ-150, якщо швидкість трощення  $450$  м/хв. пряжі  $T_{np} = 20$  текс $\times 2$ , а час намотування бобіни  $80$  хв.

9.29. Розрахувати густина намотування пряжі в бобіні з мотального автомату «Аутоконер», якщо маса пряжі  $T_{np} = 29$  текс на бобіні  $G = 4000$  г, висота розкладки по твірній котушки  $H = 150$  мм, великі діаметри бобіни  $D_1 = 250$  мм та  $D_2 = 240$  мм, великі діаметри патрону  $d_1 = 64$  мм та  $d_2 = 54$  мм.

9.30. Розрахувати час напрацювання повної бобіни масою  $G = 2$  кг трощеної пряжі, і довжину трощеної пряжі на бобіні, що формується на тростильній машині ТВ-150 при умовах: мотальний барабанчик діаметром  $d_{м.б} = 85$  мм обертається з частотою  $n_{м.б} = 1300$  хв<sup>-1</sup>; крок гвинтового прорізу мотального барабанчика  $t = 60$  мм, середній коефіцієнт ковзання бобіни відносно барабанчика  $\eta = 0,96$ , трощильна машина працює з  $K_{КЧ} = 0,78$ , число зтросуваних ниток  $m = 3$ , лінійна густина зтросуваної одиночної пряжі  $36$  текс.

9.31. Розрахувати необхідне число мотальних автоматів «Аутоконер», що мають по  $60$  мотальних головок, для перемотування пряжі за  $8$  годин  $T_{np} = 16,5$  текс та маси  $G = 770$  кг при умовах: крок гвинтового прорізу мотального барабанчика  $t = 102$  мм, середній коефіцієнт ковзання бобіни відносно барабанчика  $\eta = 0,95$ , мотальний автомат працює з  $K_{КЧ} = 0,85$ .

9.32. Розрахувати число бобін  $ч_б$  та число прядильних починків  $ч_n$ , що змінюються на мотальному автоматі «Аутоконер» за  $8$  годин роботи при умовах: мотальний барабанчик діаметром  $d_{м.б} = 100$  мм обертається з частотою  $n_{м.б} = 2900$  хв<sup>-1</sup>; середній крок гвинтового прорізу мотального барабанчика  $t = 52$  мм, середній коефіцієнт ковзання бобіни відносно барабанчика  $\eta = 0,96$ , пряжа  $T_{np} = 18,5$  текс, маса пряжі на бобіні  $G_б = 4$  кг, на починку  $G_n = 180$  г, число мотальних барабанчиків на автоматі –  $60$ ,  $K_{КЧ} = 0,78$ .

9.33. Розрахувати необхідну теоретичну продуктивність мотального автомату «Аутоконер», лінійну швидкість перемотування пряжі, частоту обертання мотальних барабанчиків для перемотування за  $8$  год роботи на шести машинах  $G = 2266$  кг пряжі лінійної густини  $T_{np} = 15,4$  текс $\times 2$  та маси за умов:

число мотальних головок на одному автоматі – 60, діаметр мотального барабанчика  $d_{м.б} = 100$  мм, середній крок гвинтового прорізу мотального барабанчика  $t = 52$  мм, середній коефіцієнт ковзання бобіни відносно барабанчика  $\eta = 0,96$ , мотальні автомати працюють з  $K_{КЧ} = 0,91$ .

9.34. Розрахувати необхідне число тростильних машин ТВ-150, що мають по 98 мотальних барабанчиків, для отримання за 8 год трощеної нитки лінійної густини  $T_{пр} = 11,5$  текс $\times 3$  та маси  $G = 2680$  кг за умов: частота обертання вала електродвигуна 1410 хв<sup>-1</sup>, діаметр шківів на валу електродвигуна і на валу мотальних барабанчиків відповідно 176 та 140 мм, коефіцієнт ковзання в клинопасовій передачі 0,98, діаметр мотального барабанчика  $d_{м.б} = 85$  мм, крок гвинтового прорізу мотального барабанчика  $t = 60$  мм, середній коефіцієнт ковзання бобіни відносно барабанчика  $\eta_б = 0,95$ , тростильні машини працюють з  $K_{КЧ} = 0,78$ .

9.35. Розрахувати тривалість формування повної бобіни на мотальному автоматі «Аутосук» та тривалість змотування нитки з живильної голівки (прядильного починку) при умовах: частота обертання мотального барабанчика 1860 хв<sup>-1</sup>, його діаметр 158 мм, крок гвинтового прорізу мотального барабанчика 103 мм, середній коефіцієнт ковзання бобіни відносно барабанчика 0,95, маса пряжі на сформованій бобіні 1800 г, на живильному починку 100 г, лінійна густина нитки, що перемотується 15,4 текс.

9.36. Розрахувати необхідну теоретичну продуктивність мотальних автоматів «Аутосук», лінійну швидкість перемотування пряжі, частоту обертання мотальних барабанчиків при перемотуванні за 8 год на шести машинах пряжі лінійною густиною 18,5 текс масою 1200 кг за умов: діаметр мотального барабанчика  $d_{м.б} = 158$  мм, крок гвинтового прорізу мотального барабанчика  $t = 102$  мм, середній коефіцієнт ковзання бобіни відносно барабанчика  $\eta_б = 0,95$ , тростильні машини працюють з  $K_{КЧ} = 0,87$ .

9.37. Розрахувати число бобін  $ч_б$  та число прядильних починків  $ч_п$ , що змінюються за 8 год оператором тростильних машин ТВА-150, при частоті обертання вала електродвигуна 1410 хв<sup>-1</sup>, коефіцієнті ковзання в клинопасовій передачі  $\eta_л = 0,98$ , діаметрі шківів вала електродвигуна та головного валу (валу мотальних барабанчиків) 158 мм, середньому коефіцієнті ковзання бобіни відносно барабанчика  $\eta_б = 0,95$ , діаметрі мотального барабанчика  $d_{м.б} = 85$  мм, кроці гвинтового прорізу мотального барабанчика  $t = 60$  мм, лінійної густини одиночної пряжі  $T_0 = 11,8$  текс, числі зтросування ниток  $m = 3$ , масі пряжі на бобіні  $G_б = 3000$  г, на починку  $G_п = 150$  г, числі мотальних барабанчиків 48.

9.38. Розрахувати довжину трощеної нитки на повній бобіні, а також число бобін з трощеною ниткою, що виробляються за 8 год п'ятьма тростильними машинами «Янтра», що мають по 96 мотальних барабанчиків, за умов: частота обертання вала електродвигуна 1410 хв<sup>-1</sup>, діаметр шківів на валу електродвигуна 140 мм, на валу мотальних барабанчиків 176 мм, коефіцієнт ковзання в клинопасовій передачі  $\eta = 0,98$ , діаметр мотального барабанчика  $d_{м.б} = 126$  мм, крок гвинтового прорізу мотального барабанчика  $t = 60$  мм, коефіцієнт ковзання бобіни відносно барабанчика  $\eta_б = 0,96$ , лінійна густина

одиначної пряжі  $T_0 = 21 \text{ текс}$ , число зтрощуваних ниток  $m = 2$ , маса пряжі на бобіні  $G_b = 2000 \text{ г}$ , тростильні машини працюють з  $K_{КЧ} = 0,82$ .

9.39. Розрахувати теоретичну продуктивність однієї мотальної голівки, лінійну швидкість намотування та частоту обертання мотального барабанчика для намотування за 8 год чотирма автоматами «Аутосук» одиначної пряжі  $T_0 = 25 \text{ текс}$  масою 1105 кг при числі мотальних голівок на одному автоматі 32, діаметрі мотального барабанчика  $d_{м.б} = 158 \text{ мм}$ , кроці гвинтового мотального барабанчика  $t = 102 \text{ мм}$ , середньому коефіцієнті ковзання бобіни відносно барабанчика  $\eta_b = 0,95$ , мотальний автомат працює з  $K_{КЧ} = 0,79$ .

9.40. Розрахувати необхідну теоретичну продуктивність мотальної голівки та лінійну швидкість намотування чотирма мотальними автоматами «Аутосук» пряжі масою 1980 кг за 8 год роботи за умов: число мотальних голівок на одному автоматі 32, діаметр мотального барабанчика  $d_{м.б} = 158 \text{ мм}$ , крок гвинтового мотального барабанчика  $t = 102 \text{ мм}$ , середній коефіцієнт ковзання бобіни відносно барабанчика  $\eta_b = 0,95$ , мотальні автомати працюють з  $K_{КЧ} = 0,84$ , лінійна густина нитки, що перемотується  $21 \text{ текс} \times 2$ .

9.41. Розрахувати теоретичну продуктивність одного мотального барабанчика трощильної машини «Янтра» при трощенні пряжі лінійної густини  $T_0 = 25 \text{ текс}$  з числом складань 2, частоті обертання мотального барабанчика  $n_b = 1500 \text{ хв}^{-1}$ , діаметрі барабанчика  $d_{м.б} = 126 \text{ мм}$ , кроці канавки барабанчика  $t = 60 \text{ мм}$ .

9.42. Розрахувати теоретичну продуктивність трощильної машини АЕС-12 «Савіо», що має 120 барабанчиків та час напрацювання бобіни при зтрощуванні пряжі лінійної густини: 1)  $10 \text{ текс} \times 2$ ; 2)  $50 \text{ текс} \times 2$ ; 3)  $100 \times 2 \text{ текс}$ ; швидкість трощення  $600 \text{ м/хв.}$ , маса бобіни  $G_b = 4000 \text{ г}$ .

9.43. Розрахувати необхідну кількість тростильних машин «Янтра», що мають: а) 96 б) 120 мотальних барабанчиків, для отримання трощеної пряжі  $T_{пр} = 11,8 \text{ текс} \times 3$  та маси 360 кг/год, а також довжину пряжі на бобіні за умов: швидкість трощення  $v_{тр} = 700 \text{ м/хв.}$ ,  $K_{КЧ} = 0,86$ , маса пряжі на бобіні  $G_b = 3 \text{ кг}$ .

9.44. Розрахувати необхідну кількість тростильних машин АЕС-12 «Савіо», що мають: а) 96 б) 120 мотальних барабанчиків, для отримання трощеної пряжі  $T_{пр} = 11,8 \text{ текс} \times 3$  та маси 360 кг/год та довжину нитки на бобіні за умов: швидкість трощення  $1000 \text{ м/хв.}$ ,  $K_{КЧ} = 0,86$ , маса пряжі на бобіні  $G_b = 3 \text{ кг}$ .

### 9.3. Приготування крученої пряжі

В кінематичних схемах крутильних машин є наступні змінні елементи: шківі різного діаметру, що встановлюються на вал електродвигуна, а також на головний вал машин у відповідності з заданою частотою обертання веретен; крутильна шестерня для забезпечення заданої величини крутки, яку потрібно надати пряжі; мотальна шестерня для забезпечення необхідної щільності намотування, що впливає на діаметр намотування; храповик для отримання починку з діаметром, що відповідає діаметру кільця кільцевої крутильної

машини; витяжна шестерня на прядильно-крутильних машинах для зміни загальної витяжки у витяжному пристрої.

**Потоншення та витяжка у витяжному пристрої прядильно-крутильної машини.** На прядильно-крутильних машинах необхідно розрізняти потоншення продукту:

$$U = T_p / T_{np},$$

де  $T_p$ ,  $T_{np}$  - лінійна густина відповідно рівниці та пряжі, *текс*, і витяжку продукту у витяжному пристрої:

$$E = U / K_y,$$

де  $K_y$  - коефіцієнт укрутки ( $K_y < 1$ ).

Коефіцієнт укрутки можна розрахувати за формулою:

$$K_y = 1 - 9\alpha_T^2 \sqrt[3]{T_{np}} / 10^6, \quad (9.12)$$

де  $\alpha_T$  - табличний коефіцієнт крутки пряжі.

Витяжка по схемі передачі:

$$E = d_{вин} i_{жив-вин} / d_{жив} = C_6 / Z_6,$$

де  $d_{вин}$ ,  $d_{жив}$  - діаметр відповідно випускного та живильного (заднього) циліндру витяжного пристрою;  $i_{жив-вин}$  - передавальне співвідношення від живильного циліндру до випускного;  $C_6$  - константа витяжки для даної кінематичної схеми витяжного пристрою;  $Z_6$  - число зубців змінної витяжної шестерні.

**Скручення пряжі, продуктивність веретена, час напрацювання зйому на кільцевих крутильних та прядильно-крутильних машинах.** Скручення пряжі обирають у відповідності з лінійною густиною та призначенням пряжі.

Скручення пряжі,  $m^{-1}$ :

$$K = 100\alpha_T / \sqrt{T_{кр}}; K = n_6 / v_{вин}; K = const_k / Z_{кр},$$

де  $\alpha_T$  - табличне значення коефіцієнту крутки [8];

$T_{кр}$  - лінійна густина крученої пряжі, *текс*;  $n_6$  - частота обертання веретен,  $xv^{-1}$ ;  $v_{вин}$  - швидкість випускного циліндра,  $m/xv$ ;  $const_k$  - константа крутки;  $Z_{кр}$  - число зубців крутильної шестерні.

Теоретична продуктивність одного веретена,  $кг/год$ :

$$P_T = n_6 T_{кр} \cdot 60 / (K \cdot 10^6)$$

Норма продуктивності одного веретена, кг/год:

$$\Pi_n = \Pi_T K_{KЧ}.$$

Планова продуктивність одного веретена, кг/год:

$$\Pi_\phi = \Pi_n K_{ПУ},$$

де  $n_\phi$  - частота обертання веретен,  $хв^{-1}$ ;  $K_{KЧ}$  - коефіцієнт корисного часу;  $K_{ПУ}$  - коефіцієнт працюючого устаткування.

Час напрацювання бобіни розраховується за формулою (9.6), хв.:

$$t_n = G_\phi \cdot 60 / \Pi_T.$$

де  $G_\phi$  - маса пряжі на бобіні розрахована за формулою (9.11), кг:

$$G_\phi = V_\phi \delta \cdot 10^{-3},$$

**Скручення пряжі, продуктивність веретена на машинах подвійного, потрійного та двостадійного кручення.** Скручення пряжі на машинах подвійного кручення проходить у двох послідовно розташованих зонах  $K_{II}$ ,  $K_{III}$ , а загальна скручення,  $м^{-1}$ :

$$K_{кр} = K_I + K_{II} + K_{III} = \pm \cos \alpha / (\pi d_n) + n_\phi / (v_{cm} K_y) + n_\phi / (v_{cm} K_y) = 2n_\phi / (v_{cm} K_y) \pm \cos \alpha / (\pi d_n),$$

де  $\alpha$  - кут підйому витка пряжі на бобіні, град;

Скручення від змотування пряжі з пакування  $K_I \sim 0$ , тому скручення крученої пряжі,  $м^{-1}$ :

$$K_{кр} = 2n_\phi / (v_{зм} K_y), \quad (9.13)$$

де  $n_\phi$  - частота обертання крутильного диска,  $хв^{-1}$ ;  $v_{зм}$  - швидкість змотування нитки з пакування,  $м/хв.$ ;  $K_y$  - коефіцієнт укрутки пряжі.

Скручення пряжі на машинах потрійного кручення,  $кр^{-1}$ :

$$K_{кр} = 3n_\phi / (v_{зм} K_y), \quad (9.14)$$

Скручення пряжі на машинах двостадійного способу кручення:

$$K_{кр} = K_I + K_{II}; K_{кр} = \alpha_{т.кр.} / \sqrt{T_{кр}}; \quad (9.15)$$

$$K_I \approx 20...50 \text{ м}^{-1}, K_{II} = K_{кр} - K_I,$$

де  $K_I$  - скручення на першій стадії кручення на троцильно-крутильній машині,  $м^{-1}$ ;  $K_{II}$  - скручення на другій стадії кручення,  $м^{-1}$ .

**Натяг нитки на крутильних машинах різних типів, вибір типу та номеру бігунка на кільцевих крутильних машинах.** Орієнтовно середній натяг нитки при намотуванні на початок можна визначити за формулою, сН:

$$Q_{нам} = 1,67 \mu m_{\sigma} R_k n_{\sigma}^2, \quad (9.16)$$

де  $\mu$  - коефіцієнт тертя бігунка об кільце (для горизонтальних кілець при  $n_{\sigma} = 10000 \text{ хв}^{-1}$   $\mu = 0,12 \dots 0,2$ ; для вертикальних кілець ручного змащування  $\mu = 0,075$ ; для вертикальних кілець фітильного змащування  $\mu = 0,05$ ); - маса бігунка, г;  $R_k$  - радіус кільця, мм;  $n_{\sigma}$  - частота обертання веретена,  $\text{хв}^{-1}$ .

Допустимий натяг нитки при намотуванні, сН:

$$Q_{нам} = (0,08 \dots 0,1)P,$$

де  $P$  – розривне навантаження нитки, сН.

З галузевого стандарту для пряж певного призначення та заданої лінійної густини знаходять питоме розривне навантаження  $P_{нит}$ , сН/текс, а потім (розривне навантаження), сН.

$$P = P_{нит} T_n$$

Прийнявши коефіцієнт запасу міцності  $K_3 = P/Q_{нам} = 10 \dots 12$ , отримують наступні формули для розрахунку маси бігунка, г:

- для машини К-83 з кільцями прядильного типу:

$$m_{\sigma} = 0,34P / (R_k n_{\sigma}^2), \quad (9.17)$$

- для машини КМ-83 з кільцями фітильного змащування:

$$m_{\sigma} = P / (R_k n_{\sigma}^2)$$

Тип, параметри та розміри бігунків обираються за довідником [8].

**Повна заправка кільцевих крутильних та прядильно-крутильних машин.** Для заправки крутильних машин необхідно розрахувати частоту обертання веретен та випускного робочого органу, діаметри змінних блоків, витяжку та число зубців витяжної шестерні (для прядильно-крутильних машин), скручення та число зубців крутильної та мотальної шестерень, число зубців храповика, обрати тип та номер бігунка, тип веретена та патрона, розрахувати теоретичну продуктивність та норму продуктивності веретена.

**Число зубців змінних шестерень при перезавправці машини.** При перезавправці машини з виробітку пряжі лінійної густини  $T_1$  (стара заправка) на пряжу лінійної густини  $T_2$  (нова заправка) нову кількість зубців змінної шестерні знаходять, якщо відома кількість зубців змінних шестерень для старої заправки за формулами, що наведені нижче.

Число зубців витяжної шестерні  $z_{\sigma}$  (тільки для прядильно-крутильної машини) за умови, що продукт, який поступає до машини, залишається незмінним та змінюється лише лінійна густина пряжі, що випускається:

$$Z_{e2} = Z_{e1} T_2 / T_1.$$

Число зубців крутильної шестерні при збереженні існуючого коефіцієнту скручування:

$$Z_{kp2} = Z_{kp1} \sqrt{T_2} / \sqrt{T_1}.$$

При зміні коефіцієнта скручування з  $\alpha_{T1}$  на  $\alpha_{T2}$  число зубців нової крутильної шестерні:

$$Z_{e\delta 2} = Z_{e\delta 1} \alpha_{\delta 1} \hat{E}_{\delta 1} \sqrt{\hat{O}_2} / (\alpha_{\delta 2} \hat{E}_{\delta 2} \sqrt{\hat{O}_1}),$$

де  $K_{y1}, K_{y2}$  - коефіцієнт усадки пряжі від крутки відповідно при старій та новій заправці.

Число зубців мотальної шестерні:

- при невеликій зміні лінійної густини і збереженні коефіцієнту скручування пряжі:

$$Z_{m2} = Z_{m1} \sqrt{T_2} / \sqrt{T_1}.$$

- при великій різниці щільності намотування  $\Delta_1$  та  $\Delta_2$ .

$$Z_{m2} = Z_{m1} \sqrt{T_2} / \sqrt{T_1} \Delta_2 / \Delta_1 K_{y1} / K_{y2}.$$

Число зубців храповика розраховують тільки на кільцевих крутильних машинах:

- при невеликій зміні лінійної густини пряжі та збереженні коефіцієнту скручування:

$$Z_{xp2} = Z_{xp1} \sqrt{T_2} / \sqrt{T_1};$$

- при великій різниці пряжі по лінійній густині:

$$Z_{xp2} = Z_{xp1} T_2 / T_1 \Delta_2 / \Delta_1 K_{y1} / K_{y2}.$$

- при зміні мотальної шестерні:

$$Z_{xp2} = Z_{xp1} Z_{m1} / Z_{m1}.$$

#### 9.4. Завдання для розрахунку

9.45. Розрахувати за кінематичною схемою передачі руху найбільшу та найменшу частоту обертання веретен на кільцевій крутильній машині [6], якщо на валу електродвигуна може бути встановлений змінний шків діаметром від 140 до 180 мм, на головному валу – діаметром від 235 до 290 мм, коефіцієнт ковзання в клинопасовій передачі  $\eta = 0,98$ , у тасьмовій передачі  $\eta = 0,97$ .

9.46. Розрахувати по кінематичній схемі передачі руху діаметр змінного шківа на головному валу кільцевої крутильної машини КМ-132-1 [6], необхідний для отримання частоти обертання веретен  $6000 \text{ хв}^{-1}$ , якщо частота обертання валу електродвигуна  $n_e = 1450 \text{ хв}^{-1}$ , діаметри: блоку на цьому валу  $D_e = 165 \text{ мм}$ , барабана  $d_6 = 250 \text{ мм}$ , блочка веретена  $d_B = 32 \text{ мм}$ ; товщина

приводного ланцюга  $t = 1$  мм.

9.47. Розрахувати діаметри блоків на валу електродвигуна  $D_1$  і на головному валу  $D_2$  крутильної машини К-83 і їх співвідношення  $D_1/D_2$  [6], при яких веретена обертаються з частотою  $n_b = 8000$  хв<sup>-1</sup>, якщо коефіцієнти ковзання в клинопасовій і тасьмовій передачах рівні ( $\eta_1 = \eta_2 = 0,98$ ).

9.48. Частота обертання валу електродвигуна крутильної машини К-83-1Т [6]  $n_e = 1470$  хв<sup>-1</sup>, діаметри блоків  $D_1 = 205$  мм,  $D_2 = 260$  мм, коефіцієнт ковзання в кожній гнучкій передачі рівний 0,98. Розрахувати: а) частоту обертання, хв<sup>-1</sup>, веретен при діаметрі блочка на веретені 38 мм; б) частоту обертання випускного циліндра, хв<sup>-1</sup>, і швидкість випуску, м/хв, при числах зубців шестерень  $Z_{кр} = 40$ ,  $Z_1 = 40$ ,  $Z_2 = 62$ ; в) частоту обертання мотального ексцентрика, якщо черв'як однозахідний.

9.49. Розрахувати по кінематичній схемі передачі руху кільцевої крутильної машини К-83-1Т [6] число обертів веретен за один оберт випускного циліндра, якщо змінна крутильна шестерня має: а)  $Z_{кр} = 25$  зуб. при  $Z_1/Z_2 = 40/108$ ; б)  $Z_{кр} = 55$  зуб. при  $Z_1/Z_2 = 108/40$ .

9.50. Розрахувати по кінематичній схемі передачі руху мінімальну і максимальну тривалість, хв, повного циклу ходу кільцевої планки (підйом і опускання) кільцевої крутильної машини К-83 [6], якщо частота обертання валу електродвигуна  $n_e = 1460$  хв<sup>-1</sup>, діаметри блоків на валу електродвигуна  $D_1 = 160$  мм, на головному валу  $D_2 = 250$  мм, число зубів змінних шестерень: крутильної  $Z_{кр} = 44$ , мотальної  $Z_m = 32$ . Загальні втрати на ковзання в пасовій і тасьмовій передачах складають 4%.

9.51. Частота обертання валу головного електродвигуна прядильно-крутильної машини ПК-100М [6]  $n_{эл} = 1450$  хв<sup>-1</sup>,  $D_1 = 180$  мм,  $D_2 = 150$  мм, коефіцієнт ковзання в гнучкій передачі  $\eta = 0,98$ . Розрахувати: а) частоту обертання веретен при діаметрі блочка на веретені 32 мм; б) частоту обертання випускного циліндру, хв<sup>-1</sup>, та швидкість випуску мички, м/хв., якщо число зубців змінної шестерні  $z_{кр} = 50$ ; в) частоту обертання, хв<sup>-1</sup>, та швидкість живильного циліндра, м/хв., витяжного пристрою, якщо змінні шестерні мають число зубців  $z_b = 40$ ,  $z_7 = 25$ ; г) частоту обертання, хв<sup>-1</sup>, та швидкість другого циліндра, м/хв.; д) частоту обертання, хв<sup>-1</sup>, та лінійну швидкість, м/хв. випускного циліндру при  $z_4 = 109$  зуб; е) частоту обертання, хв<sup>-1</sup>, та швидкість, м/хв., мотального барабанчика при  $z_5 = 90$  зуб; ж) число зубців мотальної шестерні  $z_6$  при довжині мотального барабанчика  $l = 75$  мм, діаметрі мотального барабанчика  $d_6 = 78$  мм, куті перетину ниток  $\alpha = 24^\circ$ .

9.52. Для виготовлення бавовняної пряжі розрахувати та обрати параметри заправки витяжного пристрою машини ПК-100М [6]: а) загальну витяжку; б) часткову витяжку в задній зоні; в) часткову витяжку в передній зоні; г) константу загальної витяжки; д) константу витяжки в задній зоні; е) константу витяжки в передній зоні; ж) число зубців змінних шестерень витяжного пристрою; з) розведення в задній зоні; і) кліпси для клітинки верхнього ремінця (для приборів ВР-3-45П чи ВР-1М); к) розміри щілини



ущільнювача в передній зоні пристрою при умовах роботи, що наведені в таблиці 9.4. Усадку пряжі при крутці не враховувати.

Таблиця 9.4.

Варіант	$T_0$ , текс	$T_p$ , ктекс	Витяжний пристрій	$l_s$ мм
1	7,5	0,125	BP-3-45П	37
2	8,5	0,140	BP-1M	37
3	9,0	0,145	BP-3-45П	37
4	10,0	0,160	BP-3-45П	35
5	11,0	0,350	BP-3-45П	35
6	11,8	0,400	BP-3-45П	35
7	13,0	0,430	BP-1M	32
8	14,0	0,460	BP-3-45П	32
9	15,4	0,500	BP-3-45П	31
10	16,5	0,530	BP-3-45П	31
11	18,5	0,580	BP-3-45П	30
12	20,0	0,600	BP-1M	29
13	21,0	0,630	BP-3-45П	30
14	22,0	0,660	BP-2	29
15	25,0	0,750	BP-3-45П	30
16	26,0	0,750	BP-3-45П	31
17	27,0	0,750	BP-3-45П	32
18	28,0	0,780	BP-3-45П	30
19	29,0	0,780	BP-3-45П	29

9.53. Розрахувати константу часткової витяжки в передній зоні витяжного пристрою прядильно-крутильної машини ПК-100М, а також можливі мінімальну та максимальну витяжку в зоні.

9.54. Розрахувати необхідну лінійну густину рівниці для виготовлення на прядильно-крутильній машині ПК-100М пряжі  $T_{np} = 18.5$  текс при мінімальній та максимальній витяжці у витяжному пристрої BP-1M. Який з цих варіантів більш вигідний у економічному відношенні і чому?

9.55. Розрахувати необхідну лінійну густину рівниці для виготовлення на прядильно-крутильній машині ПК-100М з витяжним пристроєм BP-3-45П пряжі  $T_{np} = 10$  текс при загальній витяжці, що дорівнює 40, якщо виробляється пряжа: а) з одинарної рівниці; б) з подвійної рівниці (число складань 2). Усадку пряжі від скручування не враховувати.

9.56. Визначити константу для визначення загальної витяжки на прядильно-крутильній машині ПК-100М [8] та межі витяжки. Вибрати по кінематичній схемі необхідну кількість зубців змінних основних та допоміжних шестерень та розрахувати найменшу та найбільшу загальну витяжку на машині за даними завдання 9.46.

9.57. Розрахувати константу часткової витяжки в задній зоні витяжного пристрою прядильно-крутильної машини ПК-100М [8], а також можливі мінімальну та максимальну витяжки.

9.58. Розрахувати константу часткової витяжки в передній зоні витяжного пристрою прядильно-крутильної машини ПК-100М [8], а також можливі мінімальну та максимальну витяжки.

9.59. Розрахувати необхідне число зубців основних та допоміжних шестерень витяжного пристрою прядильно-крутильної машини ПК-100М [8]

для виготовлення пряжі  $T_{np} = 20$  текс з одинарної рівниці  $T_p = 0,6$  ктекс; часткову витяжку в задній та передній зоні витяжного пристрою вибрати у відповідності з рекомендаціями по заправці [8]. Усадка пряжі від крутки 4%.

9.60. Розрахувати константу крутки та число зубців змінних крутильних шестерень прядильно-крутильної машини ПК-100М для виготовлення пряжі  $T_{np} = 18,5 \times 2$  текс з коефіцієнтом скручування крученої нитки  $\alpha_T = 47,00$ ; товщина тасьми в передачі від барабана до веретен 1 мм, коефіцієнт ковзання в цій передачі 0,95 [8].

9.61. Розрахувати константу крутки та число зубців змінних крутильних шестерень прядильно-крутильної машини ПК-100М [8] для виготовлення пряжі  $T_{np} = 20$  текс $\times 2$  з коефіцієнтом скручування крученої нитки  $\alpha_T = 40,00$ . Коефіцієнт ковзання  $\eta = 0,95$ . Товщиною тасьми знехтувати.

9.62. Розрахувати константу крутки на крутильній машині К-83 та число зубців змінної крутильної шестерені для кручення нитки  $T_{кр} = 11,5$  текс $\times 3$  з коефіцієнтом скручування крученої нитки  $\alpha_T = 56,00$ . Товщина тасьми в передачі від барабана до веретен 1 мм, коефіцієнт ковзання в цій передачі  $\eta = 0,9$  [6].

9.63. Розрахувати константу крутки на машині КМ-132-1, число зубців змінної крутильної шестерені та теоретичну продуктивність веретен за умов: лінійна густина пряжі  $T_{кр} = 25$  текс $\times 3$ , коефіцієнт скручування пряжі  $\alpha_T = 36,00$ , число зубців додаткової змінної шестерні  $z = 85$ , частота обертання веретен  $n_e = 8000$  хв $^{-1}$  [6].

9.64. Розрахувати частоту обертання випускних циліндрів крутильної машини К-83, що працює з частотою обертання веретен 8106 хв $^{-1}$  при виготовленні крученої пряжі  $T_{кр} = 10$  текс $\times 2$  з коефіцієнтом скручування пряжі  $\alpha_T = 36,20$ . Барабанна шестерня має 38 зуб., коефіцієнт ковзання в клинопасовій передачі 0,98, а в передачі від барабана до веретен 1 мм [6].

9.65. Розрахувати константу крутки на крутильній машині К-83 та число зубців змінної барабанної шестерні, що дорівнює 38 зуб. та число зубців змінної крутильної шестерні для пряжі  $T_{кр} = 8,5$  текс $\times 2$  при коефіцієнті скручування пряжі  $\alpha_T = 36,52$ ; коефіцієнт ковзання в тасьмовій передачі 0,95, Товщина тасьми в передачі від барабана до веретен 1 мм, [6].

9.66. Розрахувати частоту обертання випускних циліндрів крутильної машини К-83, що працює з частотою обертання веретен  $n_e = 8106$  хв $^{-1}$ , при виготовленні крученої пряжі  $T_{кр} = 11,8$  текс $\times 2$  з коефіцієнтом скручування пряжі  $\alpha_T = 28,00$ . Барабанна шестерня має 38 зуб., коефіцієнт ковзання в передачі від барабана до веретен 0,95, товщина тасьми в передачі від барабана до веретен 1 мм [6].

9.67. Розрахувати константу крутки для машини мокрого кручення КМ-132-1 при кількості зубців додаткової змінної шестерні, рівної  $Z = 85$ , лінійній густині пряжі  $T_{кр} = 20$  текс $\times 3$ ; коефіцієнт скручування пряжі  $\alpha_T = 34,00$  [6].

9.68. Розрахувати константу крутки на крутильній машині К-83 при числі зубців барабанної шестерені, що дорівнює 38, та число зубців змінної крутильної шестерні для крученої пряжі  $T_{кр} = 8,5$  текс $\times 2$  з коефіцієнтом

скручування  $\alpha_T = 36,00$ . Товщина тасьми в передачі від барабана до веретен 1 мм, коефіцієнт ковзання в цій передачі 0,95 [6].

9.69. Розрахувати константу крутки та число зубців змінної крутильної шестерені крутильної машині К-83 для виготовлення крученої пряжі  $T_{кр} = 10$  текс $\times 3$  з коефіцієнтом скручування крученої нитки  $\alpha_T = 57,00$ . Коефіцієнт ковзання в тасьмовій передачі до веретен 0,95, товщина тасьми 1 мм [6].

9.70. Розрахувати константу крутки та число зубців змінної крутильної шестерені крутильної машині К-83 для кручення пряжі  $T_{кр} = 10$  текс $\times 2$  з коефіцієнтом скручування  $\alpha_T = 29,00$  [6].

9.71. Визначити лінійну густину крученої пряжі, якщо маса відрізка довжиною 50 м складає 1 г.

9.72. На кільцевій крутильній машині К-83-1Т скручується пряжа  $T_{кр} = 25$  текс $\times 2$  для трикотажу. Частота обертання веретен  $n_e = 8500$  хв $^{-1}$ , коефіцієнт скручування  $\alpha_T = 30,00$ . Визначити теоретичну продуктивність веретена [6].

9.73. Розрахувати частоту обертання веретен на кільцевій крутильній машині К-83-1Т, якщо теоретична продуктивність одного веретена 0,0384 кг/год., скручення пряжі  $500$  м $^{-1}$ , пряжа  $T_{кр} = 20$  текс $\times 2$  [6].

9.74. Визначити коефіцієнт скручування крученої пряжі  $T_{кр} = 18,5$  текс $\times 2$  для виготовлення трикотажного полотна, якщо скручення пряжі  $K = 500$  м $^{-1}$ .

9.75. Розрахувати константу крутки та число зубців змінної крутильної шестерені прядильно-крутильної машини ПК-100М для виготовлення пряжі  $T_{кр} = 20$  текс $\times 2$  з коефіцієнтом скручування  $\alpha_T = 47,00$ . Розрахувати теоретичну продуктивність одного веретена при частоті обертання  $n_e = 10800$  хв $^{-1}$ : а) випрдаємої пряжі; б) крученої пряжі. Коефіцієнт ковзання в тасьмовій передачі до веретен 0,95, товщина тасьми 1 мм [6].

9.76. Розрахувати тривалість напрацювання повного зйому на крутильній машині К-83-1 при виготовленні крученої пряжі  $T_{кр} = 50$  текс $\times 2$ , якщо маса пряжі на починку  $G = 280$  г, частота обертання веретен  $n_e = 7000$  хв $^{-1}$ , скручення пряжі  $K = 415$  м $^{-1}$ .

9.77. Розрахувати кількість зубців змінної крутильної шестерні та константу крутки на крутильній машині К-83-1 для виготовлення крученої пряжі  $T_{кр} = 50$  текс $\times 2$  для ниток при частоті обертання веретен  $n_e = 7000$  хв $^{-1}$  [6].

9.78. Розрахувати тривалість напрацювання зйому на кільцевій крутильній машині К-83-1, що виробляє кручену пряжу  $T_{кр} = 15,4$  текс $\times 2$ , якщо частота обертання веретен  $n_e = 9000$  хв $^{-1}$ , скручення пряжі  $K = 700$  м $^{-1}$ , маса пряжі на починку  $G = 100$  г.

9.79. Визначити норму продуктивності кільцевої крутильної машини К-83-1, якщо скручується пряжа  $T_{кр} = 15,4$  текс $\times 2$  при частоті обертання веретен  $n_e = 9000$  хв $^{-1}$ , скручення пряжі  $K = 700$  м $^{-1}$ ,  $K_{КЧ} = 0,96$ .

9.80. Розрахувати тривалість змотування трощеної пряжі  $T_{кр} = 20$  текс $\times 2$  з живильної бобіни масою  $G = 2$  кг на кільцевій крутильній машині К-83-1 при швидкості випуску  $v_{вип} = 12,9$  м/хв.

9.81. Розрахувати планову продуктивність  $\Pi_n$  веретена кільцевої крутильної машини К-83-1, що виробляє пряжу  $T_{кр} = 25$  текс $\times 2$ , при

теоретичній продуктивності, що дорівнює 0,017 кг/год,  $K_{КЧ} = 0,9$ , планових простоях 2%.

9.82. На прядильно-крутильній машині ПК-100, що має 288 веретен, виготовляється пряжа  $T_{кр} = 18,5$  текс $\times 2$  з коефіцієнтом скручування  $\alpha_T = 46,00$  при частоті обертання веретен  $n_v = 11000$  хв $^{-1}$ . Скільки буде витрачено починків прикручуваної пряжі та катушок з рівницею за 8 годин, якщо маса пряжі на починку  $G_n = 150$  г, а маса рівниці на катушці  $G_p = 800$  г?

9.83. На прядильно-крутильній машині ПК-100, що має 288 веретен, виготовляється пряжа  $T_{кр} = 18,5$  текс $\times 2$  з коефіцієнтом скручування  $\alpha_T = 47,00$  при частоті обертання веретен  $n_v = 10900$  хв $^{-1}$ . Скільки буде витрачено починків прикручуваної пряжі та катушок з рівницею за 8 годин, якщо маса пряжі та рівниці на живильних пакуваннях відповідно 0,15 кг та 0.8 кг?

9.84. Розрахувати скручення  $K$  крученої пряжі  $T_{кр} = 18,5$  текс $\times 2$  для трикотажу, отриману на машинах VTS-07/02 при частоті обертання крутильного диска  $n_k = 900$  хв $^{-1}$ , теоретичній продуктивності веретена  $P_T = 0,059$  кг/год.

9.85. Розрахувати необхідну частоту обертання крутильного диску на машині VTS-07/02 для скручування пряжі  $T_{кр} = 15,4$  текс $\times 2$  для трикотажу з коефіцієнтом скручування  $\alpha_T = 39,80$  та теоретичною продуктивністю одного веретена  $P_T = 0,048$  кг/год.

9.86. Розрахувати повне скручення крученої пряжі  $T_{кр} = 10$  текс $\times 2$  з тонковолокнистої бавовни для трикотажу, що виробляється на машині подвійного кручення КД-180 при умові, що на першій стадії скручування в машині ТКМ-180 пряжі надається 20 кручень на метр. Необхідні додаткові дані прийняти по довіднику [8].

9.87. Розрахувати продуктивність веретена крутильної машини КД-180, що випускає пряжу  $T_{кр} = 29$  текс $\times 2$  для трикотажу з коефіцієнтом скручування  $\alpha_T = 39,80$  частотою обертання крутильного диску  $n_k = 8000$  хв $^{-1}$ .

9.88. Визначити продуктивність веретена тростильно - крутильної машини ТКМ-180, що випускає пряжу  $T_{кр} = 20$  текс $\times 2$  з круткою  $K = 20$  м $^{-1}$  при частоті обертання  $n_v = 9500$  хв $^{-1}$ .

9.89. Визначити коефіцієнт скручування пряжі  $T_{кр} = 25$  текс $\times 2$ , що скручується на машині ТКМ-180 з круткою  $K = 20$  м $^{-1}$ .

9.90. Визначити теоретичну продуктивність веретена крутильної машини подвійного кручення VTS-07/02, якщо скручується пряжа  $T_{кр} = 25$  текс $\times 2$ , що використовується в панчішно – шкарпетковому виробництві, з частотою обертання крутильного диску  $n_k = 9000$  хв $^{-1}$  та коефіцієнті скручування  $\alpha_T = 30,00$ .

9.91. Визначити продуктивність веретена крутильної машини потрійного кручення «Тритек Твістер» фірми «Хамель», якщо скручується пряжа  $T_{кр}$  : а) 100  $\times 2$  текс; б) 50  $\times 2$  текс; в) 10  $\times 2$  текс, що використовується в панчішно – шкарпетковому виробництві, з частотою обертання крутильного диску  $n_v = 900$  хв $^{-1}$ . Скручення пряжі прийняти по довіднику з бавовнопрядіння [8].

9.92. Розрахувати необхідне в установці число машин VTS-07/02, що мають по 120 веретен подвійного кручення для виготовлення 3000 кг/год крученої пряжі  $T_{кр} = 25$  текс $\times 2$  при частоті обертання крутильного диску  $n_d = 10000$  хв $^{-1}$ , коефіцієнті скручування  $\alpha_T = 30,00$ , та простоях, які характеризуються  $K_{КЧ} = 0,96$ ,  $K_{ПУ} = 0,98$ .

9.93. Розрахувати необхідну кількість машин з веретенами потрійного кручення «Тритек Твістер» для скручування пряжі  $T_{кр} = 25$  текс $\times 2$  у кількості 3000 кг/ год з частотою обертання крутильного диску  $n_d = 10000$  хв $^{-1}$ , коефіцієнті скручування  $\alpha_T = 30,00$ , машина має 120 веретен,  $K_{КЧ} = 0,96$ , простої складають 2 %.

9.94. Розрахувати продуктивність одного крутильного місця, кг/год, що виробляє кручену пряжу  $T_{кр} = 25$  текс $\times 2$  при коефіцієнті скручування  $\alpha_T = 30,00$  та частоті обертання  $n_s = 10000$  хв $^{-1}$  веретен: а) подвійного кручення  $П_{Т(2)}$ ; б) потрійного кручення  $П_{Т(3)}$ . Яке співвідношення продуктивності  $П_{Т(2)}/ П_{Т(3)}$ ?

9.95. Які необхідні маса та номер бігунка на крутильній машині К-132 при частоті обертання веретен 7800 хв $^{-1}$ , якщо при частоті обертання 6000 хв $^{-1}$  оптимальний натяг намотуваної на пакування крученої нитки був при бігунку масою 0,45 г?

9.96. Розрахувати масу бігунка для крученої пряжі  $T_{кр} = 50$  текс $\times 3$  на крутильних машинах важкого типу сухого кручення К-132-2 з фітильним змащуванням вертикальних кілець діаметром 57 мм при питомому навантаженні крученої нитки 11,2 сН/текс та частоті обертання веретен 7800 хв $^{-1}$ . Середній натяг нитки в зоні намотування повинен складати 10 % від розривного навантаження крученої нитки.

9.97. У скільки разів і як зміниться (збільшиться чи зменшиться) натяг крученої пряжі між бігунком та починком на машині К-83 при збільшенні частоти обертання веретен з 7500 до 9000 хв $^{-1}$ ? Яким способом зберегти натяг нитки при вказаному збільшенні частоти обертання веретен? Навести приклад розрахунку.

9.98. Розрахувати натяг та запас міцності крученої пряжі  $T_{кр} = 25$  текс $\times 2$  з питомим розривним навантаженням 12,5 сН/текс при намотуванні на пакування крутильної машини К-83, якщо частота обертання веретен 10000 хв $^{-1}$ , діаметр кільця 57 мм, коефіцієнт тертя бігунка об вертикальне кільце з ручним змащуванням 0,075, номер бігунка 1600.

9.99. Розрахувати масу та номер бігунка для збереження незмінним натягу пряжі при намотуванні на крутильній машині К-83, якщо частота обертання веретен збільшується з 7000 до 8800 хв $^{-1}$ , вважаючи, що при частоті 7000 хв $^{-1}$  оптимальним був бігунок масою 0,24 г.

9.100. Розрахувати необхідну масу та номер бігунка для кручення пряжі на машині К-132 при частоті обертання веретен 7200 хв $^{-1}$ , враховуючи, що при частоті обертання 6000 хв $^{-1}$  оптимальним був бігунок № 450.

9.101. Розрахувати необхідну масу бігунка для збереження незмінним натягу пряжі на крутильній машині К-83 при підвищенні частоти обертання

веретен з 7500 до 9000 хв<sup>-1</sup>, вважаючи, що при частоті 7500 хв<sup>-1</sup> оптимальним був бігунок масою 0,24 г.

9.102. Розрахувати необхідну масу бігунка для кручення пряжі  $T_{кр} = 50$  текс×2 на крутильній машині К-132-2 з фітильним змащуванням вертикальних кілець діаметром 57 мм при частоті обертання веретен  $n_v = 7800$  хв<sup>-1</sup>, питомому розривному навантаженні крученої нитки 11,2 сН/текс. Середнє розривне навантаження пряжі повинно перевищувати середня навантаження не менш ніж у 10 разів.

9.103. У скільки разів та як зміниться натяг пряжі між бігунком та пакуванням на машині К-83 при збільшенні частоти обертання веретен з 7000 до 8400 хв<sup>-1</sup>?

9.104. Розрахувати натяг та запас міцності крученої пряжі  $T_{кр} = 25$  текс×2 з питомим розривним навантаженням 12 сН/текс на крутильній машині К-83-1 при частоті обертання веретен  $n_v = 9500$  хв<sup>-1</sup>, діаметрі кільця 57 мм, коефіцієнті тертя бігунка об вертикальне кільце з ручним змащуванням 0,075, номері бігунка 160.

9.105. Розрахувати запас міцності крученої пряжі  $T_{кр} = 14$  текс×3 при намотуванні на пакування крутильної машини К-83, якщо частота обертання веретен 9500 хв<sup>-1</sup>, діаметр вертикального кільця з ручним змащуванням 57 мм, питома розривне навантаження однопіткової пряжі  $T_0 = 14$  текс дорівнює 12 сН/текс, коефіцієнт зміцнення пряжі при крученні 1,2. Маса бігунка обирається по довіднику [8].

9.106. Виконати заправний розрахунок кільцевої крутильної машини К-83 -1Т [6, 12] для вироблення пряжі певної лінійної густини та певного призначення. Варіанти завдання наведені в таблиці 9.5.

Таблиця 9.5.

Варіант	$T_{пр}$ , текс	Призначення	Варіант	$T_{пр}$ , текс	Призначення	Варіант	$T_{пр}$ , текс	Призначення
1	5,9×2	Гребінна	6	11,8×3	Гребінна	11	18,5×2	Кардна пряжа з середньоволокнистої бавовни
2	8,5×2	пряжа з	7	13,2×3	пряжа з	12	25×2	
3	10×2	тонковоло	8	14×2	бавовни	13	29×2	
4	11,8×2	книстої	9	15,4×2	3 та 4	14	50×2	
5	15,4×2	бавовни	10	10×2	типів	15	25×3	

9.107. Виконати заправний розрахунок прядильно-крутильної машини ПК-100М [6, 8] для вироблення пряжі певної лінійної густини та певного призначення. Варіанти завдання наведені в таблиці 9.6.

Таблиця 9.6.

Варіант	$T_{пр, \text{текс}}$	Призначення	Варіант	$T_{пр, \text{текс}}$	Призначення	Варіант	$T_{пр, \text{текс}}$	Призначення
1	5,9×2	Гребінна	5	10×2	Гребінна	9	11,8×2	Кардна
2	8,5×2	пряжа з	6	11,8×	пряжа з	10	14×2	пряжа з
3	7,5×2	тонковолокн	7	2	бавовни 3 та	11	15,4×2	середньовол
4	8,5×2	истої	8	14×2	4 типів для	12	18,5×2	окнистої
		бавовни для		15,4×	трикотажног	13	20×2	бавовни для
		ткацького		2	о	14	25×2	текстильно -
		виробництва			виробництва	15	29×2	галантерейн
								ого
								виробництва

9.108. Виконати заправний розрахунок тростильно-крутильної машини ТКМ-180 [8] для вироблення пряжі певної лінійної густини (таблиці 9.7.)

Таблиця 9.7.

Варіант	$T_{пр, \text{текс}}$	Призначення	Варіант	$T_{пр, \text{текс}}$	Призначення	Варіант	$T_{пр, \text{текс}}$	Призначення
1	5,9×3	Нитки для	6	15,4×2	Пряжа для	11	11×2×3	Пряжа
2	7,5×3	швейного	7	18,5×2	текстильно-	12	15,4×6×	спеціального
3	10×3	виробництва	8	20×2	галантерейног	13	3	призначення
4	13×3		9	25×2	о виробництва	14	25×3×3	
5	16,5×3		10	56×2			29×2×3	

9.109. Виконати заправний розрахунок крутильної машини подвійного кручення КД 180 [4] для вироблення пряжі  $T_{кр} = 25 \text{ текс} \times 2$ .

9.110. Виконати заправний розрахунок машини подвійного кручення VTS-07/02 для вироблення пряжі заданої лінійної густини  $T_{кр} = 34 \text{ текс} \times 2$ .

### 9.5. Параметри намотування нитки на циліндричні та конічні бобіни

Параметри намотування визначають структуру тіла намотування, яку обирають у відповідності з умовами наступного перероблення.

В приведених далі формулах використовуються наступні позначення:

$D$  – контактний діаметр бобіни, діаметр витка, що намотується;

$d_{м.б}$  – діаметр мотального барабанчика;

$n_{м.б}$  – частота обертання мотального барабанчика;

$n_b$  – частота обертання бобіни;

$n_n$  – частота обертання вала приводу нитководія;

$\eta$  – коефіцієнт ковзання бобіни при окружному приводі відносно мотального барабанчика;

$K$  – число обертів вала приводу нитководу за цикл його руху;

$H$  – розмах нитководу;

$i_{н.м.б}$  – передавальне співвідношення між валом приводу нитководу та мотальним барабанчиком;

$i_{н.б}$  - передавальне співвідношення між валом приводу нитководу та веретенем з бобіною.

**Окружний привід бобіни мотальним барабанчиком.** Загальне передавальне співвідношення між валом приводу нитководу та мотальним барабанчиком :

$$i_{н.м.б} = n_{м.б} / n_n \quad (9.18)$$

Середній крок ходового гвинта нитководу:

$$t = (t_1 + t_2 + t_3 \dots + t_n) / (a_1 + a_2 + a_3 \dots + a_n) = 2H / K, \quad (9.19)$$

де  $t_1, t_2, t_3 \dots t_n$  - крок послідовних витків канавки ходового гвинта;  $a_1, a_2, a_3 \dots a_n$  - число витків канавки з кроком  $t_1, t_2, t_3 \dots t_n$ ;

$$H = t_1 + t_2 + t_3 \dots + t_n; \quad (9.20)$$

$$K = 2(a_1 + a_2 + a_3 \dots + a_n). \quad (9.21)$$

Розрахунковий (контактний) діаметр витка нитки в бобіні:

$$D = bD_{cp}, \quad (9.22)$$

де  $D_{cp}$  - середній діаметр витків конічної бобіни:

$$D_{cp} = (D_1 + D_2) / 2; \quad (9.23)$$

$b$  – коефіцієнт (для мотальних машин М-150-1 та М-150-2  $b = 1,09$ ).

Швидкість бобіни:

$$v_{\delta} = \pi d_{м.б} n_{м.б} \eta = \eta const. \quad (9.24)$$

Лінійна швидкість розкладки нитки нитководу:

$$v_n = t n_n = t n_{м.б} / i_{н.м.б} = const. \quad (9.25)$$

чи

$$v_n = 2H n_n / K = 2H t n_{м.б} / (K i_{н.м.б}) \quad (9.26)$$

Швидкість намотування нитки:

$$v = \sqrt{v_{\delta}^2 + v_n^2} \quad (9.27)$$

чи



$$v = n_{m.\bar{o}} \sqrt{(\pi d_{m.\bar{o}} \eta)^2 + (t/i_{n.m.\bar{o}})^2}, \quad (9.28)$$

чи

$$v = n_{m.\bar{o}} \sqrt{(\pi d_{m.\bar{o}} \eta)^2 + [2H/(Ki_{n.m.\bar{o}})]^2}. \quad (9.29)$$

Кут підйому витків:

$$\alpha = \arctg(v_n / v_o) = \arctg[t/(\pi d_{m.\bar{o}} \eta)] = const; \quad (9.30)$$

$$\alpha = \arccos(v_o / v) = \arccos \left[ 1 / \sqrt{\left( \frac{2H}{\pi d_{m.\bar{o}} \eta i_{n.m.\bar{o}} K} \right)^2 + 1} \right] \quad (9.31)$$

Кут схрещування витків:

$$\beta = 2\alpha \quad (9.32)$$

Кут  $\beta$  обирають рівним 25...28°.

Число витків нитки, що намотуються за цикл руху нитководу:

$$Z_g = 2H / h \quad (9.33)$$

чи

$$Z_g = 2H d_{m.\bar{o}} \eta i_{n.m.\bar{o}} / (tD) = K d_{m.\bar{o}} \eta i_{n.m.\bar{o}} / D. \quad (9.34)$$

Крок витків (середній) бобіни при діаметрі витка D згідно формули (9.33):

$$h = 2H / Z_g$$

чи

$$h = 2HD / (R d_{m.\bar{o}} \eta i_{n.m.\bar{o}}) = (tD) / (d_{m.\bar{o}} \eta i_{n.m.\bar{o}}) = D const / \eta. \quad (9.35)$$

Довжина нитки у витку намотування:

$$\lambda = \pi D / \cos \alpha = D const \quad (9.36)$$

Довжина нитки, що намотується, за цикл руху нитководу:

$$L = \lambda Z_g = \pi d_{m.\bar{o}} i_{n.m.\bar{o}} \eta K / \cos \alpha = \eta const. \quad (9.37)$$

**Осьовий привід бобіни веретеном.** Загальне передавальне співвідношення:

$$i_{n.\bar{o}} = i_{n.g} = n_g / n_n \quad (9.38)$$

Середній крок ходового гвинта нитководу визначають за формулою (9.19). Розрахунковий (контактний) діаметр витка нитки на бобіні визначають за формулою (9.22).

Колова швидкість бобіни:

$$v_{\delta} = \pi D n_{\delta} \quad (9.39)$$

при  $n_{\delta} = \text{const}$ ,  $v_{\delta} = C_{\delta} D$ .

Швидкість розкладання нитки нитководу:

$$v_n = t n_n = t_{cp} n_n / i_{n.g} \quad (9.40)$$

чи

$$v_n = 2H n_n / K = 2H n_n / (K i_{n.g}) \quad (9.41)$$

Швидкість намотування нитки:

$$v = \sqrt{v_{\delta}^2 + v_n^2} \quad (9.42)$$

чи

$$v = n_{\delta} \sqrt{(\pi D)^2 + (t / i_{n.g})^2}, \quad (9.43)$$

чи

$$v = n_{\delta} \sqrt{(\pi D)^2 + [2H / (K i_{n.d})]^2}. \quad (9.44)$$

Кут підйому витків:

$$\alpha = \arccos(v_n / v) = \arccos \frac{1}{\sqrt{1 + \left( \frac{t}{\pi D i_{n.g}} \right)^2}} \quad (9.45)$$

$$\alpha = \arctg(v_n / v_{\delta}) = \arctg[t / (\pi D i_{n.g})] = \arctg[2H / (K \pi D i_{n.g})]; \quad (9.46)$$

Кут схрещування витків визначається за формулою (9.32).

Число витків нитки, що намотуються за цикл руху нитководу:

$$Z_{\delta} = 2H / h$$

чи

$$Z_{\delta} = 2H i_{n.g} / t = K i_{n.d} = \text{const} \quad (9.47)$$

Крок витків (середній) на бобіні:

$$h = 2H / Z_6$$

чи

$$h = t / i_{н.6} = 2H / (Ki_{н.6}) = const \quad (9.48)$$

Довжина нитки у витку намотування:

$$\lambda = \pi D / \cos \alpha = D const \quad (9.49)$$

Довжина нитки, що намотується за цикл руху нитководу:

$$L = \lambda Z_6 = D const. \quad (9.50)$$

**Звичайне хрестове та прецизійне намотування.** Звичайне хрестове намотування отримується при окружному приводі бобіни.

Характерним для звичайного хрестового намотування є те, що по мірі збільшенні діаметру бобіни [14]:

- швидкість нитки, куту підйому та схрещування витків не змінюються;
- крок витків лінійно збільшується;
- число витків у шарі гіперболічно зменшується;

Густина бобіни зі звичайним хрестовим намотуванням зменшується у напрямку зсередини назовні.

Прецизійне намотування отримується на осьовому приводі бобіни. При такому намотуванні при збільшенні діаметру бобіни:

- швидкість нитки збільшується;
- для забезпечення постійної швидкості нитки плавно зменшують частоту обертання веретена (бобіни) за допомогою регулятора;
- кути підйому та схрещування витків гіперболічно зменшуються;
- крок та число витків у шарі залишаються постійними.

Прецизійне намотування може бути паралельним (при  $\alpha < 9^\circ 45'$ ) чи хрестовим (при  $\alpha < 9^\circ 45'$ ). Прецизійне намотування характеризується розташуванням витків з постійною заданою відстанню між однойменними витками різних шарів.

Прецизійне хрестове намотування в залежності від передавального співвідношення між валом приводу нитководу та веретеном  $i_{н.6}$  може бути зімкнутою, сотовою (джгутовою) та замкненою.

Передавальне співвідношення в загальному випадку:

$$i_{н.6} = (N + pZ) / [K(p \pm x / 2H)] \quad (9.51)$$

де  $N$  – число обертів навколо вісі бобіни точок витків на її торці ( $N=0,1,2,3,\dots$ );  $p$  – число пар шарів, між витками яких повинна бути задана відстань;  $Z$  – ціла частина числа витків  $z_6$  у парі шарів;  $H$  – довжина ходу нитководу;  $x$  – відстань між витками першої та  $(p + 1)$ -ї парою шарів в напрямку, перпендикулярному

витку; звичайно цю відстань обирають рівною розрахунковому діаметру пряжі, мм:

$$x = d_{np} = 0,0357 \sqrt{T/\delta}, \quad (9.52)$$

де  $T$  – лінійна густина однопниткової, трощеної, крученої пряжі, текс;  $\delta$  – середня густина пряжі, г/см<sup>3</sup> (для бавовняної пряжі  $\delta = 0,8 \dots 0,9$  г/см<sup>3</sup>).

У формулі (9.51) знак «плюс» перед  $x/2H$  береться при відстаючому зміщенні витків  $(p+1)$ -ї пари шарів, а знак «мінус» – при випереджаючому зміщенні витків послідовних пар шарів.

Загальне передавальне співвідношення може містити цілу частину  $i$ , додаткову частину  $\Delta i$ , постійний співмножник, що визначається кінематичною схемою машини,  $C_i$ , регульований співмножник  $i_{рег}$ :

$$i_{н.в} = i \pm \Delta i = i_{рег} C_i. \quad (9.53)$$

У формулі (9.53) знак «плюс» береться при випереджаючому зміщенні, а знак «мінус» – при відстаючому зміщенні послідовних пар витків шарів.

Цілочисельна частина передавального співвідношення визначається за формулою (9.51) при  $x = 0$ ,  $N = 0$ :

$$i = Z/K. \quad (9.54)$$

Додаткова частина передавального співвідношення:

$$\pm \Delta i = i_{н.в} - i. \quad (9.55)$$

Попередньо розрахувавши  $i_{н.в}$  за формулою (9.51), визначають регульовану частину передавального співвідношення, використовуючи співвідношення (9.53), тобто:

$$i_{рег} = i_{н.в} / C_i.$$

Для заданої структури прецизійного намотування використовують відповідне для нього передавальне співвідношення:

- намотування із зімкнутими витками послідовних пар шарів, коли зміщення між їх однойменними витками дорівнює товщині нитки  $x = d_n$  при  $N = 0$ ,  $p=1$ , за формулою (9.51):

$$i_{н.в} = \frac{Z}{K[1 \pm d_n/(2H)]}; \quad (9.56)$$

$$\pm \Delta i = \frac{Z}{K} \left( \frac{1}{1 \pm 2H/d_n} \right); \quad (9.57)$$

- намотування із зімкнутими витками першої та  $(p+1)$ -ї парою шарів, коли зміщення між їх однойменними витками дорівнює товщині нитки  $x=d_n$  при  $N = 0, 1, 2, 3, \dots; p = 1, 2, \dots$ :

1) за формулою (9.51):

$$i_{н.в} = \frac{N + pZ}{K[p \pm d_n / (2H)]}; \quad (9.58)$$

2) за формулою (9.55):

$$\pm \Delta i = \frac{N + pZ}{K[p \pm d_n / (2H)]} - \frac{Z}{K} \quad (9.59)$$

- намотування із замиканням витків першої пари шарів витками  $(p+1)$ -ї пари шарів, коли відсутні зміщення між їх однойменними витками при цілочисельних  $N \geq 1, p \geq 1, x = 0$ , за формулою (9.51):

$$i_{н.в} = \frac{N + pZ}{Kp}; \quad (9.60)$$

$$\pm \Delta i = 0. \quad (9.61)$$

Якщо замикання витками  $(p+1)$ -ї пари шарів здійснюється при будь-якому числі  $p$  пар шарів, то витки кожної послідовної пари шарів намотуються без зміщення відносно витків попередньої пари, і виходить так зване сотове (джгутове) намотування. Щоб уникнути такої структури намотування, використовують декілька методів.

Проведені методи розрахунку передавального співвідношення  $i_{н.в}$  та його складових застосовують для отримання заданої структури намотування бобін і, в частості, для отримання потрібного рисунку намотування, що проявляється на бобіні при намотуванні ниток. На бобіні вимальовується ціле чи дрібне число «ялинок»  $m = 2; 2,5; 3$  і т.д., що дорівнює числу витків намотування і одинарному шарі, що намотується за час одностороннього ходу нитководу:

$$m = Z / 2. \quad (9.62)$$

**Приклад.** Розрахувати параметри прецизійного хрестового зімкнутого намотування ниток на бобіну намотувальної машини МН-45 при умовах:  $n_e = 10000 \text{ хв}^{-1}; K = 0,5; H = 45 \text{ мм}; D_n = 13,5 \text{ мм}; D_k^* = 29 \text{ мм}; T = 7,5 \text{ текс} \times 34 p = 1; \delta = 0,9 \text{ г/см}^3$ ; рисунок намотування - «дві ялинки», тобто  $m = 2$ . \* Індекси «н» і «к» відносяться до тих параметрів, що відповідають умовам початку намотування на пустий патрон і кінця намотування

**Рішення.** Зміщення витків послідовних пар шарів ниток при зімкнутому намотуванні розраховується за формулою (9.52):

$$x = d_{np} = 0,0357 \sqrt{7,5 \cdot 3 / 0,9} = 0,1785 \approx 0,18 \text{ мм.}$$

Ціле число витків, що намотуються за цикл руху нитководу, для отримання рисунку намотування «дві ялинки» за формулою (9.62)

$$Z=2 \cdot 2=4.$$

Загальне передавальне співвідношення за формулою (9.56):

- при випереджаючому зміщенні витків:

$$i_{н.в(1)} = \frac{4}{0,5[1 - 0,18/(2 \cdot 150)]} = 8,0048;$$

- при відстаючому зміщенні витків:

$$i_{н.в(2)} = \frac{4}{0,5[1 + 0,18/(2 \cdot 150)]} = 7,9952;$$

Цілочисельна частина передавального співвідношення при  $N = 1$  та  $p = 1$  за формулою (9.54):

$$i = 4/0,5 = 8.$$

Додаткова, дрібна частина передавального співвідношення за формулою (9.57):

- при випереджаючому зміщенні витків:

$$\Delta i = \frac{4}{0,5} \left( \frac{1}{2 \cdot 150 / 0,18 + 1} \right) = 0,00497;$$

- при відстаючому зміщенні витків:

$$\Delta i = \frac{4}{0,5} \left( \frac{1}{1 - 2 \cdot 150 / 0,18} \right) = -0,0048;$$

Для перевірки розв'язку можна використовувати формулу (9.55) та порівняти результати розрахунку:

- при випереджаючому зміщенні витків:

$$i_{н.в(1)} = 8 + 0,0048 = 8,0048;$$

- при відстаючому зміщенні витків:

$$i_{н.в(2)} = 8 - 0,0048 = 7,9952;$$

Швидкість бобіни за формулою (9.39):

$$v_{a.i} = 3,14 \cdot 0,0135 \cdot 10000 = 423,9 \text{ м/хв.}$$

$$v_{a.k} = 3,14 \cdot 0,029 \cdot 10000 = 910,6 \text{ м/хв}$$

Швидкість розкладання нитки за формулою (9.41):

$$v_n = 2 \cdot 45 \cdot 10000 / 8 = 225 \text{ м/хв}$$

Швидкість намотування нитки за формулою (9.42):

$$v_n = \sqrt{423,9^2 + 225^2} = 479,9 \text{ м/хв}$$

$$v_k = \sqrt{910,6^2 + 225^2} = 938 \text{ м/хв}$$

Кут підйому витків за формулою (9.46):

$$\alpha_n = \arctg(v_n / v_o) = \arctg(225 / 423,9) = \arctg 0,53;$$

$$\alpha_n = 27,95 = 27^\circ 57'$$

$$\alpha_k = \arctg(v_n / v_o) = \arctg(225 / 910,6) = \arctg 0,24$$

$$\alpha_k = 13,9 = 13^\circ 54'$$

Кут схрещування витків за формулою (9.32):

$$\alpha_n = 2 \cdot 27,95 = 55^\circ 54'$$

$$\alpha_k = 2 \cdot 13,9 = 27^\circ 48'$$

Крок витків в шарі за формулою (9.48):

$$h = 2 \cdot 45 / (0,5 \cdot 8) = 22,5 \text{ мм}$$

Довжина нитки у витку за формулою (9.49):

$$\lambda_n = 3,14 \cdot 13,5 / \cos 27^\circ 54' = 42,39 / 0,8833 = 48 \text{ мм}$$

$$\lambda_k = 3,14 \cdot 29 / \cos 13^\circ 54' = 91,06 / 0,97 = 93,8 \text{ мм}$$

Довжина нитки в одному подвійному шарі за формулою (9.50):

$$L_n = 48,4 \cdot 4 = 192 \text{ мм}$$

$$L_k = 93,8 \cdot 4 = 375,2 \text{ мм}$$

Теоретична продуктивність веретен намотувальної машини, кг./год.:

$$P_T = 3600 / t_u,$$

де  $t_u$ - тривалість циклу намотування бобіни, с:

$$t_u = t_n + t_c + t_p;$$

де  $t_c$  - час зйому, с;  $t_p$ - час роботи розподільчого механізму при перемиканні зі зйому на намотування та навпаки;  $t_n$ - час намотування нитки на бобіну,с:

$$t_n = \frac{L_k}{v_{cp}} \cdot 60;$$

де  $v_{cp}$  - середня швидкість намотування, м/хв.:

$$v_{cp} = (v_n + v_k) / 2 = (479,9 + 938) / 2 = 708,95 ;$$

$L_k$ - довжина нитки на повній бобіні; м; при  $L_k = 200$  м  $t_c=6$  с,  $t_p= 0,5$  с та

$$t_n = \frac{200}{108,95} \cdot 60 = 16,9 \text{ с}; t_u = 16,9 + 6 + 0,5 = 23,43 \text{ с},$$

тоді

$$P_T = 3600 / 23,43 = 153,6 \approx 154 \text{ кг./год.}$$

Маса нитки на бобіні, г:

$$M = T \cdot L_k = 7,5 \cdot 3 \cdot 0,2 = 4,5.$$

## 9.6. Завдання для розрахунку

9.111. Розрахувати номінальне передавальне співвідношення між шпинделем та барабанчиком розкладача нитки на машині МН-45 при якому отримується намотування з малюнком «три ялинки», якщо за один оберт барабанчика розкладача нитка проходить вздовж твірної бобіни шлях, що дорівнює висоті бобіни, помноженої на чотири.

9.112. Розрахувати кут підйому витків, кут їх схрещування та крок витка намотування бобіни для машини МН-45 при висоті бобіни 45 мм, діаметрі витка 13,5 мм, передавальному співвідношенні між шпинделем та барабанчиком розкладача, що дорівнює 8, чотирикратній зміні напрямку розкладання за один оберт барабанчика розкладача.

9.113. Розрахувати кут підйому витків, кут їх схрещування та крок витка намотування бобіни для машини МН-45, при висоті бобіни 45 мм, діаметрі



витка 20 мм, передавальному співвідношенні між шпинделем та барабанчиком розкладача, що дорівнює 12, переміщенні нитки вздовж твірної бобіни, що дорівнює висоті бобіни, за 0,25 оберту барабанчика розкладача.

9.114. Розрахувати номінальне передавальне співвідношення між шпинделем та барабанчиком розкладача нитки на машині МН-75, для отримання малюнку намотування «три ялинки», при висоті бобіни 75 мм, кроці витків 25 мм, переміщення нитки вздовж твірної бобіни, що дорівнює висоті бобіни, за 0,25 оберту барабанчика розкладача.

9.115. Розрахувати номінальне передавальне співвідношення між шпинделем машини МН-75 та барабанчиком розкладача для отримання малюнку намотування «дві з половиною ялинки» при висоті бобіни 75 мм, числі витків у подвійному шарі намотування, що дорівнює 5, переміщенні нитки вздовж твірної бобіни, що дорівнює висоті бобіни, за 0,25 оберту барабанчика розкладача.

9.116. Розрахувати швидкість намотування нитки, кут підйому витків, масу нитки на повній бобіні для машини МН-45 за умов, що частота обертання шпинделя  $10 \text{ хв}^{-1}$ , номінальне передавальне співвідношення між шпинделем та барабанчиком розкладача дорівнює 10; за час подвійного ходу нитки при розкладанні бобіна здійснює чотири оберти, довжина нитки на повній бобіні 200 мм, лінійна густина нитки  $T = 10,2 \text{ текс} \times 3$ .

9.117. На машині МН-45 нитки на бобіну намотуються з малюнком «дві ялинки». Який параметр кінематичної схеми потрібно змінити і у скільки разів для отримання намотування «дві з половиною ялинки»?

9.118. На машині МН-75 нитки на бобіну намотуються з малюнком «чотири ялинки». Який параметр кінематичної схеми потрібно змінити і у скільки разів для отримання намотування «три ялинки»?

9.119. Розрахувати номінальне передавальне співвідношення між шпинделем з бобіною та барабанчиком розкладача машини МН-75, при якому отримується намотування з малюнком «три ялинки», якщо за один оберт барабанчика розкладача нитка проходить вздовж твірної бобіни шлях, що дорівнює висоті бобіни збільшеної в рази.

9.120. Розрахувати параметри намотування нитки на машині МН-45 для отримання зімкнутого прецизійного намотування: а) номінальне передавальне співвідношення між намотувальним шпинделем та барабанчиком розкладача; б) кути підйому та схрещування витків; в) крок витків; г) довжину нитки у подвійному шарі; д) додаткову, подільну частину передавального співвідношення. Вихідні дані: лінійна густина нитки  $10,2 \text{ текс} \times 3$ , довжина витка намотування  $l = 20 \text{ мм}$ , висота бобіни  $H = 45 \text{ мм}$ , густина тіла намотування  $\delta = 0,9 \text{ мг/мм}^3$ , відношення повного переміщення нитки вздовж твірної бобіни за один оберт бобіни дорівнює 4, число витків в подвійному шарі  $Z = 3$ .

## 9.7. Контроль якості крученої пряжі

При виготовленні пряжі на крутильних машинах об'єктами технічного контролю є лінійна густина пряжі, розривне навантаження, питоме розривне навантаження пряжі, квадратична нерівнота по розривному навантаженню одиночної пряжі, скручення та коефіцієнт скручування пряжі, клас пряжі по засміченості, вологість пряжі.

Номинальна лінійна густина  $T_n$  - лінійна густина одиночної пряжі, що призначена для виробітку.

Фактична лінійна густина пряжі  $T_\phi$  - лінійна густина одиночної пряжі, визначена дослідним шляхом, при фактичній вологості  $W_\phi$ , %.

*Фактична лінійна густина пряжі, текст:*

$$T_\phi = 10^3 m / (ln),$$

де  $m$  – загальна маса пасьм, г  $l$  – довжина пряжі в пасьмі, м;  $n$  – число пасьм.

Кондиційна лінійна густина  $T_k$  - лінійна густина одиночної пряжі, приведена до нормованої (кондиційної) вологості  $W_k$  (для бавовняної пряжі при  $W_k = 7\%$ ), текст:

$$T_k = T_\phi (100 + W_k) / (100 + W_\phi)$$

Фактична вологість, % від маси висушеного зразка:

$$W_\phi = [(m - m_o) / m_o] \cdot 100,$$

де  $m$  - маса примірника матеріалу перед висушуванням, г;  $m_o$  - маса зразка, висушеного до постійної маси, г.

Номинальна скручення  $K_n$  - число кручень пряжі на 1 м довжини, прийняте в плані прядіння фабрики.

Фактична скручення  $K_\phi$  - число кручень пряжі, що приходить на 1 м її довжини, визначене при лабораторних дослідженнях.

Розрахункова скручення  $K_p$  - число кручень на 1 м мички, що випускається переднім циліндром; розрахункова скручення зазвичай менше фактичної крутки  $K_\phi$  внаслідок укрутки пряжі:

$$K_p = K_\phi (100 - U) / 100 = K_\phi K_y,$$

де  $U$  – усадка пряжі при крутці – укручення пряжі, %.

Коефіцієнт укрутки:

$$K_y = \frac{K_p}{K_\phi} = \frac{100 - U}{100}; K_y < 1$$

Укручення пряжі, %:

$$U = [a / (250 + a)] \cdot 100,$$

де  $a$  – різниця між першочерговою довжиною нитки та її довжиною після кручення (по показникам круткоміра), мм;  $a$  входить у формулу зі знаком, отриманим при дослідженні; 250 – першочергова довжина нитки між зажимами круткоміра, мм.

### 9.8. Завдання для розрахунку

9.121. На кільцевих крутильних машинах виробляється пряжа номінальною густиною  $T_{пр.н}$ , текс. При визначенні лінійної густини пряжі по загальній масі 30 ( $n = 30$ ) пасм довжиною по  $l = 100$  м отримана пряжа загальною масою  $m$ , г. Розрахувати межі допустимої кондиційної лінійної густини пряжі ( $T_{k(min)}$  та  $T_{k(max)}$ ). Обґрунтувати необхідність збереження чи коригування лінійної густини пряжі за умов, що наведені в таблиці 9.8.

Таблиця 9.8

Варіант	$T_{пр.н}$ , текс	$m$ , г
1	5,9×2	34,8
2	7,5×2	43,4
3	8,5×2	51,6
4	10,0×2	60,4
5	10,8×2	63,8
6	11,8×2	71,6
7	15,4×2	90,4
8	16,5×2	96,8
9	18,5×2	112,0
10	20,0×2	121,6
11	18,5×2	108,2
12	16,5×2	100,2
13	15,4×2	93,4
14	10,8×2	65,2
15	10,0×2	59,4

9.122. За даними завдання 9.121. розрахувати кондиційну лінійну густину бавовняної пряжі, якщо фактична вологість пряжі при випробуваннях  $W_\phi = 8\%$ .

9.123. Розрахувати фактичну вологість пряжі, що досліджується,  $W_\phi, \%$ , при масі проби в момент відбору перед висушуванням  $m$  та масі проби, висушеної до постійної маси  $m_c$ , вказаних нижче.

Таблиця 9.9.

Маса. г	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$m$	100	150	200	250	150	200	150	100	150	200
$m_c$	93,0	136,4	185,2	233,6	136,7	182,6	139,2	92,6	138,5	181,8

продовження таблиці 9.9.

Маса. г	Варіант									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$m$	250	200	150	100	100	200	250	200	150	100
$m_c$	232,1	186,9	136,8	92,3	91,5	185,9	230,8	182,8	138,8	92,6

закінчення таблиці 9.9.

Маса. г	Варіант									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$m$	250	200	150	100	150	200	250	200	150	100
$m_c$	230,0	184,7	138,8	91,1	189,2	184,3	227,2	186,9	140,2	90,9

9.124. Розрахувати вибіркові характеристики розривного навантаження одиночної нитки (середню величину, сН, середнє квадратичне відхилення, сН, та квадратичну нерівноту, %) за результатами дослідження 100 зразків на розривній машині РМ-3-1, сН:

216,2	212,9	221.1	214.5	219.5	217.8	214.5	206.3	216.2	214.5
209,6	211.2	212.9	212.3	214.5	216.2	217.8	216.1	211.2	212.8
219,3	217.8	222.8	204.6	212.9	211.2	209.5	214.5	207.9	216.2
216,2	214.5	216.1	216.5	214.5	224.4	217.8	212.9	214.5	216.2
218,9	211.2	212.9	214.5	222.8	214.5	216.5	206.3	222.7	203.9
204,6	221.1	222.8	211.2	207.9	222.8	212.9	211.2	212.9	211.2
216,1	209.6	216.2	206.3	202.9	211.2	214.5	216.5	214.5	216.2
207,9	217.8	207.9	214.5	216.1	221.1	216.1	229.4	206.3	219.5
219,5	216.1	219.5	209.6	214.3	214.5	214.5	211.2	207.9	214.5
214,5	211.2	216.2	207.9	219.4	199.7	219.5	217.8	216.2	212.9

9.125. Розрахувати за даними завдання 9.124 середнє питоме розривне навантаження, сН/текс, пряжі лінійною густиною,  $T_{np}$ , текс.

9.126. Розрахувати різницю між першочерговою довжиною нитки, що дорівнює 1 м, та її довжиною після кручення, мм, при коефіцієнті укрутки пряжі  $K_y = 0.97$ .

9.127. Розрахувати за формулою К.І. Корицького усадку пряжі  $T_{кр} = 20$  текс  $\times 2$  від крутки при коефіцієнті скручування  $\alpha_T = 40,70$ .

## Літературні джерела

1. Слізков А.М., Якубовська Т.О. та ін. Основи технологій прядильних виробництв. Підручник. – К. КНУТД, 2007. – 427 с.
2. Борзунов И.Г., Бадалов К.И., Гончаров В.Г. и др. Прядение хлопка и химических волокон. – М.: Легкая индустрия, 1986. – 287 с.
3. Демківський О.Б., Красницький С.М., Пилипенко Ю.М., Слізков А.М. Статистична обробка результатів вимірювань та експериментальних даних в текстильній промисловості. – К.: КНУДТ, 2012. – 106 с.
4. Бадалов К.И., Борзунов И.Г., Конюков П.М. и др. Лабораторный практикум по прядению хлопка и химических волокон. – М.: Легкая индустрия, 1978. – 464 с.
5. Иванов С.С., Филатова О.А. Технический контроль в хлопкопрядении. – М.: Легкая индустрия, 1978. – 239 с.
6. Справочник по хлопкопрядению. Под. ред.. Широкова В.П., Владимирова Б.М., Поляковой Д.А. – М.: Легкая индустрия, 1985. – 472 с.
7. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Оптимизация механико-технологических процессов текстильной промышленности. М.: Легпромбытиздат, 1991. – 256 с.
8. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение. М.: Легпромбытиздат, 1992. – 272 с.
9. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. М.: Легкая индустрия, 1986. – 208 с.
10. Вивчення процесів розпушування, змішування, очистки та тіпання: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.051601 «Технологія та дизайн текстильних матеріалів» денної форми навчання / Упор. А.М. Слізков, І.В. Проданчук, Т.О.Якубовська та ін. – К.: КНУТД, 2012. – 47 с.
11. Складання, витягування, вирівнювання. Стрічкові машини: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.051601 «Технологія та дизайн текстильних матеріалів» денної форми навчання / Упор. А.М. Слізков, І.В. Проданчук, Т.О.Якубовська, О.П. Крижановська – К.: КНУТД, 2012. – 59 с.
12. Чесання волокон. Чесальні машини: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.051601 «Технологія та дизайн текстильних матеріалів» денної форми навчання / Упор. А.М. Слізков, А.М. Журбін, Т.О.Якубовська, О.П. Крижановська – К.: КНУТД, 2012. – 59 с.

Навчальний посібник  
для студентів вищих навчальних закладів

**А.М. Слізков, Т.О. Якубовська, О.П. Крижанівська**

**ЗБІРНИК ЗАДАЧ З ПРЯДІННЯ БАВОВНИ ТА  
ХІМІЧНИХ ВОЛОКОН**

Затверджено Вченою радою КНУТД