

Установа адукацыі  
«БЕЛАРУСКІ ДЗЯРЖАЎНЫ  
ТЭХНАЛАГІЧНЫ УНІВЕРСІТЭТ»

**Канструктыўны аналіз і тэхналагічны  
разлік у праектаванні  
энергаэфектыўных паветраных  
лесасушыльных камер**

**Вучэбна-метадычны дапаможнік да  
дыпломнакурсавога праектавання для студэнтаў  
спецыяльнасці 1-43 06 01 «Энергаэфектыўныя  
тэхналогіі і энергаменеджмент»**

Мінск 2005

**Канструктыўны аналіз і тэхналагічны  
разлік у праектаванні  
энергаэфектыўных паветраных  
лесасушыльных камер**

**Вучэбна-метадычны дапаможнік да  
дыпломнакурсавога праектавання для студэнтаў  
спецыяльнасці 1-43 06 01 «Энергаэфектыўныя  
тэхналогіі і энергаменеджмент»**

Мінск БДТУ 2005

УДК 674.047  
ББК 37.130.3  
К 19

Разгледжаны і рэкамендаваны да выдання рэдакцыйна-выдавецкай радай універсітэта

Складальнікі:

прафесар *У.Б. Кунтыш*, ст. выкладчык *А.В. Пятровіч*

Рэцэнзенты:

заг. кафедры ТКМіП БДТУ дацэнт, канд. тэхн. навук *В.Б. Снапкоў*,  
заг. лабараторыі энергазберажэння АІЭЯД «Сосны»  
НАН Беларусі докт. тэхн. навук *А.Г. Трыфанаў*

**Канструктыўны аналіз і тэхналагічны разлік у праектаванні энергаэфектыўных паветраных лесасушыльных камер : Вучэб.-метад. дапаможнік да дыпломна-курсавога праектавання для студэнтаў спецыяльнасці 1-43 06 01 «Энергаэфектыўныя тэхналогіі і энергаменеджмент». Частка I / склад. У.Б. Кунтыш, А.В. Пятровіч. – Мн. : БДТУ, 2005. – 59 с.**

ISBN 985-434-

У дапаможніку прыводзяцца канструкцыі сучасных лесасушыльных камер і іх класіфікацыя. Даецца аналіз энергаэфектыўнасці камер па канструктыўных і тэхнічных параметрах. Прадстаўлены тэхналагічны разлік камеры і ўзоры яго вырашэння.

**УДК 674.047  
ББК 37.130.3**

ISBN 985-434-

© УА «Беларускі дзяржаўны  
тэхналагічны універсітэт», 2005

## ЗМЕСТ

|   |    |
|---|----|
| Уводзіны.....   | 3  |
| 1. Прынцыповыя схемы і асаблівасці працэсу сушкі ў паветраных лесасушыльных камерах.....                          | 3  |
| 2. Класіфікацыя і канструктыўны аналіз энергаэфектыўнасці паветраных лесасушыльных камер.....                     | 8  |
| 2.1. Класіфікацыя камер.....  | 8  |
| 2.2. Аналіз энергаэфектыўнасці абсталявання лесасушыльных камер.....  | 10 |
| 2.3. Характарыстыкі цепланосьбітаў лесасушыльных камер....  | 13 |
| 2.4. Канструктыўны аналіз і характарыстыкі камер, якія распаўсюджаны ў лясным комплексе Беларусі.....             | 17 |
| 2.4.1. Лесасушыльныя камеры УЛ-1, УЛ-2, УЛ-2М.....  | 19 |
| 2.4.2. Лесасушыльная камера СПМ-1К.....   | 21 |
| 2.4.3. Сушылка СПМ-2К.....  | 22 |
| 2.4.4. Камера ВК-4.....   | 24 |
| 2.4.5. Камера СПЛК-2.....   | 25 |
| 3. Тэхналагічны разлік камеры.....  | 28 |
| 3.1. Разлік вытворчай праграмы.....   | 28 |
| 3.2. Фарміраванне штабеляў піламатэрыялаў па крытэрыі энергаэфектыўнасці іх сушкі.....                            | 29 |
| 3.2.1. Тыпы штабеляў і іх рацыянальныя памеры.....  | 29 |
| 3.2.2. Аптымальныя памеры пракладак у штабелях.....   | 30 |
| 3.3. Разлік прадукцыйнасці камер.....   | 31 |
| 3.3.1. Катэгорыі якасці піламатэрыялаў і выбар катэгорыі рэжымаў сушкі.....                                       | 33 |
| 3.3.2. Пералік аб'ёму піламатэрыялаў, якія падлягаюць сушцы, у аб'ём умоўнага матэрыялу.....                      | 35 |
| 3.3.3. Вызначэнне працягласці сушкі ў камерах перыядычнага дзеяння.....   | 38 |
| 3.3.4. Разлік прадукцыйнасці камеры ў матэрыяле заданай характарыстыкі і ва ўмоўным матэрыяле. Прыклады разліку.. | 42 |
| 4. Дадатак.....   | 48 |
| Літаратура.....   | 56 |

## УВОДЗІНЫ

Мэта выдання – азнаёміць студэнтаў з задачамі і метадамі праектавання энергаэфектыўных паветраных лесасушыльных камер.

У рабоце прыводзяцца канструкцыі сучасных лесасушыльных камер і іх класіфікацыя. Даецца аналіз энергаэфектыўнасці камер па канструктыўных і тэхнічных параметрах. Прадстаўлены тэхналагічны разлік камеры і ўзоры яго вырашэння. Выкананне студэнтамі такога разліку і правядзенне канструктыўнага аналізу энергаэфектыўнасці камер дае практычныя навыкі па вызначэнні патрэбнай прадукцыйнасці камеры, што праектуецца, і ацэнцы аптымальных расходаў цеплыні на працэс сушкі, дазваляюць правесці выбар тыпу і канструкцыі энергаэфектыўнай лесасушыльнай камеры ў адпаведнасці з вытворчымі патрэбнасцямі прадпрыемства ляснога комплексу.

### **1. Прынцыповыя схемы і асаблівасці працэсу сушкі ў паветраных лесасушыльных камерах**

Працэс сушкі ў паветраных лесасушыльных камерах адносіцца да газапаветранай канвекцыйнай сушкі гідраскапічнага матэрыялу, якім з'яўляецца драўніна.

Гэты спосаб сушкі асноўны ў гідратэрмічнай апрацоўцы піламатэрыялаў, паколькі дазваляе вельмі эфектыўна выкарыстоўваць уласцівасць гідраскапіі драўніны, г.зн. магчымасць матэрыялу мяняць сваю вільготнасць у залежнасці ад стану навакольнага газавага асяроддзя. Такая здольнасць драўніны абумоўлена яе капілярна-порыстай структурай.

Калі ўтрыманне вільгаці ў драўніне нязначнае, а адносная вільготнасць газавага асяроддзя даволі вялікая, то адбываецца паглыннанне драўнінай вільгаці з газу, што называецца сорбцыяй. Вільготнасць драўніны павялічваецца.

У выпадку, калі драўніна мае значную вільготнасць, наадварот, назіраецца выпарэнне вільгаці з драўніны і насычэнне ёю газавага асяроддзя. Вільготнасць драўніны памяншаецца. Такі працэс называецца дэсорбцыяй. Менавіта ён і ляжыць у аснове тэхналогіі сушкі ў паветраных лесасушыльных камерах.

Працэсы сорбцыі і дэсорбцыі драўніны адбываюцца да моманту дасягнення ў ёй раўнаважнай вільготнасці адносна стану газавага

асяроддзя. Устаноўлена, што значэнне раўнаважнай вільготнасці амаль не залежыць ад пароды драўніны, а вызначаецца адноснай вільготнасцю  $\varphi$  і тэмпературай газавага асяроддзя, якім у сушыльных камерах з'яўляецца нагрэтае паветра. Яно мае назву сушыльнага агента. Калі такім чыным вызначаць тэмпературу і вільготнасць сушыльнага агента (паветра), можна даводзіць працэс дэсорбцыі піламатэрыялаў у сушыльнай камеры да патрэбнага значэння вільготнасці  $W$  піламатэрыялу.

У тэхналогіі дрэваапрацоўкі вільготнасць драўніны вызначаецца ў працэнтных  $W$  або беспамерных  $U$  адносінах масы вільгаці ў драўніне да масы абсалютна сухой драўніны.

$$W = \frac{g - g_{\text{сух}}}{g_{\text{сух}}} \cdot 100, \quad (1.1)$$

дзе  $g$  – агульная маса ўзору або пробы вільготнай драўніны;  
 $g_{\text{сух}}$  – маса ўзору або пробы ў абсалютна сухім стане.

$$U = \frac{g - g_{\text{сух}}}{g_{\text{сух}}} = \frac{W}{100}. \quad (1.2)$$

Параметр  $U$  называецца вільгацеўтрыманнем драўніны

Адносная вільготнасць паветра  $\varphi$  характарызуе адносіны яе абсалютнай вільготнасці да вільгацяёмістасці і вызначаецца з вядомага ў тэрмадынаміцы раўнання Клайперона па залежнасці

$$\varphi = \frac{p_{\text{п}}}{p_{\text{н}}} = \frac{P_{\text{п}}}{P_{\text{н}}}, \quad (1.3)$$

дзе  $p_{\text{п}}$  – абсалютная вільготнасць паветра, якой называецца маса вадзяной пары ў адзінцы аб'ёму вільготнага паветра, т.ч. гэта шчыльнасць вадзяной пары ў паветры;

$p_{\text{н}}$  – вільгацяёмістасць, якая характарызуе максімальна магчымае ўтрыманне ў паветры пары пры зададзенай тэмпературы;

$P_{\text{п}}$  – парцыяльны ціск вадзяной пары ў вільготным паветры, згодна з законам Дальтона, ён роўны ціску, які б мела пара, што знаходзіцца ў паветры ў выпадку адсутнасці сухой часткі паветра ў аб'ёме газавай сумесі;

$P_{\text{н}}$  – ціск насычэння пары пры значэнні тэмпературы паветра.

У агульным выглядзе працэс канвекцыйнай паветранай сушкі драўніны адбываецца наступным чынам.

Вільготныя піламатэрыялы змяшчаюцца ў камеру з асяроддзем сушыльнага агента, параметры якога  $\varphi$  і  $t$  ствараюць умовы для выпарэння вільгаці з паверхні піламатэрыялу. У сушыльнай камеры

гэта дасягаецца шляхам нагрэву сушыльнага агента каларыферамі і рэгуліроўкай падачы звонку камеры прыточнага паветра і адводу адпрацаванага сушыльнага агента.

У выніку выпарэння вільготнасць у павярхнёвых сляях піламатырыялаў зніжаецца і ў іх узнікае градыент вільготнасці. Гэта выклікае перанос вільгаці ад унутраных слаёў піламатырыялу да яго павярхні і паступовае зніжэнне вільгаці па ўсім аб'ёме матэрыялу, што высушваецца.

Паколькі тэмпература піламатырыялаў, з павярхні якіх адбываецца выпарэнне, меншая за тэмпературу газавага асяроддзя камеры, то адначасова з сушкай ідзе працэс цеплаабмену паміж газавым асяроддзем і піламатырыялам. Ён забяспечвае перадачу цяпла, неабходнага на выпарэнне вільгаці. Такім чынам, у фізічнай сістэме «цела, што высушваецца, – сушыльны агент» ідуць бесперапынна працэсы перадачы цяпла ад сушыльнага агента да цела, што высушваецца, і ў адваротным кірунку – вільгаці ад піламатырыялаў да газавага асяроддзя камеры. Адзначаныя вышэй працэсы адбываюцца да моманту дасягнення па ўсім аб'ёме піламатырыялаў раўнаважнай вільготнасці і тэмпературы, адпаведнай тэмпературы газавага асяроддзя ў камеры.

Пры канвекцыйнай паветранай сушцы ціск унутры піламатырыялаў нязначна адрозніваецца ад ціску газавага асяроддзя камеры, таму інтэнсіўнасць малярнага пераносу вільгаці неістотна. Тэмпературны перапад па ўсім аб'ёме піламатырыялаў, што высушваюцца, таксама вельмі малы і на інтэнсіўнасць пераносу вільгаці ў піламатырыяле практычна не ўплывае. Таму працягласць і характар працэсу канвекцыйнай паветранай сушкі піламатырыялаў будзе залежаць ад двух параметраў стану піламатырыялаў:

вільгацеправоднасці, г.зн. пераносу вільгаці ў целе пад уздзеяннем створанага ў ім градыента вільгаці;

вільгацааддачы, г.зн. інтэнсіўнасці выпарэння вільгаці з павярхні матэрыялу.

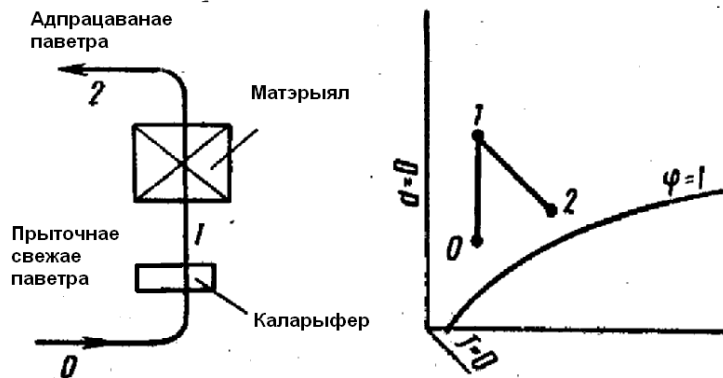
У дрэваапрацоўцы атрымаў распаўсюджанне паўэмпірычны метада вызначэння працягласці сушкі піламатырыялу ў паветраных лесасушыльных камерах, якім устанаўліваецца залежнасць паміж працягласцю сушкі  $\tau$  і адносінамі значэнняў пачатковай  $W_{пч}$  і канцавой  $W_{кан}$  вільготнасцю піламатырыялу праз каэфіцыент  $A$ :

$$\tau = A \cdot \lg \frac{W_{пч}}{W_{кан}} \quad (1.4)$$

Каэфіцыент  $A$  вызначаецца пародай і памерамі піламатырыялу (таўшчынёй і шырынёй). Ад гэтага залежыць яго вільгацеправоднасць і вільгацааддача. Таксама параметр  $A$  ўлічвае якасную катэгорыю піламатырыялу і характар цыркуляцыі сушыльнага агента ў камеры. Больш падрабязна метадыка вызначэння працягласці сушкі піламатырыялаў будзе разгледжана далей у трэцім раздзеле.

Асаблівасці працэсу сушкі вызначаюцца прынцыповай схемай лесасушыльнай камеры і апісваюцца графікамі характарыстык сушыльнага агента па  $I_d$ -дыяграме.

Найбольш проста з'яўляецца схема паветранай сушыльнікі з аднакратнай цыркуляцыяй ([мал. 1.1](#)).



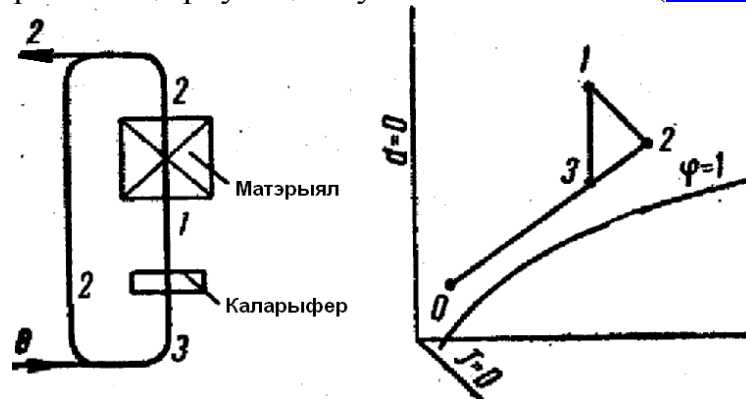
Мал. 1.1. Прынцыповая схема паветранай сушыльнікі аднакратнай цыркуляцыі

Прыточнае атмасфернае паветра з параметрамі пункта 0 па  $I_d$ -дыяграме праходзіць праз каларыфер і ў выніку нагрэву паветра яго параметры змяняюцца да значэння пункта 1 дыяграмы. Такім чынам, працэс нагрэву паветра ў камеры характарызуецца адрэзкам 0–1. У стане пункта 1 паветра падаецца да штабеля. У час праходжання паветра праз штабель адбываецца выпарэнне вільгаці з піламатырыялу штабеля. Паветра насычаецца гэтай вільгаццю і адбываецца змяненне яго стану з пункта 1 на ўваходзе да пункта 2 на выхадзе са штабеля (адрэзак 1–2). Затым адпрацаванае паветра цалкам выдаляецца з камеры ў атмасферу, што вядзе да значных энергазатрат цеплыні, якая адводзіцца разам з адпрацаваным паветрам. Таксама гэтая схема абмяжоўвае дыяпазон рэгулявання параметраў агента сушкі пунктамі вертыкальнага адрэзка 0–1 пры



вільгацеўтрыманні  $d = \text{const}$ .

У сучасных паветраных лесасушыльных камерах выкарыстоўваюцца шматкратныя цыркуляцыі сушыльнага агента (мал. 1.2).



Мал. 1.2. Прынцыповая схема паветранай сушылкі шматкратнай цыркуляцыі

Паветра ўваходзіць у штабель з параметрамі пункта 1 д-д-дыяграмы. Выпарэнне вільгаці са штабеля адбываецца на адрэзку 1–2. На выхадзе са штабеля паветра мае параметры пункта 2 д-д-дыяграмы і толькі меншая яго частка выдаляецца з камеры ў атмасферу, а большая частка змешваецца з прыточным з атмасферы паветрам, якое мае параметры пункта 0 д-д-дыяграмы. Працэс змешвання паказаны адрэзкам 0–2 на д-д-дыяграме. У выніку змешвання да каларыфера падаецца паветра з характарыстыкамі пункта 3, які знаходзіцца на інтэрвале 0–2. Месца яго знаходжання вызначаецца зададзенай прапарцыяй змешвання прыточнага і адпрацаванага паветра. Змяняючы гэтыя прапарцыі, можна эфектыўна ажыццяўляць рэгуліроўку рэжыму сушкі. Паветра з параметрамі пункта 3 награвецца каларыферам і аднаўляе параметры пункта 1, якія патрэбны для сушкі піламатэрыялу. Затраты цеплавой энергіі на сушку піламатэрыялаў у паветранай сушылцы са шматкратнай цыркуляцыяй будуць значна меншыя, чым у аналагічнай сушылцы са схемай аднакратнай цыркуляцыі сушыльнага агента.

## 2. КЛАСІФІКАЦЫЯ І КАНСТРУКТЫЎНЫ АНАЛІЗ ЭНЕРГАЭФЕКТЫЎНАСЦІ ПАВЕТРАНЫХ ЛЕСАСУШЫЛЬНЫХ КАМЕР

### 2.1. Класіфікацыя камер

Камеры перыядычнага дзеяння прызначаны для высакаякаснай сушкі піламатэрыялаў любых драўняных парод і таўшчынь да эксплуатацыйнай вільготнасці. Гэтыя камеры знайшлі выкарыстанне на прадпрыемствах па вытворчасці мэблі, паркету, сталярных вырабаў, музычных інструментаў, лыжаў, тары. Пры невялікім аб'ёме піламатэрыялаў, што высушваюцца, і пры іх разнастайнай спецыфікацыі для сушкі выкарыстоўваюцца выключна камеры перыядычнага дзеяння з невялікай паасобнай прадукцыйнасцю.

Камера перыядычнага дзеяння цалкам загрузаецца вільготным матэрыялам, які ў ёй прасушваецца адначасова, а рэжым сушкі змяняецца ў часе, але застаецца ў дадзены момант аднолькавы для ўсяго аб'ёму камеры.

Найбольшае выкарыстанне знайшлі камеры з паравым цеплазабеспячэннем, пакуль радзей выкарыстоўваецца вадзяное. Вельмі перспектыўна выкарыстоўваць камеры, у якіх у паліўнай устаноўцы спальваюцца адходы дрэваапрацоўкі, а ўтворанымі прадуктамі згарання ў цеплаабменніку награвяецца сушыльнае паветра. Будаванне такіх камер мэтазгодна ажыццяўляць адносна блізка да крыніцы адходаў драўніны.

Па канструкцыях, што агароджваюць, камеры бываюць зборна-металічныя і выкананыя без будаўнічых матэрыялаў, так званыя камеры ў будаўнічых агароджваннях. Апошнія больш даўгавечныя і танныя, іх будаўніцтва даступна любой будаўнічай арганізацыі, у тым ліку і сіламі прадпрыемстваў, на якіх яны ўстанаўліваюцца. Недахопы гэтых камер: павышаная працаёміскасць пры будаўніцтве, неабходнасць частага аднаўлення параізаляцыйнага пакрыцця на ўнутраных паверхнях агароджвальных канструкцый, а таксама антыкарызійнага пакрыцця металічных дэталей.

Зборна-металічныя камеры заводскога вырабу маюць шэраг пераваг перад сушыльнымі камерамі ў будаўнічых агароджваннях:

- у металічных камерах зроблены неабходныя ўмовы для забеспячэння зададзенага рэжыму сушкі, паколькі камеры даволі герметычныя;

- пры заводскім вырабе прадугледжана поўная камплектацыя камер тэхналагічным абсталяваннем, прыборамі кантролю і сістэмай аўтаматычнага рэгулявання працэсу сушкі;
- забяспечана хуткасць уводу ў эксплуатацыю.

Па прынцеце пабуджэння цыркуляцыі агента сушкі (паветра) па матэрыяле, які высушваецца, лесасушыльных камеры могуць быць з натуральнай і прымусовай цыркуляцыяй. Камеры з прымусовай цыркуляцыяй падзяляюцца на камеры са слабай цыркуляцыяй (сярэдня хуткасць паветра па штабелі 0,5 м/с); з цыркуляцыяй сярэдняй інтэнсіўнасці (сярэдня хуткасць паветра па штабелі 1 м/с); хуткасныя (сярэдня хуткасць паветра па штабелі 3 м/с і больш).

Сучасныя камеры маюць рэверсіўную цыркуляцыю паветра.

Неабходна адрозніваць шматразовую цыркуляцыю паветра па піламатэрыяле, што высушваецца, і паветраабмен, г.зн. вентыляцыю камеры ў выглядзе дабаўлення ў яе свежага і выдалення такой жа масы адпрацаванага паветра. Аб'ём паветра, што цыркулюе, у камерах прыкладна ў 100 разоў [3] большы за паветраабмен. У лесасушыльных камерах патрабуецца падаваць да матэрыялу большыя аб'ёмы паветра. Напрыклад, праз штабель піламатэрыялаў даўжынёй 6,6 м і вышынёй 3 м прапускаецца 30 м<sup>3</sup>/с паветра, г.зн. больш за 100 000 м<sup>3</sup>/гадз. Для прымусовай цыркуляцыі паветра ў такіх значных аб'ёмах выкарыстоўваюцца восевыя і цэнтрабежныя вентыляттары.

У камерах, як правіла, адбываецца прамое пабуджэнне сушыльнага агента, калі цераз вентыляттар праходзіць усё паветра, што цыркулюе ў камеры.

Па схеме арганізацыі цыркуляцыі агента сушкі камеры перыядычнага дзеяння раздзяляюцца на дзве групы: з вертыкальна-папярочным колам цыркуляцыі і з гарызантальна-папярочным колам цыркуляцыі. Да першай групы адносяцца камеры: з восевымі вентыляттарамі на папярочных валах; з восевымі вентыляттарамі на падоўжаных валах; з цэнтрабежнымі вентыляттарамі. Да другой групы можна аднесці камеры з вентыляттарамі, размешчанымі ў бакавым рэцыркуляцыйным канале і камеры з вентыляттарамі, размешчанымі ў тарцы камеры.

Тэрмічны ККДз лесасушыльных камер не перавышае 40%. Вядома, што чым даражэй від энергіі, якая выкарыстоўваецца для выпарвання вільгаці, тым ніжэй ККДз усёй сушыльнай устаноўкі (пачынаючы з паліва), г.зн. горш выкарыстоўваецца для сушкі

зыходная цеплыня паліва, і такім чынам павышаецца вартасць (цана) сушкі.

Прыярытэтнай задачай развіцця навукі і тэхнікі з'яўляецца асваенне эфектыўных энерга- і рэсурсазберагальных тэхналогій і абсталявання. Гэта асабліва актуальна для сушкі драўніны, якая ўяўляе сабой адну з галоўных і энергаёмістых стадый тэхналагічных працэсаў апрацоўкі драўніны, што ў значнай ступені вызначаюць якасць прадукцыі, якая вырабляецца, і эфектыўнасць вытворчасці.

Для сушкі піламатэрыялаў да эксплуатацыйнай вільготнасці прымяняюць у асноўным канвекцыйныя камеры перыядычнага дзеяння. Іх трэба праектаваць універсальнымі, у якіх магчыма ажыццяўляць сушку піламатэрыялаў любых парод рознымі рэжымамі. Для гатага трэба прадугледзець прымусовую цыркуляцыю з магчымасцю рэгулявання яе інтэнсіўнасці ў розныя перыяды сушкі (усталяваць вентылятар з колькасцю абаротаў, што рэгулюецца).

## **2.2. Аналіз энергаэфектыўнасці абсталявання лесасушыльных камер**

*Агароджванне камер.* Цеплавая магутнасць камеры (г.зн. колькасць цеплавой энергіі, якая перадаецца ў адзінку часу агента сушкі) і яе энергаэфектыўнасць шмат у чым залежыць ад якасці і ўласцівасцяў агароджванняў, параметраў цепланосьбіта (звычайна пары, або вады, магчымага газу), характарыстыкі награвальнага ўстройства (каларыфера), ад наяўнасці і эфектыўнасці спецыяльных цеплаабменных апаратаў па выкарыстанні цяпла цепланосьбітаў, што адпрацавалі (цеплавая помпы, рэкуператыўныя і рэгенератыўныя ўстаноўкі).

Значная частка цеплавой энергіі ў лесасушыльных камерах расейваецца ў навакольнае асяроддзе праз агароджванне. Велічыня цеплавых страт праз агароджванне можа дасягаць 32% [2] ад агульных страт цеплавой энергіі. Асноўнымі прычынамі гэтых страт з'яўляецца недастатковыя цепла- і гідраізаляцыя агароджванняў, а таксама лесасушыльнай камеры павінна забяспечваць у час працы камеры наяўнасць зазораў у дзвярных блоках камер.

У сучасных паветраных камерах, як правіла, выкарыстоўваецца моцная прымусовая цыркуляцыя агента сушкі (паветра), што, безумоўна, павышае патрабаванні для забеспячэння герметычнасці дзвярных блокаў камер, унутраных паверхняў агароджванняў,

шыбераў на прыточна-выцяжных каналах і іншых адтулін (псіхаметрычных акон ілюмінатараў і да т.п.). Канструкцыя мае герметычнае (або з максімальнай герметычнасцю) закрыццё яе дзвярных блокаў і іншых пералічаных вышэй адтулін.

Пытанне цеплаправоднасці агароджвання камеры непасрэдным чынам звязана з праблемамі яе гідраізаляцыі. У час працы лесасушыльных камер назіраецца «парэнне» ў дзвярных блоках і дыфузія пары праз структуру агароджвання (порыстыя матэрыялы сцен і столі, няшчыльнасці швоў металічных панэляў). Актыўнае ўздзеянне вадзяной пары на агароджванні тлумачыцца тым, што яе ціск унутры камеры ў 12–50 разоў большы за вонкавы. Праз дыфузію пары ў структуру агароджвання адбываецца насычэнне вільгаццю тоўшчы агароджвання. Адсюль рэзка павялічваецца цеплаправоднасць агароджванняў. Таксама фактар накаплення вады ў агароджванні спрыяе разбурэнню агароджванняў праз карозію і парушэнне структуры матэрыялаў агароджвання асабліва ў выніку крышталізацыі кандэнсата пры мінусавых вонкавых тэмпературах. Такім чынам насычэнне вільгаццю агароджванняў вядзе да росту значэння каэфіцыента цеплаправоднасці агароджванняў, робіць нестабільным працэс сушкі і ўскладняе рэгуляванне рэжыму сушкі. Таму для забеспячэння патрэбнага рэжыму сушкі, а таксама памяншэння цеплавых страт праз агароджванні і павялічэнне іх трываласці неабходна праводзіць мерапрыемствы па стварэнні гідраізаляцыйнай (паранепранікальнай) паверхні агароджванняў унутры камеры. З гэтай мэтай прапануецца рабіць нанясенне на ўнутраныя паверхні будаўнічых агароджванняў камер спецыяльных паранепранікальных абмазак і, акрамя таго, пакрыццё іх (як і металічныя агароджванні) лакамі або фарбамі, устойлівымі да ўздзеяння асяроддзя лесасушыльных камер.

Асноўныя патрабаванні да агароджванняў – малыя цепластраты і добрая герметызацыя. Тэрмічнае супраціўленне агароджванні камер павінна адпавядаць асноўнаму патрабаванню камер: на ўнутранай паверхні агароджвання не павінна адбывацца кандэнсацыя вадзяной пары з агента сушкі – вільготнага паветра. Вадзяная пара, якая кандэнсуецца, разам з арганічнымі кіслотамі, што выдзяляюцца з піламатэрыялаў, якія высушваюцца, хутка разбурае агароджванні. Для прадухілення гэтай з’явы агароджванні павінна быць спраектавана такім чынам, каб каэфіцыент цеплаперадачы

$k, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$  адпавядаў суадносінам

$$k \leq \alpha_{\text{ун}} \frac{t_1 - t_p}{t_1 - t_{3,p}}, \quad (1.1)$$

дзе  $\alpha_{\text{ун}}$  – каэфіцыент цеплаадачы ад агента сушкі да ўнутранай паверхні агароджвання,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ , ( для камер з прымусовай цыркуляцыяй агента сушкі  $\alpha_{\text{ун}} \approx 15 \dots 20 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ , з натуральнай цыркуляцыяй –  $\alpha_{\text{ун}} \approx 1,5 \dots 4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ ;

дзе  $t_1$  – тэмпература агента сушкі ўнутры камеры, °С;

$t_p$  – тэмпература кропкі росы агента сушкі ўнутры камеры, °С;

$t_{3,p}$  – разліковая зімовая тэмпература навакольнага паветра, °С.

Разліковую зімовую тэмпературу вызначаюць як

$$t_{3,p} = 0,4t_{\text{ср.х}} + 0,6t_{\text{абс.мін}}, \quad (1.2)$$

дзе  $t_{\text{ср.х}}$  – сярэдняя тэмпература найбольш халоднага месяца года, °С;

$t_{\text{абс.мін}}$  – абсалютная мінімальная тэмпература для раёна будаўніцтва камеры, °С.

Значэнні  $t_{\text{ср.х}}$  і  $t_{\text{абс.мін}}$  прымаюць па кліматычных табліцах.

Кандэнсацыя пары ствараецца, калі тэмпература ўнутранай паверхні агароджвання камеры будзе ніжэй за тэмпературу кропкі росы.

По рэкамендацыях [1,2] каэфіцыент цеплаперадачы сценавых агароджванняў павінен састаўляць  $k \leq 0,35 \dots 0,58 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ , столевых перакрыццяў  $k \leq 0,56 \dots 0,67 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ .

Пры збудаванні камер у памяшканнях, якія ацяпляюцца, таўшчыню знешніх сцен выконваюць у дзве цагліны, г.зн. 520 мм. Цагліна павінна быць добра апаленай, чырвонай. Таўшчыня сцен паміж камерамі павінна быць 400 мм (г.зн. 1,5 цагліны). Сцены таксама могуць быць жалезабетоннымі, металічнымі. Увогуле, агароджванні выконваюцца, як правіла, шматслойнымі. Падрабязныя даведкі пра агароджванні камер можна знайсці ў [2].

Жалезабетонныя перакрыцці (столевыя) закрываюць зверху слоём лёгкай цеплаізаляцый таўшчынёй не менш за 250 мм.

Каэфіцыент цеплаперадачы гэтых перакрыццяў павінен быць

$$k \leq 0,56..0,67 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Канструкцыі агароджванняў лесасушыльных камер таксама павінны прадугледжваць магчымасць вонкавага выхаду вадзяной пары, якая трапіла ў структуру сценак і столі камеры. Таму для цэглых і бетонных сценак камер недапушчальна вонкавая тынкоўка, а металічныя канструкцыі агароджванняў павінны мець няшчыльнасці ў вонкавай абшыўцы, або спецыяльную насечку ці металічную сетку.

Для праектавання энергаэфектыўных сушыльных камер трэба ўлічваць, што страты цеплыні праз агароджванні напрамую залежаць ад велічыні плошчы агароджвання, працягласці сушкі, тэмпературнага рэжыму сушкі і тэмпературы навакольнага асяроддзя. Таму энергаэфектыўнымі мерапрыемствамі па ўдасканаленні канструкцыі і работы сушыльнай камеры будуць: забеспячэнне максімальнага каэфіцыента запаўнення аб'ёму камеры піламатырыяламі, што дазваляе мінімізаваць плошчу агароджвання камеры, праз якую адбываецца цеплаперадача ў навакольнае асяроддзе; выбар рэжыму сушкі, які, з улікам якасці сушкі, забяспечвае найменшую яе працягласць. Скарачэнне тэрмінаў сушкі памяншае ў агульным цеплавым балансе сушыльнай камеры долю страт цяпла праз агароджванні. А нізкатэмпературныя рэжымы сушкі (уласцівыя ў першую чаргу сушцы ліставых парод) маюць значную працягласць і, як вынік, істотную долю цеплавых страт праз агароджванні ў энергетычным балансе работы сушыльнай камеры. Таксама ў гэтым выпадку рэзка ўзрастаюць энергазатраты на электрычнае сілкаванне рухавікоў вентылятараў, якія забяспечваюць цыркуляцыю сушыльнага агента ў камеры.

Таксама неабходна імкнуцца да ўстаноўкі (пры вытворчых магчымасцях) сушыльнай камеры не на адкрытай пляцоўцы, а ў памяшканні. Такое рашэнне памяншае тэмпературны перапад паміж вонкавай і ўнутранай паверхнямі агароджванняў камеры і стабілізуе ваганні гэтага перападу ў залежнасці ад умоў надвор'я. Таму ў камерах, якія знаходзяцца ў памяшканнях, памяншаецца інтэнсіўнасць цеплааддачы праз агароджванні камеры і паляпшаюцца ўмовы рэгулявання працэсу сушкі.

### **2.3. Характарыстыкі цепланосьбітаў лесасушыльных камер**

Пры праектаванні лесасушыльных камер неабходна надаваць

увагу ефектыўнасці выкарыстання цепланосьбіта ў награвальных устатках. Яна значна павышаецца з памяншэннем адлегласці між генератарам цепланосьбіта (кацельня, ЦЭЦ) і непасрэдна сушыльнай камерай. Гэта звязана з непазбежнымі стратамі энергіі ў цеплавых магістралях, якія могуць быць даволі істотнымі. Трэба ўлічваць і тое, што пракладка цеплавых магістраляў мае значны кошт, у сувязі з чым мэтазгодна імкнучца да мінімізацыі працягласці цеплавых магістраляў, а таксама прадугледжваць добрую іх ізаляцыю. Падчас праектавання неабходна прымаць да ўвагі магчымасці сучасных цеплагенеруючых установак малой энергетыкі. Каэфіцыент карыснага дзеяння сучасных малых энергагенеруючых установак не саступае такім жа ўстаноўкам у вялікай энергетыцы, але ў адрозненне ад апошніх іх эксплуатацыя не абумоўлена неабходнасцю выкарыстання працяглых цеплаправодаў. Акрамя гэтага, для прадпрыемстваў ляснога комплексу вельмі перспектыўна і энергаэканамічна выкарыстоўваць энергагенеруючыя ўстаноўкі, якія працуюць на драўляных адходах прадпрыемстваў.

**Кандэнсатадводчыкі.** Прынцып працы паветраных лесасушыльных камер прадугледжвае двухэтапную схему перадачы цеплыні да аб'екта сушкі.

На першым этапе перадачы цеплыні выкарыстоўваецца цепланосьбіт прамога дзеяння, які непасрэдна ад цеплагенеруючага ўстатка праз цеплаправоды падаецца ў цеплаабменнікі (каларыферы) сушыльнай камеры. У якасці цепланосьбіта прамога дзеяння могуць быць: насычаная пара, нагрэтая вада, а таксама ёсць спробы выкарыстання газаў паліўных установак. Цепланосьбіт прамога дзеяння праз цеплаабменнік награвяе паветранае асяроддзе камеры.

На другім этапе перадачы цеплыні да піламатэрыялу, што высушваецца, паветра камеры, якое нагрэлася ад каларыфераў, выконвае функцыю сушыльнага агента і аддае сваю цеплыню аб'екту сушкі. Гэты працэс перадачы цеплыні сушыльнага агента паказаны ў раздзеле 1.1. ( [мал. 1.1](#), [1.2](#) ).

Раней найбольшае распаўсюджанне ў якасці цепланосьбіта ў лесасушыльных камерах знайшло выкарыстанне насычанай пары ціскам ад 0,3 да 0,5 МПа. Перагрэтую пару тут ужываць немэтазгодна, таму што перагрэў пары страчваецца ў самым пачатку цеплаабменніка, і тэмпература пары ў цэлым у цеплаабменніку ўсё роўна будзе адпавядаць насычанай пары пры даным ціску. Таму, каб



атрымаць сухую насычаную пару на ўваходзе ў каларыфер, неабходна ў цеплагенератары ствараць невялікі перагрэў пары, які пойдзе на кампенсацыю цепластрат у магістральным цеплаправодзе.

Памяншэнне цеплавых страт у паравым цеплаабсталяванні камеры ў значнай ступені залежыць ад эфектыўнасці работы кандэнсатадводчыкаў. Іх дзеянне павінна выключаць выхад патоку пары і тым самым забяспечваць кандэнсацыю пары ў каларыферах. У гэтым выпадку ў каларыферы выкарыстоўваецца 90% цеплыні пары. Эксплуатацыя сушыльных камер з неадрэгуляванымі кандэнсатадводчыкамі павышае расход пары на 30–40% .

Канструкцыя паравога цеплаабсталявання камеры павінна прадугледжваць максімальны зварот кандэнсату сістэмы, паколькі страты 20% кандэнсату вядуць да павелічэння агульнага спажывання цеплавой энергіі лесасушыльнай камеры на 5%. У сучасных канструкцыях цеплаабсталявання камер праектны зварот кандэнсату пары складае 80%. Калі зварот кандэнсату ў кацельную не ажыццяўляецца, то гэта ў 1,2 раза павялічвае цеплавыя затраты на сушку.

Зараз атрымлівае ўсё большае распаўсюджанне ў якасці цепланосьбіта для каларыфера гарачая вада пад ціскам. У гэтым выпадку адсутнічаюць страты цеплыні, якія ўзнікаюць пры кандэнсацыі пары. Таму, калі выкарыстоўваць замест пары гарачую ваду, можна знізіць спажыванне паліва да 20%. У гэтым выпадку вада цыркулюе па замкнутым контуры: з вадагрэйнага котла яна падаецца ў каларыфер і адтуль зноў вяртаецца ў кацёл. Для выкарыстання гарчай вады патрабуюцца трубаправоды значна большага дыяметра, чым для пары, але з канструкцыі цеплаабменнага апарата выключаюцца кандэнсатадводчыкі, спрошчваецца рэгуляванне зададзенай тэмпературы агента сушкі.

Выкарыстанне ў якасці прамога цепланосьбіта масел або іншых высокакіпячых арганічных цепланосьбітаў дазваляе даводзіць іх нагрэў да значных тэмператур (160–300°C і болей пры атмасферным ціску ў сістэме), але тэхналагічны працэс у лесасушыльных камерах не патрабуе такіх высокіх тэмператур, а каэфіцыент цеплаправоднасці высокакіпячых арганічных цепланосьбітаў значна ніжэйшы, чым вады і пары.

У выпадку адсутнасці на прадпрыемстве падключэння да ЦЭЦ або сваёй кацельнай магчыма ўстаноўка ў сушыльнай

камеры электракаларыфераў, што канструкцыйна будзе некалькі прасцей, чым выкарыстанне паравых, або вадзяных каларыфераў, але кошт цеплавых затрат на забеспячэнне работы камеры значна ўзрасце.

**Цеплаабменнікі: каларыферы і рэкупэратары.** Цеплавая магутнасць лесасушыльнай паветранай камеры вызначаецца працай яе каларыфераў і павінна быць дастатковай для забеспячэння параметраў агента сушкі (паветра) на ўсіх этапах сушкі піламатэрыялаў. Гэта значыць, што цеплавая магутнасць каларыфераў павінна кампенсаваць усе расходы на прагрэў піламатэрыялаў, выпарэнне з іх вільгаці і страты цеплыні праз агароджванне.

У лесасушыльных камерах, як правіла, выкарыстоўваюць два тыпы цеплаабменнікаў: рабрыстыя трубы і пласціністыя цеплаабменнікі. Па энергаэфектыўнасці і трываласці найбольш перспектыўнымі з'яўляюцца цеплаабменнікі з біметалічных труб з накатнымі рэбрамі. Іх тэрмін эксплуатацыі ў адрозненне ад пласціністых каларыфераў складае не 2–3, а 6 гадоў. Яны маюць каэфіцыент цеплааддачы ў 1,8 раза большы за пласціністы каларыфер. Аэрадынамічнае супраціўленне каларыфераў з біметалічных труб складае 65% ад супраціўлення пласціністых каларыфераў. Таму іх выкарыстанне дазваляе ўжываць вентылятары з меншай магутнасцю і, адсюль, з меншым спажываннем электраэнергіі.

**Цепларэкуперацыйныя ўстаноўкі.** Для максімальнага выкарыстання цеплыні, што адводзіцца з камеры сушыльнага агента, сучасныя лесасушыльныя камеры абсталёўваюцца цепларэкупэратарамі, якія ўяўляюць сабой паветраны цеплаабменнік з узаемна перпендыкулярнымі патокамі цёплага сушыльнага агента, што адводзіцца, і халоднага вонкавага паветра, якое падаецца ў камеру.

Цёплае паветра, што адводзіцца з камеры, праходзіць па каналах цеплаабменніка і падагравае халодны паток прыточнага паветра, якое звычайна падаецца праз спецыяльныя вокны ці каналы з атмасферы ў камеру пад уздзеяннем вакууму, які стварае выцяжны вентылятар.

Сучасныя сушыльныя камеры маюць магчымасць праз сродкі аўтаматызацыі праводзіць рэгуліроўку працэсу сушкі піламатэрыялаў па энергаэканамічным рэжыме. У гэтым выпадку колькасць сушыльнага агента, што адводзіцца, рэгулюецца аўтаматычна, праз датчыкі тэрмапар, якія кантралююць тэмпературны рэжым у камеры. Калі тэмпература ў камеры

апускаецца ніжэй за зададзеную, то жалюзіўныя засаўкі, якія ўстаноўлены на каналах прытоку паветра, праз сістэму аўтаматыкі і электрамеханічны прывод будуць прыкрывацца і, наадварот, у выпадку завышэння зададзенай тэмпературы яны будуць адкрывацца болей.

Калі засаўкі працуюць у адным блоку з выцяжным вентылятарам, то падчас спынення апошняга засаўкі таксама аўтаматычна перакрываюць адтуліны доступу прыточнага паветра па рэцікуляцыйных каналах. Такім жа чынам праз устаноўку засаўкі за выцяжным вентылятарам можна рэгуляваць паток сушыльнага агента, што адводзіцца, з варыянтам спынення выцяжнага вентылятара пры поўным закрыцці засаўкі.

#### 2.4. Канструктыўны аналіз і характарыстыкі камер, якія распаўсюджаны ў лясным комплексе Беларусі

Тэхнічныя характарыстыкі сучасных лесасушыльных камер, якія эксплуатауюцца на прадпрыемствах Рэспублікі Беларусь, прыведзеныя ў [табл. 2.1](#) і [2.2](#).

Табліца 2.1

#### Асноўныя габарытныя, аб'ёмныя і энергетычныя паказчыкі зборнаметалічных камер перыядычнага дзеяння

| Паказчыкі   | Тыпы камер                               |             |             |                               |             |
|---|--|-------------|-------------|-------------------------------|-------------|
|   | УЛ-1                                     | УЛ-2        | УЛ-2М       | СПМ-1К                        | СПМ-2К      |
| 1   | 2  | 3           | 4           | 5                             | 6           |
| Габарытныя памеры штабеля, м  | 6,5×1,8×3,0                              | 6,5×1,8×3,0 | 6,5×1,8×3,0 | 6,5×1,8×3,0                   | 6,5×1,8×3,0 |
| Колькасць штабеляў, адз.  | 1  | 2           | 2           | 2                             | 4           |
| Умяшчальнасць камеры ва ўмоўным піламатырыяле, м <sup>3</sup>             | 15,35                                    | 30,7        | 30,7        | 30,7                          | 61,4        |
| Гадавая вытворчасць, тыс. м <sup>3</sup> , пры рэжыме: высокатэмпературны | 3,6                                      | 7,2         | 7,2         | 6,9                           | 13,8        |
| м фарсіраваным  | 2,0                                      | 3,9         | 3,9         | 3,75                          | 6,5         |
| нармальным  | 1,6                                      | 3,0         | 3,0         | 2,85                          | 5,7         |
| мяккім  | –  | –           | –           | 1,4                           | 2,8         |
| Пабуджальнік цыркуляцыі агента сушкі                                      | Восевы рэверсіўны вентылятар У12 № 12, 5 |             |             | Восевы вентылятар У12 № 12, 5 |             |
| Колькасць   | 3  | 6           | 6           | 2                             | 4           |

| Паказчыкі  | Тыпы камер              |                         |                            |                              |                              |
|--|-------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
|  | УЛ-1                    | УЛ-2                    | УЛ-2М                      | СПМ-1К                       | СПМ-2К                       |
| 1  | 2                       | 3                       | 4                          | 5                            | 6                            |
| вентылятараў, адз.   |                         |                         |                            |                              |                              |
| Усталяваная магутнасць электра-рухавікоў, кВт  | 15,9/18,0               | 31,8/36                 | 31,8/36                    | 20,6/20                      | 41,2/40                      |
| Хуткасць цыркуляцыі агента сушкі праз штабель, м/с   | 1,5... 3,0              | 4,5                     | 1,5... 3,5<br>(рэгулюецца) | 1,5... 3,0<br>(рэгулюецца)   | 1,5... 3,0                   |
| 1  | 2                       | 3                       | 4                          | 5                            | 6                            |
| Удзельны расход электраэнергіі, кВт·гадз/м <sup>3</sup> , пры рэжыме:<br>высокатэмпературны<br>м<br>фарсіраваным<br>нармальным<br>мяккім | 22,8<br>26,8<br>42<br>– | –<br>28,0<br>33,0<br>–  | –<br>26,8<br>38,6<br>–     | 20,4<br>28,8<br>30,0<br>36,0 | 20,4<br>28,8<br>30,0<br>36,0 |
| Удзельны расход цеплыні, ГДж/м <sup>3</sup> , пры рэжыме:<br>высокатэмпературны<br>м<br>фарсіраваным<br>нармальным<br>мяккім             | 1,05<br>1,10<br>–<br>–  | –<br>1,10<br>–<br>–     | –<br>1,10<br>–<br>–        | –<br>–<br>1,13<br>–          | –<br>–<br>1,13<br>–          |
| Сярэдні расход пары, кг/гадз пры рэжыме:<br>высокатэмпературны<br>м<br>фарсіраваным<br>нармальным<br>мяккім                              | 355<br>180<br>160<br>–  | –<br>–<br>210<br>–      | –<br>–<br>210<br>–         | 475<br>350<br>300<br>225     | 950<br>700<br>600<br>450     |
| Габарытныя памеры сушылкі, мм:<br>даўжыня<br>шырыня<br>вышыня  | 11 825<br>4 500<br>5450 | 14 000<br>4 400<br>5630 | 18 200<br>4 400<br>5630    | 9 000<br>5 980<br>5100       | 12 000<br>16 600<br>5100     |

Табліца 2.2

**Асноўныя габарытныя, аб'ёмныя і энергетычныя паказчыкі камер перыядычнага дзеяння ў будаўнічых агароджваннях**

| Паказчыкі   | Тыпы камер  |             |
|---|-------------|-------------|
|   | ВК-4        | СПЛК-2      |
| Габарытныя памеры штабеля, м                                  | 6,5×1,8×2,6 | 6,5×1,8×2,6 |
| Колькасць штабеляў, адз.                                      | 4           | 2           |
| Умяшчальнасць камеры ва ўмоўным пілаватэрыяле, м <sup>3</sup> | 54,0        | 26,6        |
| Гадавая вытворчасць, тыс. м <sup>3</sup> , пры рэжыме:        |             |             |

| Паказчыкі  | Тыпы камер |             |
|--|------------|-------------|
|  | ВК-4       | СПЛК-2      |
| высокатэмпературным  | –          | –           |
| фарсіраваным   | 6,87       | 3,25        |
| нармальным   | 5,08       | 2,50        |
| мяккім   | –          | –           |
| Пабуджальнік цыркуляцыі агента сушкі                                 | У12 № 10   | У12 № 12, 5 |
| Колькасць вентылятараў, адз.   | 6          | 2           |
| Паказчыкі  | Тыпы камер |             |
|  | ВК-4       | СПЛК-2      |
| Усталяваная магутнасць электрарухавікоў, кВт                         | 45         | 20,6/20     |
| Хуткасць цыркуляцыі агента сушкі праз штабель, м/с                   | 2,0        | 1,5... 3,0  |
| Удзельны расход электраэнергіі, кВт·гадз/ м <sup>3</sup> пры рэжыме: |            |             |
| высокатэмпературным  | –          | –           |
| фарсіраваным   | 36,4       | 14,7        |
| нармальным   | 40,0       | 16,6        |
| мяккім   | –          | –           |
| Удзельны расход цеплыні, ГДж/м <sup>3</sup> пры рэжыме:              |            |             |
| высокатэмпературным  | –          | –           |
| фарсіраваным   | –          | –           |
| нармальным   | –          | –           |
| мяккім   | –          | –           |
| Сярэдні расход пары, кг/гадз пры рэжыме:                             |            |             |
| высокатэмпературным  | –          | –           |
| фарсіраваным   | 450        | 360         |
| нармальным   | 369        | 300         |
| мяккім   | –          | –           |
| Габарытныя памеры сушыльніка, мм:                                    |            |             |
| даўжыня  | 14 440     | 9820        |
| шырыня   | 5700       | 6500        |
| вышыня   | 5210       | 4460        |

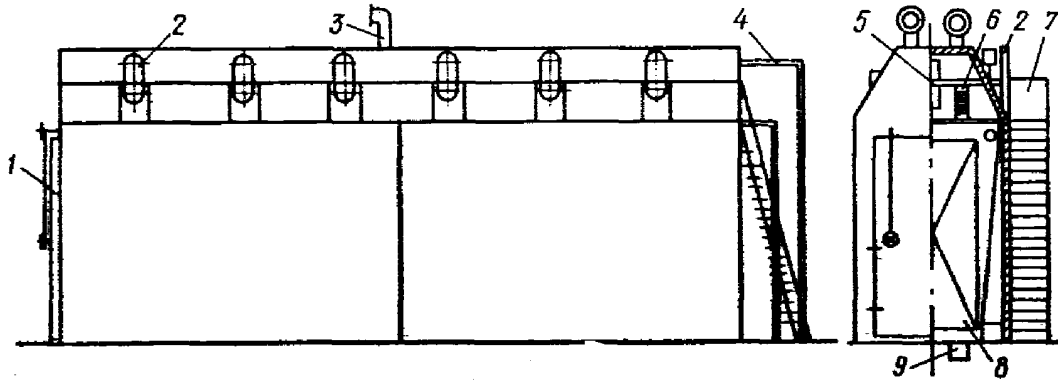
**2.4.1. Лесасушыльныя камеры УЛ-1, УЛ-2, УЛ-2М.** Камеры гэтага тыпу прызначаны для высушвання пілаватэрыялаў розных драўняных парод і таўшчынь у парапаветраным асяроддзі нармальнымі і фарсіраванымі, а высокатэмпературнымі рэжымамі толькі ў асяроддзі перагрэтай пары. У выпадку прымянення перарывістай цыркуляцыі агента сушкі (перарывістыя цыклічныя рэжымы) гэтыя камеры аднолькава прыгодныя для высакаякаснай сушкі як лёгка-, так і цяжкавысушвальных сартыментаў драўніны.

Камеры размяшчаюцца ўнутры вытворчага памяшкання, што ацяпляецца. Камера УЛ-1 – аднаштабельная; УЛ-2, УЛ-2М – двухштабельныя (два штабелі размешчаны па даўжыні сушыльніка). У іх прыменена вертыкальна-папярэчная схема цыркуляцыі сушыльнага агента.

Лесасушыльныя ўстаноўкі ([мал. 2.1](#)) уяўляюць сабой металічную

камеру, яка поділена горизонтальним екраном (несапраўднай столлю) на сушыльную прастору, у якой размяшчаюць піламатэрыялы і вентыляцыйны (верхні) адсек. У ім размяшчаюцца восевыя вентылятары і каларыферы для награвання агента сушкі.

Кожны вентылятар мае прывод ад двуххуткасных электрарухавікоў 4A160S8/6Y3, размешчаных па-за камерай. Накірунак вярчэння вентылятараў змяняецца аўтаматычна.



Прадукцыйнасць кожнага вентылятара каля  $50 \text{ м}^3/\text{с}$  пры ціску 200 Па.

Мал. 2.1. Схема сушыльнай камеры УЛ-2

1 – дзвярное палатно; 2 – прывод вентылятара; 3 – прыточна-выцяжная труба; 4 – парамагістраль; 5 – вентылятар; 6 – каларыфер; 7 – пляцоўка для абслугоўвання прыводаў; 8 – штабель; 9 – прыямак для рээк

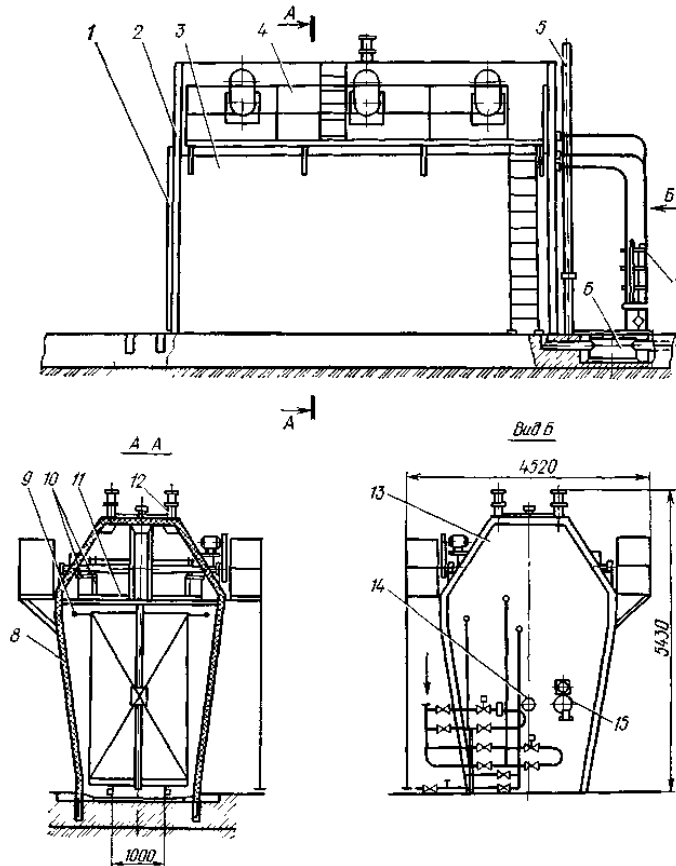
У вентылятарным адсеку зманціраваны прыточна-выцяжныя трубы з засланкамі, цераз якія адбываецца выкід у атмасферу адпрацаванага агента сушкі (вільготнага паветра) і падсос свежага. Пры высокатэмпературнай сушцы прыточна-выцяжныя трубы зачынены, а вільгаць, што выпарваецца з драўніны, выдаляецца цераз гідразатвор.

Каларыферы размешчаны ў верхнім адсеку ці так званым рэцыркуляцыйным канале з аднаго боку вентылятара. Уяўляюць сабой двухрадныя шахматныя секцыі з біметалічных труб з накатанымі спіральнымі алюмініевымі рэбрамі. Каэфіцыент арабрэння трубы  $\phi = 15,23$ . Цепланосьбітам з’яўляецца сухая насычаная вадзяная пара ціскам 0,3...0,5 МПа. Кандэнсат пары адводзіцца з каларыфераў кандэнсатaproвадам. На каларыферах усталёўваюцца кандэнсатад-водчыкі.

Для правядзення вільгота- і цеплаапрацоўкі і падтрымання зададзенай па рэжыме сушкі псіхаметрычнай рознасці камеры забяспечаны ўвільгатняльнымі перфараванымі трубамі, размешчанымі

ў сушыльнай прасторы. Пара падаецца ў трубы, расплываецца ў аб'ёме камеры і змешваецца з агентам сушкі.

Магчыма выкарыстоўваць у каларыферах у якасці награвальнага цепланосьбіта гарачую ваду з тэмпературай 145°C. У гэтым варыянце адпадае неабходнасць у кандэнсатадводчыках. Для ўвільгатнення сушыльнага агента паветра прымяняюць гарачую ваду, якую распыльваюць фарсункамі. Аднак частка вады не паспявае выпарыцца і выпадае на падлогу камеры. У гэтым адна з цяжкасцяў правядзення вільгота- і цеплаапрацоўкі гарачай вадой.



Мал. 2.2. Схема сушыльнай камеры УЛ-1

- 1 – дзверы; 2 – прэдняя панэль; 3 – бакавая панэль; 4 – верхняя секцыя; 5 – выцяжная труба; 6 – гідразатор; 7 – сістэма паразабеспячэння; 8 – экран; 9 – труба ўвільгатнення; 10 – біметалічны каларыфер; 11 – гарызантальны экран; 12 – прыточна-выцяжная труба; 13 – задняя панэль; 14 – блок датчыкаў (псіхрометр); 15 – блок датчыкаў (пажаратушэння)

**2.4.2. Лесасушыльная камера СПМ-1К.** Камера прызначана для ўстаноўкі ў вытворчым памяшканні, што ацяпляецца, і рэкамендуецца для прымянення на дрэваапрацоўчых прадпрыемствах з аб'ёмам перапрацоўкі драўніны не больш за 30...60 тыс. м<sup>3</sup> умоўных піламатэ-

рыялаў у год.

Камера двухштабельная і складаецца з пяці цэльназборных металічных секцый, канструкцыя якіх падрабязна апісана ў [2]. Лесасушыльная камера ў сабраным выглядзе ўяўляе металічны кораб, падзелены па даўжыні на дзве часткі: сушыльную прастору і вентылятарнае памяшканне, падобнае да камеры СПМ-2К ([мал. 1.2](#)). У сушыльнай прасторы размяшчаюць матэрыял, што высушваецца, цеплавое абсталяванне, экраны, што накіроўваюць, і зваротныя блокі. У гэтую прастору загрузаюцца два штабелі. У вентылятарным памяшканні (секцыі) усталяваны два восевыя рэверсіўныя вентылятары У12 № 12,5, размешчаныя адзін над адным на папярочных валах. Частата вярчэння вентылятара 970; 640; 480  $\text{мін}^{-1}$ . Тут жа знаходзіцца цеплавое абсталяванне з разгалінаваннем трубаправодаў і прыстасаваннем для ўсталявання датчыкаў. Прыводам вентылятараў з'яўляюцца троххуткасныя электрарухавікі А02-71-8/6/4. Злучэнне вентылятараў з электрарухавікамі ажыццяўляецца праз шківы і клінараменную перадачу.

Цеплавым абсталяваннем у камеры з'яўляюцца індывідуальныя паравыя каларыферы з біметалічных труб з накатнымі алюмініевымі рэбрамі. Каэфіцыент арабрэння трубы  $\phi = 15,23$ . Агульная паверхня нагрэву каларыфераў каля  $450 \text{ м}^2$ , 55% агульнай паверхні нагрэву усталёўваюць у вентылятарным памяшканні, а 45% – у сушыльнай прасторы ў прамежку паміж штабелямі. Такія каларыферы прынята называць прамежкавымі.

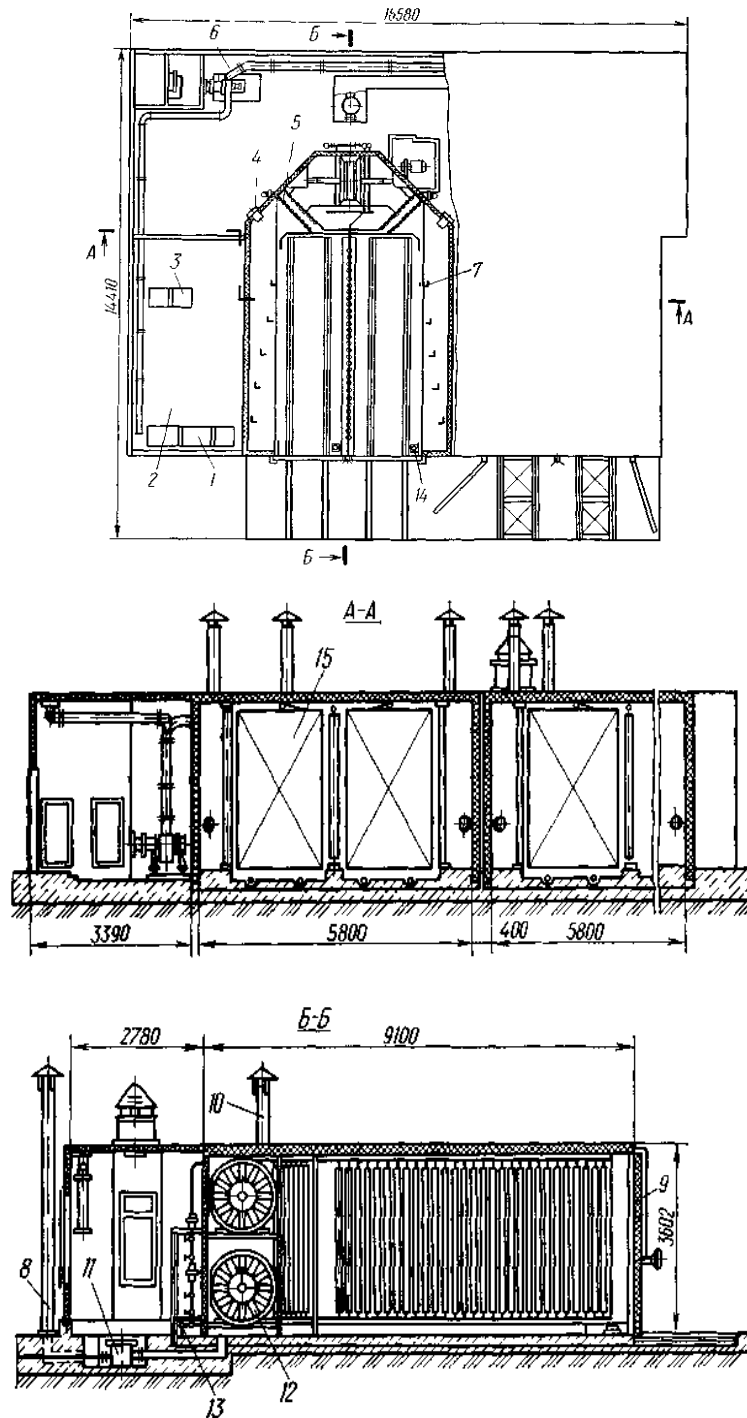
Для выдалення адпрацаванага агента сушкі (вільготнага паветра) і падачы свежага паветра ў тарцавой частцы камеры ўсталёўваюць дзве прыточна-выцяжныя трубы з засланкамі, што рэгулююцца. Трубы злучаны патрубкамі з вентылятарным памяшканнем. Для падтрымання атмасфернага ціску камеры яна аснашчана гідраўлічным затворам. Пры высокатэмпературным працэсе сушкі цераз гідраўлічны затвор таксама выдаляецца выпараная з драўніны вільгаць.

Сістэма ўвільгатнення камеры складаецца з дзвюх пар труб, усталяваных вертыкальна на выхадзе з вентылятарнага памяшкання ў сушыльную прастору. Трубы па ўсёй даўжыні маюць адтуліны, цераз якія пара паступае непасрэдна ў камеру. Ціск пары, што грэе, пры ўводзе ў камеру 0,3... 0,6 МПа.

Працу электрарухавікоў вентылятараў у аўтаматычным рэжыме забяспечвае камандны электрапнеўматычны прыбор КЭП-12У. Ён змяняе напрамак вярчэння вентылятараў праз кожную гадзіну.



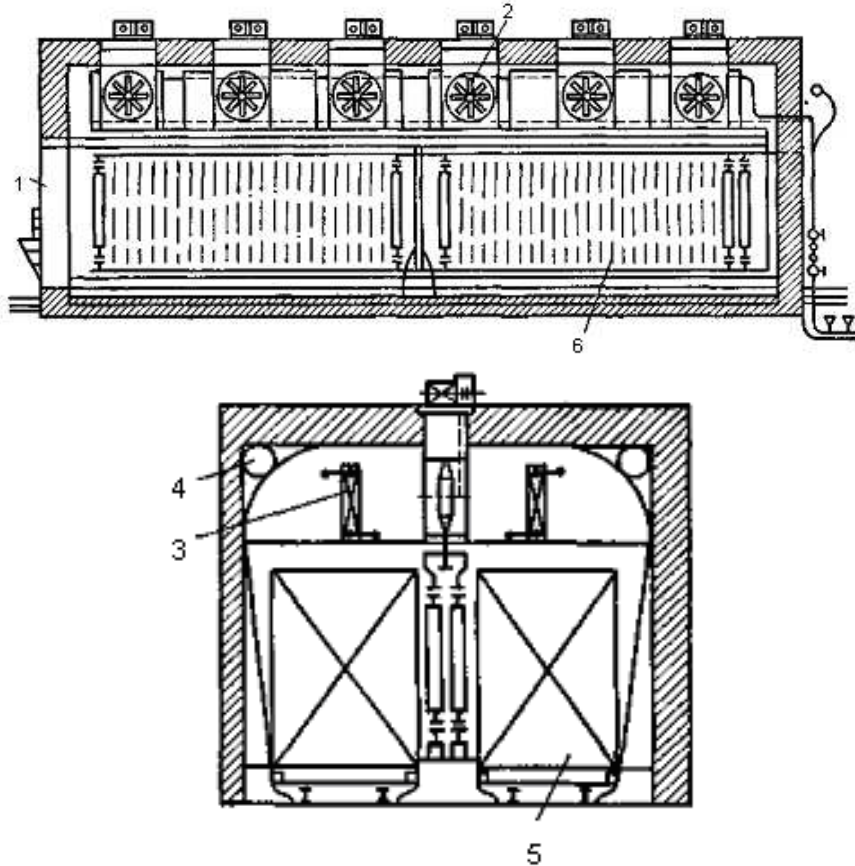
**2.4.3. Сушылка СПМ-2К.** Уяўляе асобны будынак, разлічаны для размяшчэння на адкрытай пляцоўцы, і складаецца з дзвюх камер перыядычнага дзеяння ў металічным выкананні з паравым абагрэвам тыпу СПМ-1К, калідора кіравання і лабараторыі, што ацяпляюцца, (мал. 2.3).



Мал. 2.3. Схема сушыльнай камеры СПМ-2К

1 – шчыт упраўлення і шчыты вентылятараў; 2 – лабараторыя; 3 – шчыт рэгулятараў; 4 – псіхрометр; 5 – каларыфер; 6 – ацяпляльна-вентыляцыйная сістэма; 7 – паваротны экран; 8 – выцяжная труба; 9 – аднастворчатая дзверы; 10 – прыточна-выцяжная труба; 11 – гідраўлічны затвор; 12 – вентылятар; 13 – паравы раздатачны грэбень; 14 паваротны блок; 15 – штабель

**2.4.4. Камера ВК-4.** Адносіцца да сучасных камер, выкананых у будаўнічых агароджваннях (мал. 2.4).



Мал. 2.4. Схема сушыльнай камеры ВК-4

1 – дзвярное палатно; 2 – вентыляцыйны вузел; 3 – пласціністы каларыфер; 4 – прыточна-выцяжны канал; 5 – штабель; 6 – каларыфер з рабрыстых труб

Прызначаная для сушкі піламатэрыялаў з драўніны хваёвых і ліставых парод даэксплуатацыйнай вільготнасці ў парапаветраным асяроддзі нармальнымі і фарсіраванымі рэжымамі па II катэгорыі якасці сушкі.

Кожная камера ўмяшчае чатыры штабелі (два па яе даўжыні, два па шырыні). Будынак камеры выкананы з маналітнага жалезабетону, уцепленага аўтаклаўным пенабетонам.

Для награвання агента сушкі прыменены пласціністыя

каларыферы КФС-11, размешчаныя ў верхнім рэцыркуляцыйным канале, і чыгунныя рабрыстыя трубы, размешчаныя паміж штабелямі. Ціск пары 0,3... 0,5 МПа.

Цыркуляцыю агента сушкі забяспечваюць шэсць рэверсіўных вентылятараў У12 № 10. Сярэдняя хуткасць агента сушкі праз штабель роўная прыблізна 1,7 м/с. Ухіленыя бакавыя экраны, якія ўсталяваны ў камеры, не ліквідуюць нераўнамернае размеркаванне хуткасці агента сушкі па вышыні штабеляў.

**2.4.5. Камера СПЛК-2.** Выканана ў будаўнічых агароджваннях, але па прынцеце дзеяння і назначэнні аналагічна камеры СПМ-1К.

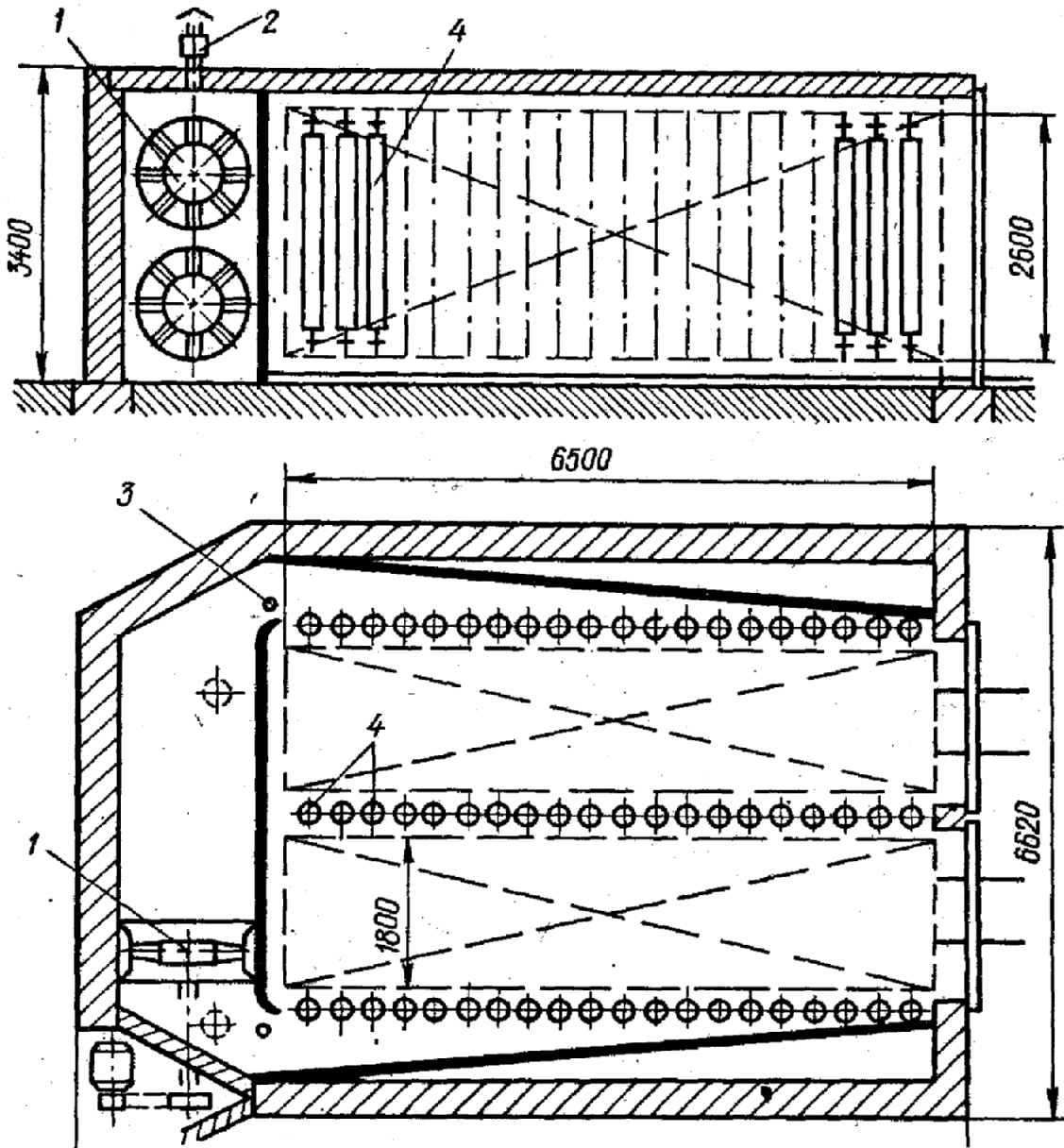
Гэтыя камеры ([мал. 2.5](#)) могуць быць прымененыя на прадпрыемствах па вырабу мэблі, лыжаў, паркету і г.д. У камерах гэтага тыпу прадугледжана сушка ў парапаветраным асяроддзі з прымяненнем нармальных і фарсіраваных рэжымаў з тэмпературай агента сушкі да 108°C. Піламатэрыялы высушваюць па I і II катэгорыях якасці.

Камера ўяўляе сабой будаўнічую каробку, выкананую з цэгля і жалезабетону. Камера па даўжыні падзелена металічнай перагародкай на дзве часткі: сушыльную прастору і вентыляцыйнае памяшканне. У сушыльнай прасторы размяшчаюцца два штабелі. Тут знаходзіцца цеплавое абсталяванне, накіравальныя экраны і зваротныя блокі.

У вентыляцыйным памяшканні размешчаны вентылятарная ўстаноўка, прыточна-выцяжныя, увільгатняльныя, паравыя і кандэнсатныя трубы, а таксама прыстасаванне для ўсталявання датчыкаў.

Цыркуляцыя агента сушкі ажыццяўляецца двума восевымі рэверсіўнымі вентылятарамі ЦАГИ У12 № 12,5. Вентылятары размяшчаюць адзін над адным, каб запоўніць унутраны габарыт па вышыні. Прывад вентылятараў ажыццяўляецца ад троххуткасных электрарухавікоў А02-71-8/6/4 з частатой вярчэння 1460; 965; 730 мін<sup>-1</sup> і адпаведна ўстаноўленай магутнасцю 10,5; 8,3; 7,1 кВт. Вентылятары ўсталяваны ў тарцовай частцы камеры па яе восі на падоўжаных папярэчных валах. Калі змяняюць частату вярчэння рухавіка, можна змяняць аб'ём агента сушкі, што цыркулюе, на розных этапах працэсу. Раўнамернае размеркаванне агента сушкі па даўжыні штабеляў забяспечваюць цыркуляцыйныя каналы пераменнага сячэння і напраўляльныя экраны, усталяваныя ў пачатку гэтых каналаў. Пераменнае сячэнне цыркуляцыйных каналаў утвараюць прадольныя цагляныя сценкі адпаведнай канфігурацыі.

Цеплавое абсталяванне ўяўляе каларыфер з трох радоў чыгунных рабрыстых труб вышыняй 2 м, усталяваных вертыкальна, трэці рад – у прамежку паміж штабелямі. Падача пары ціскам 0,3...0,5 МПа ў каларыфер і зварот кандэнсату ажыццяўляецца праз раздатачную кандэнсатную сістэму і паравы грэбень.



Мал. 2.5. Схема сушыльнай камеры СПЛК-2

1 – вентылятар; 2 – прыточна-выцяжная труба; 3 – увільгатняльная труба; 4 – каларыферы

Сістэма ўвільгатнення складаецца з дзвюх пар перфарыраваных

труб, усталяваных вертыкальна на ўводах у галоўныя нагнятальныя каналы. Падача пары ў трубы прадугледжана праз раздатачны паравы грэбень.

У рабоце [3] прадстаўлены тэхнічныя рашэнні па спрошчаных камерах з адзінкавымі тарцовымі вентылятарамі. Вентылятар манціруецца ўнізе, на грунце, г.зн. не стварае вібрацыйных нагрузак на агароджванне камеры. Абслугоўванне такога вентылятара больш простае, яго ККДз большы ў параўнанні з такой жа падачай паветра, але некалькімі вентылятарамі, што працуюць паралельна.

Можа быць прыменена артаганальнае ці зрушанае пад вуглом размяшчэнне вентылятара да прадольнай вертыкальнай плоскасці сіметрыі камеры. Такія варыянты зручныя пры мантажы абсталявання ў аднаштэбелнай па даўжыні камеры з блокамі пры гадавой вытворчасці да 5 тыс. м<sup>3</sup>/г сухіх піламатэрыялаў. У часовых сушылках магчыма выкарыстанне пласціністых каларыфераў. Аналагічная схема мантажу абсталявання можа быць прыменена і ў малых камерах вытворчасцю да 1 тыс. м<sup>3</sup>/г. Падобныя камеры могуць знайсці прымяненне ў індывідуальнай камерцыйнай дзейнасці, і тут можа паказацца эканамічна выгадным прымяненне электракаларыфераў для нагрэву агента сушкі.

### 3. ТЭХНАЛАГІЧНЫ РАЗЛІК КАМЕРЫ

#### 3.1. Разлік вытворчай праграмы

У пачатку разліку трэба вызначыць спосаб сушкі драўніны: у дошках ці нарыхтоўках. Пры дастатковым забеспячэнні прадпрыемства цяплом і колькасцю сушыльных камер пілапрадукцыю найлепш сушыць у дошках. Сушка ў нарыхтоўках можа аказацца мэтазгоднай пры дэфіцыце рэсурсаў цепланосьбітаў (пары, гарчай вады), іх высокім кошце, працяглым высушванні нізкасортнай драўніны.

Вытворчая праграма сушыльнага цэха разлічваецца, зыходзячы з аб'ёму выпуску гатовай прадукцыі. Яна ўключае:

- гадавую колькасць пілаватэрыялаў, якая падлягае сушцы. (У праграме пілаватэрыялы згрупаваныя па пародах, памерах папярочнага сячэння і па віду апрацоўкі – абразныя і неабразныя);
- даныя аб пачатковай і канчатковай вільготнасці пілаватэрыялу;
- катэгорыю якасці сушкі для кожнай групы пілаватэрыялу.

Для мэблевай і сталярна-механічнай вытворчасцяў аб'ёмы сушкі драўніны вызначаюцца згодна з ведамасцямі разліку сыравіны па кожным вырабе, у выніку зводная спецыфікацыя пілаватэрыялаў (нарыхтовак) на ўсю праграму выпуску прадукцыі мае выгляд як у [табл. 3.1](#)

Табліца 3.1

#### Спецыфікацыя пілаватэрыялаў па тыпамерах

| Найменне пілаватэрыялу | Парада драўніны | Таўшчыня, мм | Шырыня, мм | Даўжыня, мм | Аб'ём, м <sup>3</sup> |             |
|------------------------|-----------------|--------------|------------|-------------|-----------------------|-------------|
|                        |                 |              |            |             | На выраб              | На праграму |
|                        |                 |              |            |             |                       |             |

Для лесапільных заводаў аб'ём сырога пілаватэрыялу, што патрабуе сушкі, разлічваецца па спецыфікацыі сухіх пілаватэрыялаў з выкарыстаннем каэфіцыентаў, якія ўлічваюць адпад матэрыялаў у выніку наступнай апрацоўкі ( $k_0$ ) і пераходу часткі пілапрадукцыі пасля сушкі ў ніжэйшыя сарты ( $k_n$ ). Такім чынам, для атрымання аб'ёму сухіх пілаватэрыялаў  $V_{\text{сух}}$ , м<sup>3</sup>, неабходна прапусціць праз камеру наступны аб'ём  $V_{\text{сыр}}$  сырога пілаватэрыялу, у м<sup>3</sup>, [4]

$$V_{\text{сыр}} = V_{\text{сух}} \cdot \left(1 + \frac{k_0 + k_n}{100}\right), \quad (2.1)$$

дзе значэнні  $k_0$  і  $k_n$  падстаўляюць у працэнтах.

Напрыклад, пры сушцы экспертнага піламатэрыялу адпад пры тарцоўцы складае  $k_0 = (4...6)\%$ , пераход у ніжэйшыя сарты  $k_n = (10...15)\%$ .

### 3.2. Фарміраванне штабеляў піламатэрыялаў па крытэры энергаэфектыўнасці іх сушкі

**3.2.1. Тыпы штабеляў і іх рацыянальныя памеры.** Пры камернай сушцы ўжываюць штабелі двух тыпаў: пакетны ([мал. 3.1, I](#)), які фарміруецца з дапамогай пад'ёмна-транспартных сродкаў з некалькіх пакетаў, папярэдне складзеных на пакетафарміруючай машыне ці ўручную; цэльны штабель ([мал. 3.1, II](#)), што фарміруецца цалкам на штабелефарміравальнай, пакетафарміравальнай машынах ці таксама ўручную.

Форма папярочнага сячэння пакетаў і штабеляў павінна быць прамавугольнай.

Памеры пакетаў і штабеляў павінны адпавядаць канструкцыям камер, а іх значэнні, што рэкамендуецца, [5] для камер перыядычнага дзеяння прыведзены ў [табл. 3.2](#).

Табліца 3.2

**Памеры пакетаў і штабеляў, м**

| Назва памера | Велічыня      |
|--------------|---------------|
| Шырыня       | 1,8           |
| Вышыня       | 2,6; 3,0      |
| Даўжыня      | 2,5; 4,5; 6,5 |

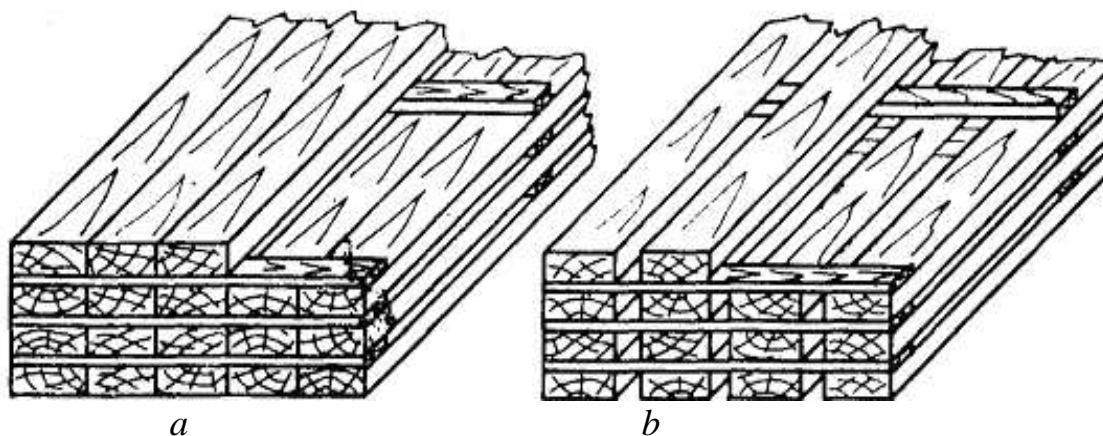
Дазваляецца даўжыня штабеля да 7 м.

Штабель павінен складацца з піламатэрыялу адной пароды і таўшчыні. У выпадку невыканання гэтай умовы зніжаецца якасць сушкі піламатэрыялу. Частка яго (напрыклад, дошкі з большай таўшчынёй) застаюцца недасушанымі або, наадварот, дошкі меншай таўшчыні падвяргаюцца лішняй тэрмічнай апрацоўцы, што вядзе да перарасходу цеплавой і электрычнай энергіі, а таксама можа знізіць якасць прадукцыі сушкі. Каб атрымаць раўнамерную і эканамічную сушку піламатэрыялаў, неабходна выкарыстаць спосаб укладкі штабеля, які б забяспечваў спрыяльныя ўмовы цыркуляцыі праз яго сушыльны агент. Для гэтага ў залежнасці ад характару цыркуляцыі



агента сушкі праз штабель піламатэрыял укладваюць:

– суцэльнымі радамі без прамежкаў (шпацый) паміж дошкамі для камер з гарызантальнай цыркуляцыяй упоперак штабеляў ([мал. 3.1, а](#));



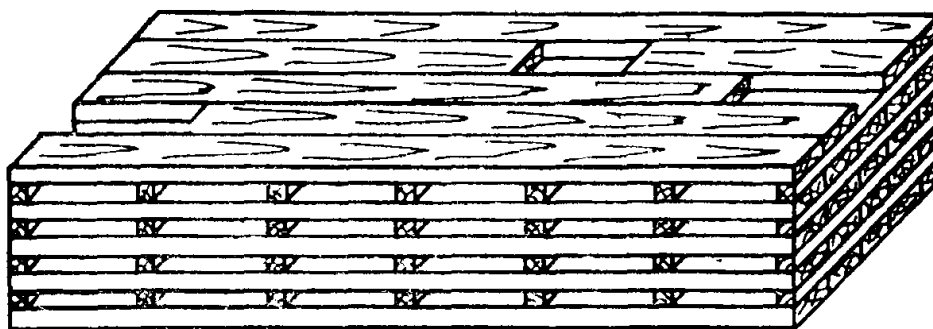
Мал. 3.1. Схемы ўкладкі штабеля

– з прамежкамі (шпацыямі) паміж дошкамі ([мал. 3.1, б](#)) для камер з гарызантальнай цыркуляцыяй уздоўж штабеляў і з вертыкальнай, у тым ліку і з натуральнай цыркуляцыяй.

Неабразныя дошкі кладуць камлямі ў розныя бакі.

У штабелях ці пакетах са штабелямі агульная шырыня шпацыяў павінна складаць пры ўкладванні неабразных дошак – 57%, абразных – 35% ад шырыні штабеля.

Піламатэрыялы, што стыкуюцца, размяшчаюцца не менш чым на дзвюх пракладаках з выраўноўваннем знешніх тарцоў па тарцах штабеля ці пакета ([мал. 3.2](#)).



Мал. 3.2. Схема выраўноўвання штабеля па тарцах

### 3.2.2. Аптымальныя памеры пракладак у штабелях.

Колькасць міжрадавых пракладак па даўжыні пакета ці штабеля ўстанаўліваецца ў залежнасці ад пароды, таўшчыні піламатэрыялу і даўжыні штабеля [5] ([табл. 3.3](#)).



Табліца 3.3

**Колькасць пракладак, што рэкамендуецца у гарызантальным ладзе піламатэрыялаў па даўжыні штабеля**

| Таўшчыня<br>піламатэрыялаў,<br>мм | Хваёвыя пароды               |            |            | Ліставыя пароды |            |            |
|-----------------------------------|------------------------------|------------|------------|-----------------|------------|------------|
|                                   | Даўжыня пакета ці штабеля, м |            |            |                 |            |            |
|                                   | 2,5                          | 4,0... 4,5 | 6,5... 6,8 | 2,5             | 4,0... 4,5 | 6,5... 6,8 |
| 16... 19                          | 5                            | 8          | 12         | 7               | 10         | 14         |
| 22... 25                          | 5                            | 7          | 10         | 6               | 9          | 12         |
| 32... 40                          | 4                            | 5          | 7          | 5               | 7          | 9          |
| 50 і больш                        | 3                            | 4          | 6          | 4               | 5          | 7          |

Пракладкі падраздзяляюцца на міжрадовыя і міжпакетныя ([табл. 3.4](#))

Табліца 3.4

**Памеры пракладак**

| Назначэнне<br>пракладак | Памеры, мм |         |            |
|-------------------------|------------|---------|------------|
|                         | Таўшчыня   | Шырыня  | Даўжыня    |
| Міжрадовыя              | 25*        | 40      | 1500; 2000 |
| Міжпакетныя             | 75; 100    | 75; 100 | 1800; 2000 |

\*у штабелях вышынёй да 3 м дапускаецца ўжываць пракладкі [5] таўшчынёй 22 мм, у штабелях вышынёй 5 м – таўшчынёй да 32 мм і шырынёй да 50 мм.

Па вышыні штабеля пракладкі неабходна класці вертыкальна адна над адной. Крайнія пракладкі рэкамендуецца класці на адлегласці не больш як 25 мм ад тарцоў піламатэрыялаў. Колькасць міжпакетных пракладак па даўжыні пакетнага штабеля павінна быць такой жа, як і колькасць міжрадовых пракладак.

Пракладкі вырабляюцца з драўніны хваёвых і ліставых парод, што не маюць гнілі і сіявы. Вільготнасць драўніны для вырабу пракладак пры сушцы піламатэрыялаў да транспартнай вільготнасці не павінна перавышаць 22%, пры сушцы да эксплуатацыйнай вільготнасці – 10%.

Выкананне рэкамендацый, па дадзеных у [табл. 3.3](#) і [3.4](#), зніжае расход электраэнергіі на цыркуляцыю сушыльнага агента ў камеры, паколькі дазваляе мінімізаваць аэрадынамічнае супраціўленне ў штабелі патоку сушыльнага агента. Таксама ўзрастае эфектыўнасць выкарыстання цеплыні сушыльнага агента ў выніку яго больш раўнамернай і інтэнсіўнай цеплааддачы па паверхні піламатэрыялу. Гэта дазваляе зніжаць расходаванне цеплавой энергіі сушыльнай камерай і павялічвае каэфіцыент карыснага дзеяння (ККДз).

### 3.3. Разлік прадукцыйнасці камер

Пачатковая вільготнасць піламатэрыялаў залежыць ад пароды, спо-сабу дастаўкі сыравіны, спосабаў і тэрмінаў захоўвання. Пры

разліках сярэдня пачатковая вільготнасць можа быць прынята [4] з [табл. 3.5](#).

Табліца 3.5

**Пачатковая вільготнасць сасновых і яловых піламатэрыялаў**

| Таўшчыня, мм | Пачатковая вільготнасць, % пры шырыні піламатэрыялаў, мм |          |           |
|--------------|--|----------|-----------|
|              | 50...76  | 90...140 | 150...280 |
| 13...23      | 110  | 105      | 76        |
| 25...46      | –  | 75       | 60        |
| 50...75      | –  | 68       | 50        |

Для астатніх парод за пачатковую вільготнасць можа быць прынята сярэдня вільготнасць толькі што ссечанай драўніны ([табл. 3.6](#)).

Табліца 3.6

**Вільготнасць толькі што ссечанай драўніны, %**

| Парада     | Спелая драўніна ці ядро | Абалона   | Сярэдняя вільготнасць |
|------------|-------------------------|-----------|-----------------------|
| Бяроза     | –                       | 70...90   | 78                    |
| Дуб        | 50...80                 | 70...80   | 70                    |
| Лістоўніца | 40...50                 | 100...120 | 82                    |
| Асіна      | –                       | 80...100  | 90                    |
| Ясень      | 35...40                 | 35...40   | 38                    |

Канчатковая вільготнасць пілапрадукцыі, што высушваецца, абумоўлена яе прызначэннем. Пры масавай сушцы таварных піламатэрыялаў за канчатковую вільготнасць прымаецца транспартная вільготнасць, якая забяспечвае захаванне піламатэрыялаў ад біялагічнага разбурэння і гніення на перыяд іх захоўвання і транспартавання. У большасці выпадкаў для піламатэрыялаў і нарыхтовак максімальная вільготнасць усталёўваецца не больш за 22% [2].

Лічыцца, што драўніна хваёвых парод не пашкоджваецца сінявой пры вільготнасці 22... 23% і ніжэй.

Велічыня эксплуатацыйнай вільготнасці драўніны залежыць ад умоў эксплуатацыі дэталю і вырабаў і змяняецца ў шырокім дыяпазоне. Сярэдняя эксплуатацыйная вільготнасць па розных стандартах змяняецца ў дыяпазоне ад 6 да 15%. Вытворчая вільготнасць на 1... 2% менш за эксплуатацыйную вільготнасць.

Пры вытворчасці вырабаў з драўніны на домабудаўнічых, мэблевых, музычных, лыжных фабрыках за канчатковую вільготнасць прымаецца вытворчая вільготнасць, г.зн. вільготнасць дэталю і вырабаў падчас іх стварэння. Увогуле, значэнне той ці іншай

вільготнасці піламатэрыялаў, што высушваюцца, залежыць ад іх прызначэння (табл. 3.7).

Табліца 3.7

**Эксплуатацыйная і канчатковая вільготнасць  
піламатэрыялаў, %**

| Вырабы   | Эксплуатацыйная вільготнасць | Канчатковая вільготнасць |
|--|------------------------------|--------------------------|
| Піламатэрыялы хваёвых і ліставых парод                     | 19                           | 19                       |
| Дэталі мэблі   | 8                            | 6...7                    |
| Спартыўны інвентар   | 8                            | 6...7                    |
| Паркет   | 8                            | 6...7                    |
| Будаўнічыя дэталі, што выкарыстоўваюцца ўнутры памяшканняў | 12...15                      | 10...12                  |
| Клееныя канструкцыі  | 15                           | 13...14                  |

**3.3.1. Катэгорыі якасці піламатэрыялаў і выбар катэгорыі рэжымаў сушкі.** Катэгорыі якасці сушкі ўстанаўліваюцца ў залежнасці ад прызначэння піламатэрыялаў, што высушваюцца. У цяперашні час прыняты 4 катэгорыі якасці камернай сушкі піламатэрыялаў і заготовак:

- катэгорыя 0 – сушка да транспартнай вільготнасці піламатэрыялаў экспартных і ўнутрырэспубліканскага спажывання;
- катэгорыя I – сушка да эксплуатацыйнай вільготнасці, якая забяспечвае механічную апрацоўку і зборку дэталяў для высокадакладных састаўных частак вырабаў, што ўздзейнічаюць на эксплуатацыйныя паказчыкі вырабаў (драўляныя клееныя нясучыя канструкцыі, вытворчасць мадэляў, лыжаў, злучэнне механікі клавійных інструментаў, дакладнае машынабудаўніцтва і прыборабудаўніцтва і да т.п.);
- катэгорыя II – сушка да эксплуатацыйнай вільготнасці, якая забяспечвае механічную апрацоўку і зборку дэталяў для адказных састаўных частак вырабаў, ад якіх залежыць іх якасць (вытворчасць мэблі, сталярна-будаўнічыя вырабы, пасажырскае вагона- і аўтабудаўніцтва, драўляныя будаўнічыя клееныя агароджвальныя канструкцыі і да т.п.);
- катэгорыя III – сушка да эксплуатацыйнай вільготнасці, якая забяспечвае механічную апрацоўку і зборку дэталяў для менш адказных састаўных частак вырабаў (вытворчасць паганажных сталярна-будаўнічых вырабаў, таварнае вагонабудаўніцтва, сельгасмашынабудаўніцтва і да т.п.).

Нормы паказчыкаў якасці сушкі піламатэрыялаў і заготовак устанаўліваюць у залежнасці ад умоў эксплуатацыі вырабаў, таўшчыні піламатэрыялаў і катэгорыі якасці [1,2].

#### Выбар катэгорыі рэжымаў сушкі і тыпу лесасушыльнай камеры.

Рэжымам сушкі называюць расклад параметраў сушыльнага агента, каардынаваны па часе або па стане драўніны. Стандартныя рэжымы каардынаваны па вільготнасці драўніны. Рэжымы сушкі рэгламентуюць стан сушыльнага агента пры ўваходзе яго ў штабель.

У залежнасці ад патрабаванняў, якія прад'яўляцца да якасці драўніны, піламатэрыялы могуць высушвацца рэжымамі розных катэгорый па тэмпературным узроўні. Адрозніваюць нізкатэмпературныя і высокатэмпературныя рэжымы.

Нізкатэмпературныя рэжымы прадугледжваюць выкарыстанне ў якасці сушыльнага агента вільготнае паветра з тэмпературай у пачатковай стадыі ніжэй за 100°C. Устаноўлены наступныя катэгорыі гэтых рэжымаў: мяккія (М), нармальныя (Н) і фарсіраваныя (Ф) [6].

Высокатэмпературныя рэжымы прадугледжваюць выкарыстанне ў якасці сушыльнага агента перагрэтай пары атмасфернага ціску з тэмпературай вышэй за 100°C. Катэгорыю рэжыму выбіраюць з улікам характару яго ўздзеяння на ўласцівасці драўніны. Высокатэмпературныя рэжымы амаль не выкарыстоўваюць, паколькі яны выклікаюць пацямненне драўніны і некаторае зніжэнне яе трываласці.

У цяперашні час у мэтах энергазберажэння і патаннення сушкі піламатэрыялаў пачынаюць ужываць перарывістыя цыклічныя рэжымы, асабліва для цвёрдаліставых парод.

Для папярэдняга выбару тыпу камеры, рэжыму сушкі і якасці, што патрабуецца, рэкамендуецца выкарыстоўваць [табл. 3.8.](#) [2].

Далейшы тэхналагічны разлік камеры варта выконваць у такім парадку: аб'ём піламатэрыялаў, якія падлягаюць сушцы, пералічваюць у аб'ём умоўнага матэрыялу для кожнай групы матэрыялу ў залежнасці ад зададзенай спецыфікацыі; вызначаюць прадукцыйнасць камеры ва ўмоўным матэрыяле; вызначаюць неабходную колькасць камер для забеспячэння зададзенай гадавой праграмы сушкі.

Умоўны матэрыял. У тэхналагічным разліку сушыльных камер умоўны матэрыял выкарыстоўваецца як зручная характарыстыка і ўніверсальны крытэрыі. Для планавання работы сушыльных камер, уліку іх работы, супастаўлення і ацэнкі эфектыўнасці розных сушыльных камер і іх працы з рознымі піламатэрыяламі. Умоўнаму матэрыялу эквівалентны сасновыя абразныя дошкі таўшчынёй 40 мм,

шырынёй 150 мм, што высушваюцца па II катэгорыі якасці ад пачатковай вільготнасці 60% да канчатковай вільготнасці 12%.

Табліца 3.8

**Тыпы камер і катэгорый рэжымаў сушкі, што рэкамендуюцца**

| Назначэнне піламатэрыялаў  | Катэгорыя якасці сушкі | Сярэдняя канчатковая вільготнасць драўніны, % | Катэгорыя рэжыму сушкі | Тып сушыльнай камеры  |
|--|------------------------|---|------------------------|---|
| Таварныя піламатэрыялы на экспарт і ўнутраны рынак                                   | 0                      | 19  | М,Н                    | Паветраныя і парапаветраныя камеры перыядычнага дзеяння   |
| Шчытковыя музычныя інструменты, ліцейныя мадэлі, лыжы, клееныя нясучыя канструкцыі   | I                      | 6;8   | М,Н                    | Паветраныя і парапаветраныя камеры перыядычнага дзеяння   |
| Вытворчасць мэблі, паркет, сталярнабудуўнічыя вырабы, карпусы клавійных інструментаў | II                     | 6;8;10  | Н,Ф                    | Паветраныя і парапаветраныя камеры перыядычнага дзеяння   |
| Паганажныя сталярнабудуўнічыя вырабы, таварнае вагонабудуўніцтва, радавая тара       | III                    | 8;10;12;15                                    | Н,Ф                    | Паветраныя і парапаветраныя камеры перыядычнага дзеяння. Газавыя камеры з аэрадынамічным аб'яёмам |

**3.3.2. Пералік аб'ёму піламатэрыялаў, якія падлегаюць сушцы, у аб'ём умоўнага матэрыялу.** Аб'ём аднароднай партыі фактычна высушанай або падлеглай сушцы драўніны  $\Phi_i$  пераводзіцца ў аб'ём умоўнага матэрыялу  $U_i$  па формуле

$$U_i = \Phi_i \cdot K\tau \cdot K_E = \Phi_i \cdot (\tau_p \cdot \beta_{y,p} / \tau_{y,p} \cdot \beta_p), \quad (3.2)$$

дзе  $\tau_p$ ,  $\beta_p$  – адпаведна разліковая працягласць у сутках (сут.) абароту камеры, і разліковы аб'ёмны каэфіцыент запаўнення штабеля;

$\tau_{y,p}$ ,  $\beta_{y,p}$  – адпаведна разліковая працягласць (сут.) абароту камеры ва ўмоўным матэрыяле і разліковы аб'ёмны каэфіцыент запаўнення штабеля ўмоўным матэрыялам.

Агульны аб'ём высушанай за дадзены перыяд часу драўніны ў натуральным  $\Phi$  і ўмоўным  $U$  вылічэнні вызначаецца сумай

$$\Phi = \sum \Phi_i ; \quad (3.3)$$

$$Y = \sum Y_i = \sum (\Phi_i \cdot K \cdot K_E) \quad (3.4)$$

Таксама пералік у аб'ём умоўнага матэрыялу можа быць выкананы па формулах

$$Y_i = \Phi_i \cdot \tau_\phi / \tau_y \cdot \beta_y / \beta_\phi ; \quad (3.5)$$

$$Y_i = \Phi_i \cdot \tau_\phi / \tau_y \cdot E_y / E_\phi , \quad (3.6)$$

дзе  $\tau_\phi, E_\phi$  – працягласць абароту камеры (сут.) і яе ёмістасць ( $m^3$ ) у матэрыяле зададзенай характарыстыкі;

$\tau_y, E_y$  – працягласць абароту камеры, (сут.), і яе ёмістасць, ( $m^3$ ), ва ўмоўным матэрыяле;

$\beta_\phi, \beta_y$  – аб'ёмны каэфіцыент запаўнення штабеля ў матэрыяле зададзенай характарыстыкі і ўмоўным матэрыяле.

Каэфіцыент ёмістасці камеры

$$K_E = E_y / E_\phi = \beta_y / \beta_\phi = \beta_{y.p} / \beta_p . \quad (3.7)$$

Каэфіцыент працягласці абароту камеры

$$K_\tau = \tau_\phi / \tau_y = \tau_p / \tau_{y.p} . \quad (3.8)$$

Ёмістасць камеры,  $m^3$ , як для фактычнага, так і для ўмоўнага матэрыялу, разлічваецца па формуле

$$E = L \cdot B \cdot H \cdot \beta \cdot m , \quad (3.9)$$

дзе  $L, B, H$  – адпаведна даўжыня, шырыня, вышыня (габарытныя памеры) штабеля, м;

$m$  – колькасць штабеляў у камеры, шт.

Аб'ёмны каэфіцыент запаўнення штабеля

$$\beta = \beta_d \cdot \beta_{ш} \cdot \beta_v \frac{100 - Y_0}{100} , \quad (3.10)$$

дзе  $\beta_d, \beta_{ш}, \beta_v$  – лінейныя каэфіцыенты запаўнення штабеля (м) па даўжыні, шырыні, вышыні адпаведна;

$Y_0$  – аб'ёмная ўсушка драўніны, якая ўлічвае памяншэнне яе аб'ёму пры высыханні да намінальнай вільготнасці таварных піламатэрыялаў ( $W = 15\%$ ).  $Y_0$  у разліках прымаюць у сярэднім роўным 7% [1].

Каэфіцыент запаўнення штабеля па яго даўжыні паказвае адносіны сярэдняй даўжыні зложаных у штабель піламатэрыялаў  $L_{cp}$  да яго габарытнай даўжыні  $L$ :

$$\beta_d = L_{cp} / L \quad (3.11)$$

Для штабеля піламатэрыялаў рознай даўжыні прымаюць у сярэднім  $\beta_d = 0,85$  (пры даўжыні штабеля  $L = 6,5$  м). Калі даўжыня ўсіх

дошак або заготовак у штабелі аднолькавая, г.зн. калі  $L_{cp} = L$ , то  $\beta_d = 1$ . Каэфіцыент запаўнення штабеля па шырыні  $\beta_{ш}$  – гэта адносіны сумарнай шырыні пілаватэрыялаў у гарызантальным радзе штабеля да яго шырыні. Ён залежыць ад віду пілаватэрыялаў і спосабу ўкладкі. Сярэднія значэнні гэтага каэфіцыента, што рэкамендуецца для разлікаў, прыведзены ў [табл. 3.9](#).

Табліца 3.9

**Значэнні каэфіцыента  $\beta_{ш}$  запаўнення штабеля шырыні**

| Від пілаватэрыялаў | Спосаб укладкі |             |
|--------------------|----------------|-------------|
|                    | без шпацый     | са шпацыямі |
| абразныя           | 0,90           | 0,65        |
| неабразныя         | 0,60           | 0,43        |

Каэфіцыент запаўнення штабеля па вышыні  $\beta_v$  характарызуе адносіны сумарнай таўшчыні пілаватэрыялаў у вертыкальным радзе штабеля да яго вышыні і разлічваецца

$$\beta_v = \frac{S_1}{(S_1 + S_{пр})}, \quad (3.12)$$

дзе  $S_1$  – таўшчыня пілаватэрыялаў;  $S_{пр}$  – таўшчыня пракладак.

Калі ў штабель укладаюць нарыхтоўкі, якія выкарыстоўваюцца ў якасці пракладкі, то велічыня каэфіцыента  $\beta_v$  будзе некалькі большая, чым па формуле (3.12) пры  $S_1 = S_{пр}$ , таму што аб'ём пракладак уключаецца ў аб'ём штабеля. Для такога штабеля ў залежнасці ад даўжыні загатоўкі значэнні  $\beta_v$  прымаюць наступныя:

Даўжыня загатоўкі, м.....0,5 1,0; ад 1 да 2,

Каэфіцыент  $\beta_v$ .....0,5 0,58; 0,55.

Нарматыўныя значэнні аб'ёмнага каэфіцыента запаўнення штабеля, пакладзенага з абразных або неабразных пілаватэрыялаў на пракладках таўшчынь, што практычна выкарыстоўваюцца, разлічваюць па формуле (2.10) пры  $\beta_d = 0,85$ . Яны пададзены ў [табл. 3.10](#).

Нарматыўная ёмістасць камеры,  $m^3$  драўніны

$$E = \Gamma \cdot \beta, \quad (3.13)$$

дзе  $\Gamma = L \cdot B \cdot H \cdot t$  – габарытны аб'ём штабеляў,  $m^3$ .

Фактычную ёмістасць камеры пры абследаваннях і выпрабаваннях вызначаюць па памерах і колькасці складзеных у штабель дошак, падсумоўваючы іх фактычны аб'ём.

Працягласць аднаго абароту камеры пры сушцы фактычнага матэ-

рыялу для камер перыядычнага дзеяння ўстанаўліваецца па залежнасці

$$\tau_{\phi} = \tau_{\text{суш}} + \tau_{\text{загр}}, \quad (3.14)$$

дзе  $\tau_{\text{суш}}$  – працягласць сушкі фактычнага матэрыялу, сут.;

$\tau_{\text{загр}} = 0,1$  сут. – працягласць загрузкі і выгрузкі матэрыялу пры механізаванай загрузцы.

**3.3.3. Вызначэнне працягласці сушкі ў камерах перыядычнага дзеяння.** Пры нізкатэмпературным працэсе агульная працягласць сушкі, гадз, уключае працягласць пачатковага прагрэву і вільгацеплаапрацоўкі, знаходзяць па выяўленні

$$\tau_{\text{суш}} = \tau_{\text{зых}} \cdot A_p \cdot A_{\text{ц}} \cdot A_{\text{я}} \cdot A_{\text{в}} \cdot A_{\text{д}}, \quad (3.15)$$

дзе  $\tau_{\text{зых}}$  – зыходная працягласць уласна сушкі піламатэрыялаў заданай пароды, таўшчыні  $S_1$  і шырыні  $S_2$  нармальнымі  $N$  рэжымамі ў ка-мерах з прымусовай рэверсіўнай цыркуляцыяй сярэдняй інтэнсіўнасці (разліковая хуткасць паветра 1 м/с, шырыня штабеля 1,5...2 м) ад пачатковай вільготнасці 60% да канчатковай 12% ([табл. 3.11](#));

$A_p$  – каэфіцыент, які ўлічвае катэгорыю рэжымаў сушкі: для мяккіх рэжымаў  $A_p = 1,7$ ; нармальных  $A_p = 1,0$ ; фарсіраваных  $A_p = 0,8$ ;

$A_{\text{ц}}$  – каэфіцыент, які ўлічвае інтэнсіўнасць цыркуляцыі агента сушкі ([табл. 3.12](#));

$A_{\text{я}}$  – каэфіцыент, які ўлічвае якасць сушкі (працягласць вільгацеплаапрацоўкі і кандыцыянавання драўніны ў камеры), мае наступныя значэнні: для I катэгорыі якасці 1,15; для II катэгорыі – 1,1; для III катэгорыі – 1,05; для 0 катэгорыі – 1,0;

$A_{\text{в}}$  – каэфіцыент, які ўлічвае пачатковую  $W_{\text{н}}$  і канчатковую  $W_{\text{к}}$  вільготнасць ([табл 3.13](#));

$A_{\text{д}}$  – каэфіцыент даўжыні: для піламатэрыялаў  $A_{\text{д}} = 1,0$  і для нарыхтовак

$A_{\text{д}} = f(L/S_1)$ , яго значэнні пададзены ніжэй:

Адносіны  $L/S_1$ : 40 35 30 25 20 15 10 7 5

Значэнне  $A_{\text{д}}$ : 1,0 0,97 0,95 0,93 0,91 0,88 0,80 0,70 0,60

Для неабразных піламатэрыялаў зыходную працягласць сушкі  $\tau_{\text{зых}}$  вызначаюць па графе [табл. 3.11](#), якая характарызуе найбольшую шырыню  $S_2$ .

У такіх выпадках, калі хуткасць цыркуляцыі агента сушкі  $\omega_{\text{мат}}$  невядома, яе можна прыняць наступнай, м/с:

1) для камер з павышанай інтэнсіўнасцю цыркуляцыі (напрыклад, СПМ-2К, СПЛК-2, ВК-4) –  $\omega_{\text{мат}} = 2$ ;



2) для зборна-металічных з рэверсіўнай цыркуляцыяй (напрыклад, УЛ-1, УЛ-2М, СПВ-62) – 2,5...3,0;

3) з цыркуляцыяй сярэдняй інтэнсіўнасці (напрыклад, ЦНДІМАД – 23) – 1,0.

Табліца 3.10

**Нарматыўныя значэнні аб'ёмнага каэфіцыента  $\beta$  запаўнення штабеля**

| Намі-<br>нальная<br>таўшчыня<br>пілама-<br>тэрыялаў<br>$S_1$ , мм | Спосаб укладкі                   |       |            |       |             |       |       |            |       |
|---|----------------------------------|-------|------------|-------|-------------|-------|-------|------------|-------|
|   | са шпацыямі                      |       |            |       | без шпацыяў |       |       |            |       |
|   | абразныя                         |       | неабразныя |       | абразныя    |       |       | неабразныя |       |
|   | Таўшчыня пракладак $S_{пр}$ , мм |       |            |       |             |       |       |            |       |
|   | 22                               | 25    | 22         | 25    | 22          | 25    | 32    | 22         | 25    |
| 13  | 0,191                            | 0,176 | 0,126      | 0,116 | 0,264       | 0,244 | 0,206 | 0,176      | 0,162 |
| 16  | 0,216                            | 0,201 | 0,143      | 0,133 | 0,300       | 0,278 | 0,237 | 0,200      | 0,186 |
| 19  | 0,238                            | 0,222 | 0,158      | 0,147 | 0,330       | 0,307 | 0,265 | 0,220      | 0,205 |
| 22  | 0,257                            | 0,241 | 0,170      | 0,159 | 0,356       | 0,333 | 0,290 | 0,237      | 0,222 |
| 25  | 0,273                            | 0,257 | 0,181      | 0,170 | 0,378       | 0,356 | 0,313 | 0,252      | 0,237 |
| 32  | 0,304                            | 0,288 | 0,201      | 0,191 | 0,422       | 0,399 | 0,356 | 0,281      | 0,266 |
| 40  | 0,331                            | 0,316 | 0,219      | 0,209 | 0,459       | 0,438 | 0,395 | 0,306      | 0,292 |
| 45  | 0,345                            | 0,330 | 0,228      | 0,219 | 0,478       | 0,458 | 0,416 | 0,319      | 0,305 |
| 50  | 0,357                            | 0,342 | 0,238      | 0,227 | 0,494       | 0,474 | 0,434 | 0,329      | 0,316 |
| 60  | 0,376                            | 0,362 | 0,249      | 0,243 | 0,521       | 0,502 | 0,464 | 0,347      | 0,335 |
| 70  | 0,391                            | 0,379 | 0,259      | 0,250 | 0,541       | 0,525 | 0,488 | 0,361      | 0,350 |
| 75  | 0,397                            | 0,385 | 0,263      | 0,255 | 0,550       | 0,533 | 0,499 | 0,367      | 0,356 |
| 90  | 0,413                            | 0,402 | 0,273      | 0,266 | 0,572       | 0,557 | 0,525 | 0,381      | 0,371 |
| 100   | 0,421                            | 0,411 | 0,279      | 0,272 | 0,583       | 0,569 | 0,539 | 0,389      | 0,379 |

Табліца 3.11

**Значэнні  $\tau_{зых}$  пілама-тэрыялаў, гадз, у камерах перыядычнага дзеяння пры нізкатэмпературным працэсе**

| Таўшчыня<br>пілама-тэрыялаў<br>$S_1$ , мм | Шырыня пілама-тэрыялаў $S_2$ , мм |         |          |           |           |   |
|---|-----------------------------------|---------|----------|-----------|-----------|---|
|   | 40...50                           | 60...70 | 80...100 | 110...130 | 140...180 | Больш за<br>180 і для<br>неабраз-<br>ных<br>дошак |
|   |                                   |         |          |           |           |   |

| Сасна, елка, піхта, кедр        |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Да 16                           | 23  | 25  | 26  | 27  | 27  | 27  |
| 19                              | 29  | 31  | 32  | 33  | 33  | 33  |
| 22                              | 34  | 37  | 39  | 39  | 39  | 39  |
| 25                              | 45  | 50  | 53  | 54  | 55  | 55  |
| 32                              | 59  | 63  | 68  | 72  | 73  | 73  |
| 40                              | 71  | 79  | 84  | 86  | 88  | 88  |
| 50                              | –   | 93  | 99  | 100 | 104 | 105 |
| 60                              | –   | 103 | 114 | 122 | 125 | 130 |
| 70                              | –   | –   | 147 | 161 | 178 | 19  |
| 75                              | –   | –   | 156 | 177 | 197 | 218 |
| 100                             | –   | –   | 340 | 354 | 397 | 432 |
| Асіна, ліпа, гаполя             |     |     |     |     |     |     |
| Да 16                           | 29  | 31  | 33  | 34  | 34  | 34  |
| 19                              | 36  | 38  | 39  | 40  | 40  | 40  |
| 22                              | 43  | 45  | 47  | 53  | 54  | 54  |
| 25                              | 59  | 62  | 64  | 66  | 67  | 68  |
| 32                              | 73  | 80  | 84  | 88  | 89  | 91  |
| 40                              | 81  | 87  | 93  | 96  | 99  | 102 |
| 50                              | –   | 98  | 109 | 116 | 119 | 123 |
| 60                              | –   | 112 | 128 | 140 | 152 | 164 |
| 75                              | –   | –   | 253 | 282 | 311 | 344 |
| Бук, клён, бераст, ясень, ільма |     |     |     |     |     |     |
| Да 16                           | 58  | 59  | 61  | 63  | 63  | 63  |
| 19                              | 65  | 68  | 71  | 73  | 73  | 74  |
| 22                              | 73  | 77  | 80  | 81  | 82  | 83  |
| 25                              | 91  | 94  | 96  | 99  | 101 | 102 |
| 32                              | 102 | 109 | 115 | 118 | 120 | 122 |
| 40                              | 114 | 126 | 10  | 152 | 159 | 167 |
| 50                              | –   | 170 | 199 | 225 | 239 | 255 |
| 60                              | –   | 250 | 296 | 339 | 367 | 396 |
| 75                              | –   | –   | 591 | 657 | 728 | 805 |

Табліца 3.12

Значэнні каэфіцыента  $A_{ц}$  для камер з рэверсіўнай цыркуляцыяй

| Здабытак<br>$\tau_{зых} \cdot A_p$ ,<br>гадз | Хуткасць цыркуляцыі $\omega_{мат}$ , м/с |      |      |      |      |      |      |      |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 0,2                                      | 0,5  | 1,0  | 1,5  | 2,0  | 2,5  | 3,0  | 3,5  |
| 20   | 3,14                                     | 1,80 | 1,00 | 0,78 | 0,83 | 0,54 | 0,49 | 0,46 |

|             |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 40          | 2,40 | 1,65 | 1,00 | 0,81 | 0,67 | 0,59 | 0,54 | 0,52 |
| 60          | 2,03 | 1,58 | 1,00 | 0,84 | 0,71 | 0,64 | 0,60 | 0,58 |
| 80          | 1,76 | 1,42 | 1,00 | 0,85 | 0,76 | 0,72 | 0,68 | 0,67 |
| 100         | 1,56 | 1,32 | 1,00 | 0,88 | 0,81 | 0,79 | 0,78 | 0,77 |
| 140         | 1,31 | 1,15 | 1,00 | 0,92 | 0,91 | 0,90 | 0,89 | 0,88 |
| 180         | 1,15 | 1,10 | 1,00 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,92 |
| 220 і больш | 1,08 | 1,05 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,95 |

*Заўвага.* Пры нерэверсіўнай цыркуляцыі таблічны каэфіцыент  $A_{ц}$  памнажаюць на 1,1, а ў аднапутных камерах пры  $\omega_{\text{мат}}$  больш за 2 м/с на 1,05.

Табліца 3.13

### Значэнні каэфіцыента $A_{в}$

| Пачатковая вільготнасць $W_{н}, \%$ | Канчатковая вільготнасць $W_{к}, \%$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                     | 22                                   | 20   | 18   | 16   | 14   | 12   | 11   | 10   | 9    | 8    | 7    | 6    |
| 120                                 | 1,07                                 | 1,12 | 1,18 | 1,25 | 1,33 | 1,43 | 1,49 | 1,55 | 1,61 | 1,68 | 1,76 | 1,86 |
| 110                                 | 1,00                                 | 1,06 | 1,12 | 1,20 | 1,28 | 1,37 | 1,43 | 1,49 | 1,55 | 1,62 | 1,71 | 1,81 |
| 100                                 | 0,94                                 | 1,00 | 1,06 | 1,14 | 1,22 | 1,31 | 1,37 | 1,43 | 1,50 | 1,57 | 1,65 | 1,75 |
| 90                                  | 0,87                                 | 0,93 | 1,00 | 1,07 | 1,16 | 1,25 | 1,30 | 1,36 | 1,43 | 1,43 | 1,58 | 1,68 |
| 80                                  | 0,80                                 | 0,86 | 0,93 | 1,00 | 1,09 | 1,18 | 1,23 | 1,29 | 1,35 | 1,35 | 1,51 | 1,61 |
| 70                                  | 0,72                                 | 0,78 | 0,84 | 0,92 | 1,00 | 1,10 | 1,15 | 1,21 | 1,27 | 1,30 | 1,43 | 1,52 |
| 65                                  | 0,67                                 | 0,74 | 0,80 | 0,87 | 0,96 | 1,05 | 1,10 | 1,16 | 1,23 | 1,25 | 1,38 | 1,48 |
| 60                                  | 0,62                                 | 0,68 | 0,75 | 0,82 | 0,91 | 1,00 | 1,05 | 1,11 | 1,18 | 1,20 | 1,33 | 1,43 |
| 55                                  | 0,57                                 | 0,63 | 0,69 | 0,77 | 0,85 | 0,94 | 1,00 | 1,06 | 1,12 | 1,14 | 1,28 | 1,38 |
| 50                                  | 0,51                                 | 0,57 | 0,63 | 0,71 | 0,79 | 0,89 | 0,94 | 1,00 | 1,06 | 1,07 | 1,22 | 1,32 |
| 45                                  | 0,44                                 | 0,50 | 0,57 | 0,64 | 0,73 | 0,82 | 0,87 | 0,93 | 1,00 | 1,00 | 1,15 | 1,25 |
| 40                                  | 0,37                                 | 0,43 | 0,49 | 0,57 | 0,65 | 0,75 | 0,80 | 0,86 | 0,93 | 0,92 | 1,08 | 1,18 |
| 35                                  | 0,29                                 | 0,35 | 0,43 | 0,49 | 0,57 | 0,66 | 0,72 | 0,78 | 0,84 | 0,82 | 1,00 | 1,10 |
| 30                                  | 0,19                                 | 0,25 | 0,32 | 0,39 | 0,48 | 0,57 | 0,62 | 0,68 | 0,75 | 0,78 | 0,90 | 1,00 |
| 28                                  | 0,15                                 | 0,21 | 0,27 | 0,35 | 0,43 | 0,53 | 0,58 | 0,64 | 0,71 | 0,73 | 0,86 | 0,96 |
| 26                                  | 0,10                                 | 0,16 | 0,23 | 0,31 | 0,38 | 0,48 | 0,54 | 0,69 | 0,66 | 0,68 | 0,82 | 0,91 |
| 24                                  | 0,06                                 | 0,11 | 0,18 | 0,27 | 0,33 | 0,43 | 0,49 | 0,54 | 0,61 | 0,63 | 0,71 | 0,86 |
| 22                                  | –                                    | 0,06 | 0,13 | 0,22 | 0,28 | 0,38 | 0,43 | 0,49 | 0,56 | 0,57 | 0,65 | 0,81 |
| 20                                  | –                                    | –    | 0,07 | 0,14 | 0,22 | 0,32 | –    | 0,43 | 0,49 | –    | –    | 0,75 |

Значэнні каэфіцыентаў  $\tau_{у}, \beta_{у}$  знаходзяць таксама, як  $\tau_{ф}, \beta_{ф}$ .

Прыклады разліку працягласці сушкі па паказаных формулах можна знайсці ў [1, 2].

Пералік аб'ёму фактычнага матэрыялу ў аб'ём умоўнага матэрыялу выконваецца па фармуляры [табл. 3.14](#).

**Пералік у аб'ём умоўнага матэрыялу**

| Парода, сячэнне піламатырыялу, мм | Фактычны гадавы аб'ём сушкі $\Phi_i$ , м <sup>3</sup> /год | Пераводны каэфіцыент $K_{п} = \beta_y / \tau_y$ | Працягласць абароту камеры $\tau_{ф}$ , сут. | Каэфіцыент запаўнення штабеля $\beta_{ф}$ | Аб'ём ва ўмоўным матэрыяле $U_i$ , м <sup>3</sup> /год |
|-----------------------------------|--|---|--|---|--|
|                                   |  |   |  |   |  |

**3.3.4. Разлік прадукцыйнасці камеры ў матэрыяле зададзенай характарыстыкі і ва ўмоўным матэрыяле. Прыклады разліку.** Гадавую прадукцыйнасць  $\Pi$ , м<sup>3</sup>/год, камеры пры сушцы піламатырыялаў вызначанай характарыстыкі пры зададзеных рэжымах і вызначанай катэгорыі якасці разлічваюць

$$\Pi = (335 / \tau) \cdot \Gamma \cdot \beta = (335 / \tau) \cdot E. \quad (3.16)$$

Гадавая прадукцыйнасць камеры  $\Pi_y$  ва ўмоўным матэрыяле, м<sup>3</sup> ум/год, разлічваецца як

$$\Pi_y = (335 / \tau_y) \cdot \beta_y \cdot \Gamma. \quad (3.17)$$

Выяўленне  $(335 / \tau_y) \cdot \beta_y$  у (3.17) прадстаўляе сабой гадавую прадукцыйнасць камеры, габарытны аб'ём штабеляў у якой роўны 1 м<sup>3</sup>. Абазначым яго  $\Pi_{y,уд}$  і назавем удзельнай прадукцыйнасцю камеры ва ўмоўным матэрыяле, м<sup>3</sup>/(год · м<sup>3</sup>)

$$\Pi_y = \Pi_{y,уд} \cdot \Gamma. \quad (3.18)$$

Удзельная прадукцыйнасць  $\Pi_{y,уд}$  залежыць ад тыпу камеры, інтэнсіўнасці цыркуляцыі ў ёй сушыльнага агента і катэгорыі рэжымаў сушкі. Яе нарматыўныя значэнні (у кубаметрах драўніны ў год на 1 м<sup>3</sup> габарытнага аб'ёму штабеляў) для камер асноўных тыпаў пры выкарыстанні пракладак таўшчынёй 25 мм прыведзены ў [табл. 3.15](#), у якой для даведкі паказаны працягласць абароту камеры ( $\tau_y$ , сут.) і прынятая для разлікаў хуткасць цыркуляцыі. У гэтай табліцы дадзены значэнні таксама для новага ўмоўнага матэрыялу, у назоўніку як даведачныя для раней прынятага ўмоўнага матэрыялу (сасновыя дошкі сячэннем 50x150 мм).

Табліца 3.15

**Нарматыўная (планавая) гадавая ўдзельная прадукцыйнасць  
камер перыядычнага дзеяння ва ўмоўным матэрыяле**

| Тып камер  | Хуткасць на матэрыяле<br>$\tau_{\text{мат}}$ м/с | Значэнні $\tau_y$ , сут, і $\Pi_{y,\text{уд}}$ , м <sup>3</sup> /(год м <sup>3</sup> ) пры рэжымах |                     |                    |                     |                   |                     |                     |                     |
|--|--|--|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|  |  | М  |                     | Н                  |                     | Ф                 |                     | В*                  |                     |
|  |  | $\tau_y$   | $\Pi_{y,\text{уд}}$ | $\tau_y$           | $\Pi_{y,\text{уд}}$ | $\tau_y$          | $\Pi_{y,\text{уд}}$ | $\tau_y$            | $\Pi_{y,\text{уд}}$ |
| <b>Камеры ў будаўнічых загароджваннях</b>  |  |  |                     |                    |                     |                   |                     |                     |                     |
| 1. 3 натуральнай цыркуляцыйнай   | 0,2  | —  | —                   | $\frac{7,2}{15,0}$ | $\frac{15,0}{15,0}$ | —                 | —                   | —                   | —                   |
| 2. 3 цыркуляцыйнай слабай інтэнсіўнасці, напрыклад ЦНІМОД-39                                   | 0,5  | —  | —                   | $\frac{5,9}{6,6}$  | $\frac{25,0}{24,0}$ | —                 | —                   | —                   | —                   |
| 3. 3 цыркуляцыйнай сярэдняй інтэнсіўнасці, напрыклад ЦНІМОД-23, ВІАМ, эжэцыйнай Гіпрадрэўпрама | 1,0  | $\frac{7,3}{8,6}$  | $\frac{20,0}{18,5}$ | $\frac{4,3}{5,1}$  | $\frac{34,0}{31,0}$ | $\frac{3,5}{4,1}$ | $\frac{42,0}{39,0}$ | —                   | —                   |
| 4. 3 цыркуляцыйнай павышанай інтэнсіўнасці, напрыклад СПЛК-2, ВК-4                             | 2,0  | $\frac{6,8}{8,8}$  | $\frac{22,0}{20,0}$ | $\frac{3,4}{4,2}$  | $\frac{43,0}{38,0}$ | $\frac{2,6}{3,2}$ | $\frac{56,5}{49,5}$ | —                   | —                   |
| <b>Зборна-металічныя камеры</b>  |  |  |                     |                    |                     |                   |                     |                     |                     |
| 5. 3 нерэверсіўнай цыркуляцыйнай (СК)  | 2,0  | —  | —                   | —                  | —                   | —                 | —                   | $\frac{2,65}{2,3}$  | —                   |
| 6. 3 рэверсіўнай цыркуляцыйнай, напрыклад СПМ-2К, СПВ-62, УЛ-2                                 | 1,5  | —  | —                   | —                  | —                   | —                 | —                   | $\frac{89,0}{69,0}$ | —                   |
| 7. Тое ж   | 2,0  | —  | —                   | —                  | —                   | —                 | —                   | —                   | —                   |
| 8. Тое ж   | 2,5  | —  | —                   | —                  | —                   | —                 | —                   | —                   | —                   |
| 9. Тое ж   | 3,0  | —  | —                   | —                  | —                   | —                 | —                   | —                   | —                   |

В\* – высокатэмпературны рэжым.

Адпаведна апошнім РТМ [5], новаму ўмоўнаму матэрыялу эквівалентны сасновыя абразныя дошкі таўшчынёй 40 мм, шырынёй 150 мм, якія высушваюцца па II катэгорыі якасці ад пачатковай вільготнасці 60% да канчатковай 12%.

У аб'ём умоўнага матэрыялу можна перавесці як разлічаную  $\Pi_p$ , так і фактычную  $\Pi_\phi$  прадукцыйнасць камеры на матэрыяле зададзенай характарыстыкі па формулах [5], м<sup>3</sup>/год

$$\Pi_{y.p} = \Pi_p \cdot \tau_p / \tau_{y.p} \cdot E_{y.p} / E_p, \quad (3.19)$$

$$\Pi_{y.\phi} = \Pi_\phi \cdot \tau_\phi / \tau_{y.p} \cdot E_{y.p} / E_p, \quad (3.20)$$

Фактычная прадукцыйнасць камеры ва ўмоўным матэрыяле  $\Pi_{y.\phi}$  можа быць таксама вызначана, калі зыходзіць з устаноўленых пры выпрабаванні фактычнай працягласці  $\tau_\phi$  і фактычнай ёмістасці камеры  $E_\phi$ , а таксама яе разлічанай прадукцыйнасці на ўмоўным матэрыяле  $\Pi_{y.p}$ , разлічанай працягласці  $\tau_p$  і ёмістасці  $E_p$  пры характарыстыках матэрыялу падчас выпрабаванняў па формуле, м<sup>3</sup>/год

$$\Pi_{y.\phi} = \Pi_{y.p} (\tau_p / \tau_\phi) \cdot (E_\phi / E_p). \quad (3.21)$$

З мэтай нагляднасці і яснасці прадэманструем выкарыстанне формул на канкрэтных прыкладах.

**Прыклад 1.** Вызначыць нарматыўную гадавую працягласць двухштабельнай камеры СПЛК-2 (сярэдня хуткасць паветра па матэрыяле  $\omega_{\text{мат}} = 2$  м/с) пры сушцы ў ёй сасновы абразных дошак сячэннем 40×120 мм фарсіраваным рэжымам па II катэгорыі якасці ад пачатковай вільготнасці 80% да канчатковай 8%. Памеры штабеля  $L = 6,5$  м,  $B = 1,8$  м,  $H = 2,6$  м, пракладкі таўшчынёй 25 мм, укладка без шпацый.

Па [табл. 3.11](#) знаходзім  $\tau_{\text{зых}} = 84$  гадз. Значэнні каэфіцыентаў па

раздзеле 2.4.2.  $A_p = 0,8$ ;  $A_\alpha = 1,15$ ;  $A_d = 1,0$ ;  $A_B = 1,43$ ;  $A_\alpha = 0,73$ .

Працягласць сушкі па [\(3.15\)](#)

$$\tau_{\text{суш}} = 86 \cdot 0,8 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,43 \cdot 0,73 = 82,5 \text{ гадз або } 3,44 \text{ сут.}$$

Працягласць абароту камеры па [\(3.14\)](#)

$$\tau_k = 3,44 + 0,1 = 3,54 \text{ сут.}$$

Габарытны аб'ём штабеляў

$$\Gamma = L \cdot B \cdot H \cdot m = 6,5 \cdot 1,8 \cdot 2,6 \cdot 2 = 60,8 \text{ м}^3$$

Аб'ёмны каэфіцыент запаўнення штабеля на пракладках таўшчынёй 25 мм па [табл. 3.10](#)  $\beta = 0,438$ .

Тады нарматыўная гадавая прадукцыйнасць камеры па формуле [\(3.16\)](#) будзе

$$\Pi_n = (335 / 3,54) \cdot 60,8 \cdot 0,438 = 2520 \text{ м}^3/\text{год.}$$

**Прыклад 2.** Вызначыць фактычную прадукцыйнасць камеры СПЛК-2 па выніках выпрабаванняў.

У працэсе выпрабаванняў пры сушцы матэрыялу характарыстыка адпавядае даным прыкладу 1. Устаноўлена, што ёмістасць камеры складала  $26,3 \text{ м}^3$  драўніны, працягласць сушкі – 84 гадз, працягласць загрузкі і разгрузкі камеры – 3 гадз.

Разлічваем фактычную працягласць абароту камеры

$$\tau_{\phi} = (24 + 3) / 24 = 3,63 \text{ сут.}$$

Тады фактычная гадавая прадукцыйнасць камеры па (3.16)

$$P_{\phi} = (335 / 3,63) \cdot 26,3 = 2430 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Прыклад 3. Перавесці ў аб'ём умоўнага матэрыялу (сасновыя абразныя дошкі  $40 \times 150 \text{ мм}$ ) нарматыўную прадукцыйнасць камеры СПЛК-2 пры сушцы фарсіраваным рэжымам сасновых дошак сячэннем  $40 \times 120 \text{ мм}$  па II катэгорыі якасці пры пачатковай вільготнасці 80% і канчатковай 8%. Дошкі абразныя.

Па разліках прыкладу 1 нарматыўная гадавая прадукцыйнасць камеры пры зададзеных умовах складае

$$P_n = P_p = 2520 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Там жа атрымана, што

$$\tau_n = \tau_p = 3,54 \text{ сут.}$$

Аналагічна атрымліваем для ўмоўнага матэрыялу  $\tau_{y,p} = 2,6 \text{ сут.}$  (табл. 3.15).

Па табл. 3.11 для матэрыялу зададзенай характарыстыкі знаходзім  $\beta_p = 0,438$ , для ўмоўнага матэрыялу  $\beta_{y,p} = 0,438$ . Пры нязменнасці габарытнага аб'ёму штабеляў маем

$$E_y / E = \beta_y / \beta \text{ або } E_{y,p} / E = \beta_{y,p} / \beta_p = 0,438 / 0,438 = 1,0.$$

Тады нарматыўная гадавая прадукцыйнасць камеры ва ўмоўным матэрыяле вызначаецца па формуле (3.19)

$$P_{y,p} = 2520 \cdot (3,54 / 2,6) \cdot 1,0 = 3430 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Таксама прадукцыйнасць ва ўмоўным матэрыяле атрымаецца пры яе непасрэдным разліку па формуле (3.18), у якой  $P_{y,уд} = 56,5 \text{ м}^3 / (\text{год} \cdot \text{м}^3)$  па табл. 3.15, а габарытны аб'ём штабеля  $\Gamma = 60,8 \text{ м}^3$  (прыклад 1):

$$P_{y,p} = 56,5 \cdot 60,8 = 3430 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Прыклад 4. Знойдзена пры выпрабаванні прадукцыйнасць камеры СПЛК-2 на матэрыяле ўказанай у прыкладзе 3 характарыстыкі складае  $P_{\phi} = 2430 \text{ м}^3/\text{год}$  пры фактычнай працягласці абароту камеры  $\tau_{\phi} = 3,63 \text{ сут.}$  і ў фактычнай яе ёмістасці  $E_{\phi} = 26,3 \text{ м}^3$ . Вызначыць яе фактычную (паказаную пры выпрабаваннях) прадукцыйнасць на ўмоўным матэрыяле.

Па формуле (3.20) знаходзім

$$P_{y,\phi} = 2430 \cdot 1,36 \cdot 1,0 = 3300 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Па даных прыкладу 3

$$P_{y,p} = 3430 \text{ м}^3/\text{год}; \tau_p = 3,54 \text{ сут};$$

$$E_p = \Gamma \cdot \beta_p = 60,8 \cdot 0,438 = 26,7 \text{ м}^3.$$

Тады па формуле (3.21)

$$P_{y,\phi} = 3430 \cdot (3,54 / 3,63) \cdot (26,3 / 26,7) = 3300 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Бачна, што канчатковы вынік атрымаўся аднолькавы як пры выкарыстоўванні формулы (3.20), так і формулы (3.21).

Прыклад 5. У камеры перыядычнага дзеяння з цыркуляцыяй сярэдняй інтэнсіўнасці пры рабоце на нармальных рэжымах высушана:

1) сасновыя неабразных дошак II катэгорыі якасці таўшчынёй 32 мм ад пачатковай вільготнасці 75% да канчатковай вільготнасці 9% на пракладках 25 мм – 175 м<sup>3</sup>;

2) букавыя загатоўкі I катэгорыі якасці сячэннем 45×70 мм, даўжынёй 0,8 м ад пачатковай вільготнасці 65% да канчатковай 7% з пракладкамі з гэтых жа загатоўкі 125 м<sup>3</sup>.

Перавесці аб'ём высушанай драўніны ў аб'ём умоўнага матэрыялу.

1. Сасновыя піламатэрыялы.

Разлічваем працягласць працэсу сушкі на матэрыяле, што высушваецца, па формуле аналагічна прыкладу 1

$$\tau_{\text{суш}} = 74 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,31 \cdot 1,15 \cdot 1 = 111,5 = 4,65 \text{ сут.}$$

Працягласць абароту камеры

$$\tau = \tau_{\text{суш}} + \tau_{\text{загр}} = 4,65 + 0,1 = 4,75 \text{ сут.}$$

Аналагічна разлічваецца працягласць абароту камеры на ўмоўным матэрыяле, роўная  $\tau_y = 4,3$  сут.

Тады каэфіцыент

$$K_\tau = \tau / \tau_y = 4,75 / 4,3 = 1,1.$$

З дапамогай табл. 3.15 і па [1] знаходзім аб'ёмныя каэфіцыенты запаўнення штабеля для піламатэрыялу, які высушваецца, і ўмоўнага матэрыялу. Яны будуць роўныя  $\beta = 0,266$  і  $\beta_y = 0,438$  адпаведна.

Тады каэфіцыент

$$K_E = \beta_y / \beta = 0,438 / 0,266 = 1,65.$$

Аб'ём умоўнага матэрыялу складае

$$U_i = \Phi_i \cdot K_\tau \cdot K_E = 175 \cdot 1,1 \cdot 1,65 = 318 \text{ м}^3.$$

2. Букавыя загатоўкі

Рашэнне аналагічнае:



$$\tau_{\text{суш}} = 148 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1,38 \cdot 1,2 \cdot 0,9 = 198,5 \text{ гадз} = 8,27 \text{ сут.}$$

$$\tau = 8,27 + 0,1 = 8,37 \text{ сут.}; \tau_y = 4,3 \text{ сут.}$$

$$K_\tau = 8,37 / 4,3 = 1,95.$$

$\beta_y = 0,438$ , знаходзіцца з дапамогай [табл. 3.15](#) і па [3].

Значэнне  $\beta$  вызначаем па формуле

$$\beta = \beta_d \cdot \beta_{\text{ш}} \cdot \beta_b = 1 \cdot 0,9 \cdot 0,59 \cdot (100 - 7) / 100 = 0,494.$$

Тады  $K_E = 0,428 / 0,494 = 0,866$ .

Аб'ём умоўнага матэрыялу састаўляе

$$Y_i = 125 \cdot 2,15 \cdot 0,887 = 239 \text{ м}^3.$$

Сумарны аб'ём умоўнага матэрыялу

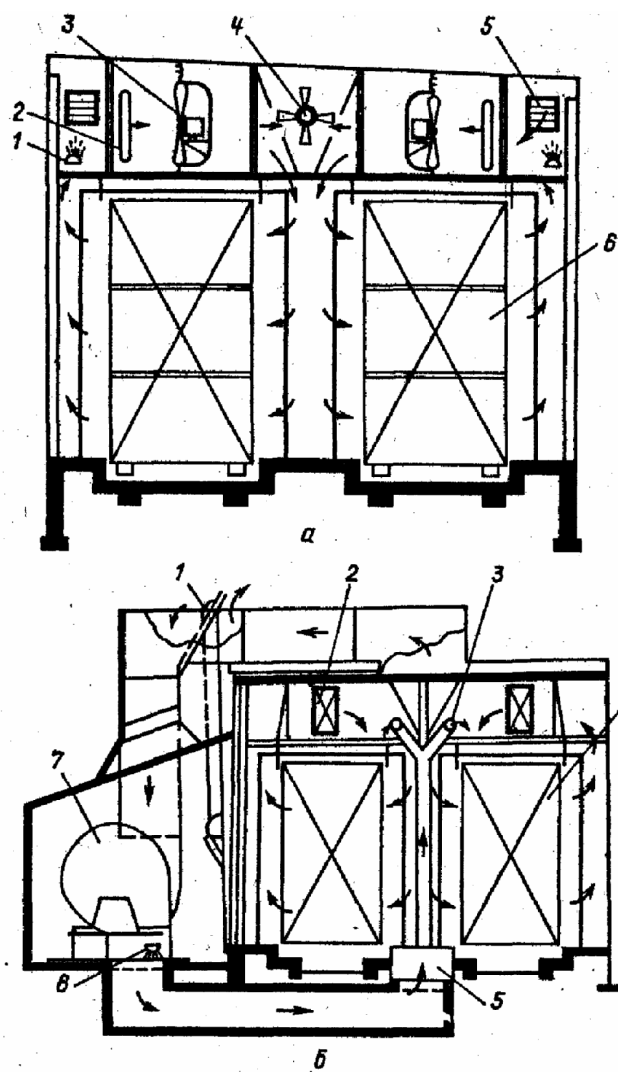
$$Y = \sum Y_i = 318 + 239 = 557 \text{ м}^3.$$

Вызначэнне неабходнай колькасці камер.

Пры вядомым гадавым аб'ёме сушкі, выражаным ва ўмоўных піламатэрыялах  $\sum Y_i$  і гадавой прадукцыйнасці камер ва ўмоўным матэрыяле  $\Pi_y$ , неабходная колькасць камер вызначаецца з выяўлення

$$N_{\text{кам}} = \sum Y_i / \Pi_y. \quad (3.22)$$

## 4. ДАДАТАК

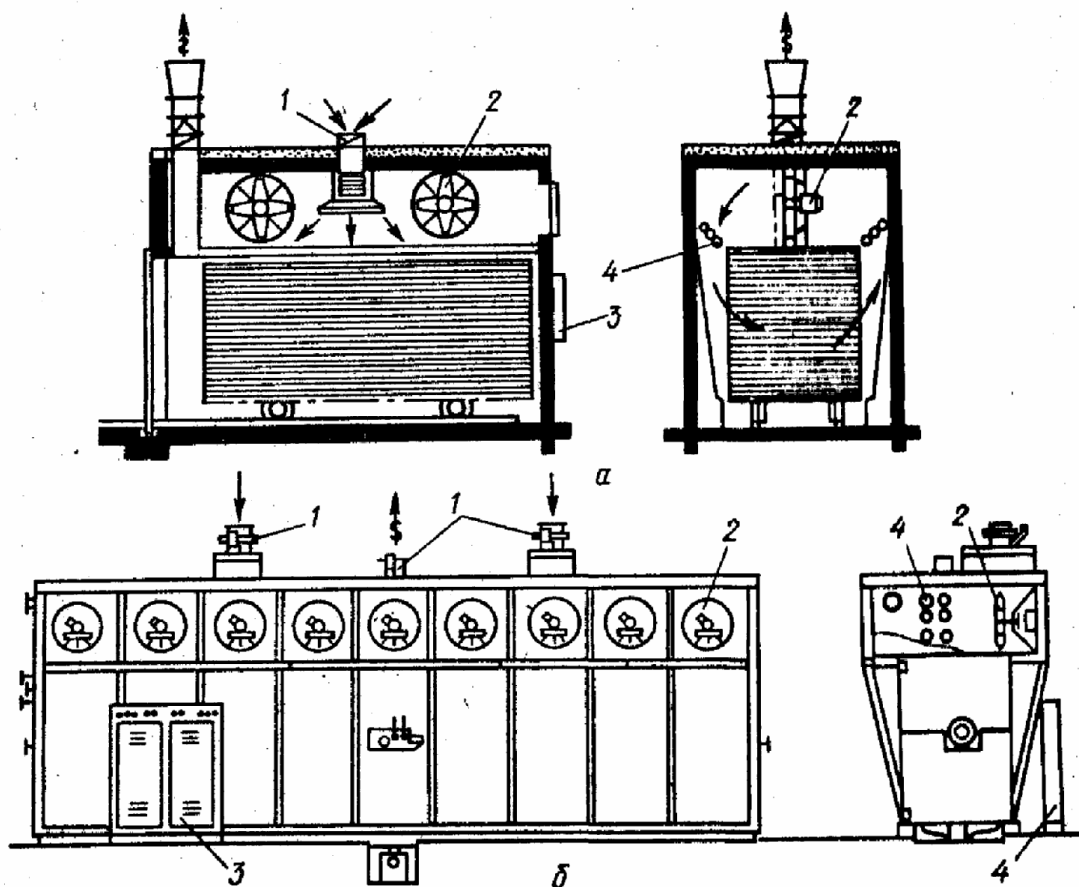


а) камера з нагрэвам паветра ад каларыфера; 1 – труба ўвільгатнення; 2 – каларыфер; 3 – цыркуляцыйны вентылятар; 4 – выцяжны вентылятар; 5 – прыточны канал; 6 – штабель;  
 б) камера з нагрэвам паветра ў спецыяльным нагрэвальным устройстве; 1 – прыточна-выцяжная сістэма; 2 – вентылятар; 3 – труба для выхаду гарачага паветра; 4 – штабель; 5 – канал; 6 – труба ўвільгатнення, сістэма нагрэву паветра.

*Заўвага.* Камеры двухнапрамковыя, для кожнага напрамку цыркуляцыі сушыльнага агента ўстаноўлены свае рэверсійныя вентылятары. У варыянце (б) паветра нагрэваецца ў спецыяльных устройствах згарання вадкага або газападобнага паліва.

Мал. 4.1. Сушыльная камера фірмы «Форано-Бахрих» (Канада)

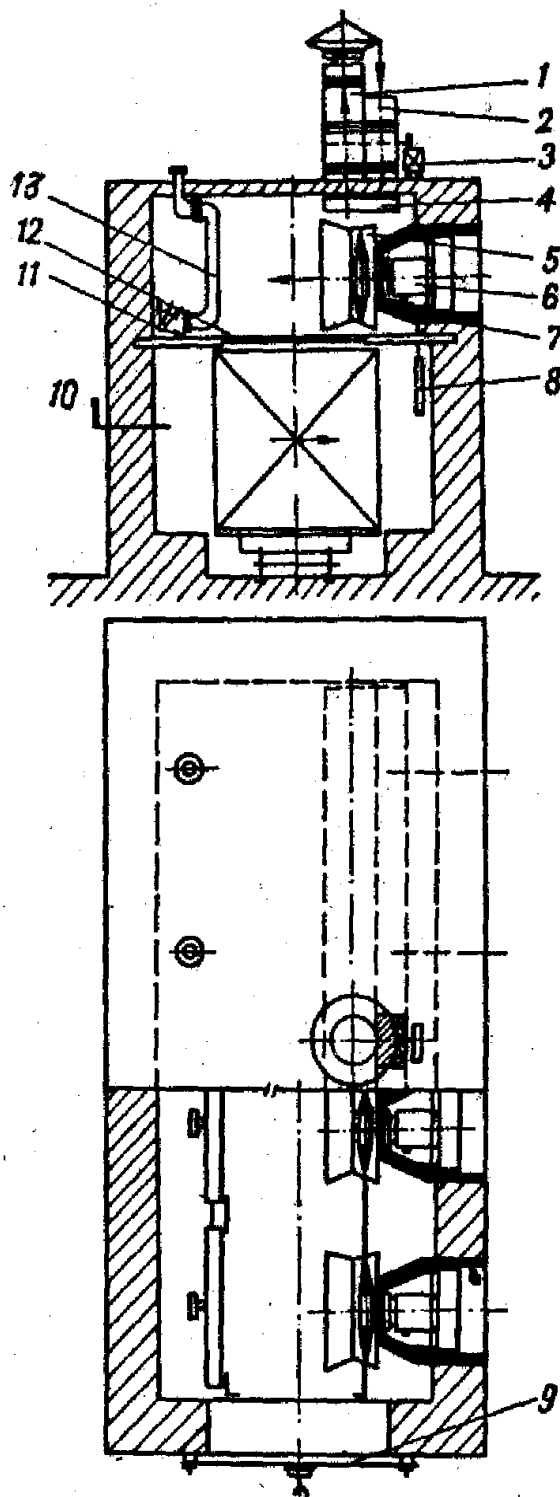
Заўвага. Цыркуляцыя сушыльнага агента папярочна-рэверсіўная. Прывод вентылятару вынесены за камеру.



Мал. 4.2. Сушыльная камера фірмы «Флектфабрыкен» (Швецыя).

а) стацыянарная; б) зборнаметалічная;

1 – прыточна-выцяжныя каналы; 2 – вентылятар з электрарухавіком; 3 – пульт кіравання; 4 – каларыфер



Мал. 4.3. Сушыльная камера SD – 63 (Чэхія). 1 – выцяжная труба; 2 – прыточная труба; 3 – аўтаматычныя шалі; 4 – уздоўжны паветраправод; 5 – вентылятар; 6 – электрарухавік; 7 – ізаляцыйны кажух; 8 – ворытны ўдар; 9 – дзверы; 10 – псіхрометр; 11 – труба ўвільгатнення; 12 – экран (фальшывая сталь); 13 – каларыфер

*Заўвага.* цыркуляцыя паветра ў камеры папярочная без рэверсіравання, але апошняе не ўплывае на раўнамернасць сушкі штабеля ў выніку яго невялікіх памераў (6×15×1,165 м) і значных хуткасцяў цыркуляцыі агента сушкі (дзе хуткасці патоку паветра 4 м/с на пачатковым этапе сушкі і 2,5 м/с у канцы сушкі). Працэс сушкі рэгулюецца аўтаматычна праз кантроль тэмпературы (тэрмометрамі) і вільготнасці шляхам узважвання на аўтаматычных шалях вопытнага ўзору піламатэрыялу.

Унутраныя памеры камеры: 6×2,5×3,45 м. Канструкцыя прадугледжвае магчымасць злучэння некалькіх секцый для атрымання патрэбнай даўжыні камеры. Такім чынам, прадукцыйнасць камеры можна павялічыць, калі павялічыць яе даўжыню да 12–18 м, або ў выглядзе двухнапрамкавай сушыльні аб'яднаць дзве секцыі па шырыні.

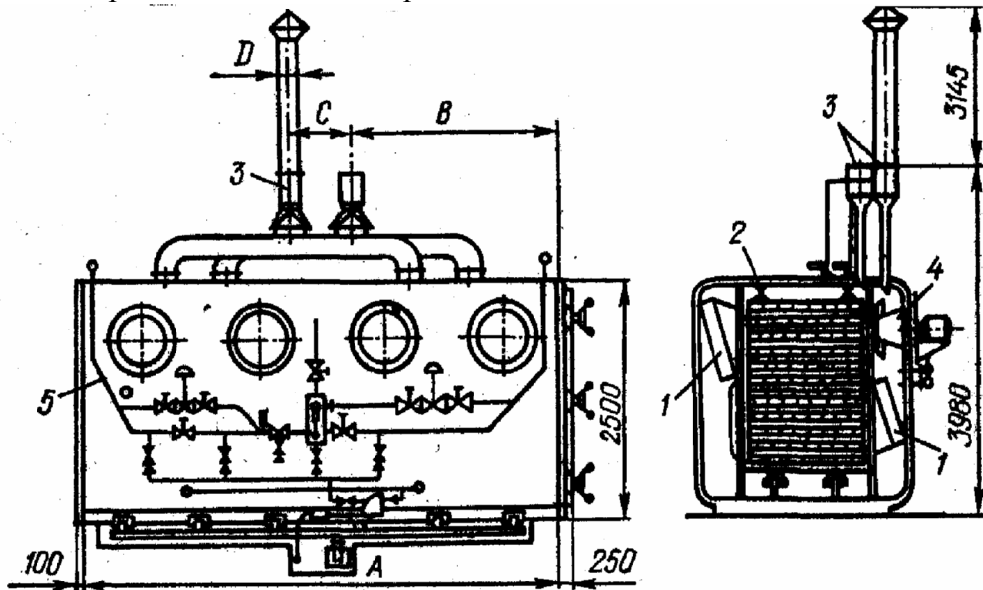
Гадавая вытворчасць аднаблочнай камеры 1200 м<sup>3</sup> яловых піламатэрыялаў таўшчынёй 24 мм і 700 м<sup>3</sup> для таўшчынёй 70 мм. Для бука – 380 м<sup>3</sup> таўшчынёй 24 мм і 330 м<sup>3</sup> – таўшчынёй 45 мм. Як

бачна, прадукцыйнасць пры высушванні ў камеры хвойных піламатэрыялаў у некалькі разоў большая, чым у выпадку з ліставымі. У той жа час таўшчыня

піламатэрыялаў значна менш упывае на прадукцыйнасць камеры пры сушцы ліставых, чым хваёвых парод драўніны.

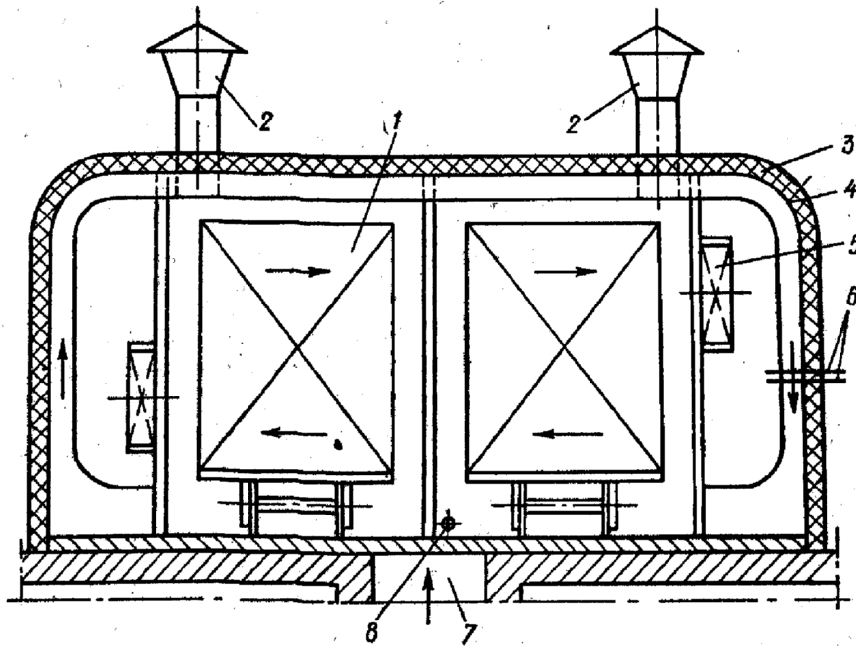
Блок камеры мае чатыры восевыя 12-цілопасцевыя вентылятары дыяметрам 800 мм. Прадукцыйнасць аднаго вентылятара  $7,5 \text{ м}^3/\text{с}$  пры  $-960 \text{ хв}^{-1}$ . Электрарухавік спажывае адпаведна  $3,8 \text{ кВт}$  і  $2,1 \text{ кВт}$ .

*Заўвага.* Для аднаго штабеля памеры камеры:  $A = 6200 \text{ мм}$ ;  $B = 2850 \text{ мм}$ ;  $C = 400 \text{ мм}$ ;  $D = 315$ . Вентылятары, якія ўстаноўлены ў верхняй частцы камеры непасрэдна ў сушыльнай прасторы ажыццяўляюць папярочна-вертыкальную цыркуляцыю паветра. У верхняй палове штабеля паветра ідзе ад вентылятара, а ў ніжняй вяртаецца да вентылятара.



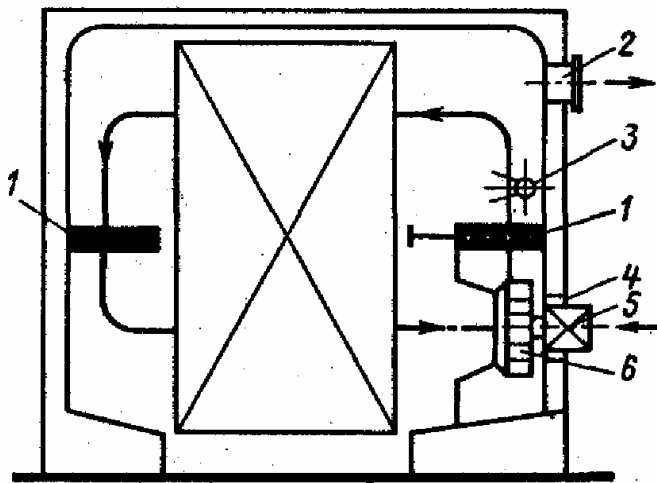
Мал. 4.4. Высокатэмпературная металічная лесасушыльная камера КАА (Чэхія)  
1 – каларыфер; 2 – штабель; 3 – прыточна-выцяжная труба; 4 – вентылятар; 5 – паравая сістэма

*Заўвага.* У камеры замест каларыфераў выкарыстоўваюцца паліўныя газы ад спальвання адходаў з драўніны. Яны падаюцца ў каналы паміж двайнымі сценамі камеры. Вонкавая сцяна мае цеплаізаляцыю. Унутраная сцяна металічная. Яна награвецца паліўнымі газамі і ў сваю чаргу аддае цяпло сушыльнаму агенту, які цыркулюе папярок штабеляў пад уздзеяннем працы восевых вентылятараў. Тэмпература паветра рэгулюецца колькасцю і тэмпературай паліўных газаў, а адносная вільготнасць паветра рэгулюецца працай прыточнавыцяжных каналаў. Агент сушкі ў камеры можа награвецца да  $90^\circ\text{C}$ .



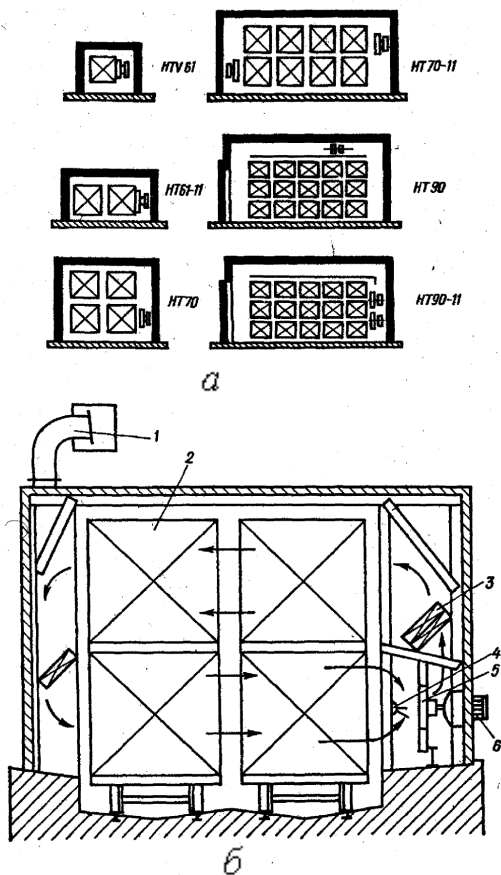
Мал. 4.6. Сушыльная камера W-147 (Польшча)

1 – штабель; 2 – прыточна-выцяжная труба; 3 – вонкавая сцяна; 4 – канал паліўных газаў; 5 – вентилятор; 6 – тэрмометр; 7 – размеркавальны канал; 8 – труба ўвільгатнення



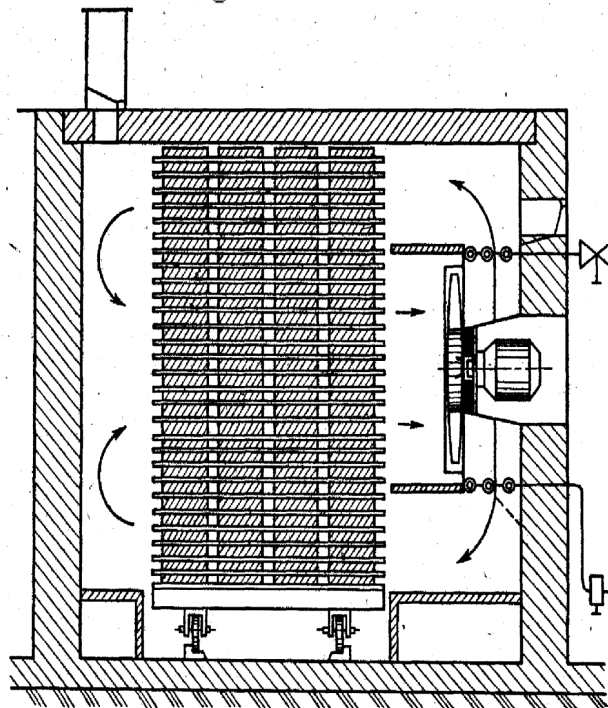
Мал. 4.9. Сушыльная камера з устаноўкай цэнтрабежнага вентилятара ў ніжняй палове бакавой сценкі фірмы «Шрётэр» (Германія)

1 – каларыфер; 2, 4 – прыточна-выцяжныя каналы; 3 – труба увільгатнення; 5 – электрарухавік; 6 – вентилятор



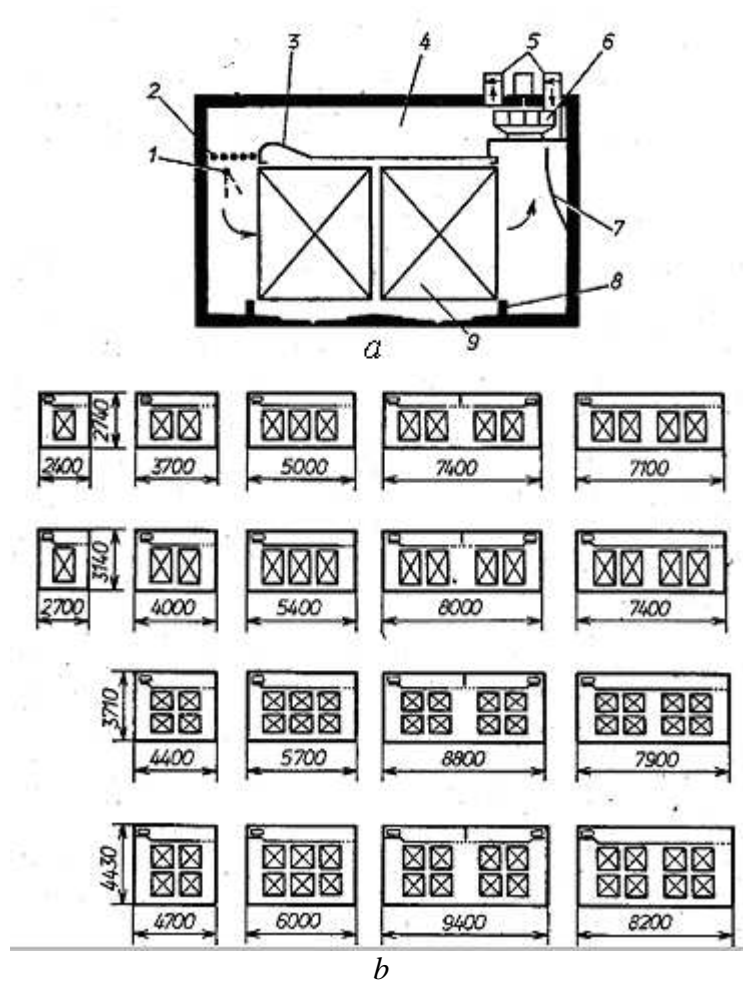
*Заўвага.* Камеры гэтага тыпу з'яўляюцца двухнаправкавымі. У штабелі ўзнікаюць два супрацьлегланакіраваныя патокі паветра. У выніку значна скажаецца раўнамернасць размеркавання хуткасці па вышні штабеля. Сумежныя слаі ў супрацьлеглых патоках узаематармозыцца і таму ў штабелі ствараюцца зоны, у якіх цыркуляцыя паветра адсутнічае. Выкарыстоўваюцца 6 восевых вентылятараў № 10 магутнасцю 1,5 кВт пры частаце вярчэння  $720 \text{ хв}^{-1}$ , якія ўстанаўліваюцца ў нізе штабеля.

Мал. 4.10. Сушыльная камера фірмы «Большман» (Германія)  
 а) схема уніфікацыі; б) схема камеры;  
 1 – канал выкідку адпрацаванага паветра; 2 – штабель; 3 – каларыфер; 4 – труба ўвільгатнення; 5 – вентыляр; 6 – электрарухавік



*Заўвага.* Гэта малагабарытная камера з вентылятарам невялікіх памераў (N8-10), электрамагутнасцю 1,5–1,8 кВт. Адлегласць паміж вентылятарамі па даўжыні камеры складае 1,25–1,5 м. Асаблівасцю камеры з'яўляецца ўстаноўка вентылятараў пасярэдзіне ўздоўжанай сцяны камеры. Вакуум, які стварае вентыляр, уцягвае паветра праз сярэдзіну штабеля. Затым вентыляр нагнае паветра ў двух кірунках праз верхнюю і ніжнюю часткі штабеля.

Мал. 4.7. Сушыльная камера з восевым вентылятарам фірмы «Бютнер-Шильде-Хаас» (BSH Германія)



Мал. 4.8. Сушильныя камеры BSH з цэнтрабежнымі вентылятарамі на вертыкальных валах

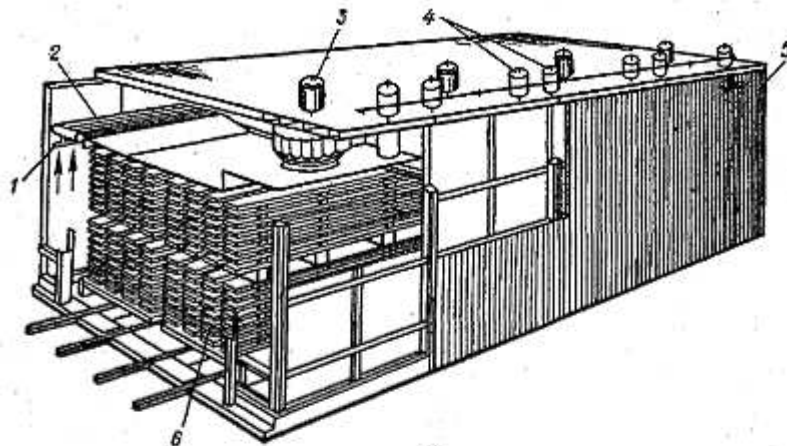
а) агульны выгляд камеры:

1 – трубы ўвільгатнення; 2 – каларыферы; 3,7 – абцякальнікі; 4 – рэцыркуляцыйны канал; 5 – прыточна-выцяжныя каналы; 6 – вентылятар; 8 – экран; 9 – штабель;

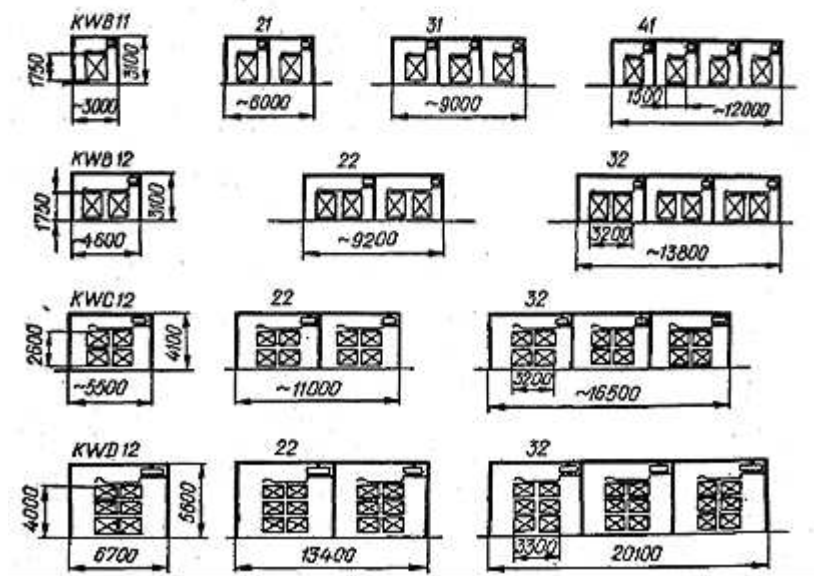
б) уніфікацыя камер

*Заўвага.* Вентылятар і каларыферы знаходзяцца ў паветраным рэцыркуляцыйным канале паміж столлю і прамежным алюмініевым перакрыццём. Вентылятары маюць накіравальны апарат і дэфузар, якія прызначаны для выраўнівання паветранага патоку. Гэта забяспечвае раўнамернае абдуванне труб каларыфера, якія знаходзяцца за дыфузарам. Устаноўка ў камеры абцякальнікаў (плаўныя закругленні на выхадах і паваротах патоку паветра) і дазваляе дасягаць раўнамернага размеркавання агента сушкі па вышыні штабеля. Памеры штабеля 6×1,2×2,4 м.





a



b

Мал. 4.5. Сушільныя зборна-металічныя камеры KWB, KWC, KWD з цэнтрабежным вентылятарам (Чэхія)

а) агульны выгляд:

1 – труба ўвільгатнення; 2 – каларыфер; 3 – прывод вентылятара; 4 – прыточна-выцяжныя трубы; 5 – металічныя агароджванні; 6 – штабель;

б) схемы уніфікацыі

*Заўвага.* хуткасць цыркуляцыі паветра складае 2 м/с (камеры KWD) і 3 м/с (KWB і KWC). Рабочае кола вентылятара мае алюмініевыя лопасці. Цепланосьбітам у каларыферы можа быць насычаная пара пад ціскам 0,400–0,800 МПа або гарачая вада з тэмпературай 120–170°C. Тэмпература сушільнага агента 80–100°C.

## ЛИТАРАТУРА

1. Справочник по сушке древесины / Е.С. Богданов, В.А. Козлов, В.Б. Кунтыш, В.И. Мелехов; Под ред. Е.С. Богданова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесн. промышленность, 1990. – 304 с.
2. Расчет, проектирование и реконструкция лесосушильных камер / Е.С. Богданов, В.И. Мелехов, В.Б. Кунтыш и др.; Под ред. Е.С. Богданова. – М.: Экология, 1993. – 352 с.
3. Кречетов И.В. Сушка и защита древесины. – М.: Лесн. промышленность, 1987. – 328 с.
4. Добринин С.В., Мелехов В.И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины: Учебный справочник по курсовому и дипломному проектированию. – Л.: ЛТА, 1985. – 80 с.
5. Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки пиломатериалов / ЦНИИМОД. – Архангельск, 1985. – 152 с.
6. Сергеевский П.С. Режимы и проведение камерной сушки пиломатериалов. – М.: Лесная промышленность, 1976. – 135 с.

Вучэбнае выданне

**Канструктыўны аналіз і тэхналагічны разлік у  
праектаванні энергаэфектыўных паветраных  
лесасушыльных камер**

Вучэбна-метадычны дапаможнік

Складальнікі: Кунтыш Уладзімір Барысавіч  
Пятровіч Алег Васільевіч

Рэдактар К.Ул. Мішына

Падпісана да друку 12.04.2005. Фармат 60x84 1/16.  
Папера афсетная. Гарнітура Таймс. Друк афсетны.  
Ум. друк. арк. 3,4. Ул.-выд. арк. 3,5.  
Тыраж 100 экз. Заказ .

Установа адукацыі

«Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт».  
220050. Мінск, Свядлова, 13а.  
ЛИ № 02330/0133255 ад 30.04.2004.

Аддрукавана ў лабараторыі паліграфіі ўстановы адукацыі  
«Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт».  
220050. Мінск, Свядлова, 13.  
ЛП № 02330/0056739 ад 22.01.2004.