



РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА
УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ ВО СКОПЈЕ
Факултет за дизајн и технологии на мебел и
ентериер - Скопје



Д-р Бранко Д. РАБАЏИСКИ

Д-р Горан Б. ЗЛАТЕСКИ



ХИДРОТЕРМИЧКА ОБРАБОТКА НА ДРВОТО II ДЕЛ ПЛАСТИФИКАЦИЈА НА ДРВОТО

СКОПЈЕ, 2015

Д-р Бранко Д.РАБАЏИСКИ
Д-р Горан Б. ЗЛАТЕСКИ

D-r Branko D.RABADJISKI
D-r Goran B. ZLATESKI

ХИДРОТЕРМИЧКА
ОБРАБОТКА
НА ДРВОТО

HIDROTHERMAL
PROCESSING
OF THE WOOD

II ДЕЛ

II PART

ПЛАСТИФИКАЦИЈА
НА ДРВОТО

WOOD
PLASTIFICATION

ПРЕДГОВОР

Следејќи ги досегашните достигнувања на полето на пластификацијата на дрвото по пат на парење, варење, потоа со хемиски средства, електрична енергија, како и со други средства и методи, се одлучивме прибраните сознанија да ги публикуваме во учебник насловен како ХИДРОТЕРМИЧКА ОБРАБОТКА НА ДРВОТО, II ДЕЛ, ПЛАСТИФИКАЦИЈА НА ДРВОТО.

Ова издание ќе послужи на студентите на Факултетот за дизајн и технологии на мебел и ентериер да ја совладаат материјата предвидена според наставната програма, но исто така ќе им биде од помош и на дипломираните инженери кои работат во дрвноиндустријските капацитети во производните процеси при пластификацијата на дрвото.

Со почит ја изразуваме нашата благодарност кон рецензентите д-р Владимир Кољозов и д-р Зоран Трпоски, професори на Факултетот за дизајн технологии на мебел и ентериер во Скопје при Универзитетот „Св.Кирил и Методиј“ во Скопје, кои го прегледаа ракописот и дадоа корисни сугестии за подобрување на неговиот квалитет.

Свесни дека сите сознанија на полето на пластификацијата на дрвото до крај не се исцрпени, добронамерните сугестии ќе помогнат за подобрување на квалитетот на идните изданија како учебник или во форма на прирачник.

Авторите

СОДРЖИНА

1. ВОВЕД	1
2. ОПШТО ЗА ТОПЛИНСКАТА ОБРАБОТКА НА ДРВОТО	2
3. ДРВО И ТОПЛИНА	5
3.1. Специфична топлина на дрвото	5
3.2. Топлинска спроводливост на дрвото	6
3.3. Константа на спроводливост на топлина	8
3.4. Коефициент на премин на топлина	9
3.5. Коефициент на оддавање на топлина	9
4. ТОПЛИНСКИ ПРОМЕНИ	11
4.1. Стационарни топлински промени	11
4.2. Нестационарни топлински промени	13
5. МЕТОДИ ЗА ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА ТЕМПЕРАТУРНИТЕ ПРОМЕНИ ВО ДРВОТО	15
5.1. Температурни промени во дрвото во фаза на загревање	15
5.1.1. Метод на Ф. Колман (F. Kollmann)	15
5.1.1.1. Правоаголен напречен пресек - варијанта (I)	16
5.1.1.2. Правоаголен напречен пресек - варијанта (II)	17
5.1.1.3. Квадратен напречен пресек	17
5.1.1.4. Кружен напречен пресек	18
5.1.2. Метод на П.В. Соколов	20
5.2. Температурни промени во дрвото во фаза на ладење	22
6. ПЛАСТИФИКАЦИЈА НА ДРВОТО	24
6.1. Топлинска пластификација на дрвото	27
6.1.1. Парење на дрвото	27
6.1.1.1. Парење на трупци и призми	32
6.1.1.2. Температурен циклус на парење на трупци и призми	33
6.1.1.3. Времетраење на парење на трупци и призми	35
6.1.1.4. Режици за парење на трупци и призми	37
6.1.1.5. Уреди за парење на трупци и призми	40
6.1.1.6. Техника на работа	44

6.1.1.7. Методи на парење на трупци и призми	45
6.1.1.7.1. Индиректно парење на трупци и призми	45
6.1.1.7.2. Директно парење на трупци и призми	46
6.1.1.8. Предности и недостатоци на индиректното и директното парење	48
6.1.1.9. Капацитет и број на јами за парење на трупци и призми	48
6.1.1.10. Топлина за пластификација на дрвото	50
6.1.1.11. Техничко-технолошка анализа на јама за парење на трупци	55
6.1.1.12. Парење на бичени сортименти	61
6.1.1.13. Парилници за парење на бичени сортименти	63
6.1.1.13.1. Комори за парење на бичени сортименти	63
6.1.1.13.2. Јами за парење на бичени сортименти	68
6.1.1.14. Своно за парење на бичени сортименти	70
6.1.1.15. Автоклави за парење на бичени сортименти	72
6.1.1.16. Методи за парење на бичени сортименти	75
6.1.1.16.1. Директно парење на бичени сортименти	75
6.1.1.16.2. Индиректно парење на бичени сортименти	77
6.1.1.17. Технолошка подготовка и циклус на парење на сортименти	79
6.1.1.18. Опрема на комора	82
6.1.1.18.1. Топлинска инсталација на комора	82
6.1.1.18.2. Опрема за контрола на работата на комората	89
6.1.1.18.3. Транспортана опрема	90
6.1.1.18.4. Останата опрема	91
6.1.1.19. Предности и недостатоци во конструктивните форми на парилниците	91
6.1.1.20. Режији за парење на бичени сортименти	93
6.1.1.21. Грешки при парење на бичени сортименти	96
6.1.1.22. Техничко-технолошка анализа на парилница за парење на бичени сортименти	97
6.1.1.23. Потрошувачка на водена пара	118
6.1.2. Вареење на дрвото	120

6.1.2.1. Методи и режими за варење на дрвото	121
6.1.2.2. Уреди за варење на дрвото	124
6.1.2.3. Капацитет и број на базени за варење на дрвото	127
6.1.2.4. Топлина за пластификација при варење на дрвото	129
6.1.2.5. Техничко-технолошка анализа на базен за варење на дрвото	133
6.1.4. Особини на пареното и вареното дрво	140
6.1.4.1. Промена на својствата на дрвото при парење и варење	140
6.1.4.2. Брзина на сушење на пареното дрво	145
6.1.4.3. Механичка обработка на пареното дрво	145
6.1.4.4. Постојаност (трајност) на пареното дрво	146
6.1.4.5. Експлоатациони особини на пареното дрво	147
7. ПЛАСТИФИКАЦИЈА НА ДРВОТО СО ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА	149
8. ПЛАСТИФИКАЦИЈА НА ДРВОТО СО ХЕМИСКИ СРЕДСТВА	151
8.1. Пластификација на дрвото со амонијак	152
9. ПЛАСТИФИКАЦИЈА НА ДРВОТО ЗА СВИТКУВАЊЕ	155
9.1. Топлинска обработка на дрвото	155
9.2. Свиткување на дрвото	159
9.3. Методи за свиткување на дрвото	160
9.4. Термичко сушење	162
10. ЛИТЕРАТУРА	163
11. КАРАКТЕРИСТИЧНИ ПОИМИ	165
12. ПРИЛОЗИ	171
Прилог - 1 : Топлински вредности на некои материјали	
Прилог - 2 : Густина на дрвото	
Прилог - 3 : Параметри на сува заситена пара	
Номограми : 1 - 5	

1.ВОВЕД

Првите почетоци на пластификација на дрвото датираат од средината на триесетите години на XX-от век. Тогаш за прв пат бичени сортименти се третирани со водена пара и нормален барометарски притисок во сидани објекти кои покасно го добиле името парилници.

Исто така, историјата кажува дека во овој период се отпочнати во Русија, Канада и Скандинавските земји првите опити за пластификација на дрвото по пат на варење, во т.н. јами за варење на дрвото, при што како медиум за варење се користени термални чисти води со различна температура.

Имајќи предвид дека со технолошките постапки парење и варење се постигнуваат две значајни позитивни промени на дрвото, како што се негово обојување и неминовната пластификација на дрвните влакна, веќе од средината на 1950 година почнува да се применуваат директните и индиректните методи за пластификација на дрвото за подобрување на неговите особини. Подобрувањето се манифестира во однос на побрзото сушење на бичените сортименти по природен пат, подобрување на механичките својства, намалување на отпорите на бичење, сечење и лупење на фурнирски листови, ентомолошка и фитопатолошка заштита итн.

Презентираната материја е поделена на области, поглавја и потпоглавја, кои формираат заедничка поврзаност во една целина.

Во учебникот е внесена содржина која се однесува за врската помеѓу дрвото и топлината, топлинските промени и методите на нивно пресметување, пластификацијата на дрвото по пат на парење, варење, со примена на електрична енергија и хемиски средства, поткрепено со термодинамичките процеси и соодветната автоматизација, како и потребните прилози и литература.

2. ОПШТО ЗА ТОПЛИНСКАТА ОБРАБОТКА НА ДРВОТО

Под поимот топлинска обработка на дрвото се подразбира загревање на дрвото во сурова состојба под дејство на некој медиум (заситена водена пара, топла вода и сл.), со цел да се променат неговите физички, механички и естетски својства.

Основната задача на топлинската обработка е измена на топлината во дрвото при најмала можна промена на влагата во него.

Целите на топлинската обработка можат да бидат различни и се во тесна врска со технолошките процеси.

Во индустриската преработка на дрвото топлинската обработка значајно место завзема при:

- омекнување на дрвото т.е. пластификација на суровината за изработка на сечен или лупен фурнир, со што се постигнува намалување на отпорите на силите во технологијата на изработката;
- парење на бичената граѓа (пред се од бука) за изедначување на бојата меѓу лажната срцевина и беловината;
- пластификација на дрвото за свиткување и пресување (производство на свиткан мебел, столови, сувенири, слоевити плочи, амбалажа и сл.)
- намалување на внатрешните напрегања во дрвото;
- намалување на хигроскопните својства на дрвото и покачување на стабилноста на димензиите;
- лепење на дрвото и сл.

Во однос на размената на топлината во зависност од температурата, карактерот на медиумот и предметот на обработка (дрвото), топлинската обработка се класифицира како:

- **контактна топлинска обработка.** Претставува размена на топлината меѓу грејното тело (плоча) и предметот за обработка (дрво).
- **конвективна топлинска обработка.** Зависно од применетиот работен медиум се дели на:

а) парење при атмосферски и при покачен притисок. Како медиум за парење се користи заситена водена пара. Целта е облагородување, пластификација и промена на бојата на дрвото.

б) варење. Медиумот за варење е жешка или топла вода, а целта е пластификација, стерилизација, намалување на силите на отпорот при механичката обработка и промена на бојата на дрвото.

в) зрачење (диелектрична топлинска обработка) и

г)загревање со електрична струја (високофреквентна топлинска обработка - VFTO).

Носители на медиумот за загревање при топлинската обработка на дрвото се: водената пара, врела вода, термостабилни чисти масла, инфрацрвени зраци, истонасочна или наизменична струја и сл. Најчесто применувани носители на топлината се сметаат водената пара, врелата вода и термо-маслата кои во поново време најдоа примена и во дрвната индустрија.

Сепак, со оглед дека водена пара во практиката е најприменуван носител на топлината која се користи во топлинската обработка на дрвото, ќе се потсетиме на некои основни физички особини во однос на нејзината агрегатна состојба.

Водената пара, чиста или во смеса со воздухот, зависно од содржината на влагата може да биде:

- **влажна водена пара,**
- **сува заситена водена пара и**
- **прегреана водена пара.**

Влажната пара е заситена водена пара која содржи ситни капки вода, по боја бела, во форма на магла и ретко се користи како топлински медиум.

Сува заситена водена пара е пара чија температура е еднаква со температурата на вриечката вода при соодветен притисок. Таа е во фазна рамнотежа со течноста од која е образувана, без боја и не се гледа. Со наголемување на температурата на парата, расте и притисокот на заситеноста.

Прегреана водена пара е состојба на парата која при нормален атмосферски притисок е со температура поголема од 100°C . Таа е прозирна и без боја.

3. ДРВО И ТОПЛИНА

Целта на топлинската обработка на суровото дрво е промена на неговите својства (физички, механички и естетски) под влијание на некој медиум, најчесто заситена водена пара или топла вода.

Топлинските својства кои се од битно значење за способноста на дрвото за топлинска обработка се карактеризираат со:

- **специфична топлина на дрвото,**
- **топлинска спроводливост на дрвото,**
- **константа на спроводливост на топлина,**
- **коэффициент на премин на топлина и**
- **коэффициент на оддавање на топлина.**

3.1. Специфична топлина на дрвото

Под поимот специфична топлина на дрвото се подразбира количество на топлина потребно 1,0 kg материја да се загрее за 1,0°C.

Се пресметува според формулата:

$$C = \frac{Q}{m \cdot (t_p - t_k)} \dots\dots\dots (1)$$

C - специфична топлина на дрвото, (kJ/kg°C)

Q - количество на топлина, (kJ)

m - материја, (kg)

t_p - почетна температура, (°C)

t_k - крајна температура, (°C)

Специфичната топлина не зависи од дрвниот вид и густината на дрвото, туку таа е во тесна врска со температурата и влажноста на дрвото.

Зависноста од температурата има линеарен карактер, така што стварната специфична топлина се пресметува според равенката:

$$C = 1,112 + 0,00694 \cdot t \dots\dots\dots (2)$$

t - температура, (°C)

За технички пресметки во температурен опсег помеѓу 0°C и 100°C, средната специфична топлина се одредува според формулата:

$$C_1 = \frac{1}{t} \int C \cdot dt$$

$$C_1 = \frac{1}{t} \int_0^{100} (1,112 + 0,00694 \cdot t) \cdot dt \dots\dots\dots(3)$$

C₁- средна специфична топлина, (kJ/kg⁰C)

Во температурен интервал од 0°C до 100°C за апсолутно суво дрво средната специфична топлина изнесува 1,354 kJ/kg⁰C; за вода 4,186 kJ/kg⁰C; воздух 1,005 kJ/kg⁰C; целулоза 1,550 kJ/kg⁰C; јаглен 0,669 kJ/kg⁰C итн.

Средната специфична топлина се менува и со промена на влажноста во дрвото.

Се изразува со равенката:

$$C_x = x \cdot W_1 \cdot (1 - x) \cdot C_0 \dots\dots\dots(4)$$

C_x- средна специфична топлина при промена на влагата, (kJ/kg⁰C)

x - степен на влажност на дрвото, (kg/kg)

W₁ - комерцијална влажност на дрвото, (kg/kg)

C₀ - средна специфична топлина на дрвото во апсолутно сува состојба, (kJ/kg⁰C)

Со оглед на тоа што средната специфична топлина на водата (C₁ = 4,186 kJ/kg⁰C) е поголема од средната специфична топлина на дрвото во апсолутно сува состојба (C₀ = 1,354 kJ/kg⁰C), врската е воспоставена со равенството:

$$C_2 = \frac{W}{1+W} \cdot C_1 + (1 + \frac{W}{1+W}) \cdot C_0$$

$$C_2 = \frac{W \cdot C_1 + C_0}{1+W} = \frac{4,186 \cdot W + 1,354}{1+W} \dots\dots\dots(5)$$

C₂- специфична топлина на дрвото при одредена влажност, (kJ/kg⁰C)

W - влажност на дрвото, (kg/kg)

4.2 Топлинска спроводливост на дрвото

Топлинската спроводливост на дрвото се пресметува според формулата:

$$\lambda = \frac{Q \cdot s}{F \cdot Z \cdot (t_2 - t_1)} \dots\dots\dots(6)$$

- λ - топлинска спроводливост на дрвото, (W/m² °C)
- Q - топлинска енергија (количество на топлина), (kJ)
- s - дебелина на дрвото, (m)
- F - површина на дрвото, (m²)
- Z - време, (h)
- (t₂ - t₁) - температурна разлика меѓу површините на дрвото, (°C)

Врз големината на топлинската спроводливост на дрвото како анизотропен материјал, во зависност од насоката на движење на топлината влијаат повеќе фактори, од кои позначајни се:

- **видот на дрвото,**
- **густината на дрвото,**
- **насоката на протегање на дрвните влакна,**
- **температурата и**
- **влажност во дрвото.**

Со наголемување на густината, влажноста и температурата, се зголемува и топлинската спроводливост. Во однос на протегањето на дрвните влакна топлинската спроводливост има најголема вредност во надолжна насока и инесува, $\lambda_l = 0,06 \div 0,043$ (W/m² °C), помала во радијална, $\lambda_r = 0,047 \div 0,029$ (W/m² °C) и најмала во тангенцијална насока, $\lambda_t = 0,046 \div 0,026$ (W/m² °C).

Топлинската спроводливост е во директна корелација со влажноста во дрвото. Кога е познат коефициентот на спроводливост на топлина " λ_0 ", при влажност во дрвото $W = 0,0$ %, по математички пат врз основа на формулата што следува може да се определи топлинската спроводливост :

$$\lambda_w = \lambda_0 \cdot c (1 + 1,65 \cdot W) \dots\dots\dots(7)$$

Кога е позната вредноста на коефициентот на спроводливост на топлина " λ_1 " за влажност на дрвото " W_1 ", коефициентот на спроводливост на топлина " λ_2 " се пресметува:

$$\lambda_2 = \lambda_1 \cdot [1 - 0,0125 \cdot (W_1 - W_2)] \dots\dots\dots(8)$$

3.3. Константа на спроводливост на топлина

Константата на спроводливост на топлина се дефинира како брзина на спроведување на топлина во дрвото. Се означува со "а" и изразува во m^2/s .

За математичка пресметка се користи формулата:

$$a = \frac{\lambda}{C \cdot \rho} \dots\dots\dots(9)$$

- а - константа на спроводливост на топлина, (m^2/s)
- λ - топлинска спроводливост на дрвото, $(W/m^2 \text{ } ^\circ C)$
- С - специфична топлина на дрвото, $(kJ/kg \text{ } ^\circ C)$
- ρ - густина на дрвото, (kg/m^3)

Вредностите за константата на спроводливост на топлина (а), зависно од влажноста (W), густината на дрвото (ρ), густина на дрвото при определена влажност (ρ_w), специфичната топлина (С) и топлинската спроводливост на дрвото (λ), се прикажани во табелата 1.

Табела 1. Вредности на константата на спроводливост на топлина

Густина на дрвото ρ(g/cm ³)	Влажност на дрвото W (%)	Густина на дрвото ρ _w (g/cm ³)	Топлинска спроводливост на дрвото λ (W/m ² °C)	Специфична топлина на дрвото С (kJ/kg °C)	Константа на спроводливост на топлина а (m ² /s)
1	2	3	4	5	6
0,20	10	0,217	0,066	1,612	0,00068
	20	0,233	0,074	1,825	0,00063
	30	0,252	0,083	2,009	0,00059
	50	0,287	0,099	2,298	0,00054
	100	0,380	0,142	2,770	0,00052
0,40	10	0,427	0,107	1,612	0,00056
	20	0,451	0,121	1,825	0,00053
	30	0,480	0,134	2,009	0,00050
	50	0,540	0,160	2,298	0,00047
	100	0,720	0,227	2,771	0,00041
0,60	10	0,627	0,144	1,612	0,00051
	20	0,657	0,163	1,825	0,00049
	30	0,690	0,180	2,009	0,00047
	50	0,776	0,216	2,298	0,00044
	100	1,030	0,307	2,771	0,00038

0,80	10	0,825	0,181	1,162	0,00049
	20	0,846	0,205	1,825	0,00048
	30	0,880	0,227	2,009	0,00046
	50	0,985	0,272	2,298	0,00043

3.4. Коефициент на премин на топлина

Коефициентот на премин на топлина се означува со "K", а изразува во (W/m² °C). Го дефинира количеството на топлина кое при тело од потопла преминува кон поладна површина.

Топлината која од потоплата страна (површина) преминува кон поладната страна на некое тело се пресметува според формулата:

$$Q = K \cdot F_1 \cdot (t_2 - t_1) \dots\dots\dots(10)$$

- Q - количество на топлина, (W)
- K - коефициент на премин на топлина, (W/m² °C)
- F₁ - површина низ која топлината преминува, (m²)
- t₂ - температура на потоплата страна на телото (сид), (°C)
- t₁ - температура на поладната страна на телото (сид), (°C)

Коефициентот на премин на топлина се пресметува според изразот:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots\dots\dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_2}} \dots\dots\dots (11)$$

или

$$K = \frac{Q}{F \cdot (t_2 - t_1)} \dots\dots\dots (12)$$

3.5 Коефициент на оддавање на топлина

Коефициентот на оддавање на топлина се означува со "α" , а изразува во W/m² °C.

Се дефинира од основната формула за оддадено количество на топлина (Q₁), прикажана со изразот:

$$Q_1 = \alpha \cdot F_2 \cdot (t_3 - t_4) \dots\dots\dots(13)$$

$$\alpha = \frac{Q_1}{F_2 \cdot (t_3 - t_4)} \dots\dots\dots(14)$$

- Q_1 - оддадено количество на топлина, (W)
- α - коефициент на оддавање на топлина, (W/m² °C)
- F_2 - површина на дрвото која се загрева или лади, (m²)
- t_3 - температура на водената пара или водата, (°C)
- t_4 - температура на површината на телото (дрвото), (°C)

Коефициентот на оддавање на топлина го бележи количеството на топлина кое при мирно струење на водената пара, водата или воздухот поминува низ 1,0 m² површина на дрвото, за време од 1,0 s, при разлика на температурата од 1,0°C.

4. ТОПЛИНСКИ ПРОМЕНИ

Во науката за термодинамиката се дефинирани и познато е дека постојат два вида на топлински промени и тоа:

- **стационарни топлински промени и**
- **нестационарни топлински промени.**

4.1. Стационарни топлински промени

Стационарните топлински промени се карактеризираат со постојаност на температурното поле во единица време. Тоа значи дека температурата при топлинската обработка во секоја точка на телото (дрвото) останува непроменета.

Стационарните топлински промени претставуваат основа за пресметка на загубите во топлина кај техничките уреди, како и за пресметка на топлинската моќност на уредите за изменување на топлината.

Како пример може да се посочи предавањето на топлината од една средина со постојана температура во друга средина со постојана температура низ еднослојна површина (сид) со константна дебелина, повеќеслојна површина со константна дебелина, како и за цилиндрична еднослојна и повеќеслојна површина. Температурите на двете средини се постојани (непроменливи).

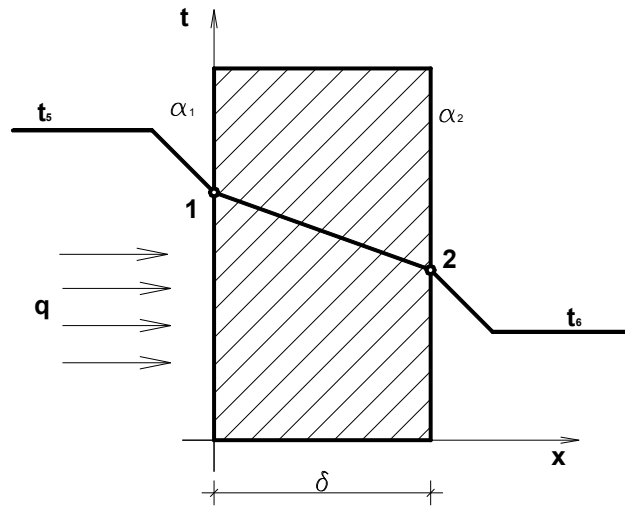
Преминувањето на топлината низ еднослоен сид е прикажано на сликата 1.

Топлинскиот проток е дефиниран со изразот:

$$q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} (t_5 - t_6) \dots\dots\dots 15)$$

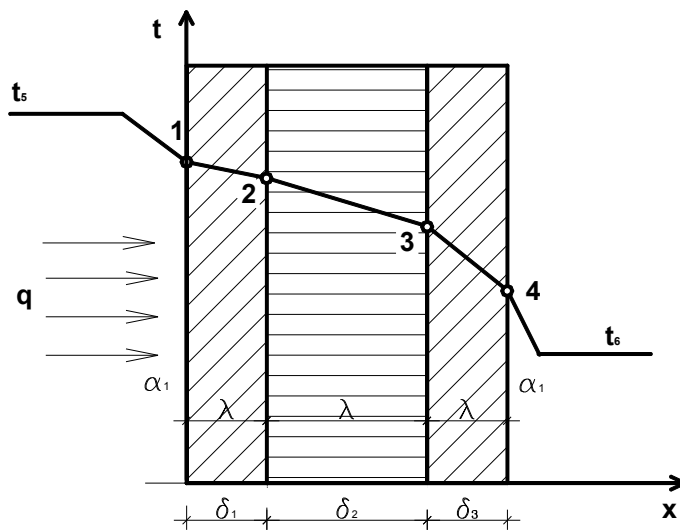
- q - топлински проток, (W/m²)
- α₁, α₂ - коефициент на оддавање на топлина на двете површини на сидот, (W/m² °C)
- δ - дебелина на сидот, (m)
- λ - топлинска спроводливост, (W/m² °C)

t_5 и t_6 - температура на флуидот пред сидот и по него, ($^{\circ}\text{C}$)



Слика 1. Преминување на топлината низ еднослоен сид

Преминувањето на толината низ повеќеслоен сид е прикажано на сликата 2.



Слика 2. Преминување на топлината низ повеќеслоен сид

Топлинскиот проток е дефиниран со изразот:

$$q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} (t_5 - t_6) \dots\dots\dots (16)$$

$\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_i$ - дебелина на слоевите на сидот, (m)

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_i$ - топлинска спроводливост, $(W/m^2 \text{ } ^\circ C)$

Преминувањето на топлината низ цилиндричен двослоен цевковод (паровод) се пресметува според изразот:

$$q = \frac{t_5 - t_6}{\frac{1}{\pi \cdot d_1 \cdot \alpha_1} + \frac{1}{2,73 \cdot \lambda_1} \lg \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2,73 \cdot \lambda_2} \lg \frac{d_3}{d_2} + \frac{1}{\pi \cdot d_3 \cdot \alpha_2}} \dots (17)$$

d_1 - внатрешен дијаметар на првиот слој, (m)

d_2 - надворешен дијаметар на првиот слој, (m)

d_3 - внатрешен дијаметар на вториот слој, (m)

Преминувањето на топлината низ цилиндричен повеќеслоен цевковод (паровод) се пресметува според изразот:

$$q = \frac{t_5 - t_6}{\frac{1}{\pi \cdot d_4 \cdot \alpha_3} + \sum \frac{1}{2,73 \cdot \lambda_i} \lg \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\pi \cdot d_5 \cdot \alpha_4}} \dots (18)$$

d_4 - надворешен дијаметар, (m)

d_5 - внатрешен дијаметар, (m)

α_3 - коефициент на оддавање на топлина кон внатрешната страна на цевководот, $(W/m^2 \text{ } ^\circ C)$

α_4 - коефициент на оддавање на топлина од површината на цевководот кон работната средина, $(W/m^2 \text{ } ^\circ C)$

4.2. Нестационарни топлински промени

Нестационарните топлински промени се карактеризираат со променливост на температурното поле по време и простор.

Процесите на загревање или ладење на тврдите тела, меѓу кои спаѓа и дрвото, кои се во просторна средина со температура различна од почетната температура на телото, како и промена на тој однос по време и простор, се вбројуваат во карактеристични

нестационарни текови на топлината. Типичен нестационарен процес е загревањето на дрвото.

За хомогени и анизотропни тела промената на температурата во некоја материјална точка може да се изрази со диференцијалната равенка на Фурие:

$$\frac{\partial t}{\partial z} = a \cdot \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \dots\dots\dots (19)$$

- t - температура (°C)
- z - време, (s); (h)
- x; y; z - координати на материјалната точка,
- a - константа на спроводливост на топлина, (m²/s)

Кога една од димензиите е бескрајно голема, на пример неограничено долго стебло во кое температурата се менува во рамнина нормална на надолжната оска, тогаш топлинската спроводливост во надолжна насока е занемарлива, равенката се упростува и добива форма:

$$\frac{\partial t}{\partial z} = a \cdot \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} \right) \dots\dots\dots (20)$$

5. МЕТОДИ ЗА ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА ТЕМПЕРАТУРНИТЕ ПРОМЕНИ ВО ДРВОТО

За пресметка на температурните промени во дрвото свои методи изнеле Колман Ф. (Kollmann F.), Меклин Ј.Д. (Maclean J.D.), Кротов Е.Г. и Соколов П.В. Појдовна основа кај сите предложени методи е фуриевата диференцијална равенка за нестационарни топлински промени. Во натамошната обработка на материјата на ова тематско подрачје особено внимание ќе биде посветено кон методите на Колман Ф. (Kollmann F.) и Соколов П.В. заради нивната точност, едноставност и практична применливост.

5.1. Температурни промени во дрвото во фаза на загревање

Температурните промени во дрвото во фазата на загревање се анализирани според методите на Колман Ф. (Kollmann F.) и Соколов П.В.

5.1.1. Метод на Колман Ф. (Kollmann F.)

За практична примена Колман Ф. (Kollmann F.) /13/, предлага упростување на диференцијалната равенка на Фурие, претставена со основниот израз:

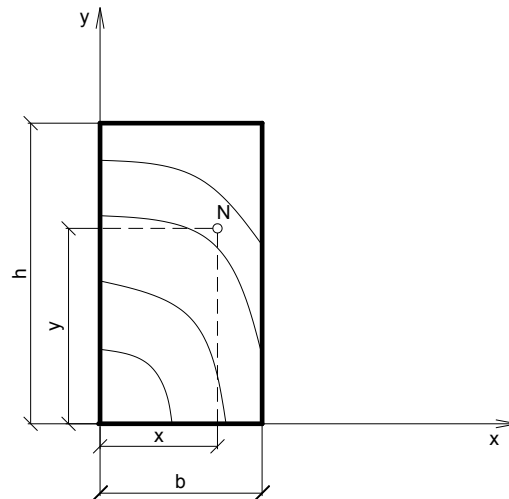
$$\frac{\delta t}{\delta z} = a \cdot \left(\frac{\delta^2 t}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 t}{\delta y^2} \right) \dots \dots \dots (21)$$

При загревањето на дрвото (призма, слика 3), топлината поминува во сите анатомски насоки. Најмало е во надолжна насока и може да се занемари. Имајќи предвид дека димензијата „x“, односно „y“ ја одредува анатомската насока (димезнии во радијална и тангенцијална насока), изразот (21) се модифицира во:

$$\frac{\delta t}{\delta z} = a_r \cdot \left(\frac{\delta^2 t}{\delta x^2} + a_t \frac{\delta^2 t}{\delta y^2} \right) \dots \dots \dots (22)$$

a_r - константа на спроводливост на топлина во радијална насока, (m^2/s)

a_t - константа на спроводливост на топлина во тангенцијална насока, (m^2/s)



Слика 3. Правоаголен напречен пресек-призма, b) дебелина на призма, h) височина на призма, N) точка која се загрева, x и y) координати на точката „N”

Со доволна точност за технички пресметки температурата на загреаност на некоја точка со координати на правоаголен, квадратен или кружен напречен пресек, односно за призма, трупец, се пресметува на неколку начини.

5.1.1.1. Правоаголен напречен пресек - варијанта (I)

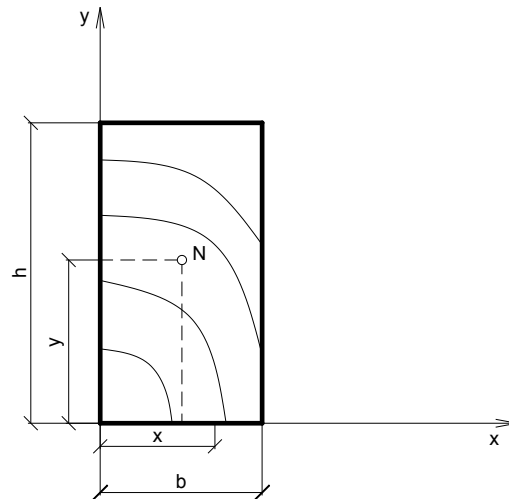
Повикувајќи се на сликата 3, точката која се загрева "N" е произволна и е со координати "x" и "y". Следува изразот:

$$t_7 = t_8 + (t_0 - t_8) \cdot \frac{16}{\pi^2} \left[e^{-\pi^2 z_1 \left(\frac{a_r}{b^2} + \frac{a_t}{h^2} \right)} \cdot \sin \frac{\pi \cdot x}{b} \cdot \sin \frac{\pi \cdot y}{h} \right] \dots \dots \dots (23)$$

- t_7 - температура на третираната точка во дрвото, (°C)
- t_8 - температура на медиумот за загревање, (°C)
- t_0 - почетна температура на дрвото, (°C)
- e - основа на природен логаритам, (e = 2,71828)
- $b; h$ - димензии на призма, (m)
- $x; y$ - координати на точката "N", (m)
- z_1 - време на постигнување на температурата во точката "N", (s)

5.1.1.2. Правоаголен напречен пресек - варијанта (II)

Според оваа варијанта точката која се загрева "N" е сместена во средина на напречниот пресек на дрвото (призма) и во однос на димензиите ("b" и "h") по апцисата и ординатата е со соодветни координати (слика 4).



Слика 4. Правоаголен напречен пресек-призма, b) дебелина на призма, h) височина на призма, N) точка која се загрева, x и y) координати на точката "N"

Бидејќи:

$$x = \frac{b}{2}; \quad y = \frac{h}{2}.$$

$$\sin \frac{\pi \cdot x}{b} = \sin \frac{\pi \cdot \frac{b}{2}}{b} = \sin \frac{\pi}{2} = 1$$

$$\sin \frac{\pi \cdot y}{h} = \sin \frac{\pi \cdot \frac{h}{2}}{h} = \sin \frac{\pi}{2} = 1$$

равенката е во облик:

$$t_7 = t_8 + (t_0 - t_8) \cdot \frac{16}{\pi^2} \cdot e^{-\pi^2 z_1 \left(\frac{a_r}{b^2} + \frac{a_t}{h^2} \right)} \dots\dots\dots(24)$$

5.1.1.3. Квадратен напречен пресек

За пресметка на температурата на загреаност во некоја точка "M" со координати "x" и "y", според Колман Ф. (Kollmann F.) /13/, се користи равенката:

$$t_7 = t_8 + (t_0 - t_8) \cdot \frac{16}{\pi^2} \cdot e^{\frac{-2\pi^2 \cdot z_1 \cdot a_s}{b^2}} \cdot \sin \frac{\pi \cdot x}{b^2} \dots\dots\dots(25)$$

a_s - средна вредност на константата на спроводливост на топлина, (m^2/s)

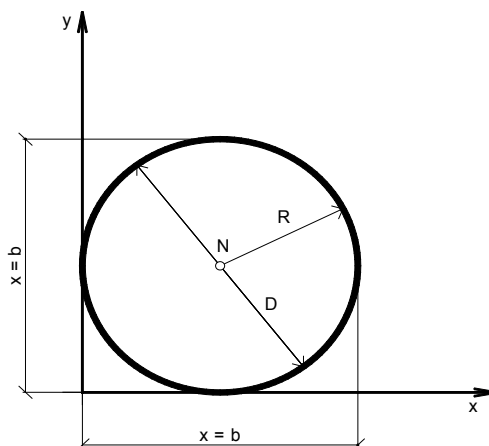
Во случај кога е позната температурата на третираната точка или сегмент, потребното време за парење или варење на суровината (дрвото) се пресметува според изразот:

$$z_1 = \frac{\ln\left(\frac{\frac{t_7 - t_8}{t_0 - t_8} \cdot \frac{\pi^2}{16}}{\sin \frac{\pi \cdot x}{b} \cdot \sin \frac{\pi \cdot y}{h}}\right)}{-\pi^2 \left(\frac{a_r}{b^2} + \frac{a_t}{h^2}\right)} \dots\dots\dots(26)$$

При пресметување на времето за кое е потребно да се постигне температура на загреаност во точката или сегментот во централниот дел на квадратниот пресек на призмата, кога $x = b/2$ и $y = h/2$, се користи формулата:

$$z_1 = \frac{\ln\left(\frac{t_7 - t_8}{t_0 - t_8} \cdot \frac{\pi^2}{16}\right)}{-\pi^2 \left(\frac{a_r}{b^2} + \frac{a_t}{h^2}\right)} \dots\dots\dots(27)$$

5.1.1.4. Кружен напречен пресек



Слика 5. Кружен напречен пресек - трупец, R) полупречник на трупецот, D) дијаметар на трупецот, N) точка која се загрева

Бидејќи:

$x = b = y = h = D$, а точката на загревање не е во центарот на пресекот равенката ја има формата:

$$t_7 = t_8 + (t_0 - t_8) \cdot \frac{16}{\pi^2} \cdot e^{-\pi^2 z_1 \left(\frac{a_r - a_t}{D^2}\right)} \cdot \sin \frac{\pi \cdot x}{b} \cdot \sin \frac{\pi \cdot y}{h} \dots\dots\dots(28)$$

Исто така, при кружен напречен пресек, но кога бараната точка на загревање (на пример, "N") е со координати во центарот на пресекот, математички пресметката се врши врз основа на изразот:

$$t_7 = t_8 + (t_0 - t_8) \cdot \frac{16}{\pi^2} \cdot e^{-\pi^2 z_1 \left(\frac{a_r - a_t}{D^2}\right)} \dots\dots\dots(29)$$

Наведените изрази служат за пресметување на температурата на некоја точка во дрвото при познато време на загревање и обратно.

Меѓутоа, за практично аплицирање на изразите потребно е да се земат предвид или потврдат следниве елементи:

- условите на грејната средина,
- димензиите на суровината (трупец, призма и сл.),
- координати на точката или сегментот,
- карактеристики на дрвниот вид,
- вредност на константата на спроводливост на топлина ,
- коефициент на топлинска спроводливост (коригиран во однос на содржината на влагата во дрвото и температурата) и
- температура по пресекот на трупецот или призмата.

Температурата по пресекот на дрвото (трупец или призма) е променлива големина по време. Просечната температура (позната и како "бездимензионална температура", "температурен критериум" или "коефициент"), се пресметува според формулата:

$$\theta = \frac{t_0 + t_8 + t_7 + t_8}{4} = t_{kor} \dots\dots\dots(30)$$

θ - бездимензионална температура и

t_{kor} - коригирана температура, ($^{\circ}C$)

Коригираната температура се пресметува според формулата:

$$t_{kor} = \frac{t_8 + t_0}{2} \dots\dots\dots(31)$$

5.1.2. Метод на Соколов П.В.

Во споредба со методот на Колман Ф. (F. Kollmann F.) чии метод е изразито аналитички, методот на Соколов П.В. е графички и со користење на номограми (графикони) се одредуваат температурните промени во дрвото. Сепак, диференцијалната равенка на Фурие за нестационарен тек на топлината и во овој случај служи како појдовна основа за дефинирање на температурните промени.

Критериумот на Фурие е дефиниран со изразот:

$$F_0 = \frac{a \cdot Z_2}{R^2} \dots\dots\dots(32)$$

F_0 - критериум на Фурие,

a - константа (коефициент) на спроводливост на топлина,

(m^2/s);(m^2/h)

Z_2 - време на загревање,

(s); (h)

R - полупречник на кружен пресек (трупец) или половина, четириаголен или квадратен пресек (призма)

(m)

Вредноста на " F_0 " се отчитува од номограм (1 и 2) за кружни и четвртести пресеци.

Бездимензионалната температура се пресметува по формулата:

$$\theta = \frac{t_8 - t_7}{t_8 - t_0} \dots\dots\dots(33)$$

t_8 - температура на медиумот за загревање,

($^{\circ}C$)

t_7 - температура на третираната точка во дрвото,

($^{\circ}C$)

t_0 - температура на дрвото,

($^{\circ}C$)

Вредностите за бездимензионалната температура се по "y"-оската од номограмот. Влезот по "x" - оската е прикажан со односот " X/R ", односно оддалеченост на точката на загревање од површината на дрвото.

Тргувајќи од основниот израз се пресметува времето на загревање:

$$Z_2 = \frac{F_0 \cdot R^2}{a} \dots\dots\dots (34)$$

Константата (коэффициент) на спроводливост на топлина се пресметува по формулата:

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho} \dots\dots\dots(35)$$

λ - топлинска спроводливост на дрвото, (W/m² °C)
 c - специфична топлина на дрвото, (kJ/kg °C)
 ρ - густина на дрвото, (kg/m³)

Топлинската спроводливост на дрвото се одредува по равенката:

$$\lambda = \lambda_0 \cdot K_x \cdot K_p \dots\dots\dots(36)$$

λ_0 - коэффициент на топлинска спроводливост (W/m² °C), номограм /3/

K_x - коэффициент кој ја дефинира насоката на топлинскиот тек (поправен коэффициент во однос на анатомската насока)

- а) тангенцијална насока $K_{xt} = 1,00$
- б) радијална насока $K_{xr} = 1,15$
- в) надолжна насока $K_{xl} = 1,50 \div 2,50$

Со оглед на тоа дека точно не може да се определат насоките на напречниот пресек (радијална и тангенцијална) се оперира со т.н. "поправен коэффициент", кој претставува средна аритметичка вредност помеѓу коэффициентот на тангенцијална и радијална насока.

Следува:

$$K_x = \frac{K_{xt} + K_{xr}}{2} = \frac{1,0 + 1,15}{2} = 1,075 \dots\dots\dots (37)$$

K_p - коэффициент кој зависи од номиналната густина на дрвото ги има вредностите:

$\rho_{ном} = 0,34; 0,36; 0,38; 0,40; 0,45; 0,50; 0,60; 0,65.$

$K_p = 0,98; 1,00; 1,02; 1,05; 1,12; 1,22; 1,36; 1,86.$

Вредноста за специфичната топлина на дрвото (c) се отчитува од номограмот (4), врз основа на влажноста и просечната температура. За одредување густината на дрвото се користи номограмот (5).

Во случај кога е познато времето на загревање (z_2), а се бара температурата на загреаност на третираната точка, постапката е следна:

- се пресметува вредноста на критериумот "F₀":

$$F_0 = \frac{a \cdot Z_2}{R^2}$$

- користејќи ја пресметаната вредност за критериумот "F₀" и вредноста за "X/R", од номограм 1 се отчитува вредноста за бездимензионалната температура "θ".

- се пресметува температурата на третираната точка во дрвото :

$$\theta = \frac{t_8 - t_7}{t_8 - t_0}$$

оттука,

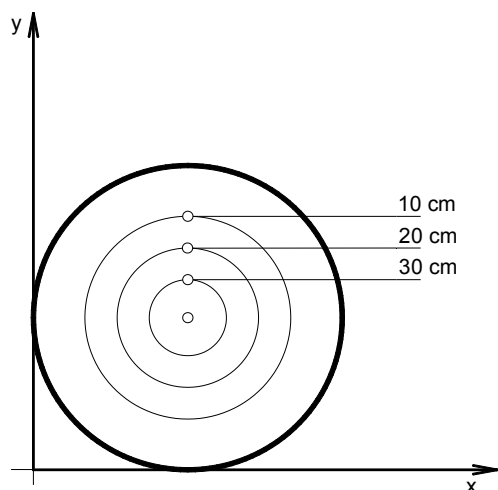
$$t_7 = t_8 - \theta \cdot (t_8 - t_0) \dots\dots\dots (38)$$

5.2. Температурни промени во дрвото во фаза на ладење

Во фазата на загревање, температурата на површината на дрвото (трупец, призма и сл.) е повисока од онаа предвидена со технологијата на загревање, со цел во внатрешните слоеви да се постигне температура потребна за пластификација на дрвната маса.

По прекилот на доведувањето на топлина се очекува ладење на дрвото по целиот пресек. Меѓутоа, очекувањата се спротивни. Во површинските слоеви ладењето е поинтензивно (поинтензивно), додека во внатрешните се случува двојно движење на топлината, односно нејзино понатамошно покачување.

Оваа температурна појава може да се поткрепи и потврди со еден пример на напречен пресек на трупец (Слика 6). На пресекот се прикажани температурните зони од површинските кон внатрешните слоеви кои се на меѓусебно растојание на 10,0 cm. Времето или температурниот интервал на ладење изнесува 4 h.



Слика 6. Растојание на температурните зони

Според промената на температурата во фазата на ладење во временски интервал од 0 до 8 h, во фазата на загревање на дрвото може да се користи температура пониска од 10 до 15⁰C од предвидента на медиумот за загревање. На тој начин се врши заштеда на топлина, а внатрешните слоеви на дрвото ќе се загреат до потребната температура за пластификација. Табела 2.

Табела 2. Температурни промени - фаза на ладење

Време (h)	Температурни зони на растојание		
	10,0 (cm)	20,0 (cm)	30,0 (cm)
0	63	50	40
4	63	54	49
8	62	58	56

6. ПЛАСТИФИКАЦИЈА НА ДРВОТО

Пластификацијата на дрвото преставува сложен технолошки процес при која со користење на топлинската обработка се појавува слабеење на врската меѓу лигнинот и целулозата во средната ламела на ѕидот на клетките.

Пластичното својство на дрвото зависи од повеќе фактори од кои позначајни се:

- порозност на дрвото,
- видот на дрвото,
- старост на дрвото,
- влажност на дрвото и
- температура на дрвото.

За претходно наброените фактори во куси црти може да се изнесе следново:

- во колку порозноста на дрвото е поголема, тогаш и неговите пластични особини се поголеми;

- во однос на дрвниот вид, дрвни видови кои се карактеризираат со добри пластични својства се јасенот, дабот, брестот, буката, врбата (ива) и други;

- беловината (кај буката) е со поголеми пластични својства во споредба со срцевината;

- дрвото со поголема влажност има подобри пластични својства во споредба со она со помала влажност. Меѓутоа, кога дрвото непосредно пред преработката е суво и ако со потопување се тежнее да му се покачи влажноста, можно е при третирање во временски период од 4 h да ја наголеми влажноста од 2,0 до 3,0%, главно концентрирана на челата на дрвото. Од таа причина при производството на лупен или сечен фурнир се настојува да се користи суровина во сурова (влажна) состојба.

- температурата врз пластификацијата на дрвото влијае во одредени граници. Температура повисока од 150⁰C води кон карбонизација на дрвото. При третирањето на дрвото со високи температури дрвните

влакна се размекнуваат и помеѓу нив се губи механичката врска. Конкретно, кај лупените фурнири се појавуваат грешки кои го намалуваат квалитетот на фурнирските платна. Исто така и ниските температури имаат негативно влијание, така што на дрвото се наголемува неговата кртост. Од таа причина, на пример, при изработката на лупен фурнир минималната температура на површината на "рест-ролната" за бор треба да изнесува 15⁰С, за бреза 20⁰С, топола 10⁰С итн.

Пластификацијата се сведува на тоа што цврстите либриформни влакненца при деформацијата се сместат во соседните порозни простори, а при тоа да не се разрушат (скинат). Во колку внатрешното триење при деформацијата е помало, пластичноста е поголема. Внатрешните триења се намалуваат со покачување на влажноста и температурата во дрвото.

На таа основа се создадени методи за наголемување на пластичноста на дрвото, а кои се искористени при изработката на лупен и сечен фурнир.

Еден од практичните методи е потопување на суровината (трупците) во вода. Технолошки, според овој метод, се добиваат квалитетни фурнири со дебелина до 1,5 mm.

При изработката на фурнирите со дебелина над 1,5 mm, пластификацијата на суровината се врши со хидротермичко третирање по пат на парење или варење на трупците. Парењето и варењето во светски рамки како технолошки процеси се најмасовно користени методи за пластификација на дрвото. Како медиуми се користат заситена водена пара и жешка вода.

Дрвото како нехомогена материја се пластифицира:

- топлински
- хемиски и
- механички.

При пластификацијата со помош на топлина, битно е во дрвото да не се менува оптималното минимално количество на содржина на вода кое изнесува од 25,0 до 30,0%. Најчесто во

постапките за загревање на дрвото како медиуми се користат жешка вода, водена пара и високофреквентна струја (VFS-загревање).

Со постапката "загревање со жешка вода" се постигнуваат послаби резултати заради појава на нееднолична влажност во дрвото, додека при парењето промена на оптималната влажност не постои и дрвото се манифестира со квалитетни пластични особини. Максималната температура за пластификација на надворешните слоеви, според Колман Ф. (Kollmann F.) /13/, не е поголема од 100⁰C, а за внатрешните до 70⁰C. При толинската подготовка на трупците за изработка на лупен фирнир или призмите за производство на сечени фурнирски листови со пластификацијата се постигнува омекнување на дрвните влакна и со користење на помала енергија (заштеда на енергијата во технологијата на преработката), се добиваат фурнири со квалитетни својства. Исто така, кората полесно се лупи, а во исто време настанува и промена, односно изедначување на бојата на дрвото.

Бичените сортименти се парат со водена пара чија температура не е поголема од 100⁰C. Со покачување на притисокот и температурата се скусува времето на парење. Емпириски загревањето трае од 1 до 2 h, за секое наголемување на дебелината на сортиментот по 25,0 mm.

Хемиската пластификација на дрвото се постигнува со користење на амонијак или карбамид.

Механички дрвото се пластифицира така што најпрвин се пари и во загреана или оладена состојба со користење на специјални направи (шаблони) дрвените елементи се виткаат и го добиваат крајниот облик.

Времетраењето на хидротермичкото третирање за пластификација на дрвото, конкретно во производството на фурнири, зависи од дрвниот вид, дијаметарот на трупецот или димензиите на призмата, температурата на медиумот за загревање, температурата до која се загреваат трупците или призмите, почетната температура и влажноста на дрвото.

6.1. Топлинска пластификација на дрвото

При топлинската пластификација на дрвото како медиум или агенс за загревање се користи заситена водена пара, жешка вода или високофреквентна струја.

Во технологијата на производството на лупен или сечен фурнир, како и при свиткувањето на дрвото се укажува на потреба од претходна подготовка на суровината. Подготовката се врши со хидротермички методи, кои во досегашната практика дале задоволителни резултати со нивно перманентно усовршување и рационализирање. Се изведува под дејство на топлина, во присуство на влага. Во практиката хидротермичката постапка е позната како парење и варење на дрвото.

Суровината која се пластифицира може да биде во обла форма, делумно или наполно механички обработена. Облата форма на суровината ја дефинираат трупците за производство на лупен фурнир, а во делумно обработената форма се опфатени призмите или плансоните за изработка на сечени фурнирски листови. Во наполно обработената форма е суровината или дрвените елементи кои служат за добивање на свиткано дрво за потребите на мебелната индустрија, амбалажа и сл. Суровината може да биде од лисјарски и иглолисни дрвни видови. Од лисјарските видови за оваа цел најчесто се користат буката, јасенот, брестот, јаворот, платанот, тополата, брезата, овошни видови итн. Претставници на иглолисните видови се борот, елата, смрчата и аришот. Од странските видови интерес побудуваат махагони, сапели, аводире, самба, ироко, падук итн.

6.1.1. Парење на дрвото

Пластификацијата на дрвото со заситена водена пара е карактеристично при хидротермичката постапка - парење.

Целта на парењето како топлинска постапка е загревање на дрвото, ублажување или отстранување на грешките (колапс скоравеност и сл.) кај бичените пилански сортименти предизвикани од неправилно вештачко сушење - постапка позната како рекондиција, потоа пластификација на дрвото при добивање на

лупени фурнирски платна или сечени фурнирски листови, при што во техниката на лупењето и сечењето се намалуваат отпорите на сечење, алатот подолго време се користи, фурнирите се неразвлакнети, без пукнатини и брановидност.

Со топлинската обработка - парење, се менува и бојата на дрвото. Промената или изедначувањето на бојата е од посебен интерес за буквата бичена граѓа која содржи и срцевина. При парењето бојата меѓу беловината и срцевината се изедначува и може да биде црвена, темноцрвена, боја на цигла или керамидно-црвена. Имајќи предвид дека буката како суровина доминира во преработката во нашите индустриски капацитети постапката за изедначување на бојата редовно се користи во практиката.

Процесот на парењето се изведува на тој начин што во текот на одреден временски интервал во комората за парење се одржува постојана температура од 95⁰С до 100⁰С и релативна влажност на воздухот околу 100%, со помош на заситена водена пара. Притисокот на водената пара зависи од целта на парењето, но и од конструктивната изведба и отпорноста на ѕидовите на затворениот простор. За температура до 100⁰С, притисокот се движи до 3,0 bar. При парењето со температура на парата поголема од 100⁰С, заситената водена пара поминува во преграна. Во температурен интервал од 145⁰С до 150⁰С, отпочнува хемиска разградба на дрвото.

Под поимот парење на дрвото се подразбира дејство на заситена водена пара под одреден притисок и температура при што настанува конвективна размена на топлината во затворен простор.

Се применува за парење на трупци и призми во производството на лупен и сечен фурнир, потоа за бичени сортименти (штици, талпи, фризи за паркет, четвртачи и сл.), како и за дрвени елементи (детали) во производството на свиткано дрво, мебелното производство и галантериска роба.

Основната поента на парењето на трупците и призмите за изработка на фурнир е да се постигне оптимална температура во внатрешните слоеви за пластификација на дрвото.

Во процесот на парењето под дејство на топлината во дрвото настануваат **хемиски промени**. На температура пониска од 90⁰С по пат на екстракција се добиваат полиози (аморфни полиози), се формираат моносахариди (пентозани и хексозани), како и нижи молекуларни органски киселини (мравска, оцетна, фосфорна киселина итн). Всушност, нижите молекуларни органски киселини се продукт на распаѓањето на пентозаните кај лисјарските и хексозаните кај иглолисните дрвни видови.

Од анализата на кондензатот кој се формира во процесот на парењето и врз основа на кој може да се оцени и квалитетот на парењето, се констатираат повеќе елементи. Кога температурата при парењето на лисјарските видови (најчесто бука) е повисока, а времетраењето подолготрајно, настанува распаѓање на поголемо количество на пентозани, што значи дека кондензатот ќе содржи значително поголемо количество на оцетна и мравска киселина. За оптимално парење на буковите трупци и производство на квалитетен фурнир, се смета екстрахираната оцетна киселина да изнесува околу 200 mg на 1,0 kg апсолутно суво дрво. Во кондензатот според Плат Е. (Plath E.) /19/, како шеќери се застапени арабинозата и галактозата, кои го чинат главниот дел на пектинот. Исто така, во кондензатот е застапено извесно количество на ксилоза, гликоза и лигнин. Киселоста на кондензатот се намалува во колку времетраењето на парење на дрвото е подолго, а температурата повисока. Така, при температура од 105 до 110⁰С при парење во интервал од околу 80 h, концентрацијата на кондензатот се намалува под рН = 3,0 а за истото време но при температура од 80⁰С, концентрацијата изнесува, рН = 4,5. Наведува на заклучок дека при пониска температура, а при константно време на парење, киселоста на кондензатот е поголема. Оптималното времетраење на парењето може да се одреди и според количеството на арабиноза и гликоза содржано во кондензатот.

Оптималното парење на дрвото ги ослабнува и намалува врските меѓу пектините и лигнинот во клетчините ѕидови, дрвните влакна омекнуваат, пластичноста им е поволна и при лупењето на трупците се добива мазна површина на фурнирското платно.

Спротивно, ако парењето е прекумерно, врската меѓу пектинот и лигнинот се ослабнува повеќе од дозволеното, дрвните влакна меѓу себе се одделени и при лупењето или сечењето на фурнирот се добиват рапави и влакнести површини.

Како резултат на парењето се наголемуваат пластичните особини на дрвото, што е од особено значење во производството на фурнири и свиткани дрвени детали. Всушност, настанува изедначување на јакоста на притисок во тангенцијална и радијална насока и претставува појдовна основа за добивање на лупени и сечени фурнири со квалитетна површина, рамномерна дебелина, како и поголема економичност во работата на производните машини, помала потрошувачка на електрична енергија, помало затапување и лесно одржување на алатот, поголема ефикасност во работењето итн.

Едно од поважните својста на дрвото е неговата густина, односно зафатнинска маса. Со хидротермичката топлинска обработка на дрвото-парење, со извлекување на дел од супстанциите се предизвикува промена на зафатнинската маса, а со тоа промена и на својставата на дрвото. Така, на пример кај буката зафатнинската маса се менува во беловината и срцевината. Тоа е поизразено кај беловината, заради поголемото количество на растворливи супстанции со водата.

Исто така, како последица на парењето се јавува и промена во хемизмот на дрвото, односно промена на процентното учество на хемиските супстанции. Посебо е карактеристично кај пентозаните, лигнинот, смолите и маслата. Според Колман Ф. (Kollmann F.) /13/, кај дрвото од јасен пентозаните од 26,5% се намалуваат на 24,0%, лигнинот од 24,21% на 23,86%, смолите од 0,35% се намалуваат до 0,18%, а маслата од 0,22% на 0,13 %. Значајно покачување се јавува во учеството на целулозата (од 44,23% на 46,62%), заради присуството на хексозаните и формираната оцетна киселина.

Табела 3.

Табела 3. Промена на хемиските компоненти кај дрвото од јасен

Времетраење на парењето (min)	Целулоза	Пентозани	Лигнин	Смоли	Масла
0	44,23	26,50	24,21	0,35	0,22
40	45,13	24,22	24,85	0,26	0,17
90	46,77	24,16	23,52	0,18	0,14
140	46,62	24,00	23,86	0,18	0,13

Во однос на парената бичена граѓа, исто така, може да се изнесат значајни констатации.

Парената бичена граѓа од бука (беловина) помалку бабри од непарената. Кај срцевината од истиот дрвен вид се јавува незначителна разлика. Според Колман Ф. (Kollmann F.) /13/, по парењето на букова бичена граѓа при притисок од 1,0 до 3,0 bar, бабрењето во тангенцијална насока се намалува, но кога третирањето е со притисокот од 0,0 до 1,0 bar, тогаш скоро и не постои разлика меѓу парената и непарената бичена граѓа. Од значење е да се истакне дека парената граѓа помалку се деформира и напукнува при термичкото сушење, но и полесно механички и површински обработува.

Со парењето се умртвуваат габите, положените јајца и ларвите од инсектите. Постапката на потполна стерилизација се врши со покачување на температурата на парата над 120⁰С, така што по третирањето се подобрува имунитетот на дрвото спрема новите напади на деструкторите.

При парењето физичко-механичките својства на дрвото се намалуваат во релативно ниски граници и не се од посебно значење. Парената бичена граѓа со влажност над точка на заситеност на дрвните влакна, но не поголема од 50,0% е со помала јакост во споредба со непарената. Од таа причина за практично ползување на парените бичени сортименти потребно е природно, односно термички да се исушат до влажност зависно од подрачјето на употреба.

По парењето на сортиментите бабрењето и собирањето во радијана и тангенцијална насока е скоро исто, а со тоа на сортиментите им се подобрува димензионалната стабилност по вештачкото сушење. Исто така, на парените сортименти им се намалува хигроскопноста, покачува степенот на стерилизација, забрзува процесот на лепење итн.

6.1.1.1. Парење на трупци и призми

Парењето на суровината, односно трупците за изработка на лупен фурнир и призмите во производството на сечен фурнир е во функција на дејството на заситената водена пара и оптималната температура за загревање на надворешните и внатрешните слоеви за пластификација на дрвото.

Суровината за пластификација, како шумски сортименти, е во форма на трупци од кои во технологијата на маханчката обработка се добиваат лупени фурнирски платна, сечени фурнири и бичени сортименти.

Трупците за лупење се означуваат со ознака "L". Тие се наменети за производство на лупени фурнири од кои понатаму се изработуваат шперплочи, амбалажни производи (гајби, сандаци и сл.). Во однос на дрвните видови се изработуваат од лисјарски и иглолисни од кои позначајни се бука, бреза, топола, јавор, евла, јасика, липа, ела, смрча и поретко бел бор. Должината им зависи од светлосниот отвор на машината за лупење. Во однос на дијаметарот, најмалиот среден дијаметар за бука, топола и јасика изнесува 35,0 см, за јавор 30,0 см, а за бреза, липа и евла 25,0 см.

Трупците за изработка на сечен фурнир се обележуваат со ознаката "F". Тие се наменети за производство на благородни фурнири и им се користат естетските својства како што се текстурата, бојата и сјајот на дрвото. Потеклото на суровината е од домашни, но често и од африкански дрвни видови. Од домашните карактеристична е суровината од бука, даб, јасен, брест, орев, топола, јавор, ела, смрча, овошни видови итн. Во однос на димензиите, најмалата дозволена должина на трупците изнесува

2,0 m, со исклучок на јасенот чија минимална должина е 1,8 m. Минималниот дијаметар на трупците за сечен фурнир од овошни дрвни видови изнесува 30,0 cm; за јасен, топола и липа 35,0 cm; за бука и брест 40,0 cm; даб и орех 50,0 cm итн. Сечените фурнири од африканските дрвни видови се изработуваат од, махагони, макоре, тијама, кото, падук, самба, сапели и други, чија минимална должина изнесува 2,0 m и минимален дијаметар 40,0 cm.

6.1.1.2. Температурен циклус на парење на трупци и призми

Температурниот циклус на процесот на парењето е опфатен во три фази и тоа:

- фаза на загревање,
- активна фаза на парење и
- ладење на дрвото.

Првата фаза-"фаза на загревање", го опфаќа времето од почетокот на парењето, па се додека дрвото не ја достигне температурата на парата. Температурата на работната средина постепено се наголемува за да се одбегне оштетувањето на суровината. При неконтролирано брзо наголемување на температурата се случува поголемо загревање на површинските од внатрешните слоеви на дрвото, се јавува т.н. "термичко ширење" кое предизвикува плитки површински пукнатини. Практично, во "фазата на загревање" покачувањето на температурата во работната средина се одвива побавно и трае 1/3 во зимскиот, или 1/5 во летниот период, од вкупно пресметаното време на парење.

Во втората фаза-"активна фаза на парење", релативната влажност на воздухот постигнува вредност до 100% ($\varphi = 100\%$), а температурата е околу 100°C. Временски во зимскиот период фазата трае 2/3, а во летниот 4/5 од вкупното време на парење.

Третата фаза -"фаза на ладење", отпочнува со намалување на температурата во парилницата. Основна цел е да се изедначи температурата по пресекот на суровината (трупец или призма) и постигне потребната температура во внатрешните слоеви за омекнување на дрвото. Теоретски оваа фаза трае околу 10 h, а

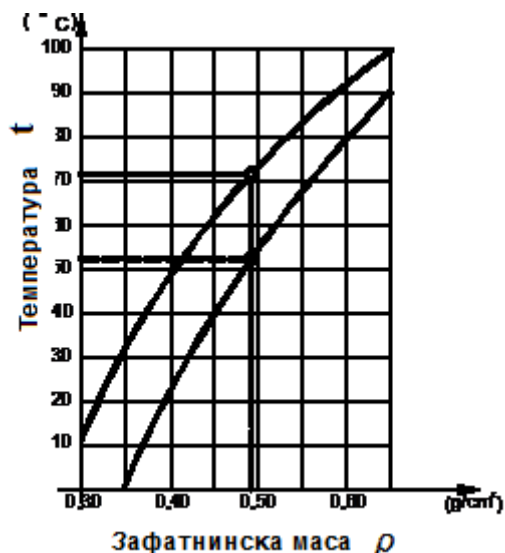
практично од 4 до 8 h, зависно од димензиите на суровината. Се одвива постапно со намалување на температурата на работната средина, така што разликата на температурата на работната средина и температурата на површината (обемот) на суровината (трупец или призма) не е поголема од 20⁰C. Кога ладењето нагло се одвива, уредите за парење (јами или комори) се отворени и суровината е изложена на дејството на надворешниот воздух. Под негово влијание површинските слоеви брзо се ладат во споредба со внатрешните кои сеуште заради термодифузијата се загреваат. Се јавуваат напрегања кои резултираат внатрешни и површински пукнатини, но и скоро целосно распукнување на трупците или призмите.

За одредување на оптималната температура на топлинска обработка на суровината за изработка на фурнир, а во зависност од зафатнинската маса на дрвото, според Флајшер Х.О. (Fleischer H.O.) /4/, се нуди номограм прикажан на сликата 7.

Пример. За евлата (*Alnus glutinosa*), со зафатнинска маса 0,49 g/cm³, минималната температура за пластификација изнесува 57⁰C, максималната 71⁰C, просечно 64⁰C.

Во полињата на номограмот под кривата на минималната и над кривата на максималната температура од третираните трупци или призми во овие температурни зони се добиваат фурнири, со голема рапавост, влакнатост, брановидност и често со пукнатини. Податоците што ги нуди номограмот се ориентациони, но се цени дека при лупење на фурнири се дебелина над 2,0 mm, пооправдано е да се следат горните граници на температурата, прикажана и означена како t_{max} . За сечените фурнири обратно.

Според Рабаџиски Б. и Златески Г. /20/, оптималната температура за пластификација на букови трупци со дијаметар од 36,0 до 75,0 cm, должина 4,0 m и средна влажност пред парење 52,64%, во зимски период изнесува 73,79⁰C. Оптималната температура за пластификација на букови трупци третирани во летен период со дијаметар од 33,0 до 62,0 cm, должина 4,0 m и средна почетна влажност пред парење 49,05%, изнесува 75,31⁰C.



Слика 7. Номограм за одредување на оптимална температура при топлинска обработка на дрвото за изработка на фурнири зависно од зафатнинската маса на дрвото

6.1.1.3. Времетраење на парење на трупци и призми

При топлинската обработка "парење" во споредба со "варењето", оптималната температура за пластификација (омекнување) на дрвото се постигнува за 5,0÷10,0% побрзо од времето предвидено за варење.

Од практиката, но и од литературните податоци вредностите кои се однесуваат за времетраењето на паререњето се доста варијабилни. Времетраењето зависи од видот на дрвото, димензиите на суровината, почетната влажност и зафатнинската маса.

Според Колман Ф. (Kollmann F.) /13/, показателите за времето на парење на трупци за лупен фурнир од некои дрвни видови се прикажани во табелата 3.

Според Рабаџиски Б. и Златески Г. /20/, при парењето на трупци, податоци добиени на основа на емпирија за некои дрвни видови се прикажани во табелата 4.

Исто така и Кнежевиќ М. (според Göhre) /14/, изнесува податоци за времето на парење трупци за пластификација на дрвото и изработка на лупен фурнир. Тие се прикажани во табелата 5.

Табела 3. Времетраење на парење на трупци за фурнир

Дрвен вид	Време на парење Z (h)
абахи	12 - 15
бор	10 -12
бреза	10 - 12
бука	15 - 30
даб	30 - 40
евла	10 -12
смрча	10 - 12
топола	10 - 15
окуме	30 - 45

Табела 4. Времетраење на парење на трупци за фурнир

Дрвен вид	Дијаметар d (cm)	Температура t (°C)	Време на парење Z (h)
бор	30,0	80 - 90	10 -12
бреза	30,0	80 - 90	10 -12
бука	35,0	80 - 90	18 - 20
евла	34,0	80 - 90	10 -12
даб	40,0	80 - 90	30 -40

Табела 5. Време на парење на трупци за фурнир

Дрвен вид	Време на парење по 1,0 cm од радиусот Z (h)
бор	0,9
бреза	0,8
бука	1,1
даб	1,0
евла	0,8
смрча	0,9

6.1.1.4. Режи́ми за парење на трупци и призми

Режимите за парење на трупците и призмите за пластификација на дрвото се формираат врз основа на дрвниот вид, густината на дрвото, почетната влажност, димензиите на суровината, температурата, притисокот и времето на парење.

Процесот на парење при нормален атмосферски притисок се одвива во јами изградени во земја или комори над земјата во кои медиумот за парење е заситена водена пара со температура околу 100°C. Сепак, основниот фактор од кој зависи ефектот на пластификацијата е температурата на водената пара и тоа од почетокот па се до крајот на процесот на парењето.

Режими за парење на трупци од различни дрвни видови се прикажани во табелите 6, 7 и 8.

Табела 6. Режим за парење на трупци-различни дрвни видови

Дрвен вид	Дијаметар d (mm)	Температура на парата t (°C)	Време на парење Z(h)			
			пролет, лето, есен		зима	
			фази	вкупно	фази	вкупно
1	2	3	4	5	6	7
бука јавор	до 180	30 - 85	4	14	6	18
		85 - 95	7		9	
		95 - 75	3		3	
бука јавор	180 - 240	30 - 85	4	16	6	20
		85 - 95	9		11	
		95 - 70	3		3	
	240 - 360	30 - 85	4	18	6	24
		85 - 95	11		14	
		95 - 70	3		4	
даб	до 260	30 - 85	4	12	6	18
		85 - 95	5		8	
		95 - 70	3		4	
	над 260	30 - 85	4	15	6	22
		85 - 95	8		13	
		95 - 70	3		3	
брест јасен	до 260	30 - 85	4	10	6	15
		85 - 95	4		6	
		95 - 70	2		3	
	над 260	30 - 85	4	14	6	23
		85 - 95	8		14	
		95 - 70	2		3	

Табела 7. Режији за парење на букови трупци

Време на парење и ладење Z (h)	Дијаметар на трупците d(cm)							
	30-34	35-38	39-42	43-46	47-50	51-54	55-58	59-62
трупци со кора	летен период (температура на парата околу 55 °C)							
	8,0	11,0	14,0	17,0	21,0	25,0	30,0	34,0
трупци без кора	7,5	10,5	13,5	16,0	20,0	24,0	29,0	33,0
ладење	4,0	4,5	5,0	6,0	7,5	9,5	11,5	14,5
трупци со кора	летен период (температура на парата околу 75 °C)							
	4,0	6,0	8,0	10,0	12,5	15,0	18,0	21,0
трупци без кора	3,5	5,5	7,5	9,5	11,5	14,0	17,0	20,0
ладење	5,5	6,0	6,5	7,5	8,5	9,5	11,0	13,0
трупци со кора	зимски период (температура на парата околу 55 °C)							
	12,0	16,5	21,5	26,0	31,0	36,5	43,0	50,0
трупци без кора	11,5	16,0	21,0	25,0	30,0	35,5	42,0	49,0
ладење	4,0	4,5	5,0	6,0	7,5	9,5	11,5	14,5
трупци со кора	зимски период (температура на парата околу 75 °C)							
	7,5	10,5	14,0	16,5	20,5	24,0	28,0	33,0
трупци без кора	6,5	9,5	13,0	15,5	19,5	23,0	27,0	32,0
ладење	5,5	6,0	6,5	7,5	8,5	9,5	11,0	13,0

Табела 8. Режији за парење на трупци од тропски дрвни видови

Дрвен Вид	Почетна температура на дрвото t_1 (°C)	Температура на парата t_0 (°C)	Дијаметар d (cm)	Време на парење Z(h)	Време на ладење Z_l (h)	Време на циклусот Z_c (h)
1	2	3	4	5	6	7
махагони (сапели)	5 - 10	80 - 95	до 25,0	18	4	22
			25,0-30,0	20	4	24
			31,0-35,0	23	4	27
			36,0-40,0	26	4	30
			над 40,0	29	4	33
махагони (тијама)	5 - 10	80 - 95	до 25,0	12	2	14
			25,0-30,0	14	2	16
			31,0-35,0	16	2	18
			36,0-40,0	19	2	21
			над 40,0	22	2	24

1	2	3	4	5	6	7
макоре	5 - 10	80 - 95	до 25,0	18	6	24
			25,0-30,0	22	6	28
			31,0-35,0	25	6	31
			36,0-40,0	28	6	34
			над 40,0	30	6	36
махагони (косипо)	5 - 10	80 - 95	до 25,0	19	4	23
			25,0-30,0	21	4	25
			31,0-35,0	24	4	28
			36,0-40,0	27	4	31
			над 40,0	30	4	34
моаби	5 - 10	80 - 95	до 25,0	16	6	22
			25,0-30,0	22	6	28
			31,0-35,0	26	6	32
			36,0-40,0	28	6	34
			над 40,0	30	6	36

При парењето за пластификација на призмите со средна височина од 300 до 500 mm за изработка на сечен фурнир од тврди дрвни видови (бука, даб и сл.), режимите се прикажани во табелата 9.

Табела 9. Режи ми за парење на призми од тврди дрвни видови

Дрвен вид	Температура t ($^{\circ}\text{C}$)	Време на парење Z (h)	
		Зимски период	Летен период
брест	90 - 100	24	36
бука	90 - 100	36	24
даб	80 - 90	15 - 18	10 - 12
јасен	90 - 100	40	60
орев	90 - 100	108 - 144	75 - 95

Во табелите 10 и 11 се прикажани режими за парење на трупци за изработка на лупен фурнир од бел бор и ариш (*Pinus sylvestris*, *Larix europaea*).

Табела 10. Режим за парење на трупци од бел бор

Дијаметар d (cm)	Време на покачување на температурата z ₁ (h)	Време на одржување на температурата (80°C) z ₂ (h)	Вкупно време на парење z (h)
до 20,0	1,5	3	4,5
20,0 - 25,0	1,5	4	5,5
26,0 - 30,0	1,5	6	7,5
над 30,0	1,5	7	8,5

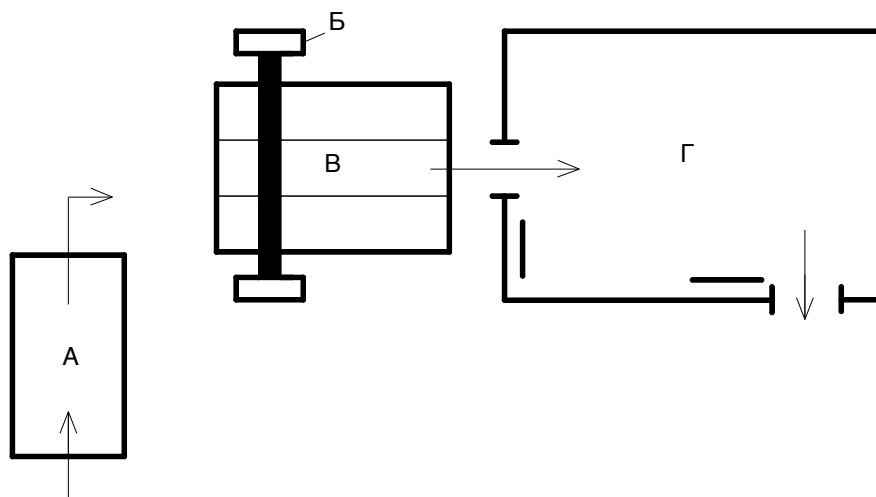
Табела 11. Режим за парење на трупци од ариш

Дијаметар d (cm)	Почетна фаза		Активна фаза		Време на парење Z (h)
	Температура t (°C)	Време Z ₁ (h)	Температура t (°C)	Време Z ₂ (h)	
до 20,0	40 - 50	2	90 - 100	3	5
20,0 - 25,0	40 - 50	2	90 - 100	3,5	5,5
25,0 - 30,0	40 - 50	2	90 - 100	4	6
над 30,0	40 - 50	2	90 - 100	5	7

6.1.1.5. Уреди за парење на трупци и призми

Парењето на трупците и призмите за производство на лупен и сечен фурнир се врши во јами и комори. Опити се вршени и со железни цилиндри, меѓутоа заради присуството на киселините (мравска, оцетна, фосфорна итн) кои корозивно делуваат, ретко се среќаваат во техниката на парењето на трупци и призми.

Јамите за пластификација на суровината се вкопуваат и градат во земја пред зградата (погонот) во кој се инсталирани машините за лупење или сечење на фурнир. Тие се покриени со капаци и опремени најчесто со мостна дигалка за манипулација со трупците. Нивна градба во производната хала не се препорачува, бидејќи водената пара кондензира ги оштетува ѕидовите и светлосните отвори, се шири низ целиот погон и во допир со сувите фурнири им ја покачува влажноста. Слика 8.



Слика 8. Местоположба на јамите, А) површина за истовар и подготовка на суровината, Б) мостна дигалка, В) јами за парење, Г) производна хала

Сидовите и дното на јамите се градат од армиран бетон и средства за премачкување за добра изолација, непропусливост на вода и издржливост на механички оптоварувања при манипулација со суровината. Според статичките пресметки дебелината на надворешните сидови на јамите се движи од 40,0 до 60,0 см, а преградните помеѓу две соседни јами од 25,0 до 30,0 см. Длабочината на јамите е од 2,5 до 3,0 m и зависи од нивото на подземните води. Ако ги има вршат ладење на дното на јамите и ги наголемуваат топлинските загуби. Широчината им зависи од должината на суровината, односно светлосниот отвор на машините за лупење или сечење на фурнирот, како и од надмерот за манипулација по широчина кој изнесува околу 1,0 m. Должината на јамите, почнувајќи од 4,0 m може достигне и до 17,0 m, е условена од корисниот капацитет кој најчесто се движи од 10,0 до 30,0 m³.

При пресметка на капацитетот потребно е предвид да се земе коефициентот на искористување на зафатнината на јамата или познат и како “коефициент на наполнетост на јамата”, кој просечно изнесува од 0,50 до 0,65 ($K = 0,50 \div 0,65$).

Со цел да се намали пропусливоста на вода дното на јамите се премачкува со битумен или вештачка смола отпорна на киселини и висока температура. На дното се поставени дрвени носачи (леги), на

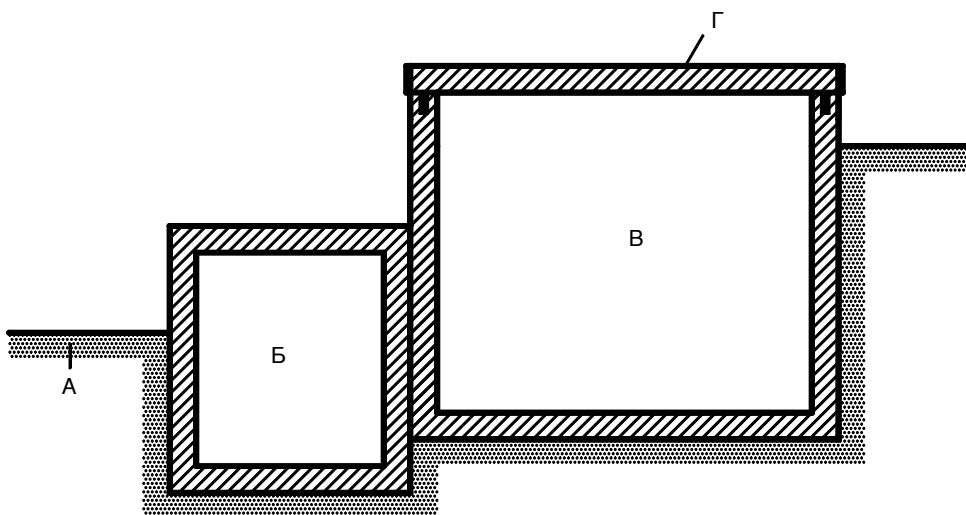
кои се поставуваат трупците и во исто време да не дојде до оштетување на дното на јамата при нејзиното полнење и празнење. Исто така, од внатрешната страна ѕидовите се обложуваат со дрвени одбојници (штици - заштитени со средства за изолација од влага), со што се спречува оштетување на ѕидовите но и набивање на ситни каменчиња во челата на трупците.

Конструктивно јамите за парење на трупци и призми се изградени од два дела и тоа:

- активен дел и
- помошен дел.

Во активниот дел или активното одделение се цевките за довод на медиумот за греење или парење, дрвените носачи на трупците или призмите, како и инструментите за мерење на температурата и притисокот на агенсот за пластификација на дрвото.

Во помошниот дел или помошното одделение се инсталираните цевководи за довод на топла вода (индиректно парење), или водена пара (директно парење), потоа вентилите за регулација, повратните вентили, пумпа за кондензат, отворот за испуштање на нечиста вода и базентче за природно собирање на кондензатот при директно парење на дрвото. Слика 9.

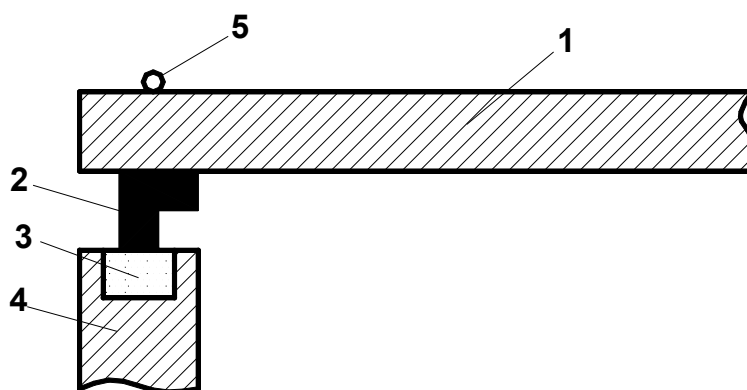


Сликака 9. Напречен пресек на јама, А) почва, Б) помошен дел, В) активен дел, Г) капак на јама

Големо значење при конструкцијата на јамите имаат уредите за покривање, односно капаците. Од системот на нивното затварање во најголема мерка зависат загубите на топлина и можноста за одржување на режимот на парење за пластификација на дрвото.

Капаците може да бидат изработени од дрвени материјали (штици споени со перо и жлеб), опшиени со алуминиумски или челичен поцинкуван лим. На тој начин изработените капаци затвараат само со својата тежина и често остануваат слободни простори низ кои лесно поминува водената пара што предизвикува загуба на топлина. Практично, капаците треба солидно да налегаат и затвараат со сидовите на јамата. Сидовите за сигурна работа на работниците се на 0,8÷1,0 m изградени над површината на земјата. Заради нестабилната форма и малата трајност на дрвените капаци, во поново време капаците се изработуваат од т.н. "алуминиумски сендвичи", кај кои надворешната обвивка е од чист алуминиум, а внатрешноста исполна со термоизолационен материјал.

Од долната страна на капакот е поставен "L" или "T" железен профил потопен во канал со вода сместен на сидовите на јамата. На тој начин се воспоставува одличен контакт помеѓу капакот и сидовите и се спречува загубата на топлина во процесот на парењето. На горната страна на капаците постојат алки за нивно подигање и спуштање со електрична мостна дигалка при полнењето и празнењето на јамите со суровина. Слика 10.



Слика 10. Врска меѓу капакот и сидот на јамата, 1) капак, 2) "L" профил, 3) каналче со вода, 4) сид на јамата, 5) алка

6.1.1.6. Техника на работа

Техниката на работа со суровината за пластификација се одвива во неколку технолошки фази и тоа:

- **полнење на јамите,**
- **постапно загревање на суровината,**
- **активна фаза на пластификација на суровината,**
- **ладење на суровината и**
- **празнење на јамите.**

Јамите со суровина за термичка обработка се полнат со мостна електрична дигалка со носивост од 0,5 до 3,5 t.

Суровината (трупци или призми) при **полнење на јамите** е од ист дрвен вид, очистена од нечистотии и со приближно исти димензии. Не се препорачува парење на трупци со голема разлика во димензиите, затоа што оние со помали дијаметари побрзо се загреваат во споредба со подебелите и се јавува голема неизедначеност во пластификацијата на слоевите на дрвото. Кога режимот на парење е ориентиран кон подебелите трупци, потенките се препаруваат и фурнирот е со слаб квалитет. Во колку постои отстапување од дијаметрите на трупците, режимот се усогласува кон трупците со помали дијаметри. Кога за нив парењето е завршено од јамата се вадат заедно со подебелите трупци кои се одложуваат на страна. По целосното празнење на јамата со испарената суровина, трупците со поголемите дијаметри повторно се враќаат во јамата за парење на дополнителна термичка обработка. Постапката практично тешко се изведува. Ги наголемува трошоците, економски ја покачува вредноста на производот и многу ретко во практиката се применува.

По полнењето на јамата со суровина за пластификација, со капаците се покрива и добро затвара.

Следува процесот на **постапно загревање**. Постапка особено важна за во зимски период кога условите на работа се посурови. **Активната фаза**, според применетиот режим на парење, трае се додека не се постигне оптималната температура на пластификација на дрвото. Трупците се загреваат над оптималната, бидејќи при прережување на челата и заоблувањето на машината за лупење,

површинските слоеви се ладат и температурата им се доближува до оптималната.

По завршување на активната фаза на пластификација завршува и процесот на пластификација на дрвото. Следува фазата **ладење на суровината**. Ладењето најчесто се одвива во временски период од 4 до 6 h.

Последната фаза од техниката на работа се однесува за **празнење на јамите**. Празнење на јамите постапно ефективно севрши со електрична мостна дигалка. Во исто време мостната дигалка може да послужи и како средство за транспорт на трупците или призмите во производната хала до инсталираните машини за производство на лупен или сечен фурни.

6.1.1.7. Методи за парење на трупци и призми

За парење трупци и призми се користат две методи и тоа:

- метод на индиректно парење и
- метод на директно парење.

6.1.1.7.1. Индиректно парење на трупци и призми

Индиректниот начин на парење на трупци и призми се врши во јами кои на дното имаат воден столб од 30,0 до 50,0 см. Во водата се сместени грејните тела. Како медиум за загревање на грејните тела се користи прегреана водена пара, врела вода или чисти термички стабилни масла.

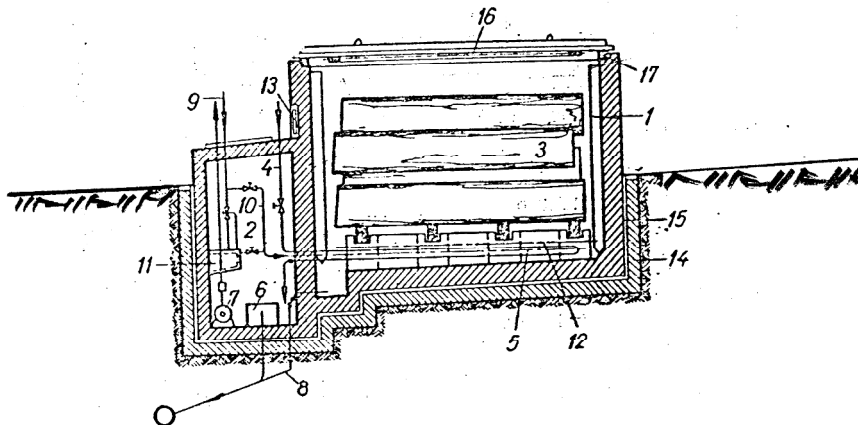
Системот на грејните тела е затворен и кондензатот се враќа во парниот котел, заедно со одредено количество на топлина, што е поволно за економично користење на топлината.

При загревањето на водата се создава заситена водена пара која се користи во процесот на парењето. Загреаната вода испарува и како влажна во форма на водена пара ја опфаќа суровината и и предава топлина. Загревањето на водата е рамномерно и парењето се одвива постапно. Бидејќи загревањето на дрвото со заситената водена пара е постепено, степенот на загреаност меѓу надворешните

и внатрешните слоеви се манифестира со блага разлика, што е повољно за квалитетот на третираната суровина. Слика 11.

Температурата на водата е во граница од 85 до 90°C. Притисокот на парата во грејните тела е околу 1,1 бар, а нејзината температура од 120 до 140°C.

Со овој метод на топлинска обработка на суровината се добиваат темелни резултати за пластичните својства на дрвото наменето за производство на лутен или сечен фурнир.



Слика 11. Индиректно парење на трупци, 1) јама-активен дел, 2) помошен дел, 3) трупци, 4) довод на пара, 5) грејно тело, 6) собирач на кондензат, 7) пумпа, 8) канал за одвод на кондензат, 9) довод на свежа вода, 10) директен довод на вода, 11) казан за одржување на нивото на водата во каналот во јамата, 12) висинска точка на водата, 13) далечински термометар, 14) изолација, 15) почва, 16) капак, 17) каналче со вода

6.1.1.7.2. Директно парење на трупци и призми

При директното парење на трупци или призми како медиум за парење се користи заситена водена пара под низок притисок. Водената пара се создава во котларската постројка и преку цевководот за довод на пара (4) се спроведува до помошниот дел (2) на јамата за парење-активен дел (1).

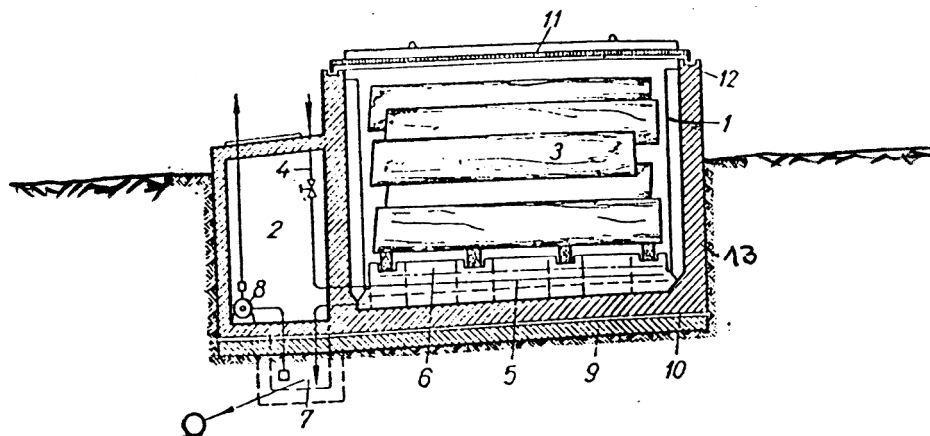
Помошниот дел (2) со јамата за парење (1) се поврзува со цевковод за довод на парата во јамата, изработен од бакар (челичниот брзо корозира), сместен на дното на јамата (5). По обемот на цевководот (5) на растојание од 10,0 до 15,0 cm се перфорирани со

отвори од 0,4 до 0,5 mm, низ кои парата лесно поминува и се насочува кон суровината за парење.

Температурата на заситената водена пара е од 100 до 110°C и притисок од 0,5 до 1,0 bar. Во колку котларската постројка, односно парниот котел работи на поголем притисок, се врши редуцирање на притисокот пред да се доведе парата во помошниот дел (2). Цевководот со перфорираните дупчиња (5) се свртени кон дното на јамата или пак пред него е поставен заштитен параван (6) за да нема директен контакт на парата со трупците. На тој начин, превентивно, од првичниот удар на парата и контакт со дрвото се спречува напукнувањето на трупците по обемот и челата. Со контролните уреди се работи едноставно.

Водената пара во допир со дрвото предава топлина и се лади. При ладењето се создава кондензат кој се собира на дното и заедно со нечистата вода со пумпа се отстранува од јамата.

При директното парење на трупците или призмите топлинската обработка е побрза, но постои опасност од оштетување на суровината. Енергетскиот биланс е доста неповолен, бидејќи се троши големо количество на топлина, а топлината содржана во кондензатот е неупотреблива заради некористењето на кондензатот. Овој начин на пластификација на дрвото, пред се од енергетски причини, во поново време поретко се користи во практиката.



Слика 12. Директно парење на трупци и призми, 1) јама-активен дел, 2) помошен дел, 3) трупци, 4) довод на пара, 5) перфорирани цевки, 6) заштитен параван, 7) собирач на кондензат, 8) пумпа, 9) почва, 10) изолација, 11) капак, 12) каналче со вода, 13) бетонски сид

6.1.1.8. Предности и недостатоци на индиректното и директното парење

Индиректно парење

Предности :

- рамномерна топлинска обработка,
- мали оштетувања на суровината,
- враќање и користење на кондензатот,
- помала потрошувачка на топлина,
- економично загревање на грејните тела.

Недостатоци :

- постојана контрола на процесот на парење,
- поголем притисок во цевководите за пренос на медиумот за греење во грејните тела,
- користење на посложена инсталација (цевководи).

Директно парење

Предности :

- поедноставна инсталација,
- заситена пара е со помал притисок.

Недостатоци:

- постојана контрола на процесот на парење,
- неискористеност на кондензатот,
- поголеми загуби на топлина.

6.1.1.9. Капацитет и број на јами за парење на трупци и призми

Капацитетот на јамите за парење на трупци (призми), се пресметува според формулата:

$$E = V_1 \cdot m_1 \dots\dots\dots(39)$$

E - годишен капацитет на јама за парење на трупци/призми, (m³/god)

V₁ - корисна зафатнина на јама за парење на трупци/призми, (m³)

m₁ - број на циклуси на парење во годината.

Геометриската зафатнина на јамата се пресметува по формулата:

$$V = a_1 \cdot h_1 \cdot l \dots\dots\dots(40)$$

V - геоматриска зафатнина на јама за парење на трупци/призми, (m³)

a₁ - широчина на јама за парење на трупци/призми, (m)

h₁ - длабочина на јама за парење на трупци/призми, (m)

l - должина на јама за парење на трупци/призми, (m)

За пресметка на **корисната зафатнина на јамата** за парење на трупци (призми) се користи формулата:

$$V_1 = V \cdot k \dots\dots\dots (41)$$

k - коефициент на заполнетост на јамата, (k = 0,50÷0,65)

Бројот на циклусите во годината за парење на трупци (призми) се пресметува според изразот:

$$m = \frac{T}{z_3 + z_4 + z_5} \cdot k_1 \dots\dots\dots (42)$$

T - работни часови во годината, T = 6000 (h) или T = 250 (денови)

k₁ - коефициент на користење на работното време, (k = 0,70 ÷ 0,85)

z₃ - време на полнење на јамата, (h)

z₄ - време на парење, (h)

z₅ - време на празнење на јамата, (h)

Бројот на јамите за парење се пресметува според односот:

$$n = \frac{Q_1}{E} \dots\dots\dots (43)$$

n - број на јами за парење,

Q₁ - годишно количество на суровина за парење, (m³/god)

Анализата за производноста на јамите за пластификација на трупци практично е прикажана со примерот што следува.

Пример. Де се пресмета капацитетот на јамите и нивниот број за парење на букови трупци. Годишната потреба изнесува 6500 m³.

Параметри:

- широчина на јама, a₁ = 3,0 (m)

- длабочина на јама, h₁ = 2,6 (m)

- должина на јама, l = 8,0 (m)

- коефициент на заполнетост на јама, k_r = 0,5

- коефициент на користење на работното време, k₁ = 0,70

- работно време во годината, $T = 6000$ (h)
- време на полнење на јамата, $z_3 = 6$ (h)
- време на парење, $z_4 = 30$ (h)
- време на празнење на јамата, $z_5 = 8$ (h)

1/ Геометриска зафатнина на јамата:

$$V = a_1 \cdot h_1 \cdot l = 3,0 \cdot 2,6 \cdot 8,0 = 62,4 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V = 62,4 \text{ (m}^3\text{)}$$

2 /Корисна зафатнина на јамата:

$$V_1 = V \cdot k_r = 62,4 \cdot 0,5 = 31,2 \text{ (m}^3 \text{ трупци)}$$

$$V_1 = 31,2 \text{ (m}^3 \text{ трупци)}$$

3/ Број на циклуси:

$$m_1 = \frac{T}{z_3 + z_4 + z_5} \cdot k_1 = \frac{6000}{6 + 30 + 8} \cdot 0,7 = \frac{4200}{44} = 96 \text{ циклуси}$$

4 /Капацитет на јамата:

$$E = V_1 \cdot m_1 = 31,2 \cdot 96 = 3024 \text{ (m}^3\text{/god)}$$

$$E = 3024 \text{ (m}^3\text{/god)}$$

5 / Број на јами :

$$n = \frac{Q_1}{E} = \frac{6500}{3024} = 2,15$$

$$n = 3 \text{ јами}$$

Во практиката технолошки како оптимално решение при парењето на трупци или призми се потребни три јами. Тоа значи дека во една од нив суровината се подготвува за парење, во втората се одвива хидротермичкиот процес-парење и пластификација на дрвото, а од третата јама пластифицираната суровината со електрична дигалка се вади од јамата и транспортира во погонот до инсталираните машини за лупење на трупците или сечење на призмите за изработка на фурнири.

6.1.1.10. Топлина за пластификација на дрвото

Парењето на суровината за пластификација на дрвото се врши според методите на индиректна и директна термичка постапка. При директниот начин, медиумот, односно носителот на топлина е водена

пара која директно се внесува во парилницата (јамата за парење), а кај индиректниот метод медиумот исто така е водена пара која се создава во парилницата.

Вкупното количество на топлина кое се троши во еден циклус за парење на дрвото е дефинирано со корисно потрошената топлина (полезна топлина) и топлина за покривање на загубите на топлина (неполезна топлина).

Се пресметува според општата формула:

$$Q_p = Q_{pp} + Q_{zp} \dots\dots\dots(44)$$

Q_p - топлина за пластификација на дрвото, (kJ)

Q_{pp} - полезна топлина-парење, (kJ)

Q_{zp} - загуби на топлина-парење, (kJ)

Полезното количество на топлина (Q_{pp}) се троши за:

- топлина за загревање на дрвото во апсолутно сува состојба,
- топлина за загревање на слободната вода во дрвото,
- топлина за загревање на хигроскопната вода во дрвото,
- топлина за топење на мразот во дрвото,
- топлина за загревање на ѕидовите и дното на јамата и
- топлина за загревање на капакот на јамата.

1/ Топлина за загревање на дрвото во апсолутно сува состојба

$$Q_{dr} = V_{dr} \cdot \rho_{dr} \cdot C_{dr} \cdot (t_{sr} - t_{pp}) \dots\dots\dots (45)$$

Q_{dr} - топлина за загревање на дрвото во апсол. сува состојба, (kJ)

V_{dr} - зафатнина на суровината, (m^3)

ρ_{dr} - густина на дрвото, (g/cm^3); (kg/m^3) /прилог -2/

C_{dr} - специфична топлина на дрвото, ($kJ/kg^{\circ}C$) /прилог -1/

t_{sr} - средна температура на загреаност на дрвото, ($^{\circ}C$)

t_{pp} - почетна температура на дрвото, ($^{\circ}C$)

При температура на средината во која дрвото се загрева (температура на медиумот за загревање на дрвото во јамата) од околу $100^{\circ}C$, средната температура на загреаност на дрвото (t_{sr}) се движи од 70 до $78^{\circ}C$.

Почетната температура на дрвото (t_{pp}), е во тесна врска со временскиот период во годината кога парењето се изведува. Во зимскиот период почетната температура на дрвото во најекстремна граница може да биде и -15°C , но најчесто е од 2 до 5°C . Во летниот период е околу 18°C .

2/ Топлина за загревање на слободната вода во дрвото

а) незамрзнато дрво:

$$Q_{sp1} = V_{dr} \cdot \rho_{dr} \cdot C_{voda} \cdot t_{srp} \cdot \frac{W_{dr} - 30}{100} \dots\dots\dots(46)$$

Q_{sp1} - топлина за загревање на слободната вода при парење на незамрзнато дрво, (kJ)

C_{voda} - специфична топлина на водата, $C_{voda} = 4,19$ (kJ/kg $^{\circ}\text{C}$), /прилог -1/

W_{dr} - почетна влага во дрвото, $W_{dr} = 49,0 \div 52,0$ (%)

б) замрзнато дрво:

$$Q_{sp2} = V_{dr} \cdot \rho_{dr} \cdot C_{voda} \cdot \frac{W_{dr} - 25}{100} (335,2 - C_m \cdot t_{pp} + t_{srp}) \dots\dots\dots (47)$$

Q_{sp2} - топлина за загревање на слободната вода при парење на замрзнато дрво (kJ)

335,2 - скриена топлина на топење на мразот, (kJ/kg)

C_m -специфична топлина на мразот, $C_m = 2,1$ (kJ/kg), /прилог -1/

3/ Топлина за загревање на хигроскопната вода во дрвото

$$Q_{hp} = V_{dr} \cdot \rho_{dr} \cdot C_{voda} \cdot (t_{srp} - t_{pp}) \frac{30}{100} \dots\dots\dots(48)$$

Q_{hp} - топлина за загревање на хигроскопната вода во дрвото, (kJ)

4/ Топлина за топење на мразот во дрвото

$$Q_{mp} = V_{dr} \cdot \rho_{dr} \cdot q_m \cdot \frac{W_{dr} - 30}{100} \dots\dots\dots(49)$$

Q_{mp} - топлина за топење на мразот во дрвото, (kJ)

q_m - специфична топлина на фазен премин на мразот во вода, (kJ/kg)

$q_m = 333\ 880$ (kJ/kg)

5/ Топлина за загревање на сидовите и дното на јамата

$$Q_{zp} = V_{zdp} \cdot \gamma_{zdp} \cdot C_{zdp} \cdot \left(\frac{t_{zdpmax.} - t_{zdpmin.}}{2} \right) \dots\dots\dots(50)$$

Q_{zp} - топлина за загревање на сидовите и дното на јамата, (kJ)

V_{zdp} - зафатнина на сидовите и дното на јамата, (m³)

γ_{zdp} - специфична маса на материјалот од кој се изработени сидовите и дното на јамата, (kg/m³), /прилог -1/

C_{zdp} - специфична топлина на материјалот од кој се изработени сидовите и дното на јамата, (kJ/kg⁰C), /прилог -1/

$t_{zdp max.}$ - максимална температура на загревање на сидовите и дното на јамата, (°C)

$t_{zdp min.}$ - минимална температура на ладење на сидовите и дното на јамата, (°C)

6/ Топлина за загревање на капакот на јамата

$$Q_{kp} = G_{kp} \cdot C_{kp} \cdot (t_{kp max.} - t_{kp min.}) \dots\dots\dots(51)$$

Q_{kp} - топлина за загревање на капакот на јамата, (kJ)

G_{kp} - маса на капакот на јамата, $G_{kp drvo-al} = 450 \div 540$ (kg)

$t_{kp max.}$ - max. температура на загревање на капакот на јамата,

$t_{kp max.} = 40 \div 45$ (°C)

$t_{kp min.}$ - min. температура на ладење на капакот на јамата,

($t_{kp min.} = 0^{\circ}\text{C}$, зимски период)

Полезното количество на топлина се пресметува според изразот:

$$Q_{pp} = Q_{dr} + Q_{sp1} + Q_{hp} + Q_{mp} + Q_{zp} + Q_{kp} \dots\dots\dots (52)$$

Загубите на топлина при пластификација на дрвото по методите на парење се состојат од:

-загуба на топлина низ сидовите и дното на јамата,

-загуба на топлина во доводната инсталација на медиумот за загревање на водата (индиректно парење) или парата (директно парење) и

-загуба на топлина заради лоша херметичност на јамата.

7/ Загуба на топлина низ сидовите и дното на јамата

$$Q_{zzp} = F \cdot K \cdot (t_{pm} - t_{p \text{ почва}}) \dots\dots\dots (53)$$

Q_{zzp} - загуба на топлина низ сидовите и дното на јамата, (kJ)

F - површина низ која се губи топлината, (m^2)

K - коефициент на спроводливост на топлина, ($kJ/m^2h^{\circ}C$)

t_{pm} - температура на медиумот, (водена пара), $t_{pm} = 100$ ($^{\circ}C$)

$t_{p \text{ почва}}$ - температура на почвата, ($t_{p \text{ почва}} =$ од -5 до + 20 ($^{\circ}C$))

Коефициентот на спроводливост на топлина за еднослоен сид се пресметува според формулата:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\alpha} + \frac{1}{\alpha_2}} \dots\dots\dots (54)$$

α_1 - коефициент на пренесување на топлина на водената пара низ сидот, $\alpha_1 = 29330 \div 50280$ ($kJ/m^2h^{\circ}C$)

α_2 - коефициент на пренесување на топлина од сидот кон почвата, $\alpha_2 = 21,1 \div 33,8$ ($kJ/m^2h^{\circ}C$)

8/ Загуба на топлина во доводната инсталација на медиумот за загревање на водата (индиректно парење) или парата (директно парење)

$$Q_{zip} = l \cdot \pi \cdot (t_{ip} - t_{vozduh}) \cdot K \dots\dots\dots (55)$$

Q_{zip} - загуба на топлина во доводната инсталација, (kJ)

l -должина на цевководот на инсталацијата, (m)

π - Лудолфов број ($\pi = 3,14$)

t_{ip} -температура на парата -директно парење, ($^{\circ}C$)

t_{vozduh} - температура на воздухот во јамата -директно парење, ($^{\circ}C$)

K - коефициент на спроводливост на топлина, $K = 5,0 \div 11,0$ ($kJ/m^2h^{\circ}C$)

9/ Загуба на топлина заради лоша херметичност на јамата

Овој вид на загуба на топлина со математички модел на формула не се дефинира и точно неможе да се пресмета. Емпириски, по пат експериментални истражувања загубата на топлина заради лоша херметичност на јамата при парење на трупци се движи до 10,0%, од вкупното количество на потребна топлина за пластификација на првото по пат на парење.

Вкупните загуби на топлина кои се манифестираат низ сидовите и дното на јамата, доводната цевководна инсталација и лошата херметичност на јамата може да се одредат и по покус пат, кога претходно се знае количеството на полезната топлина за парење на суровината. Топлинските загуби при парење на дрвото во јами изнесуваат и до 20,0% од вкупното количество на полезната топлина.

6.1.1.11. Техничко-технолошка анализа на јама за парење на трупци

Во уредите за парење на суровината (трупци за лупен фурнир), според Форајтер Л. (Vorreiter L.) /27/, потрошувачката на топлина зависи од конструкцијата на јамата, топлинската изолација и затворањето на капаците. Специфичната потрошувачка на водената пара е во широки граници и се движи од 15 до 100 kg/m³h.

Конкретно, при парењето на дрвото за 1,0 m³ трупци потребни се од 15,0 до 20,0 kg/m³h водена пара.

Во табелата 12 за различни дрвни видови, нивниот дијаметар, начинот на пластификација (парење или варење), се прикажани практични вредности за температурата, притисокот и времетраењето.

Табела 12. Пластификација на суровината

Дрвен вид	Густина на дрвото	Дијаметар на трупци	Третирање	Температура	Притисок	Времетраење
	ρ (g/cm ³)	d (cm)		t (°C)		
1	2	3	4	5	6	7
бука	0,69	40 - 60	парење	60	0,6	24
		30 - 70	парење	75 - 90	0,6	40 - 72
		30 - 40	парење	110	1,4	12
даб	0,71	50 - 80	парење	70 - 80	0,6	30 - 40
		40 - 90	парење	100	0,8	36 - 83
бреза (бела)	0,60-	30 - 60	варење	80	0,4	18,36
	0,66	40 - 80	парење	100	0,8	24 - 48
брест	0,64	40 - 60	парење	40 - 50	0,8	16 - 24

ариш	0,55	50 - 90	парење	50 - 60	-	24 - 48
бел бор	0,49	40 - 70	варење	60 - 70	-	24 - 48
евла	0,51	50 - 70	парење	50	-	16 - 24
ела	0,40	40 - 60	парење	40 - 60	-	24 - 36
јасен (европски)	0,65	40 - 50	парење	70 - 80	-	30 - 50
јавор	0,59	30 - 40	парење	40 - 60	-	24
орев	0,64	50 - 80	парење	50 - 60	-	70 - 100
врба	0,52	40 - 70	парење	30 - 45	-	12 - 36
топола	0,44	40 - 70	парење	30 - 40	-	6 - 12
смрча	0,43	40 - 60	парење	40 - 60	-	24 - 48
цреша	0,57	40 - 60	парење	50 - 60	-	12 - 36
платан	0,53	40 - 60	парење	70 - 80	-	18 - 24
круша	0,69	40 - 80	парење	60	0,3	60 - 80
аводире	0,47	30 - 50	парење	50 - 60	-	36 - 48
лимба	0,51	60 - 120	парење	50	0,1	48
		60 - 100	парење	95 - 100	0,6	20 - 22
окуме	0,35	60 - 120	парење	35 - 40	-	30 - 80
		100 - 150	парење	95 - 100	0,7	16 - 24

Пример. Да се пресмета потребното количество на топлина за пластификација на букови трупци и изработка на лупен фурнир според методот на директно парење на суровината. Термичката обработка се врши во јама изработена од армиран бетон.

Параметри:

-специфична маса на армиран бетон, $\gamma = 2400 \text{ (kg/m}^3\text{)}$, /прилог 1/

-специфична топлина на армиран бетон, $C = 0,922 \text{ (kJ/kg}^0\text{C)}$, /прилог 1/

-топлинска спровод. за армиран бетон, $\lambda = 7,33 \text{ (kJ/mh}^0\text{C)}$, /прилог 1/

-внатрешни димензии на јамата :

а) должина $l_j = 9,0 \text{ (m)}$

б) широчина $S_j = 3,5 \text{ (m)}$

в) длабочина $h_j = 2,5 \text{ (m)}$

- сидови (височина) на јамата над почвата, $l_{pn} = 1,0 \text{ (m)}$,

- коефициентот на заполнетост на јамата со суровина, $K = 0,5$

- густината на дрвото (бука), $\gamma_{dr} = 680 \text{ (kg/m}^3\text{)}$, /прилог 2/

- специфичната топлина, $C_{dr} = 1,35 \text{ (kJ/kg}^0\text{C)}$, /прилог 1/

- средна температура на загреаност на дрвото, $t_{srp} = 70$ ($^{\circ}\text{C}$)
- почетна температура на дрвото, $t_{pp} = 5$ ($^{\circ}\text{C}$)
- специфична топлина на водата, $C_{voda} = 4,19$ ($\text{kJ/kg}^{\circ}\text{C}$), /прилог 1/
- почетна влага во дрвото, $W_{pd} = 50,0$ (%)
- дебелината на сидовите и дното, $\delta = 0,4$ (m)
- max. температура на загреаност на сидовите и дното, $t_{zdp\ max.} = 36$ ($^{\circ}\text{C}$)
- min. температура на ладење на сидовите и дното, $t_{zdp\ min.} = 10$ ($^{\circ}\text{C}$)
- max. температура на загреаност на капакот, $t_{kp\ max.} = 40$ ($^{\circ}\text{C}$)
- min. температура на ладење на капакот, $t_{kp\ min.} = 8$ ($^{\circ}\text{C}$)
- специфична топлина на материјалот од кој капакот е направен,
дрво-алуминиум $C_{kp\ drvo-Al} = 1,28$ ($\text{kJ/kg}^{\circ}\text{C}$), /прилог 1/
- тежина на капакот, $G_{kp} = 500$ (kg)

Напомена: при решавањето на задачата да се консултира материјата од подпоглавјето 6.1.1.10.

I Полезна топлина

1/ Топлина за загревање на дрвото во апсолутно сува состојба:

$$Q_{dr} = V_{dr} \cdot \rho_{dr} \cdot C_{dr} \cdot (t_{sr} - t_{pp}) \quad (\text{kJ})$$

$$Q_{dr} = 39,5 \cdot 680 \cdot 1,35 \cdot (70 - 5) = 2\ 356\ 965 \quad (\text{kJ})$$

$$Q_{dr} = 2\ 356\ 965 \quad (\text{kJ})$$

2/ Внатрешна зафатнина на јамата за парење:

$$V_{jp} = l_j \cdot h_j \cdot S_j = 9,0 \cdot 2,5 \cdot 3,5 = 78,75 \quad (\text{m}^3)$$

$$V_{jp} = 79,0 \quad (\text{m}^3)$$

3/ Зафатнина на трупците во јамата:

$$V_{dr} = V_{jp} \cdot k = 79,0 \cdot 0,5 = 39,5 \quad (\text{m}^3)$$

$$V_{dr} = 39,5 \quad (\text{m}^3)$$

4/ Топлина за загревање на слободната вода (незамрзнато дрво):

$$Q_{sp1} = V_{dr} \cdot \rho_{dr} \cdot C_{voda} \cdot t_{srp} \cdot \frac{W_{dr} - 30}{100} \quad (\text{kJ})$$

$$Q_{sp1} = 39,5 \cdot 680 \cdot 4,19 \cdot 70 \cdot \frac{50 - 30}{100} = 1\ 575\ 607 \quad (\text{kJ})$$

$$Q_{sp1} = 1\ 575\ 607 \quad (\text{kJ})$$

5/ Топлина за загревање на хигроскопната вода во дрвото:

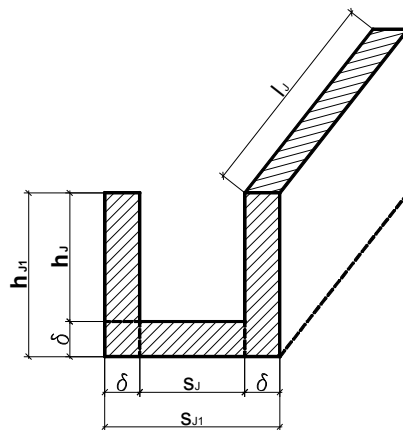
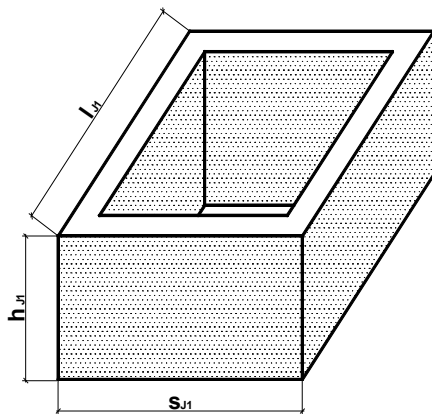
$$Q_{hp} = V_{dr} \cdot \rho_{dr} \cdot C_{voda} \cdot (t_{srp} - t_{pp}) \frac{30}{100} \quad (\text{kJ})$$

$$Q_{hp} = 39,5 \cdot 680 \cdot 4,19 \cdot (70 - 5) \cdot 0,30 = 2\,194\,600 \quad (\text{kJ})$$

$$Q_{hp} = 2\,194\,600 \quad (\text{kJ})$$

б/ Топлина за загревање на сидовите и дното на јамата:

$$Q_{zp} = V_{zdp} \cdot \gamma_{zdp} \cdot C_{zdp} \cdot \left(\frac{t_{zdpmax.} - t_{zdpmin.}}{2} \right) \quad (\text{kJ})$$

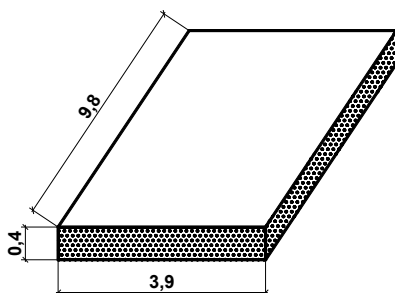


в) длабочина, $h_{j1} = 2,9$ (m) в) длабочина, $h_j = 2,5$ (m)

г) дебелина на сидовите и дното, $\delta = 0,4$ (m).

а) Зафатнина на сидовите и дното на јамата

а1/ зафатнина на дно на јамата:

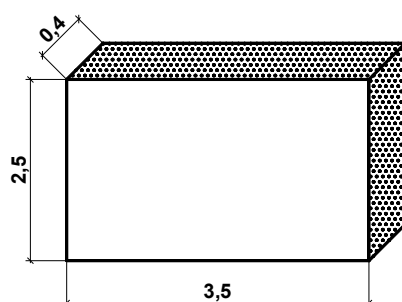


$$V_D = L_{j1} \cdot S_{j1} \cdot \delta$$

$$V_D = 9,8 \cdot 3,9 \cdot 0,4 = 15,29 \quad (\text{m}^3)$$

$$V_D = 15,3 \quad (\text{m}^3)$$

а2/ зафатнина на сидовите на јамата:

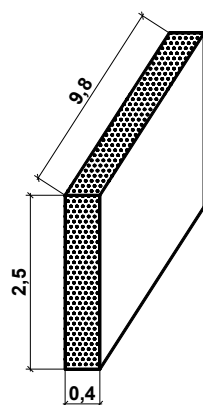


$$V_c = (S_j \cdot h_j \cdot \delta) \cdot 2$$

$$V_c = (3,5 \cdot 2,5 \cdot 0,4) \cdot 2 = 7,0 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_c = 7,0 \text{ (m}^3\text{)}$$

а) челни сидови



б) странични сидови:

$$V_s = (L_{j1} \cdot h_j \cdot \delta) \cdot 2$$

$$V_s = (9,8 \cdot 2,5 \cdot 0,4) \cdot 2 = 19,6 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_s = 19,6 \text{ (m}^3\text{)}$$

Следува:

- дно на јамата, $V_d = 15,3 \text{ (m}^3\text{)}$

- челни сидови, $V_c = 7,0 \text{ (m}^3\text{)}$

- странични сидови, $V_s = 19,6 \text{ (m}^3\text{)}$

$$V_{zdp} = V_d + V_c + V_s = 41,9 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_{zdp} = 42,0 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$Q_{zp} = 42,0 \cdot 2400 \cdot 0,922 \cdot \left(\frac{36 - 10}{2}\right) = 1\,208\,189 \text{ (kJ)}$$

$$Q_{zp} = 1\,208\,189 \text{ (kJ)}$$

7/ Топлина за загревање на капакот на јамата:

$$Q_{kp} = G_{kp} \cdot C_{kp} \cdot (t_{kp \text{ max.}} - t_{kp \text{ min.}}) \quad \text{(kJ)}$$

$$Q_{kp} = 500 \cdot 1,28 \cdot (40 - 5) = 22\,400 \text{ (kJ)}$$

$$Q_{kp} = 22\,400 \text{ (kJ)}$$

Вкупно полезното количество на топлина (Q_{pp}) изнесува:

$$Q_{pp} = Q_{dp} + Q_{sp1} + Q_{hp} + Q_{zp} + Q_{kp}$$

$$Q_{pp} = 2\,356\,965 + 1\,575\,607 + 2\,194\,600 + 1\,208\,200 + 22\,400 = 7\,357\,772 \text{ (kJ)}$$

$$Q_{pp} = 7\,357\,772 \text{ (kJ)}$$

II Загуби на топлина

Загубите на топлина изнесуваат 20,0% од вкупното количество на полезната топлина.

Следува:

- **полезна топлина** → $Q_{pp} = 7\,357\,772 \text{ (kJ)} \dots\dots\dots(100\%)$

- **загуби на топлина** → $Q_{zp} = 1\,471\,554 \text{ (kJ)} \dots\dots\dots(20\%)$

Вкупното количество на топлина за пластификација на
буковите трупци при директно парење изнесува:

$$Q_p = Q_{pp} + Q_{zp} \quad \text{(kJ)}$$

$$Q_p = 7\,357\,772 + 1\,471\,554 = 8\,806\,972 \text{ (kJ)}$$

$$Q_p = 8\,806\,972 \text{ (kJ)}$$

За пресметка на потрошувачка на топлина на 1h за 1,0 m³ дрво,
потребни се следниве параметри:

а) топлина за загревање на дрвото $Q_{dp} = 2\,356\,965 \text{ (kJ)}$

б) топлина за загревање на слободната вода $Q_{sp} = 1\,575\,607 \text{ (kJ)}$

в) топлина за загревање на хигроскопната вода $Q_{hp} = 2\,194\,600 \text{ (kJ)}$

Вкупно: $q_1 = 6\,127\,172 \text{ (kJ)}$

г) загуба на топлина	$Q_{zp} = 1\,471\,200 \text{ (kJ)}$
д) време на загревање на дрвото	$Z = 12 \text{ (h)}$
ѓ) зафатнина на дрвото	$V_{dr} = 39,5 \text{ (m}^3\text{)}$

Следува:

Потрошувачка на топлина на 1h:

$$q_2 = q_1/Z = 6\,127\,172 / 12 = 510\,598 \text{ (kJ/h)}$$

$$q_2 = 510\,598 \text{ (kJ/h)}$$

Вкупно потрошувачка на топлина изнесува:

$$q_3 = Q_{zp} + q_2 = 1\,471\,554 + 510\,598 = 1\,982\,152 \text{ (kJ/h)}$$

$$q_3 = 1\,982\,152 \text{ (kJ/h)}$$

Потрошувачката на топлина на 1h за 1,0 m³ ќе изнесува:

$$q_{m^3} = q_3/V_{dr} = 1\,982\,152 / 39,5 = 50\,181 \text{ (kJ/hm}^3\text{)}$$

$$q_{m^3} = 50\,181 \text{ (kJ/hm}^3\text{)}$$

Водената пара е под притисок од 1,0 bar и кондензира на околу 100°C. При такви услови содржина на топлина во кондензатот $i_v = 100 \text{ kJ/kg}$, а содржината на топлина во парата при $p = 1,0 \text{ bar}$ и $t_p = 100^\circ\text{C}$, изнесува $i_n = 2675 \text{ kJ/kg}$, /прилог - 3/.

Топлината која се предава при парењето изнесува:

$$i_n - i_v = 2\,675 - 100 = 2\,575 \text{ (kJ/kg)}$$

$$i_n - i_v = 2\,575 \text{ (kJ/kg)}$$

Потрошувачка на водена пара во kg/h m³:

$$q_{kg} = q_{m^3} / (i_n - i_v) = 50\,181 / 2\,575 = 19,48 \text{ (kg/h m}^3\text{)}$$

$$q_{kg} = 19,49 \text{ (kg/hm}^3\text{)}$$

6.1.1.12. Парење на бичени сортименти

Под поимот парење на бичени сортименти се подразбира технолошка постапка каде сортиментите во затворен ситем (простор)

се изложени на влијание на заситена водена пара при одредена температура и притисок.

Во практиката доста често бичените материјали се парат. Целта на парењето е различна, но во основа се темели на промена на бојата, подобрување на својствата на дрвото, стерилизација, како и отстранување на некои од грешките настанати во процесот на сушењето.

Промената на бојата, односно изедначувањето на бојата по целата дебелина и должина на сортиментите е од особено значење за пиланските сортименти од бука кај кои се јавува учество на срцевината, која по боја се разликува од беловината. Заради делувањето на ксилофагните габи лажната срцевина кај буката има два стадиума. Во првиот стадиум настанува промена на бојата, а во вториот деструкција на дрвото. Во практиката при парењето на буковите сортименти во кои е вклопена срцевината изедначувањето на бојата се остварува само ако се зафатени од првата фаза. Така, според Колин Б. /12/, хидротермички парената букова граѓа е со боја слична на махагонот.

Бичената граѓа се пари при температура околу 100⁰С и релативна влажност од 100%. Карактеристично за стерилизацијата по пат на парење е што дрвото во вакви услови брзо се стерелизира кога е заразено од ларви на инсекти и габи. Температурите при кои парењето се одвива се лателни (смртоносни) дози за габите и инсектите. Меѓутоа, при создавање на оптимални услови за развој на габите и инсектите, дрвото може повторно да се зарази.

Својствата на бичената граѓа по парењето се подобруваат. Пареното дрво помалку се собира и бабри од непареното заради намалувањето на неговата хигроскопност. Исто така, парената во споредба со непарената граѓа механички подобро се обработува. Парењето како технолошки процес е значајно и по тоа што со постапката "рекондиција" можно е и отстранување на грешки настанати при вештачкото сушење (на пример, колапс), но секој пат не се постигнуваат задоволителни резултати.

6.1.1.13. Парилници за парење на бичени сортименти

Парењето на бичените сортименти се одвива во затворени објекти наречени парилници кои работат на принципот на периодично (прекинато) дејство.

Парилниците може да бидат изградени од градежни материјали (сидани), или од алуминиумски конструктивни профили во комбинација со панелни сидови исто така изработени од чист алуминиум со исполна од термоизолациони материјали.

Според конструктивната форма, поделбата на парилниците е прикажана во 4 групи и тоа:

- во првата група значајно место завземаат коморите за парење,
- во втората се сместени јамите за парење,
- третата група ја чинат своната за парење или т.н. парни свона
и
- во четвртата се дефинирани преодни конструктивни облици од поедини групи на парилници.

6.1.1.13.1 Комори за парење на бичени сортименти

Коморите за парење на бичените сортименти се сидани или армиранобетонски, а во поново време (во однос на материјалите од кои се градат) од челични или алуминиумски решеткасти носачи со алуминиумски панелни сидови, т.н. метални парилници.

Металните парилници се состојат од една или повеќе комори. Во споредба со другите конструкции покажуваат предности од кои позначајни се голема можност за одржување на постојана температура и притисок во комората, добар топлински капацитет на сидовите, лесна манипулација со обични или вагончиња со платформа на подигање, заштеда на топлинска енергија, лесно се монтираат и одржуваат. Конструктивните делови им се од алуминиумска решеткаста конструкција или алуминиумски профили. Сидовите се изработени од алуминиумски панелни плочи со внатрешна топлинска исполна на минерална волна или тврд полиуретан со дебелина до 120 mm. Вратите на парилницата се изработени од исти материјали

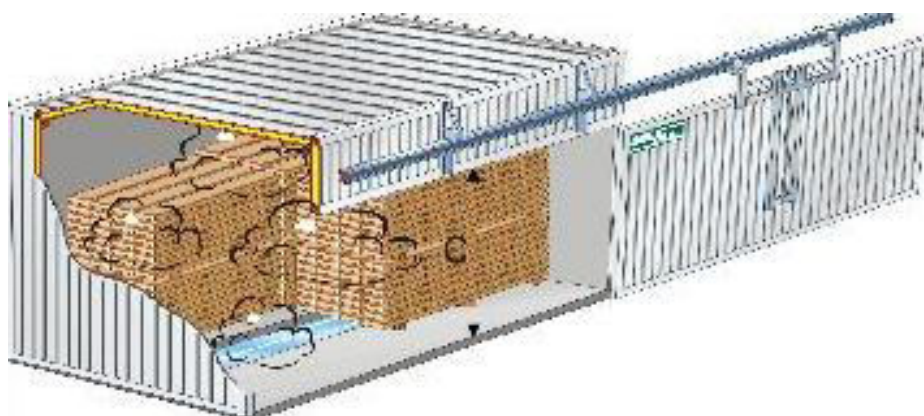
како и сидовите, алуминиум-термоизолација-алуминиум. Механизмот кој се користи за затварање овозможува солидно прилепување на вратите кон сидот, со што е елиминирано нарушувањето на амбиентот внатре во комората. Тоа значи дека нема осцилации на температурата, притисокот, како и загуби на водена пара од лошо затварање на вратите на комората. Слика 13.

Засводувањето на таванот во форма на лак исто така е изработено од чист алуминиум. Кондензатот кој се создава во текот на работата на комората се слива од засводениот таван кон сидовите и истекува по каналче надвор од комората.

Во однос на капацитетот на парилниците, најрационални и најекономични се оние со капацитет по една комора од 20 до 30 m³ бичени сортименти.

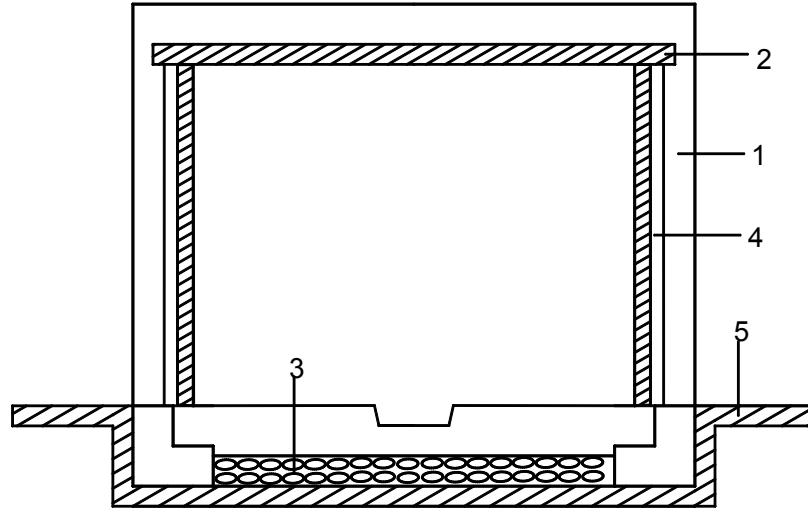
За правилно водење на процесот на пластификација на дрвото во коморите е вградена опрема која обезбедува надгледување, но и рачна и автоматска регулација на параметрите на процесот на парење.

Карактеристични параметри за **сиданите комори** се нивната должина која се движи од 6,0 до 16,0 m, широчина од 2,0 до 2,2 m и височина од 2,2 до 2,5 m. За градба на сидана комора се користат материјали со добри термоизолаторски својства, за да се намали загубата на топлина на најниско ниво. Сидовите се еднослојни изградени од армиран бетон премачкани со киселоотпорни материјали или од повеќе слоја, во комбинација армиран бетон - препечена тула, воздушен простор, цементен малтер и киселоотпорни супстанции на база на битумен. Дебелината им се движи од 30,0 до 51,0 cm. На сличен начин се конструирани и таванот и подот на комората. Тоа е потребно бидејќи во текот на парењето на буковата граѓа поради хидролизата се формира кисел кондензат кој агресивно се однесува кон конструкцијата на комората. Слика 14.

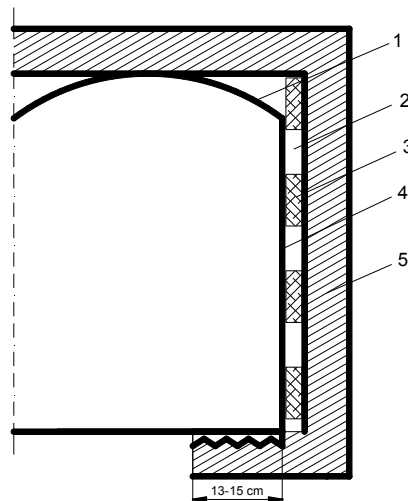


Слика 13. Метална парилница

Со цел да се намали загубата на топлина, сидовите од внатрешната страна на комората се обложуваат со ребрести платна изработени од 99,5%, чист алуминиум. Слика 15.



Слика 14. Напречен пресек на сидана парилница, 1) армиран бетон, 2) препечена тула, 3) камена подлога, 4) воздушен простор, 5) земја



Слика 15. Топлинска изолација на парилница, 1) засводен таван, 2) воздушен простор, 3) штици, 4) алуминиумско платно, 5) сид

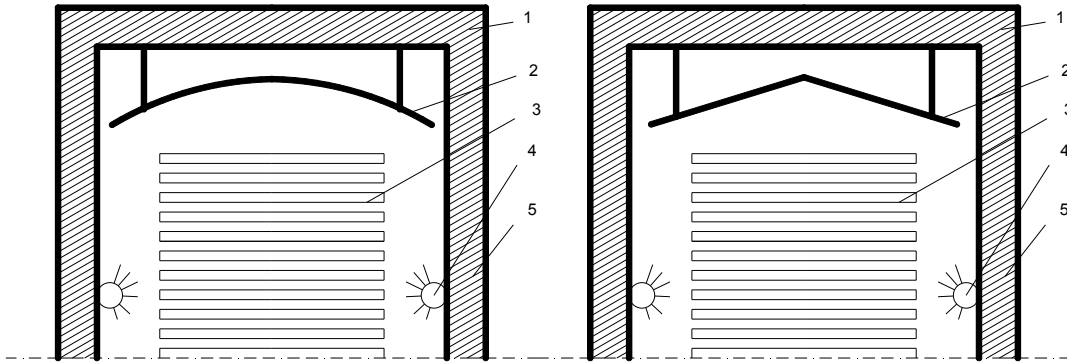
Алуминиумските платна со кои е обложена внатрешноста на комората постигнуваат херметичност, не дозволуваат продирање на водената пара и воедно ги заштитуваат сидовите од штетното влијание на кондензатот. Алуминиумската облога конструктивно во

длабочина на 10,0 см и ширина околу 13,0 см навлегува во подот на парилницата, со што се спречува директното продирање на водената пара во меѓупросторот на алуминиумските платна и сидот.

Таванот е од слична конструкција како и сидовите. Може да биде рамен или засводен. Кога е засводен тој е во форма на лак, така што кондензатот кој се создава во текот на парењето се слива низ сидовите кон каналчето, не капе врз бичената граѓа и не создава темни дамки. Во случај кога таванот е рамен, негово засводување се врши со алуминиумски лим, свиен лачно или во форма на триаголник. Лимот е поставен по целата должина на комората за пластификација на дрвото. Слика 16.

Подот на парилниците е изграден од бетон со мал напречен и надолжен нагиб од 1,0%, кон каналот за собирање и истекување на насобраниот кондензат. При парилниците за директно парење и на бичената граѓа, каналот за истекување на кондензатот најчесто е изграден и поминува низ средината на подот на комората. Кај парилниците за индиректно парење на граѓата по средината на подот има канал со вода. Во водата се потопени грејни тела низ кои циркулира медиумот за загревање на водата. Формираната заситена водена пара врши парење на бичените сортименти.

Вратата на парилницата може да биде изработена од дрвена конструкција или од алуминиумски лимови меѓу кои е вграден слој на минерална волна и слични материјали на неа за топлинска изолација. Кога е изработена од дрво се користат материјали од бор или ариш со надворешна опшивка на алуминиумски лим. Металните конструктивни елементи антикорозивно се заштитуваат. За намалување на загубите во топлина неопходно е вратите добро да затвараат. На допирните места со сидовите се поставува лента од азбест, која редовно се контролира, менува и одржува во здрава состојба за да се спречи излезот на парата во атмосферата. Загубите на пара заради лоштата изолација и неправилното затварање на вратата се доста големи и директно влијаат врз економичното работење на парилницата.



Слика 16. Уредување на таван на сидана парилница, 1) таван, 2) таванско засводување, 3) камера со бичена граѓа, 4) перфорирани цевки за пара, 5) сид

6.1.1.13.2. Јами за парење на бичени сортименти

Јамите за парење на бичени сортименти се градат во земјата и ги имаат следниве димензии: должина 10,0 m, широчина 3,5 m и корисна височина 2,5 m. Височината над земјата е до 1,2 m. Во склопот на јамата за парење постои помошен дел со длабочина до 1,7 m и внатрешен пресек 1,5 x 1,5 m со вградена цевка и сад за собирање на кондензатот и отпадната вода при чистење на јамата.

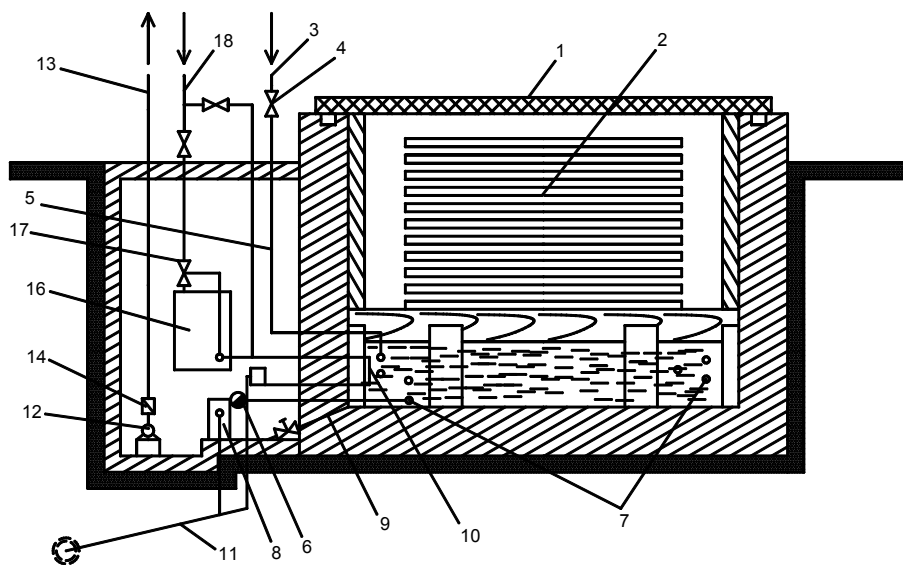
Секоја јама се покрива со капак изработен од челични профили и талпи од ариш дебелина 6,0 cm споени со перо и жлеб. Од страната што затвара кон јамата капакот е обложен со чист алуминиум и изолациони материјали за спречување на излезот на водената пара кон надворешната средина. Капакот секогаш треба да е потешок од вкупниот притисок кој се создава во јамата за да не се подига и да нема загуба на топлинска енергија. За таа цел се користат и специјално изработени стегачи. Покривањето и откривањето на јамите се врши со електрична мостна или портална дигалка.

Конструктивно сидовите, темелите и дното на јамата се изработени од армиран водоотпорен бетон. Внатрешната страна на сидовите е заштитена со дрвени облоги отпорни на удари и оштетувања при манипулацијата со бичената граѓа.

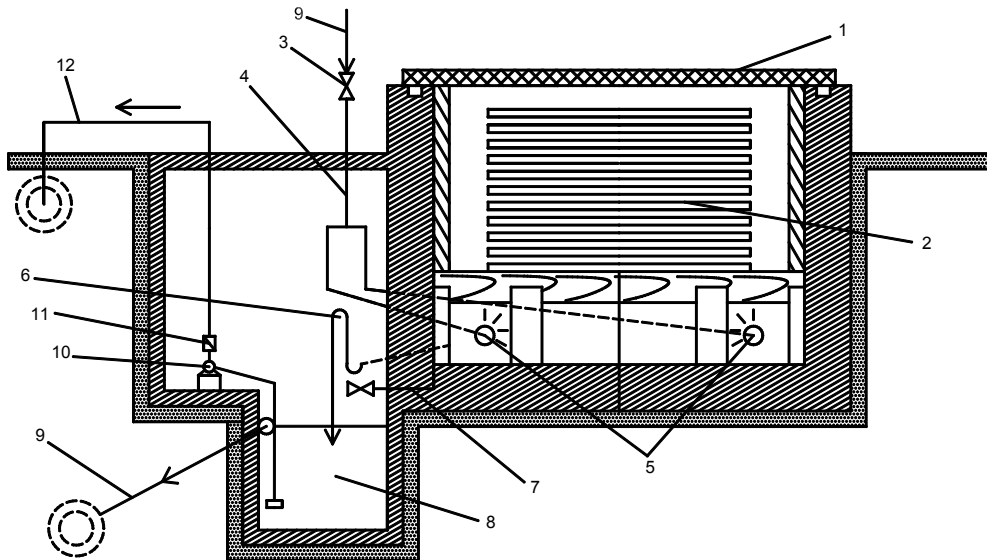
Парењето на бичените сортименти се врши на индиректен и директен начин. Се применува ист принцип на работа како кај коморите изградени над земја.

Во практиката пластификација на бичената граѓа во јами многу ретко се користи. Основна причина е сложеноста на работа со јамата, загубата на топлина и не претставува интерес за натамошна подетална анализа.

На сликата 17 е прикажана јама за индиректно парење на бичена граѓа, а на сликата 18 јама за директно парење.



Слика 17. Јама за индиректно парење на бичени сортименти, 1) капак, 2) камара со бичена граѓа, 3) довод на пара, 4) вентил на доводот на пара, 5) влезен цевковод на пара, 6) кондензен сад, 7) грејни тела, 8) собирник на кондензат, 9) испуст за нечиста вода, 10) одвод на вишок на кондензат, 11) одводна цевка до главен одводен канал, 12) пумпа за одвод на кондензат во котелот, 13) одводен цевковод на кондензат, 14) повратен вентил, 15) одвод на кондензат од јамата, 16) сад за вода, 17) вентил-пловка за одржување на нивото на водата во садот, 18) цевковод за довод на свежа вода



Слика 18. Јама за директно парење на бичени сортименти, 1) капак, 2) комора со бичена граѓа, 3) вентил за довод на пара, 4) влезен цевковод на пара во парилница, 5) перфорирана бакарна цевка, 6) одвод на вишок на кондензат, 7) одвод на нечиста вода, 8) собирен базен, 9) одвод на нечиста вода и кондензат, 10) пумпа за нечиста вода, 11) повратен вентил, 12) одводен цевковод на пара

6.1.1.14. Своно за парење на бичени сортименти

Своното за пластификација на бичени сортименти во практиката познато и под име како "парно своно". Претставуваат специјална конструкција на уреди за парење на бичена граѓа.

Главно се составени од три дела и тоа:

- **основа (подлога) на своното за парење,**
- **подвижно тело и**
- **дигалка на своното за парење.**

Основата или подлогата на своното за парење всушност е армирана бетонска плоча во форма на корито (1), отпорна на вода и соодветна носивост. По целата опшивка на подлогата (блиску до крајните рабови) постои канал со вода (3). Каналот со водата има функција да обезбеди потполен контакт на своното со подната подлога. На тој начин се спречува излезот на водената пара во атмосферата во текот на процесот на парењето, а истовремено се намалуваат и загубите на топлина.

Своното се изработува од челични или алуминумски профили, надворешно обложено со поцинкуван или алуминиумски лим, а

внатрешната облога е од чист алуминиум (99,8%) со дебелина до 3,0 mm. Просторот помеѓу двата алуминиуски лимови е исполнет со материјали за термичка изолација, минерална волна или тврд полиуретан за намалување на загубата на топлина. Дебелината на топлинската изолација е од 80 до 120 mm.

Имајќи предвид дека температурата која владее при процесот на парењето е околу 100°C, притисокот на заситената водена пара во своето е низок и се движи од 0,25 до 0,3 bar, од тие причини во горниот дел на своето се вградува вентил на сигурност за регулација на покачениот притисокот на парата. Тое посебно е важно кога се применува методот на директно парење на бичената граѓа.

Парењето на сортиментите се врши по два методи и тоа:

- директен метод и
- индиректен метод.

При директното парење медиум за пластификација на дрвото е заситена водена пара. Во парното своно (5) од котларската постројка се допремува низ цевковод (2). Преку систем на поврзување цевководот е приклучен со перфорината цевка за распрскување на парата во внатрешноста на парното своно. Перфорирана цевка е со внатрешен дијаметар од 70,0 mm. Дијаметарот на дупчињата за распрскување на парата е 5,0 mm, распоредени на растојание од 12,0 до 14,0 cm. Покрај доводната цевка за водената пара е сместена и цевката за довод на свеж атмосферски воздух. Заситениот воздух од парилницата се отстранува низ отворот поставен на покривот на своето. Целиот систем е во тесна врска при регулацијата на применетиот режим на парење. На најнискиот дел од подлогата е сместен отворот за истекување на водата и отстранување на сите нечистотии. Отстранувањето на кондензатот се регулира низ посебна одводна цевка.

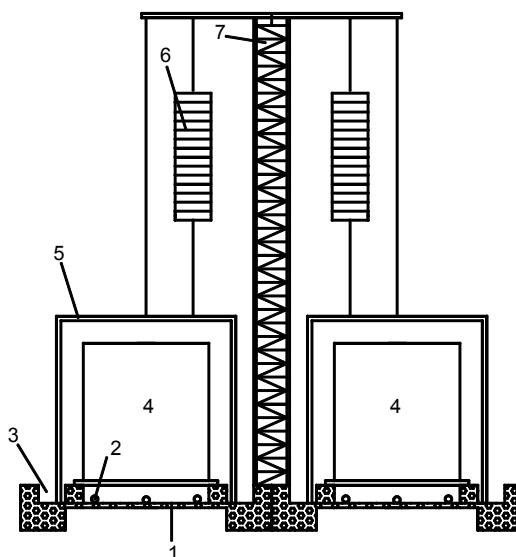
Принципот на индиректниот метод на парење се сведува на ист начин како при парењето на сортиментите во коморите конструктивно изградени над површината на земјата.

Основната функција на дигалката (7) која е сместена над своето за парење (5) е подигање на своето кога се врши полнење

или празнење и спуштање кога камарите со бичена граѓа (4) се поставени во просторот за парење.

Полнењето и празнењето на овој тип на парилница се врши со автокар или вагончиња кои се движат по шински колосек и зависно од капацитетот на своното времето изнесува од 30 до 45 min.

На сликата 19 е претставен шематски приказ на своно за парење за парење на бичена граѓа.



Слика 19. Своно за парење на бичена граѓа, 1) бетонска подлога, 2) цевковод за довод на водена пара, 3) канал со вода, 4) комора со бичена граѓа, 5) своно, 6) тегови, 7) дигалка

6.1.1.15. Автоклави за парење на бичени сортименти

Автоклавите кои се користат за парење на бичени сортименти според конструктивната изведба може да бидат два типа и тоа:

-хоризонтални автоклави и

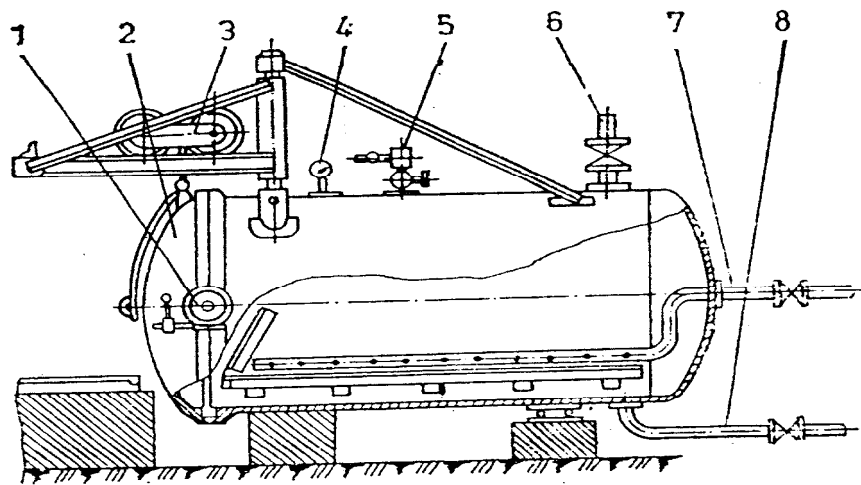
-вертикални автоклави.

Заради сложеноста на технолошкиот процес и сложеноста на механизмите за отварање и затварање, во практиката порационални се хоризонталните автоклави.

Автоклавите според надворешниот изглед се во форма на цилиндер. Хоризонталните цилиндрични автоклави според конструктивната изведба се со внатрешен дијаметар, 2,0; 2,2; 2,4 и 2,8 m, должина од 4,0 до 15,0 m. Тие се изработени од челик и чист алуминиум со дебелина на ѕидовите од 10,0 до 30,0 mm и солидна

термичка и антикорозивна изолација. Системот за отварање и затварање на вратите (капаците) може да биде механички или хидрауличен. Атоклавите за парење на сортиментите се со еден или два капака поставени на предниот и задниот дел на цилиндерот. Оние, со двата капака се познати и под името **"непериодични автоклави"**, а тие со еден капак **"периодични автоклави"**.

На сликата 20 е прикажана варијанта на автоклавно парење на сортименти во автоклава со периодично работење.



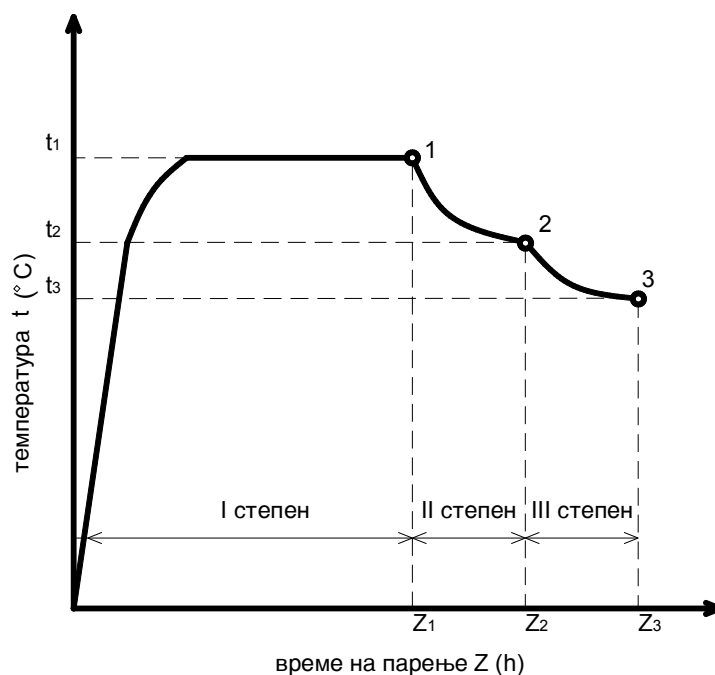
Слика 20. Автоклава со периодично работење, 1) цилиндер со редуктор, 2) капак, 3) механизам, 4) манометар, 5) вентил за сигурност, 6) вентил за заситена водена пара, 7) довод на водена пара, 8) одвод на кондензат

Отварањето и затварањето на капакот (2) се врши со маханизмот (3) прицврстен на цилиндерот и редукторот (1). Водената пара во автоклавата се допремува по цевководот (7). Воздухот и заситената водена пара во атмосферата се одведуваат низ вентилот (6), а формиранитот кондензат низ цевководот (8). За мерење на притисокот се користи манометар (4), а за негова контрола служи и вентилот за сигурност (5). Автоклавата е поставена на две потпори. Една од потпорите е подвижна за совладување на дилатациите на материјалот од кој е изработена заради топлинските промени, загревање-ладење. Сортиментните се редат на количка со која по шини се внесуваат и изнесуваат по завршување на процесот на

парењето. За регулација на параметрите на заситената водена пара се користат рачни, електрични или пневматски вентили. Визуелно се контролираат со термометри како и со дигитални или електроконтактни-далечински манометри. Притисокот на парата изнесува околу 6,0 bar.

Меѓу притисокот и температурата на заситената водена пара постои меѓусебна зависност. Притисокот најчесто е константна големина, температурата се менува во опсег на температурното поле и е дефинирана со режимот на парење.

Промената на температурата на парата во автоклавата при парење на бичени сертименти од бука е прикажано на сликата 21.



Слика 21. Промена на температура на парата во автоклава во корелација со времето на парење

Промената на температурата на водената пара се одвива во три степени (фази) и ги има следниве температурни карактеристики:

I степен - во почетокот на парењето постепено се доведува водена пара и благо покачува температурата за да се избегне опасноста од оштетување на сортиментите. Според класата на квалитет на граѓата која се пари, се оценува времетраењето на првиот степен на парење. Температурата максимално се покачува до

135 °C и линеарно се одржува до точката 1, ($t_1 = 135$ °C). Во првиот степен нема промена на физичко-механичките особини на дрвото.

II-степен - се запира доводот на водената пара во автоклавата. Следна фаза е снижување на температурата од 135 °C на 110 °C. Точка 2, на која одговара температура t_2 .

$t_1 = 135$ °C > $t_2 = 110$ °C).

III-степен - во последниот степен постепено се одведува водената пара од автоклавата. Температурата е околу 80 °C. Точка 3, температура t_3 . Следува изедначување на внатрешниот притисок со атмосферскиот. Граѓата во автоклавата се лади по природен пат. Со бавното ладење на граѓата во исто време се намалува и температурниот градиент така што оштетување на сортиментите практично и да нема. Карактеристично е и тоа што нема промена на физичко-механичките особини на дрвото.

6.1.1.16. Методи за парење на бичени сортименти

Парењето на бичените сортименти со заситена водена пара во коморите се изведува по два метода и тоа:

- директно парење на бичени сортименти и
- индиректно парење на бичени сортименти.

6.1.1.16.1. Директно парење на бичени сортименти

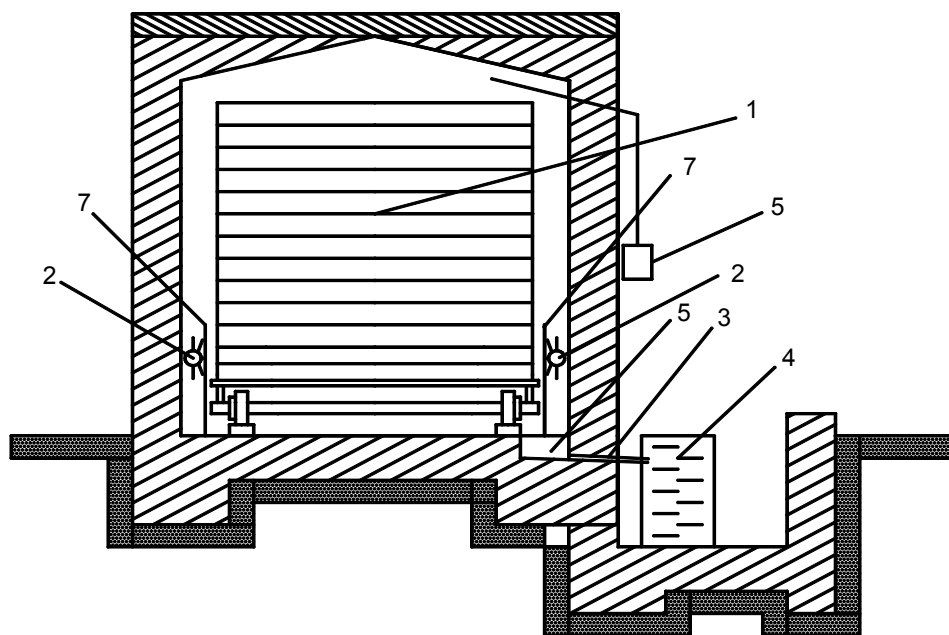
При методот, директно парење на бичените сортименти, медиумот за пластификација на дрвото е заситена водена пара. Заситената водена пара во комората со систем на цевководи се доведува од котларската постројка.

Цевките низ кои водената пара се распрскува во комората за парење може да имаат различна местоположба. Местоположбата може да е централна, по должина на комората и малку подигнати над подот или од страна прицврстени покрај сидовите на комората. Тие се со дијаметар од 60,0 до 70,0 mm, перфорирани со спирално распоредени дупчиња со дијаметар од 5,0 mm, на растојание од 14,0 до 15,0 cm. Се изработуваат од материјали кои не рѓосуваат, најчесто бакар или алуминиум.

При техниката на парењето помеѓу перфорираните цевки (2) и камарите се бичена граѓа (1) се поставува заштитен параван-алуминиумски лим (7), со што се спречува директниот удар на водената пара на сортиментите и се намалуваат можностите за појава на грешки. Низ дупчињата на цевките загреаната водена пара се распрскува во просторот на комората. Во допир со дрвото, ѕидовите таванот и вратата парата предава топлина, но во исто време и кондензира. Кондензатот се слива кон каналчето (5) и содржи киселини (мравска, оцетна, фосфорна), ситни честици од кора или дрво и низ отворот (3) за одвод на кондензатот се слива во собирниот сад (4). Кондензатот во почетокот на процесот на парењето е бистер, подоцна се заматува, а кон крајот на парењето повторно избиструва. Оваа промена на бојата на кондензатот може да послужи и како индикатор за пратење на процесот на парење. Од собирниот сад (4) кога кондензатот е врел и е со температура околу 100°C , ако не се враќа во котларската постројка, се одведува во базен, се лади и преку канал се отстранува во јама или канализациски систем.

Од особено значење за директниот метод на парење е да се знае дека парењето се врши со заситена водена пара и во никој случај не се користи прегреана пара. Прегреаната пара интензивно ја суши површината на сортиментите и се јавува разлика во влажноста меѓу површинските и внатрешните слоеви на дрвото. Таа разлика на влажноста предизвикува внатрешни напрегања и појава на грешки на парените сортименти.

Температурата на заситената водена пара во комората е од 95 до 100°C . Релативната влажност на воздухот е околу 100% . Притисокот на парата во металните комори зависи од нивната конструкцијата, херметичноста, топлинската изолација, трајноста и режимот на парење. Во ѕиданите и армиранобетонските парилници притисокот на водената пара е од $0,1$ до $0,3$ бар и се контролира се редуccionиот парен вентил. Слика 22.



Слика 22. Комора за директно парење на бичена граѓа, 1) камари со бичена граѓа, 2) перфорирани цевки, 3) отвор за одвод на кондензат, 4) собирен сад, 5) каналче за кондензат, 6) далечински термометар, 7) заштитен параван

6.1.1.16.2. Индиректно парење на бичени сортименти

Овој метод е карактеристичен по тоа што медиумот за парење е заситена водена пара и се создава во комората.

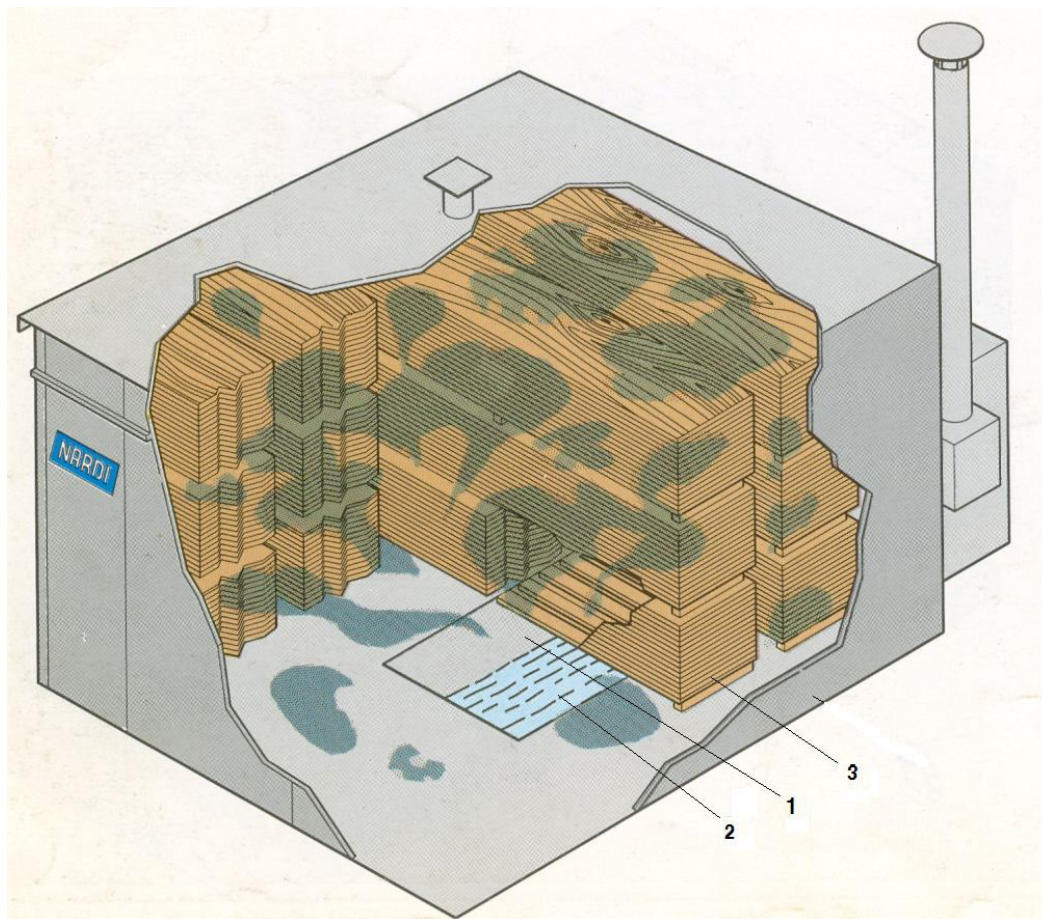
Конструктивно, коморите за индиректно парење во споредба со коморите за директно парење многу на се разликуват. Разликата е во градбата на подот каде постои канал (1) наполнет со вода, чии воден столб изнесува од 10,0 до 15,0 см. Во каналот се сместени грејните тела (2) низ кои поминува средството за загревање на водата. Како средства за загревање се користат водена пара, врела вода или чисти термостабилни масла. Во практиката најрационален начин се покажал загревањето со водена пара. При загревањето со врела вода чија температура не е повеќе од 120 °C, заради помалиот коефициент на предавање на топлина се јавува потреба за наголемување на должината на грејните цевки. Во поново време се манифестира загревање со чисти термостабилни масла или познати под име и како "термо-масла". Предност на маслото е што брзо може да се постигне

температура и до 300 °C без притисок. Исто така, заради можноста за постигнување на висока температура, инсталацијата за загревање во однос на грејната површина е помала во споредба при загревањето со водена пара или врела вода. Сепак, системите за загревање со користење на термостабилни масла малку се користат во дрвноиндустриските капацитети, пред се заради високата цена на чинење на маслото, негово складирање, замастување на цевководите и тешко одржување на системот.

Технолошки (слика 23), камарите со бичена граѓа (3) наредени на вагони по шински колосек (4) се транспортираат во комората. Вратите се затвараат и според применетиот режим отпочнува процесот на постепено загревање. Со предавањето на топлината од грејните тела на водата, таа се загрева. Загреаната вода од каналот испарува и како полесна се движи кон горните зони на комората, при што навлегува во камарите со бичената граѓа и отпочнува процесот на парење.

Во комората за време на парењето се одржува температура од 90 до 100 °C и релативна влажност на воздухот околу 100%. Времето на парење, трае од 24 до 96 (h) во зависност од видот на дрвото, почетната влажност во дрвото, дебелината на сортиментите и температурата на парата.

Грејните тела при индиректниот начин на парење се поставени во канал со вода. Од дното на каналот се на растојание на 5,0 cm. Нивото на водата во каналот е до 15,0 cm и се контролира со систем за регулација на водениот столб. За затоплување и испарување на водата грејната цевка е со потребна огревна површина. Од таа причина, парата која служи како медиум за загревање на водата е со притисок најмалку 2,0 bar. На излезот од парилницата цевката е поврзана со кондензен сад за собирање на кондензатот во цевководите и враќање во котларската постројка, со што се подобрува системот на рационализација на топлината.



Слика 23. Комора за индиректно парење на бичена граѓа, 1) канал со вода, 2) грејни тела, 3) камари со бичена граѓа

6.1.1.17. Технолошка подготовка и циклус на парење на сортиментите

Бичените сортименти кои се парат треба да бидат во сурова состојба со минимална влажност од 35,0 до 40,0% и очистени од пилевина.

Чистењето на пилевината е мошне значајно. Се врши рачно или механизирано. Рачното чистење е со четки, а механизираното уште при разбичување на трупците во пиланска хала на машина со вградена четка. Во спротивно, на местата налепени со пилевина по парењето остануваат темни дамки. Тоа е последица на интензивниот процес на хидролиза и оксидацијата на пилевината со масивното дрво.

Очистената граѓа се реди во компактни камари без хоризонтални и вертикални празнини (без летвички). На тој начин се постигнува подолго време задржување на влагата, подобар квалитет

во изедначувањето на бојата и искористување на капацитетот на комората. Подготовката на граѓата за парење е непосредно по сортирањето, со цел во дрвото се задржи поголем процент на влага. Формирањето на камарите со бичена граѓа се врши на палети и тоа надвор од парилницата. По правило се сложува (реди) граѓа од ист дрвен вид, со еднаква дебелина и приближно еднаков почетен процент на влажност. Во практиката често пати се случува да се сложуваат сортименти со различна дебелина. Во таков случај, иако не е препорачливо, условите на парењето се регулираат според подебелите сортименти. Подготвените камари со вилушкар или вагончиња кои се движат по шински колосек, се внесуваат во парилницата. По внесувањето, вратите херметички се затвараат и отпочнува процесот на парење според однапред предвидениот режим.

Циклусот на парење се состои од следниве технолошки фази:

- 1. Полнење на комора** - бичената граѓа со вилушкар или вагончиња се внесува во комората. Вратите се затвараат.
- 2. Загревање** - според применетиот режим следува фаза на загревање на бичената граѓа. Се одвива постапно за да не се случи оштетување на сортиментите од наглото загревање. Фазата на загревање трае од 3 до 6 h.
- 3. Парење (активна фаза)** - фаза во која под влијание на заситената водената пара кај дрвото отпочнува изедначување на бојата. Во летниот период трае 24 h, а во зимскиот околу 36 h.
- 4. Постепено ладење** - по прекилот на доводот на медиумот за загревање следува фазата постепено ладење на бичената граѓа. Вратите на парилницата се подотворени, дрвото се "смирува" и изедначуваат напрегањата настанати во процесот на парењето. Фазата трае од 4 до 8 h.
- 5. Празнење на комора** - претставува последна фаза од циклусот. Вратите се отвараат и парилницата се празни со средствата со кои е и внесена граѓата во неа.

Процесот на парењето е чисто емпириски. За време на парењето на граѓата, заради високата температура, концентрацијата на релативната влажност, како и за не нарушување на режимот на парење, во парилницата не е пожелно да се влегува. Од тие причини процесот на парењето не е можно да се води и контролира со контролни штици, бидејќи при секоја контрола камарите со граѓата се ладат, потоа повторно загреваат, се нарушува режимот на парење, постапка која крајно е непожелна. Вообичаено е да се контролира кондензатот кој може да послужи како индикатор во процесот на парењето. Во почетокот на парењето на граѓата (фаза на загревање) кондензатот кој истекува од комората е бистар, во активната фаза се заматува, во завршната повторно се избиструва и претставува сигнал дека може да се помине во фазата ладење на граѓата. Кондензатот за контрола се собира на излезниот канал на комората во стаклен или пластичен сад.

Бојата или колоритетот на парената граѓа не се препорачува да се оценува окуларно, туку со користење на споредбени узорци во боја т.н. еталони, зашто окуларната процена е субјективна. Парењето во пошироки размери најчесто се однесува за буковата бичена граѓа, кај која на крајот од третирањето настанува изедначување на бојата на беловината и срцевината и се добива боја слична на махагоновото дрво. Така, за парење на букова бичена граѓа во сиданите комори се користи заситена водена пара по низок притисок од 0,1 до 0,3 bar, температура од 95 до 100⁰C и релативна влажност на воздухот околу 100%. Повисок притисок на водената пара од 0,33 bar се користи за парење на бичени сортименти во коморите изградени од метални (челични или алуминиумски) конструктивни системи. Притисокот на парата е 0,5 bar, температура од 98 до 100⁰C и релативна влажност на воздухот околу 100%.

При повисоки притисоци на водената пара од 0,5 bar, времетраењето на парењето се скусува, но се одразува на бојата на граѓата и од боја на цигла поминува во сивокафеава што е непожелно.

6.1.1.18. Опрема на комора

Опремата на комората се состои од:

- топлинска инсталација на комора,
- опрема за контрола на работата на комората,
- транспортна опрема и
- останата опрема.

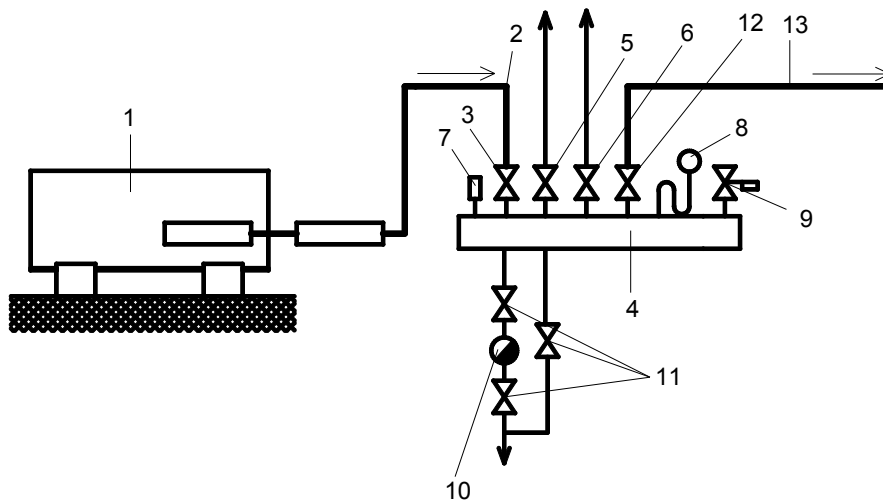
6.1.1.18.1. Топлинска инсталација на комора

Топлинската инсталација на коморите за директно и индиректно парење на бичена граѓа многу не се разликува. Таа е иста до влезот на цевководите во коморите. Внатре во коморите е различна заради различниот начин на парање на сортиментите.

Од интерес претставува да се анализира и целокупното напојување со водена пара од котларската постројка кон потрошувачите. Шематски инсталацијата е прикажана на слика 24.

Во котларската постројка е сместен парниот котел и главниот разделник на водена пара со потребните уреди и инструменти.

Од парниот котел (1) низ главниот цевковод (2) и главниот парен вентил (3) парата се допремува до главниот разделник на пара (4). Во разделникот прегреаната пара се влажи со вбризгубање на вода или кондензат, станува заситена и се насочува кон топлинските потрошувачи. Парните вентили (5) и (6) се користат за одвод на пара кон други потрошувачи. За контрола на параметрите на водената пара главниот разделувач е опремен со термометар (7), манометар (8), вентил на сигурност (9), а за одделување на кондензатот кондензен сад (10) и парни вентили (11) кои се во склоп со кондензниот сад. На главниот разделувач на водената пара е сместен парниот вентил (12) со кој се пушта или запира протокот на водената пара кон подстаницата на коморите за парење.



Слика 24. Топлинска инсталација во котларска постројка, 1) парен котел, 2) главен цевковод, 3) главен парен вентил, 4) главен разделник на пара, 5 и 6) парни вентили за други потрошувачи, 7) термометар, 8) манометар, 9) вентил на сигурност, 10) кондензен сад, 11) парни вентили во склоп со кондезниот сад, 12) вентил за одвод на пара кон коморите, 13) цевковод за довод на пара кон коморите

Цевководот за довод на пара (13) од главниот разделник во котларската постројка (4), до разделникот на пара во потстаницата на коморите за парење, претставува цевка топлински изолирана и инсталирана на конзоли потпрени на столбови или во канали покриени со земјата. При монтажата се поставува под наклон до 5,0% кон насоката на струење на парата за лесно издвојување на кондензатот. Во случај кога главниот довод на парата од котларската постројка до коморите е подолг од 100 m, се јавува загуба на топлината и потреба од соодветни дополнувања во опремата (дилатациони садови, секции на цевки и кондензен сад за издвојување на кондензатот од инсталацијата). Дијаметарот на цевководот се димензионира според максималната брзина на парата која изнесува до 30,0 m/s. Парните вентили се димензионираат според притисокот на парата и дијаметарот на цевководите.

Топлинската инсталација на комора за директно парење на бичени сортименти главно се состои од цевковод за довод на пара од котларската постројка, разделувач на пара, систем на вентили

кои служат за разведување на пара кон секоја комора, кондензен сад и перфорирани цевки за распрскување на парата во коморите.

Топлинската инсталација што води кон коморите зависи од бројот на коморите кои го формираат комплексот на парење. Од разделувачот на пара и парните вентили парата се допремува во комората. На секој вентил за довод пара одговара една комора за парење на бичени сортименти.

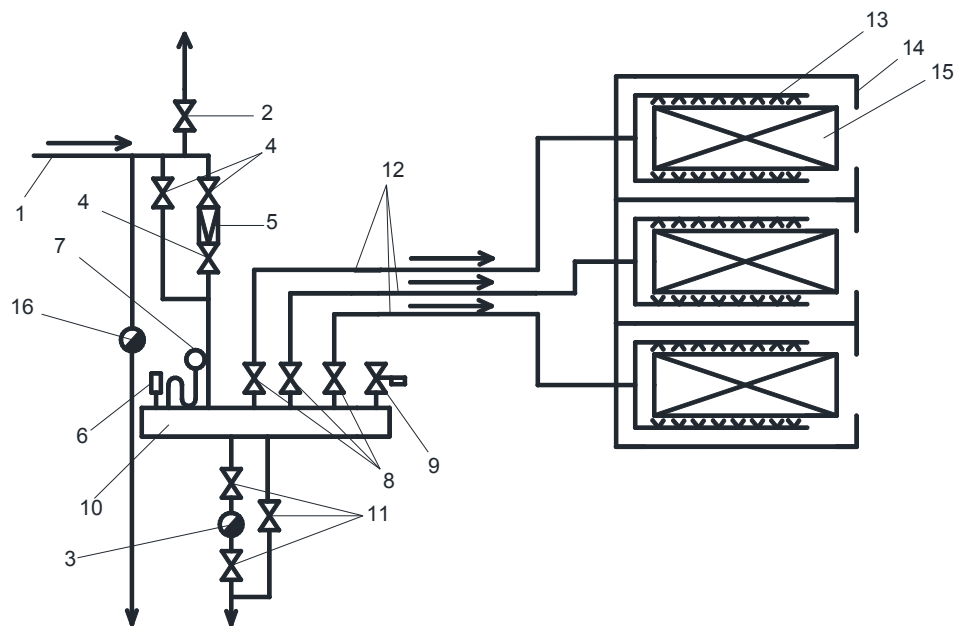
Принципиелна шема е прикажана на слика 25.

Цевководот за довод на пара (1) е во директна врска со разделникот на пара во котларската постројка. Низ него водената пара поминува кон парните вентили (4) кои се во склоп со редукцискиот вентил (5) до разделникот на пара во потстаницата на коморите (10). За пратење и контрола на параметрите на медиумот за парење разделникот на пара е опремен со термометар (6), манометар (7) и вентил на сигурност (9). За одвојување на кондензатот се користи кондензен сад (3) со контрола на вентилите кои се во склоп на кондезниот сад (11). За брзо одделување на кондензатот од инсталацијата се користи кондезен сад (16).

Разделникот на пара е опремен со толку вентили за одвод на пара колку што има комори. Тоа значи дека на секоја комора за парење одговара посебен одводен вентил. Во случајот се 3 вентили за одвод на пара (8). При директното парење водена пара до пред коморите се доведува со цевководите (12). Оттука директно се внесува во коморите (14), а низ перфорирани бакарни цевки (13) се распрскува кон камарите со бичена граѓа(15). Цевките во комората се изработени од бакар бидејќи се многу поотпорни (во споредба со железните) на електролитското дејство на металот во киселата средина која владее во комората.

За постигнување на константен притисок на парата во цевководите служи редукциониот парен вентил (5). Редукциониот парен вентил се димензионира според влезно-излезниот притисок на парата и количеството на проток на парата. Од економска и технолошка гледна точка при подолгите цевководи за довод на пара редукциониот вентил е сместен на крајот на цевководот блиску до

разделувачот на парата кон коморите. Но, кога цевководот е релативно кус редуцискиот вентил се поставува во котларската постројка на почетокот на доводната цевка на пара кон коморите. Кондензациските садови или т.н. одвојувачи на кондензатот се димензионирани во однос притисокот на парата и количеството на кондензатот, а се одбираат по каталог на производителот на опремата.

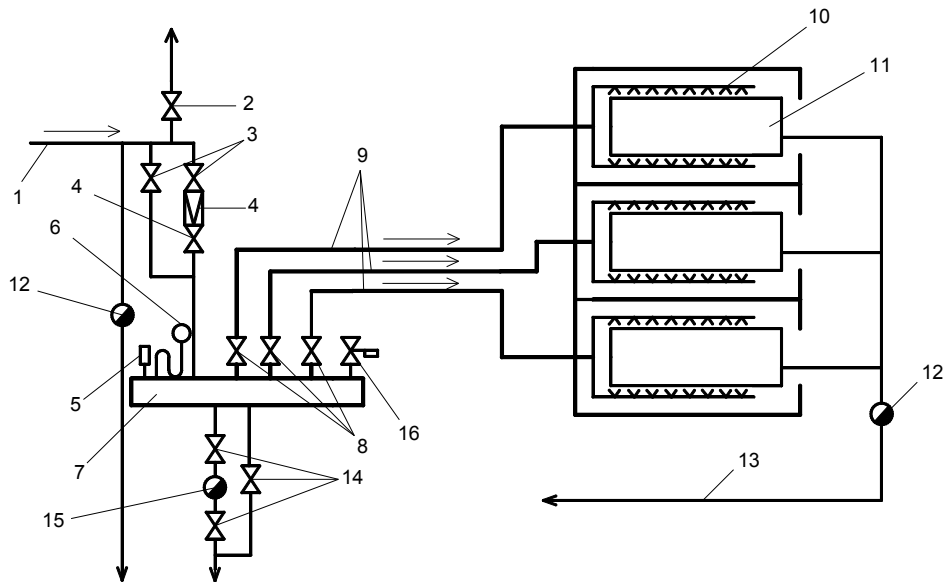


Слика 25. Топлинска инсталација на комора за директно парење на сортименти, 1) цевковод за довод на пара, 2) вентил за испуштање на воздух, 3) кондензен сад, 4) парни вентили во склоп на редуцискиот вентил, 5) редуциски вентил, 6) термометар, 7) манометар, 8) парни вентили за одвод на пара кон коморите, 9) вентил на сигурност, 10) разделник на пара, 11) вентили во склоп на кондезниот сад, 12) цевководи за довод на пара во комори, 13) перфорирани бакарни цевки, 14) комори за парење, 15) камари со граѓа, 16) кондензен сад на инсталацијата

Топлинската инсталација на комора за индиректно парење на бичена граѓа се разликува од инсталацијата за директно парење на сортиментите. Медиумот за пластификација на дрвото е водена пара која директно се создава во комората од грејните тела кои се поставени во канал со одредено ниво на вода. Значи, низ грејните тела поминува медиум кој оддава топлина на водата. Водата се загрева и поминува во гасовита агрегатна состојба-пара. Медиумот за

загревање на водата во каналот е водена пара или врела вода со температура околу 120⁰C, што се допремува од котларската постројка.

Топлинска инсталација за индиректно парење на бичени сортименти е прикажана на слика 26.

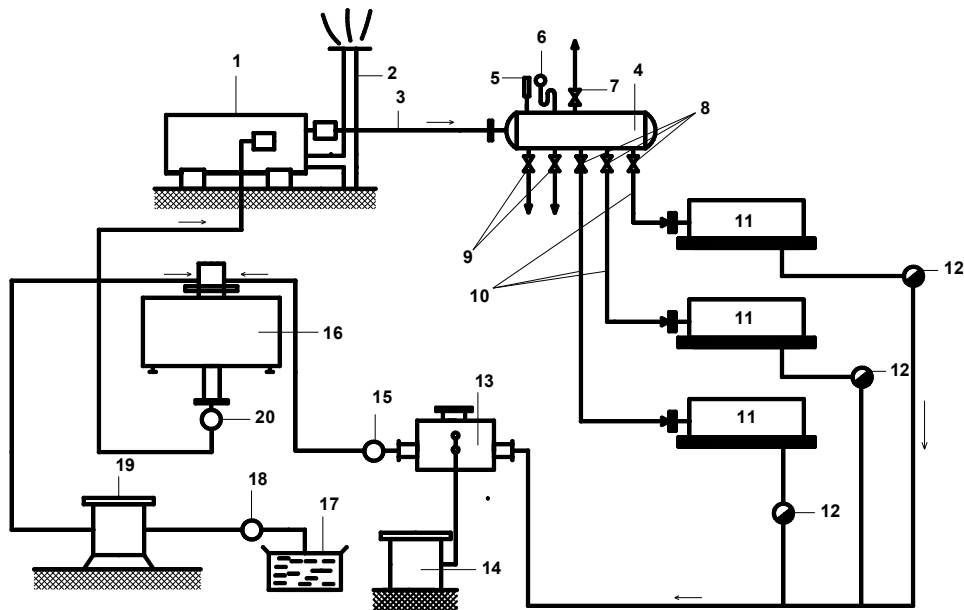


Слика 26. Топлинска инсталација на комора за индиректно парење на сортименти 1) цевковод за довод на пара, 2) вентил за испуштање на пара, 3) парни вентили во склоп на редуцискиот вентил, 4) редуциски вентил, 5) термометар, 6) манометар, 7) разделник на пара, 8) вентили за одвод на пара кон коморите, 9) цевководи на пара во коморите, 10) комори, 11) грејно тело, 12) кондензен сад на инсталација, 13) цевковод на кондензат, 14) вентили во склоп на кондезниот сад, 15) кондензен сад на разделник, 16) вентил на сигурност

Водената пара низ цевководот (1), парните вентили (3) и редуцискиот вентил (4) се допремува до разделникот на пара (7). Температурата и притисокот на парата се контролираат со термометарот (5) и манометарот (6). Кондензатот од разделникот се отстранува со кондезниот сад (15) и пратечките парни вентили (14) и се стреми кон котларска постројка. Водената пара кон коморите за парење (10) се доведува низ цевководите (9), кои се во директна врска со грејните тела (11). По завршување на циклусот на пластификација на дрвото создадениот кондензат во грејните тела се прибира во кондезниот сад (12) и низ цевководот (13) се насочува кон котларската постројка.

Индустриската инсталација за пластификација на дрвото во комори по директен или индиректен начин ја чини енергетската и водоводната инсталација. Енергетската топлинска инсталација и многу посложена од водоводната и отпочнува со инсталираниот парен котел. Слика 27.

Создадената водена пара во котелот (1) низ главниот цевковод (3) се допремува до разделникот на пара (4). За контрола на параметрите на парата температура, притисок и зголемен обем на пара се користи термометарот (5), манометарот (6) и вентилот на сигурност (7). Водената пара од излезните парни вентили (9) ќе се користи за други потрошувачи (сушилници), а со вентилите (8) низ цевководите (10) се насочува во коморите (11) за парење на граѓата. Кондензатот од процесот на парење се собира во кондензни садови (12) и преку цевковод се собира на едно место во собирникот за кондензат (13). Вишокот на кондензат од собирникот се прибира во преливникот за кондензат (14). Со пумпата (15) се допремува до цистерната со вода (16). Во цистерната се меша со водата и како загреан и предава извесно количество на топлина што е корисно за подигнување на топлинскиот капацитет на водата. Така загреаната вода со пумпата за напојување на котелот (20) се црпе од цистерната и насочува во парниот котел (1). Овој принцип е доста економичен во однос на намалување на потрошувачката на тврдо гориво. Се цени дека заштедата на тврдо гориво изнесува од 20 до 25 % од вкупното количество на тврдо гориво потребно за парење. Со свежа вода цистерната се снабдува од водовод или бунар (17) за што се користи пумпата (18). Циклусот се повторува.



Слика 27. Индустриска енергетска и водоводна инсталација

- 1/ парен котел,
- 2/ оџак,
- 3/ главен цевковод на пара,
- 4/ разделник на водена пара,
- 5/ термометар,
- 6/ манометер,
- 7/ вентил на сигурност,
- 8/ парни вентили кон коморите за парење,
- 9/ парни вентили кон други потрошувачи,
- 10/ цевковод на водена пара до коморите за парење,
- 11/ комори за парење на граѓа,
- 12/ кондензен сад,
- 13/ собирник на кондензат,
- 14/ преливник на кондензат,
- 15/ пумпа за кондензат,
- 16/ цистерна со вода,
- 17/ свежа вода,
- 18/ пумпа за свежа вода,
- 19/ уред за подготовка на свежа вода и
- 20/ пумпа за напојување на котелот.

6.1.1.18.2. Опрема за контрола на работата на комората

Кај сиданите и армирано-бетонските комори контрола на параметрите на парење на граѓата понекогаш воопшто и не постои. Се работи исклучиво врз основа на емпирија или евентуална контрола на бојата на кондензатот за одредување на степенот на парење на сортиментите.

Меѓутоа, без разлика дали парилниците се од застарен или нов модел, за контрола на параметрите на парењето, односно режимот на парење, се користат контролни инструменти во кои се вбројуват:

- **манометар,**
- **термометар,**
- **барометар и**
- **мерач на потрошувачка на пара.**

Манометарот се користи за постојана контрола на притисокот кој владее во парилницата во однос на околната средина. Слика 28.

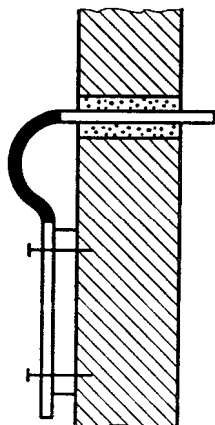
Со термометарот (термометар со жива) се контролира температурата на влажната пара во парилницата. Слика 29.

Барометарот служи за мерење на притисокот во атмосферата при отпочнување на работата на парилницата.

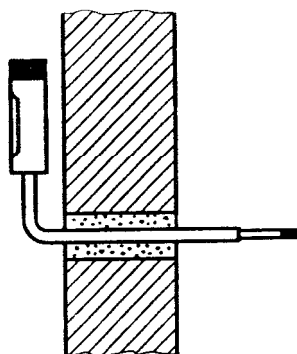
Уредот познат како "мерач на потрошувачка на водена пара", или "мерач на количество на топлина", или накусо "мерач на пара", служи за установување на потрошувачката на топлина.

Во практиката за контрола на потрошувачката на пара на секоја комора се инсталира по еден уред. Потрошувачката на водена пара се мери и централно со уреди за т.н. централна контрола на повеќе комори кои го формираат системот на парилницата.

Во металните современи парилници за контрола на процесот на парење се користат автоматски уреди. Со нив се воспоставуваат најмалку 8 програмски подрачја. Во исто време автоматски се мери температурата на воздухот и дрвото. Процесот на пластификација на дрвото може да се води истовремено во две комори со комплетна софистицирана компјутерска опрема. Слика 30.



Слика 28. Манометар (U - цевка)



Слика 29. Термометар



Слика 30. Уред за автоматско водење на процесот на парење

6.1.1.18.3. Транспортна опрема

Изборот на транспортаната опремата зависи од концепцијата на манипулација со бичените сортименти на складот за бичена граѓа. Транспортот на сортиментите на складот за бичена граѓа може да биде по земјени или асфалтирани патишта. Се користи челен или бочен вилушкар, потоа по индустриски шински колосек или портални и мостни кранови (дигалки).

Манипулацијата со вилушкар или автокар е наједноставна. Од складот за бичена граѓа, подготвените сортименти на палети со него директно се внесуваат во коморите за парење.

Полнењето и празнењето на комората се изведува и со обични вагончиња или вагони со платформта на подигање кои се движат по шински колосек. Вагоните со платформа на подигање се попрактични и опслужуваат повеќе комори. Со нив граѓата се внесува, тие се празнат и не остануваат во парилницата за време на траењето на процесот на парење. Платформата на подигање е механичка или хидраулична. Се применуваат кај парилници со поголеми капацитети. Обичните вагончиња заедно со количеството на граѓата директно се внесуваат во парилницата и остануваат до завршување на процесот на парењето. Нивната трајност е намалена заради корозијата која потекнува од лачењето на киселините од дрвото. Во случај кога парењето на граѓата се врши во јами, манипулацијата со граѓата наједноставно се изведува со портален кран.

6.1.1.18.4. Останата опрема

Во останатата опрема за непречено работење на парилницата се вбројува водоводната и електричната инсталација.

Водоводната инсталација ја сочинуваат цевководите за довод на вода од хидрантите. Од хидрантите водата се одведува кон парилницата за чистење, полнење на каналот со вода кај парилниците за индиректно парење, како и каналот кај своната за парење.

Електричната инсталација се изведува под земја, заштитена со водоотпорна изолација. Сите уреди се уземјени и е осветлен просторот околу објектот.

Тука се вбројува и опремата за контрола на водата во каналот при индиректно парење, кондензни садови, електронски дигитален влагомер, сонди за мерење на температурата и влагата на воздухот, како и рачен алат за работа.

6.1.1.19. Предности и недостатоци во конструктивните форми на парилниците

Коморите изградени над земјата (сидани, армирано-бетонски или метални), во споредба со оние изградени во земја, имаат голема предност во однос на одржување на постојаност на температурата

заради добриот топлински капацитет на сидовите, подот и таванот. Исто така, поволноста се манифестира и преку едноставноста и покусото времетраење на манипулацијата со сортиментите (полнење-празнење). Како недостаток им се препишува, конкретно за сиданите и армирано-бетонските, напукнување на сидовите како последица на термичката дилатација и контракција на сидовите што се одразува на наголемување на потрошувачката на топлинската енергија.

Јамите за парење во прво време биле наменети за хидротермичка подготовка на суровината за изработка на фурнири, а покасно прилагодени и за парење на бичени сортименти. Предностите и недостатоците им се слични како и при надземните армирано-бетонски парилници.

Своната за парење претставуваат понова метална конструктивна инсталација за парење на сортименти. Добра особина им е изведбата на термичка изолација, со која се постигнува за околу 40,0% намалена потрошувачката на топлинската енергија. Од недостатоците значајни се сложената манипулација со своното и одржувањето на константниот довод на водена пара под едноличен притисок. Иако, релативно поскапи во споредба со останатите, се сметаат за рационален тип на парилници.

Автоклави. Главна предност на овие уреди за парење им е одличната херметичност и можност за примена на поголеми притисоци во техниката на парењето. Како основен недостаток се дефинира релативно малиот капацитет, изборот на антикорозивна опрема и високата цена на чинење.

Во последно време за парење на бичената граѓа се користат **метални парилници** или т.н. "префабрикувани парилници", кај кои градежниот дел е изработен од решеткасти алуминиумски конструкции. Сидовите им се алуминиумски панели исполнети со материјали за топлинска изолација се дебелина околу 120 mm, за спречување на загубите на топлина и одржување на температурата во комората која изнесува околу 100°C.

6.1.1.20. Режи ми за парење на бичени сорти менти

Основната цел во техниката на парењето на бичените сорти менти е промена на бојата и покачување на пластичните особини на дрвото. За квалитетниот третман во однос на бојата (значајно за буквата граѓа) е присуството на кислородот, почетната влажност на дрвото, температурата и релативната влажност на воздухот. Оптималната температура на парата е околу 100 °С, релативната влажност на воздухот 100% и минимална почетна влажност во дрвото 35,0%. Исто така, важен фактор врз промената на бојата на дрвото е дебелината на бичените сорти менти.

Режим за парење на буква граѓа во **комори** со дебелина, 25,0; 50,0; 70,0 и 100 mm, според Захаржевский В.Г./5/, е прикажан во табела 12.

Табела 12. Режим за парење на буква бичена граѓа во комори

Фази на парење	Дебелина на бичена граѓа b (mm)							
	25,0		50,0		70,0		100,0	
	колоритет (боја)							
	х	хх	х	хх	х	хх	х	хх
фаза на загревање Z ₁ (h)	6	6	12	12	18	18	24	24
фаза на парење (активна фаза) Z ₂ (h)	12	24	24	48	38	72	48	96
фаза на ладење Z ₃ (h)	6	6	12	12	18	18	24	24
вкупно време на парење Z (h)	24	36	48	72	74	108	96	144

Легенда:

х - розовацрвена боја,

хх - темноцрвена боја (боја на сигла или керамидно црвена).

Првата фаза (фаза на загревање), го опфаќа времето од почетокот на парењето и трае се додека дрвото не ја постигне температурата на парата. Температурата постепено се покачува. Во оваа фаза започнува процесот на пластификација, но дрвото забележително не се обојува.

Во втората фаза (фаза на парење), почнува процесот на активно парење на температура на парата околу 100⁰C и релативна влажност 100%. Во оваа фаза настанува обојување на дрвото. При зголемен притисок на парата и при повиска температура, но не повеќе од 130⁰C, процесот на обојување се забрзува. Тонот на обојувањето зависи од температурата, релативната влажност на воздухот и времето на парење.

Третата фаза (фаза на ладење), отпочнува со намалување на температурата во комората. Важно е ладењето да се одвива постепено. При ладењето на дрвото од влажните и загреани површини влагата забрзано испарува. Затоа е потребно постепено намалување на температурата за топлинските напрегања во надворешните и внатрешните слоеви на дрвото да бидат во рамнотежа. Заради парцијалниот притисок на парата бичените површини на граѓата многу брзо се сушат и на крајот на ладењето пареното дрво изгледа суво. Процесот на ладење на граѓата е до температура на околната средина или температура на дрвото.

Во табелата 13 е претставен режим за парење на букова бичена граѓа во **комори**, со дебелина од 10,0 до 100,0 mm, при услови кога почетната влажност во дрвото изнесува 40,0%. Температурата во прва фаза на загревање е од 40 до 55⁰C, во втората од 95 до 100⁰C, а температурата во третата фаза или фаза на ладење се сведува на температурата на околната средина. Релативната влажност на воздухот во комората е околу 100%.

Режимите за парење на букови бичени сортименти во **автоклави** се формираат според квалитетот на граѓата, температурата, притисокот и релативната влажност на воздухот. Со покачување на притисокот во автоклавата се создава можност за

формирање на заситена водена пара со покачена температура над 100⁰С. Температурата се движи во граница од 100 до 140 ⁰С.

Табела 13. Режим за парење на букова бичена граѓа во комори

Дебелина на граѓата b (mm)	Времетраење на парењето Z (h)			
	I фаза	II фаза	III фаза	Вкупно
10 - 25	6	24	6	36
30 - 45	9	36	9	54
50 - 60	12	48	12	72
70 - 80	18	72	18	108
90 - 100	24	96	24	144

Режими за парење на буквата граѓа со дебелина од 20,0 до 100,0 mm за I-ва и II-ра класа на квалитет во **автоклава**, според Николов С. /16/, се прикажани во табелата 14. Пластификацијата се одвива во три фази (I-фаза, II-фаза и III-фаза), при температура во автоклавата околу 135 ⁰С .Табели 14 и15.

Табела 14. Режим на парење на букова граѓа во автоклава (I-класа)

Дебелина на сортиментите b (mm)	Времетраење на парење Z (h)			
	I фаза	II фаза	III фаза	Вкупно
20,0	3,0	1,0	1,0	5,0
30,0	3,5	1,0	1,0	5,5
40,0	4,0	1,5	1,0	6,5
50,0	4,5	1,5	1,5	7,5
60,0	5,5	1,5	1,5	8,5
70,0	6,5	2,0	1,5	10,0
80,0	7,0	2,5	2,0	11,5
90,0	8,0	2,5	2,0	12,5
100,0	9,0	3,0	2,0	14,0

Табела 15. Режим на парење на букова граѓа во автоклава (II-класа)

Дебелина на сортиментите b (mm)	Времетраење на парење Z (h)			
	I фаза	II фаза	III фаза	Вкупно
20,0	2,5	1,0	1,0	4,5
30,0	3,0	1,0	1,0	5,0
40,0	3,5	1,0	1,0	5,5
50,0	4,0	1,5	1,0	6,5
60,0	4,5	1,5	1,5	7,5
70,0	5,5	2,0	1,5	9,0
80,0	6,0	2,5	1,5	10,0
90,0	7,0	2,5	1,5	11,0
100,0	8,0	3,0	1,5	12,5

6.1.1.21. Грешки при парење на бичени сортименти

Во текот на парењето на сортиментите настануваат некои грешки. Тие најчесто се во форма на:

- пукнатини,
- кривење,
- дамки и
- нееднообразна боја.

Пукнатините можат да бидат на површината или на обете чела на сортиментите. Настануваат при брзо неконтролирано загревање, директно биење на водената пара на дрвото и нагло ладење на граѓата.

Кривењето е последица на неправилно редување на сортиментите, кога тие не лежат по целата површина на подлогата. Исто така, причина за таа грешка е и пуштање на прегреана водена пара, која дрвото не го пари, туку го суши.

Дамки се појавуваат на површината на сортиментите кои претходно не се очистени од пилевината или од капење на кондензатот при парилниците со рамен внатрешен таван.

Нееднообразност на бојата се појавува по дебелина на граѓата. Причина е лошиот квалитет на парење, односно скусено времетраење на парење, внесување во комората сортименти со различна дебелина и неизедначена почетна влажност во дрвото.

6.1.1.22. Техничко-технолошка анализа на комора за парење на бичени сортименти

При анализа на парилница за парење на бичена граѓа од значење е да се дефинираат: капацитетот на парилницата, градежната конструкција, потребата од топлинска енергија, инсталацијата за довод на топлина и одвод на кондензатот.

1/ Капацитет на парилница

Под поимот капацитет на парилница се подразбира колку m^3 бичена граѓа се пари во една, две или повеќе комори. Всушност претставува т.н. "зафатнински капацитет" и е меродавен за градежната изведба на парилница при одредувањето на внатрешните димензии на една, две или повеќе комори. Покрај "зафатнинскиот капацитет" од значење е и "ефективниот дневен или месечен капацитет" кој го дефинира количеството на граѓа за парење, времето на манипулација со граѓата и режимот на парење.

Граѓата која се пари се реди во камари така што штиците или талпите хоризонтално и вертикално се наредени без летвички.

За одредување на дрвната маса во камарата (чиста дрвна маса), поребно е да се знаат надворешните димензии за пресметка на контурната зафатнина и се множи со факторот на зафатнинската исполнетост.

Се пресметува според формулата:

$$V_d = V \cdot f_v \dots\dots\dots (56)$$

V_d - чиста дрвна маса во камара, (m^3)

V - контурна зафатнина на камара, (m^3)

f_v - фактор на зафатнинска исполнетост на камарата со граѓа, $(f_v = 0,6 \div 0,8)$

Контурните или надворешните димензии на камарите со бичена граѓа најчесто се со следниве мерки:

- должина, $l_k = 4,0 \text{ (m)}, (l_{\max} = 7,0 \text{ m})$

- широчина, $\check{s}_k = 1,4 \div 8,0 \text{ (m)}$

- височина, а) во една етажа, $h_k = 1,7 \div 2,0 \text{ (m)}$,

б) во две етажи, $h_k = 2,4 \text{ m}; (2 \cdot 1,2 = 2,4 \text{ m})$

Пример 1. Да се пресмета чиста дрвна маса на комора со бичена граѓа. Надворешните димензии на комората се: должина $l_k = 4,0 \text{ m}$; широчина $\check{s}_k = 1,4 \text{ m}$ и височина $h_k = 1,7 \text{ m}$. Факторот на зафатнинска исполнетост на комора со граѓа, изнесува $f_v = 0,6$.

$$V_d = V \cdot f_v \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V = l_k \cdot \check{s}_k \cdot h_k = 4,0 \cdot 1,4 \cdot 1,7 = 9,52 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V = 9,5 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_d = 9,5 \cdot 0,6 = 5,7 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_d \approx 6,0 \text{ (m}^3\text{)}$$

Зависно од контурните димензии на комората со бичена граѓа зафатнината на чистата дрвна маса во неа просечно се движи од 6,0 до 12,0 m³.

2/ Димензии на парилницата

Димензиите на една парилница зависат од бројот на коморите кои ја формираат (една, две или повеќе комори). Анализата се однесува за парилница со една комора, со еден шински колосек и транспортни колички со кои граѓата се внесува-изнесува од комората.

а) внатрешни димензии на комората

Внатрешната должина на комората за парење на граѓата се пресметува врз основа на димензиите на комарите со граѓа, нивниот број и растојанијата меѓу комарите по должина.

Се пресметува според формулата:

$$L = n_1 \cdot l_k + (n_1 + 1) \cdot l_0 \dots\dots\dots (57)$$

L - внатрешна должина на комора, (m)

n_1 - број на камари со граѓа,

l_k - должина на комарата со бичена граѓа, (m)

l_0 - растојание меѓу комарите со граѓа по должина, челниот сид и врата на комората, $l_0 = 0,2 \text{ (m)}$

Внатрешната широчина на комората се одредува според широчината на камарата, бојот на шинските колосеци и растојанието од страничните сидови до камарата со бичената граѓа.

Се пресметува според формулата:

$$b = \check{s}_k \cdot n_2 + (n_2 + 1) \cdot b_0 \dots\dots\dots(58)$$

b - внатрешна широчина на комора, (m)

\check{s}_k - широчина на камарата со граѓа, (m)

n_2 - број на шински колосеци, (најчесто еден), $n_2 = 1$

b_0 - растојание од страничен сид до камара со граѓа, $b_0 = 0,2 \div 0,3$ (m)

Внатрешната височина на комората зависи од височината на камарата со бичена граѓа, височината на платформата на количката од шините и растојанието меѓу камарите со граѓа и таванот.

Се пресметува според формулата:

$$h = h_k + h_1 + h_0 \dots\dots\dots(59)$$

h - внатрешна височина на комора, (m)

h_k - височина на камарата со бичена граѓа, (m)

h_1 - височина на платформата на количката од шините, $h_1 = 0,3$ (m)

h_0 - растојание меѓу камарата со граѓа и таванот, $h_0 = 0,3 \div 0,5$ (m)

б) надворешни димензии на комора

Надворешната должина на комората се пресметува според формулата:

$$l_{nad} = l + \delta \dots\dots\dots(60)$$

l_{nad} - надворешна должина на комора, (m)

l - внатрешна должина на комора, (m)

δ - дебелина на челниот сид на комора, (m)

Надворешната широчина на комората се пресметува по формулата:

$$b_{nad} = b + 2\delta \dots\dots\dots(61)$$

b_{nad} - надворешна широчина на комора, (m)

b - внатрешна широчина на комора, (m)

δ - дебелина на страничен сид на комора, (m)

Надворешната височина се пресметува по формулата:

$$h_{nad} = h + \delta + \delta_1 \dots\dots\dots(62)$$

h_{nad} - надворешна височина на комора, (m)

h - внатрешна височина на комора, (m)

δ -дебелина на под на комора, (m)

δ_1 -дебелина на таван на комора, (m)

3/ Ефективен капацитет на комора

Циклусот на парење на бичената граѓа зависи од видот на дрвото, дебелината на сортиментите и почетната влажност на дрвото. Просечно изнесува од 40 до 60 h.

Се пресметува според формулата:

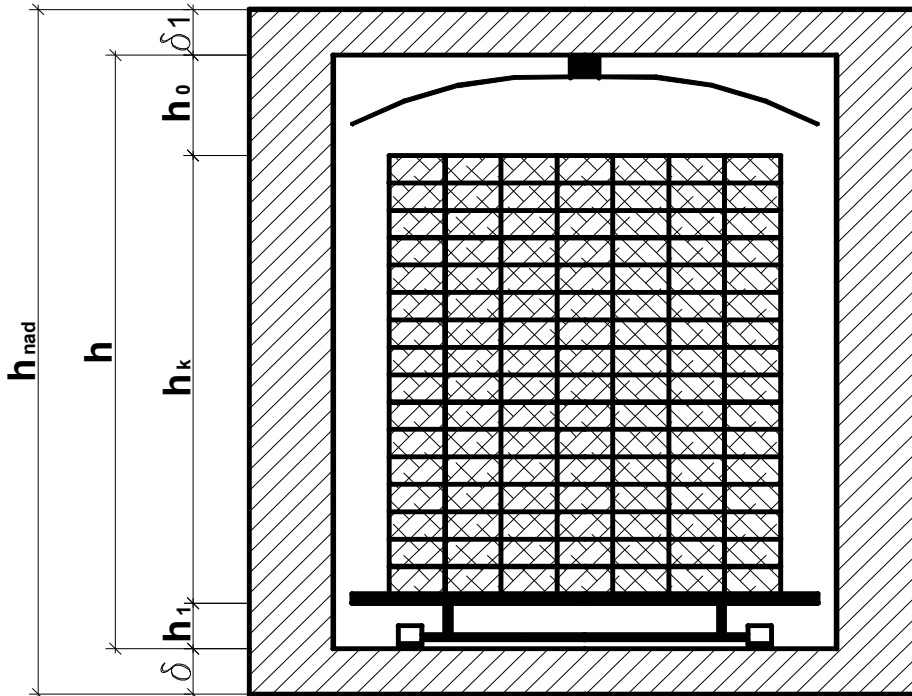
$$E_{mk} = \frac{D \cdot T_2}{T_1} \cdot V_{d1} \dots\dots\dots(63)$$

E_{mk} - ефективен месечен капацитет на комората, (m³/mes)

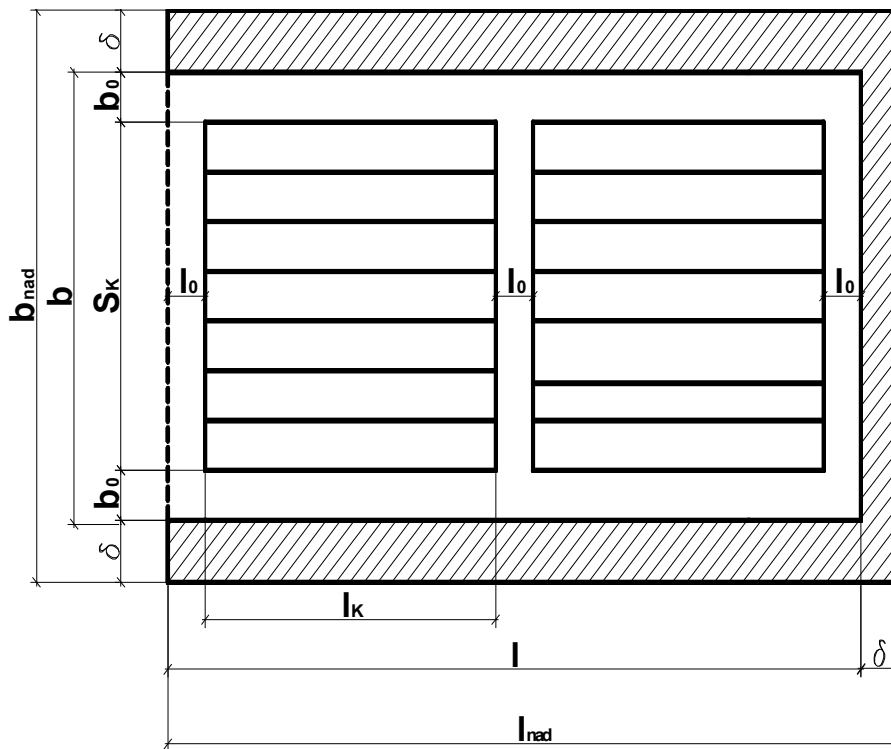
D - работни денови во месецот, (непрекинато работење, D=30 денови)

T_2 - работни часови во денот, $T_2 = 24$ (h)

T_1 - циклус на парење на граѓа, $T_1 = 40 \div 60$ (h)



Слика 31. Напречен-надолжен пресек на комора за бичена граѓа



Слика 32. Надолжен пресек на комора

Пример 2. Да се пресметаат внатрешните и надворешните димензии на комора за парење на бичена граѓа. Слика 31 и 32.

Параметри:

- број на камари со бичена граѓа, $n_1 = 2$ камари
- должина на камарата со бичена граѓа, $l_1 = 4,0$ (m), /пример 1/
- растојание меѓу камарите со граѓа по должина, челен сид и вратата на комората, $(l_0 = 0,2$ m)
- широчина на камара со бичена граѓа, $\check{s}_k = 1,4$ (m), /пример 1/
- број на колосеци во комората, $n_2 = 1$ колосек
- растојание од страничен сид до камара со граѓа, $b_0 = 0,3$ (m)
- височина на камарата со бичена граѓа, $h_k = 1,7$ (m), /пример 1/
- височина на платформата на количката од шините, $h_1 = 0,3$ (m)
- растојание меѓу камара со граѓа и таванот на комората, $h_0 = 0,4$ (m)
- работни денови во месецот (непрекинато работење), $D = 30$ дена
- работни часови во денот, $T_2 = 24$ (h)

-циклус на парење на граѓата,

$$T_1 = 50 \text{ (h)}$$

-дебелина на ѕидовите и подот,

$$\delta = 0,35 \text{ (m)}$$

-дебелина на таванот,

$$\delta_1 = 0,15 \text{ (m)}$$

Следува:

-внатрешна должина на комората:

$$l = l_1 \cdot n_1 + (n_1 + 1) \cdot l_0 \quad (\text{m})$$

$$l = 4,0 \cdot 2 + (2 + 1) \cdot 0,2 = 8,6 \quad (\text{m})$$

$$l = 8,6 \text{ (m)}$$

-внатрешна широчина на комората:

$$b = s_k \cdot n_2 + (n_2 + 1) \cdot b_0 \quad (\text{m})$$

$$b = 1,4 \cdot 1 + (1 + 1) \cdot 0,3 = 2,0 \quad (\text{m})$$

$$b = 2,0 \text{ (m)}$$

-внатрешна височина на комората :

$$h = h_k + h_1 + h_0 \quad (\text{m})$$

$$h = 1,7 + 0,3 + 0,4 = 2,4 \quad (\text{m})$$

$$h = 2,4 \text{ (m)}$$

-надворешна должина на комората:

$$l_{\text{nad}} = l + \delta \quad (\text{m})$$

$$l_{\text{nad}} = 8,6 + 0,35 = 8,95 \quad (\text{m})$$

$$l_{\text{nad}} = 9,0 \text{ (m)}$$

- надворешна широчина на комората:

$$h_{\text{nad}} = h + \delta + \delta_1 \quad (\text{m})$$

$$h_{\text{nad}} = 2,4 + 0,35 + 0,15 = 2,9 \quad (\text{m})$$

$$h_{\text{nad}} = 2,9 \text{ (m)}$$

- внатрешна зафатнина на комората:

$$V = l \cdot b \cdot h \quad (\text{m}^3)$$

$$V = 8,6 \cdot 2,0 \cdot 2,4 = 41,28 \quad (\text{m}^3)$$

$$V = 41,28 \text{ (m}^3\text{)}$$

- количество на граѓа во комората:

$$V_{d1} = n_1 \cdot V_d \quad (\text{m}^3)$$

$$V_{d1} = 2 \cdot 6,0 = 12,0 \quad (\text{m}^3)$$

$$V_{d1} = 12,0 \text{ (m}^3\text{)}$$

- ефективен месечен капацитет на комората:

$$E_{mk} = \frac{D \cdot T_2}{T} \cdot V_{d1} \quad (m^3/mes)$$

$$E_{mk} = \frac{30 \cdot 24}{50} \cdot 12,0 = 173 \quad (m^3/mes)$$

$$E_{mk} = 173 \quad (m^3/mes)$$

4/ Топлина за парење на бичени сортименти

Количеството на топлина за пластификација на дрвото според методите на парење се пресметува според општата формула:

$$Q = Q_1 + Q_2 \dots\dots\dots (64)$$

Q - вкупно количество на топлина за парење на сортименти, (kJ)

Q₁ - полезна топлина, (kJ),

Q₂ - загуби на топлина, (kJ).

Полезното количество на топлина (Q₁) се троши за загревање на бичената граѓа, загревање на количките и колосекот, како и за загревање на сидовите, подот и таванот на комората.

Се пресметува според формулата:

$$Q_1 = Q_g + Q_{kk} + Q_{zdt} \dots\dots\dots (65)$$

Q_g - топлина за загревање на граѓата, (kJ)

Q_{kk} - топлина за загревање на количките и колосекот, (kJ)

Q_{zdt} - топлина за загревање на сидовите, подот и таванот, (kJ)

I Полезно количество на топлина (Q₁)

1/ Топлина за загревање на граѓата

$$Q_g = V_{d1} \cdot C_{dr} \cdot \rho_{dr} \cdot (t_p - t_g) \dots\dots\dots (66)$$

Q_g - топлина за загревање на граѓата, (kJ)

V_{d1} - зафатнина на бичената граѓа, (m³)

C_{dr} - специфична топлина на дрвото, C_{dr}=1,35 (kJ/kg⁰C), /прилог -1/

ρ_{dr} - густина на дрвото, (g/cm³); (kg/m³), /прилог -2/

t_p - температура во комората, t_p= 100÷110 (°C)

t_g - температура на граѓата пред парење, (°C)

За загревање на 1,0 m³ бичена граѓа, количеството на топлина се пресметува според формулата:

$$Q_{m^3} = \frac{Q_g}{V_{d1}} \dots\dots\dots (67)$$

2/ Топлина за загревање на количките и колосекот

Овој тип на топлина се пресметува тогаш кога граѓата во парилницата се внесува со колички кои се движат по шински колосек. При полнење-празнење на комората со автокар, не се зема за анализа. Се пресметува по формулата:

$$Q_{kk} = G_{kk} \cdot C_z \cdot (t_p - t_g) \dots\dots\dots(68)$$

Q_{kk} - топлина за загревање на количките и колосекот, (kJ)
 G_{kk} - маса на количките и колосекот, ($G_{kk} \approx 800$ kg, за парилница со еден колосек и две колички)
 C_z - специфична топлина за железо, $C_z = 0,551$ (kJ/kg⁰C), /прилог -1/

3/ Топлина за загревање на сидовите, подот и таванот

$$Q_{zdt} = V_{zdt} \cdot \gamma_{zdt} \cdot C_{zdt} \cdot \frac{t_{max} - t_{min}}{2} \dots\dots\dots(69)$$

Q_{zdt} - топлина за загревање на сидовите, подот и таванот, (kJ)
 V_{zdt} - зафатнина на сидовите, подот и таванот, (m³)
 γ_{zdt} - специфична маса на материјалот од кој се изработени сидовите, подот и таванот на комората, (kg/m³), /прилог -1/
 C_{zdt} - специфична топлина на материјалот од се изработени сидовите, подот и таванот на комората, (kJ/kg⁰C), /прилог -1/
 t_{max} - max. температура до која се загреваат сидовите, подот и таванот на комората, (°C)
 t_{min} - min. температура до која се ладат сидовите, подот и таванот на комората, (°C)

а) зафатнина на таванот на комората:

$$V_{tavan} = l_{nad} \cdot s_{nad} \cdot \delta_1 \dots\dots\dots (70)$$

б) зафатнина на подот на комората:

$$V_{pod} = l_{nad} \cdot s_{nad} \cdot \delta \dots\dots\dots (71)$$

в) зафатнина на сидовите:

-странични сидови,
 $V_s = (l_{nad} \cdot h \cdot \delta) \cdot 2 \dots\dots\dots (72)$

- челен сид,

$$V_c = b \cdot h \cdot \delta \dots\dots\dots (73)$$

Следува:

$$V_{zdt} = V_{tavan} + V_{pod} + V_s + V_c \dots\dots(74)$$

II Загуби на топлина (Q₂)

Во коморите при парење на граѓата за пластификација на дрвната маса се јавуваат и загуби на топлина дефинирани како:

- загуба на топлина низ сидовите на комората,
- загуба на топлина низ таванот на комората,
- загуба на топлина низ подот на комората,
- загуба на топлина низ вратата на комората,
- загуба на топлина во инсталацијата на медиумот за загревање и
- загуба на топлина заради лоша херметичност на комората.

4/ Загуба на топлина низ сидовите на комората

$$Q_{zid} = A_1 \cdot \Delta t \cdot K_1 \dots\dots\dots (75)$$

Q_{zid} - загуба на топлина низ вертикалните сидови на комората, (kJ/h)

A₁ - надворешна површина на сидовите на комората, (m²)

Δt - температурна разлика меѓу температурата во комората и температурата во атмосферата (°C)

$$\Delta t = t_p - t_{atm} \dots\dots\dots (76)$$

t_p - температура во коморатата, t_p = 100 ÷ 110 (°C)

t_{atm} - температура во атмосферата (зимски период, t_{atm} = - 20°C) (°C)

K₁ - коефициент на пренесување на топлина, (kJ/m²h)

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \dots\dots\dots (77) \quad \Rightarrow \text{еднослоен сид}$$

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \dots\dots\dots (78) \quad \Rightarrow \text{повеќеслоен сид}$$

$$\sum \frac{\delta}{\lambda} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \dots\dots\dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \dots\dots\dots (79)$$

δ - дебелина на еднослоен сид, (m)

$\delta_1, \delta_2, \delta_3, \dots, \delta_n$ - дебелина на слоевите на ѕидот, (m)

λ - топлинска спроводливост, (kJ/m²h⁰C)

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ - топлинска спроводливост на материјалите од кои ѕидот е направен, (kJ/m²h⁰C)

α_1 - коефициент на оддавање на топлина од парата на ѕидот,

$$\alpha_1 = 29330 \div 50280 \text{ (kJ/m}^2\text{h}^0\text{C)}$$

α_2 - коефициент на оддавање на топлина од ѕидовите кон атмосферата, $\alpha_2 = 25,14 \text{ (kJ/m}^2\text{h}^0\text{C)}$

5/ Загуба на топлина низ таванот на комората

$$Q_{\text{zid}} = A_1 \cdot \Delta t \cdot K_1 \dots \dots \dots (80)$$

Q_{tavan} - загуба на топлина низ таванот на комората, (kJ/h)

A_2 - надворешна површина на таванот на комората, (m²)

Δt - температурна разлика меѓу температурата во комората и температурата во атмосферата, (°C)

$$\Delta t = t_p - t_{\text{atm}} \dots \dots \dots (81)$$

t_p - температура во комората, $t_p = 100 \div 110 \text{ (}^0\text{C)}$

t_{atm} - температура во атмосферата (зимски период), $t_{\text{atm}} = -20 \text{ (}^0\text{C)}$

K_1 - коефициент на пренесување на топлина, (kJ/m²h⁰C)

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \dots \dots \dots (82) \quad \Rightarrow \text{еднослоен таван}$$

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \dots \dots \dots (83) \quad \Rightarrow \text{повеќеслоен таван}$$

$$\sum \frac{\delta}{\lambda} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \dots \dots \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \dots \dots \dots (84)$$

δ - дебелина на еднослоен таван, (m)

$\delta_1, \delta_2, \delta_3, \dots, \delta_n$ - дебелина на слоевите на таванот, (m)

λ - топлинска спроводливост, (kJ/m²h⁰C)

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ - топлинска спроводливост на материјалите од кои таванот е направен, (kJ/m²h⁰C)

α_1 - коефициент на оддавање на топлина од парата на таванот,

$$\alpha_1 = 29330 \div 50280 \text{ (kJ/m}^2\text{h}^0\text{C)}$$

α_2 - коефициент на оддавање на топлина од таванот кон атмосферата, $\alpha_2=25,14$ (kJ/m²h⁰C)

6/ Загуба на топлина низ подот на комората

$$Q_{pod} = A_1 \cdot \Delta t \cdot K_1 \dots \dots \dots (85)$$

Q_{pod} - загуба на на топлина низ подот на комората, (kJ/h)

A_1 - надворешна површина на подот на комората, (m²)

Δt - температурна разлика меѓу температурата во комората и температурата на почвата, (°C)

$$\Delta t = t_p - t_{почва} \dots \dots \dots (86)$$

t_p - температура во комората, $t_p = 100 \div 110$ (°C)

$t_{почва}$ - температура на почвата, $t_{почва} = 5$ (°C)

K_1 - коефициент на пренесување на топлина, (kJ/m²h⁰C)

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \dots \dots \dots (87) \Rightarrow \text{еднослоен под}$$

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \dots \dots \dots (88) \Rightarrow \text{повеќеслоен под}$$

$$\sum \frac{\delta}{\lambda} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \dots \dots \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \dots \dots \dots (89)$$

δ - дебелина на еднослоен под, (m)

$\delta_1, \delta_2, \delta_3, \dots, \delta_n$ - дебелина на слоевите на подот, (m)

λ - топлинска спроводливост, (kJ/m²h⁰C)

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ - топлинска спроводливост на материјалите од кои подот е направен, (kJ/m²h⁰C)

α_1 - коефициент на оддавање на топлина од парата на подот, ($\alpha_1 = 29330 \div 50280$ kJ/m²h⁰C)

α_2 - коефициент на оддавање на топлина од подот кон почвата,

$$\alpha_2 = [8,4 + 0,06 \cdot (t_n - t_{почва})] \cdot 4,19 \dots \dots \dots (90)$$

t_n - температура на надворешната страна на подот, $t_n = 3$ (°C)

7/ Загуба на топлина низ вратата на комората

$$Q_{vrata} = A_4 \cdot \Delta t \cdot K_4 \dots \dots \dots (91)$$

Q_{vrata} - загуба на топлина низ вратата на комората, (kJ/h)

A_4 - површина на вратата на комората, (m²)

Δt - температурна разлика меѓу температурата во комората и температурата во атмосферата (°C)

$$\Delta t = t_p - t_{\text{atm}} \dots\dots\dots (92)$$

K_4 - коефициент на пренесување на топлина, (kJ/m²h°C)

$$K_4 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \dots\dots\dots (93) \quad \Rightarrow \quad \text{еднороден материјал}$$

$$K_4 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \dots\dots\dots (93) \quad \Rightarrow \quad \text{различни материјали}$$

$$\sum \frac{\delta}{\lambda} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \dots\dots\dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \dots\dots\dots (94)$$

δ - дебелина на еднороден материјал од кој вратата е направена, (m)

$\delta_1, \delta_2, \delta_3, \dots, \delta_n$ - дебелина на слоевите на вратата, (m)

λ - топлинска спроводливост, (kJ/m²h°C)

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ - топлинска спроводливост на материјалите од кои вратата е направена, (kJ/m²h°C)

α_1 - коефициент на пренесување на топлина од парата на вратата,

$$\alpha_1 = 29330 - 50280 \text{ (kJ/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

α_2 - коефициент на пренесување на топлина од вратата кон атмосферата, $\alpha_2 = 25,14 \text{ (kJ/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$

8/ Загуба на топлина во инсталацијата на медиумот за загревање

Топлината во вид на заситена водена пара (директно парење), врела вода или термостабилно масло (индиректно парење) во комората се доведува низ цевковод, добро изолиран за спречување на загубите на топлина. Од значење е цевките за довод на заситена водена пара да се поставени под наклон во насока на движење на парата и во најниската точка поврзани со кондензен сад за отстранување на кондензатот кој се формира заради загубата на топлина.

Загубата на топлина се пресметува според изразот:

$$Q_{ins} = l_i \cdot \pi \cdot (t_{ip} - t_{atm}) \cdot \frac{K}{f_{kr}} \dots\dots\dots (95)$$

Q_{ins} - загуба на топлина во инсталацијата, (kJ/h)

l_i - должина на инсталацијата, (m)

π - Лудолфов број, ($\pi=3.14$)

t_{ip} - температура на заситена водена пара, ($^{\circ}C$)

t_{atm} - температура во атмосферата, ($^{\circ}C$)

K - коефициент на спроводливост на топлина, $K = 5,0 \div 11,0$ (kJ/m²h⁰C)

f_{kr} - фактор на корекција на надворешната температура, $f_{kr} = 10$

Количеството на кондензирана водена пара во цевководот се пресметува според формулата:

$$Q_{kond} = \frac{Q_{ins}}{q_{isp}} \dots\dots\dots (96)$$

Q_{kond} - кондензирана водена пара во цевковод, (kg/h пара)

q_{isp} - топлина на испарување, (kJ/kg), /прилог - 3/

9/ Загуба на топлина заради лоша херметичност на парилницата

Несовршеноста во затварањето на парилницата предизвикува директна загуба на дел од топлината, кој од парилницата излегува во атмосферата. Загубите не е можно да се опфатат и пресметаат со конкретна формула, но се цени дека изнесуваат околу 10,0% од вкупното количество на топлина за парење на граѓата.

Пример 3. Да се пресмета потребното количество на топлина за парење на букова бичена граѓа по методот на директно парење. Парењето се врши во надземна комора изградена од армиран бетон со под непосредно на земјата. Вратата на парилницата е од алуминиум со топлинска исполна од минерална волна. Основните димензии се според слика 30 од примерот 2.

Параметри:

- зафатнина на бичена граѓа, $V_{d1} = 12,0$ (m³)

- специфична топлина на дрвото, $C_{dr} = 1,35$ (kJ/kg⁰C), /прилог 1/

- густина на дрвото, $\rho_{dr} = 680$ (kg/m³), /прилог 2/

- температура во комората, $t_p = 100$ ($^{\circ}C$)

- температура на граѓата пред парење,	$t_g = 14$ ($^{\circ}\text{C}$)
- маса на количките и колосекот,	$G_{kk} = 800$ (kg)
- специфична маса на железо,	$C_z = 0,551$ (kJ/kg $^{\circ}\text{C}$), /прилог 1/
- специфична маса за армиран бетон,	$\gamma_{zdt} = 2400$ (kg/m 3)
- максимална температура на загревање на сидовите, подот и таванот,	$t_{max} = 100$ ($^{\circ}\text{C}$)
- минимална температура на загревање на сидовите, подот и таванот,	$t_{min} = 30$ ($^{\circ}\text{C}$)
- температура во атмосферата (зимски период)	$t_{atm} = -20$ ($^{\circ}\text{C}$)
- коефициент на пренесување на топлина од парата на сидовите, таванот и подот,	$a_1 = 42\,000$ (kJ/m $^2\text{h}^{\circ}\text{C}$)
- коефициент на пренесување на топлина од сидовите и таванот кон атмосферата,	$a_2 = 25,14$ (kJ/m $^2\text{h}^{\circ}\text{C}$)
- топлинска спроводливост за армиран бетон,	$\lambda = 7,33$ (kJ/m $^2\text{h}^{\circ}\text{C}$), /прилог 1/
- температура од надворешната страна на подот на комората,	$t_n = 30$ ($^{\circ}\text{C}$)
- дебелина на вратата,	$d = 6,0$ (cm)
- должина на инсталацијата за водна пара	$l_i = 60,0$ (m)
- температура на заситена водена пара во инсталацијата,	$t_{ip} = 120$ ($^{\circ}\text{C}$)
- фактор на корекција на надворешната температура,	$f_{kr} = 10$
- испарување на водената пара,	$q_{isp} = 2205$ (kJ/kg), /прилог 3/
- притисок на парата,	$P = 2,0$ (bar)

I/ Полезно количество на топлина (Q_1)

1/ Топлина за загревање на граѓата:

$$Q_g = V_{d1} \cdot C_{dr} \cdot \rho_{dr} \cdot (t_p - t_g) \quad (\text{kJ})$$

$$Q_g = 120 \cdot 1,35 \cdot 680 \cdot (100 - 14) = 947376 \quad (\text{kJ})$$

$$Q_g = 947376 \quad (\text{kJ})$$

Количество на топлина за загревање на 1,0 m³ бичена граѓа:

$$Q_{m^3} = \frac{Q_g}{V_{d1}} = \frac{947376}{12,0} = 78950 \quad (\text{kJ/m}^3)$$

$$Q_{m^3} = 78950 \quad (\text{kJ/m}^3)$$

2/ Топлина за загревање на количките и колосекот:

$$Q_{kk} = G_{kk} \cdot C_z \cdot (t_p - t_g) \quad (\text{kJ})$$

$$Q_{kk} = 800 \cdot 0,551 \cdot (100 - 14) = 37027 \quad (\text{kJ})$$

$$Q_{kk} = 37027 \quad (\text{kJ})$$

3/ Топлина за загревање на сидовите, подот и таванот:

$$Q_{zdt} = V_{zdt} \cdot \gamma_{zdt} \cdot C_{zdt} \cdot \frac{t_{\max} - t_{\min}}{2} \quad (\text{kJ})$$

Зафатнината на сидовите, подот и таванот

$$V_{zdt} = V_{\text{tavan}} + V_{\text{pod}} + V_{\text{pod}} + V_s + V_c \quad (\text{m}^3)$$

а) зафатнина на таванот на комората:

Димензиите на таванот според слика 31 - пример 2.

$$V_{\text{tavan}} = l_{\text{nad}} \cdot s_{\text{nad}} \cdot \delta_1 \quad (\text{m}^3)$$

$$V_{\text{tavan}} = 9,0 \cdot 2,7 \cdot 0,15 = 3,645 \quad (\text{m}^3)$$

$$V_{\text{tavan}} = 3,6 \quad (\text{m}^3)$$

б) зафатнина на подот на комората:

Димензиите за подот според слика 31 - пример 2.

$$V_{\text{pod}} = l_{\text{nad}} \cdot s_{\text{nad}} \cdot \delta \quad (\text{m}^3)$$

$$V_{\text{pod}} = 9,0 \cdot 2,7 \cdot 0,035 = 8,51 \quad (\text{m}^3)$$

$$V_{\text{pod}} = 8,51 \quad (\text{m}^3)$$

в) зафатнина на сидовите на комората:

Димензии на сидовите според слика 31 - пример 2.

- странични сидови,

$$V_s = (l_{\text{nad}} \cdot h \cdot \delta) \cdot 2 \quad (\text{m}^3)$$

$$V_s = (9,0 \cdot 2,4 \cdot 0,035) \cdot 2 = 15,12 \quad (\text{m}^3)$$

$$V_s = 15,12 \quad (\text{m}^3)$$

- челен сид,

$$V_c = b \cdot h \cdot \delta \quad (\text{m}^3)$$

$$V_c = 2,0 \cdot 2,4 \cdot 0,35 = 1,68 \quad (\text{m}^3)$$

Следува:

$$V_{zdt} = V_{tavan} + V_{pod} + V_s + V_c = 3,65 + 8,51 + 15,12 + 1,68 = 28,96 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_{zdt} = 29,0 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$Q_{zdt} = 29,0 \cdot 2400 \cdot 0,922 \cdot \frac{100 - 30}{2} = 2245992 \text{ (kJ)}$$

$$Q_{zdt} = 2245992 \text{ (kJ)}$$

Полезно количество на топлина изнесува:

$$Q_1 = Q_g + Q_{kk} + Q_{zdt} = 947376 + 37027 + 2245992 = 3230400 \text{ (kJ)}$$

$$Q_1 = 3230400 \text{ (kJ)}$$

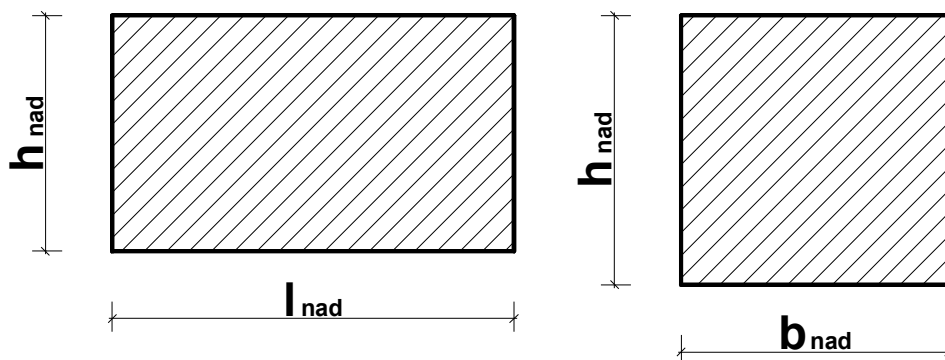
II/ Загуби на топлина (Q_2)

4/ Загуба на топлина низ ѕидовите на комората:

$$Q_{zid} = A_1 \cdot \Delta t \cdot K_1 \text{ (kJ/h)}$$

a) надворешна површина на ѕидовите:

Од примерот 2 следува:



- надворешна должина на страничен ѕид,

$$l_{nad} = 9,0 \text{ (m)}$$

- надворешна височина на страничен ѕид,

$$h_{nad} = 2,9 \text{ (m)}$$

- надворешна широчина на челен ѕид,

$$b_{nad} = 2,9 \text{ (m)}$$

- надворешна височина на челен ѕид,

$$h_{nad} = 2,9 \text{ (m)}$$

$$A_{p1} = (l_{nad} \cdot h_{nad}) \cdot 2 = (9,0 \cdot 2,9) \cdot 2 = 52,2 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A_{p2} = b_{nad} \cdot h_{nad} = 2,9 \cdot 2,9 = 7,83 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A_1 = A_{p1} + A_{p2} = 60,03 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A_1 = 60,0 \text{ (m}^2\text{)}$$

б) температурна разлика:

$$\Delta t = t_p - t_{atm} \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

$$\Delta t = 100 - (-20) = 120 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

$$\Delta t = 120 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

в) коефициент на пренесување на топлина:

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{42000} + \frac{0,35}{7,33} + \frac{1}{25,14}} = 11,42 \text{ (kJ/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C)}$$

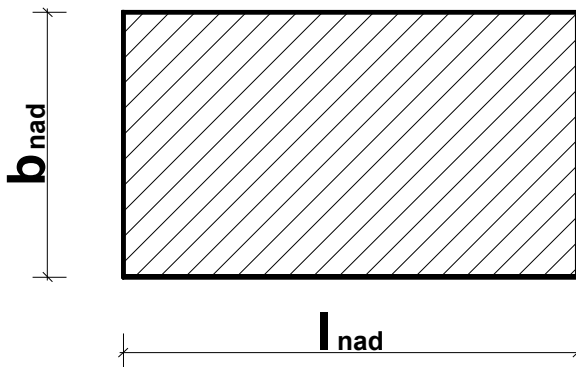
$$K_1 = 11,42 \text{ (kJ/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C)}$$

$$Q_{sid} = 60,0 \cdot 120 \cdot 11,42 = 82224 \text{ (kJ/h)}$$

$$Q_{sid} = 82224 \text{ (kJ/h)}$$

5/ Загуба на топлина низ таванот на комората

$$Q_{tavan} = A_2 \cdot \Delta t \cdot K_2 \text{ (kJ/h)}$$



а) надворешна површина на таванот (од примерот 2):

- надворешна должина на таванот, $l_{nad} = 9,0 \text{ (m)}$

- надворешна должина на таванот, $b_{nad} = 2,7 \text{ (m)}$

$$A_2 = l_{nad} \cdot b_{nad} = 9,0 \cdot 2,7 = 24,3 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A_2 = 24,3 \text{ (m}^2\text{)}$$

б) температурна разлика:

$$\Delta t = t_p - t_{atm} = 100 - (-20) = 120 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

$$\Delta t = 120 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

в) коефициент на пренесување на топлина:

$$K_2 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{42000} + \frac{0,15}{7,33} + \frac{1}{25,14}} = 16,6 \text{ (kJ/m}^2\text{h}^0\text{C)}$$

$$K_2 = 16,6 \text{ (kJ/m}^2\text{h}^0\text{C)}$$

$$Q_{\text{tavan}} = 24,3 \cdot 120 \cdot 16,6 = 48406 \text{ (kJ/h)}$$

$$Q_{\text{tavan}} = 48406 \text{ (kJ/h)}$$

б/ Загуба на топлина низ подот на парилницата

$$Q_{\text{pod}} = A_3 \cdot \Delta t \cdot K_3 \text{ (kJ/h)}$$

а) надворешна површина на подот:

Надворешната површина на подот на парилницата е иста со надворешната површина на таванот.

Следува:

$$A_3 = A_2 = 24,3 \text{ (m}^2\text{)}$$

б) температурна разлика:

$$\Delta t = t_p - t_{\text{roska}} \text{ (}^0\text{C)}$$

$$\Delta t = 100 - 5 \text{ (}^0\text{C)}$$

$$\Delta t = 95 \text{ (}^0\text{C)}$$

в) коефициент на пренесување на топлина:

$$K_3 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$\alpha_2 = [8,4 + 0,06 \cdot (t_n - t_{\text{roska}})] \cdot 4,19 \text{ (kJ/m}^2\text{h}^0\text{C)}$$

$$\alpha_2 = [8,4 + 0,06 \cdot (30 - 5)] \cdot 4,19 = 41,48 \text{ (kJ/m}^2\text{h}^0\text{C)}$$

$$K_3 = \frac{1}{\frac{1}{42000} + \frac{0,35}{7,33} + \frac{1}{41,48}} = 13,91 \text{ (kJ/m}^2\text{h}^0\text{C)}$$

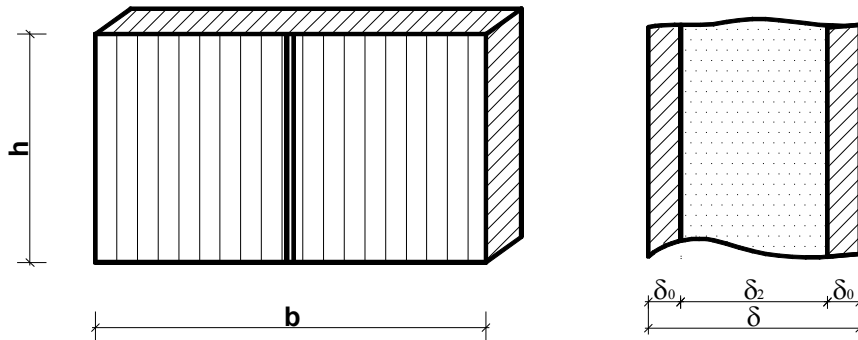
$$K_3 = 13,91 \text{ (kJ/m}^2\text{h}^0\text{C)}$$

$$Q_{\text{pod}} = 24,3 \cdot 95 \cdot 13,91 = 32111 \text{ (kJ/h)}$$

$$Q_{\text{pod}} = 32111 \text{ (kJ/h)}$$

7/ загуба на топлина низ вратата на комората

$$Q_{\text{vrata}} = A_4 \cdot \Delta t \cdot K_4 \text{ (kJ/h)}$$



а) надворешна површина на вратата:

-височина на вратата, $h = 2,4$ (m)

-широчина на вратата, $b = 2,0$ (m)

-дебелина на вратата, $\delta = 0,06$ (m)

Конструкцијата на вратата е од чист алуминиум со исполна за термичка изолација на минерална волна.

δ_0 – дебелина на алуминиум, $\delta_0 = 0,005$ (m)

δ_2 – дебелина на минерална волна, $\delta_2 = 0,05$ (m)

$\lambda_1 = \lambda_{Al} = 880$ (kJ/m²h⁰C) - топлинска спроводливост на Al.

$\lambda_2 = \lambda_{mv} = 0,142$ (kJ/m²h⁰C) - топлинска спроводливост на минералната волна.

Следува:

$$A_4 = h \cdot b = 2,4 \cdot 2,0 = 4,8 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A_4 = 4,8 \text{ (m}^2\text{)}$$

б) температурна разлика:

$$\Delta t = t_p - t_{atm} \text{ (}^0\text{C)}$$

$$\Delta t = 100 - (-20) = 120 \text{ (}^0\text{C)}$$

$$\Delta t = 120 \text{ (}^0\text{C)}$$

в) коефициент на предавање на топлина:

$$K_4 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$\sum \frac{\delta}{\lambda} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}$$

$$\delta_1 = 2 \cdot \delta_0 = 2 \cdot 0,005 = 0,010 \text{ (m)}$$

$$\delta_1 = 0,010 \text{ (m)}$$

$$\Sigma \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,010}{880} + \frac{0,05}{0,142} = 0,3521239$$

$$K_4 = \frac{1}{\frac{1}{42000} + 0,3521239 + \frac{1}{25,14}} = 2,55 \text{ (kJ/m}^2\text{h}^0\text{C)}$$

$$K_4 = 2,55 \text{ (kJ/m}^2\text{h}^0\text{C)}$$

$$Q_{vrata} = 4,8 \cdot 120 \cdot 2,55 = 1469 \text{ (kJ/h)}$$

$$Q_{vrata} = 1469 \text{ (kJ/h)}$$

8/ загуба на топлина во инсталацијата на медиумот за загревање:

$$Q_{ins} = l \cdot \pi \cdot (t_{ip} - t_{atm}) \cdot \frac{K}{f_{kr}} \quad \text{(kJ/h)}$$

При притисок, $P = 2,0$ (bar), температурата на заситена водена пара која се доведува во комората е со температура, $t_{ip}=120$ (^0C).

$$Q_{ins} = 60,0 \cdot 3,14 \cdot [120 - (-20)] \cdot \frac{5}{10} = 13188 \text{ (kJ/h)}$$

Кондензирање на водената пара:

$$Q_{kond} = \frac{Q_{ins}}{q_{isp}} = \frac{13188}{2205} = 5,98 \text{ (kg/h para)}$$

$$Q_{kond} = 5,98 \text{ (kg/h para)}$$

9/ загуба на топлина поради лоша херметичност на комората

Изнесува 10,0% од вкупното количество на топлина за парење на бичена граѓа.

Вкупно загубите на топлина на 1 h изнесуваат:

$$\begin{aligned} Q_h &= Q_{zid} + Q_{tavan} + Q_{pod} + Q_{vrata} + Q_{ins} = \\ &= 82224 + 48406 + 32111 + 1469 + 13188 = 177398 \text{ (kJ/h)} \end{aligned}$$

$$Q_h = 177398 \text{ (kJ/h)}$$

Загуби на топлината во однос на вкупното време на парење:

Вкупното време на парење $T_1 = 50$ h (од пример 2)

$$Q_2 = Q_h \cdot T_1 = 177398 \cdot 50 = 8869900 \text{ (kJ)}$$

$$Q_2 = 8869900 \text{ (kJ)}$$

Вкупното количество на топлина за парење на граѓата изнесува:

$$Q = Q_1 + Q_2 \text{ (kJ)}$$

$$Q = 3230400 + 8869900 = 12100300 \text{ (kJ)}$$

Од тоа количество за лоша херметичност на комората се зема 10,0%, така што загубите заради лошата херметичност се

$$Q_{\text{her}} = 121000 \text{ (kJ)}$$

Следува:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_{\text{her}} \text{ (kJ)}$$

$$Q = 32230400 + 8869900 + 121000 = 12221300 \text{ (kJ)}$$

$$Q = 12221300 \text{ (kJ)}$$

Потрошувачка на топлина за 1,0 m³ бичена граѓа

$$Q_{\text{m}^3} = \frac{Q_2 + Q_{\text{m}^3} \cdot V_{\text{d1}}}{V_{\text{d1}}} \text{ (kJ)}$$

$$Q_{\text{m}^3} = \frac{8869 + 78950 \cdot 12,0}{12,0} = 818110 \text{ (kJ)}$$

$$Q_{\text{m}^3} = 818110 \text{ (kJ)}$$

Анализа на потрошувачката на топлина на 1(h):

Параметри:

-топлина за загревање на граѓата, $Q_g = 947376 \text{ (kJ)}$

-време на загревање (фаза на загревање), на граѓата од бука со дебелина 50.0 mm изнесува, $Z = 12 \text{ (h)}$, табела 12

-вкупно загуби на топлина на 1 (h), $Q_h = 177398 \text{ (kJ/h)}$

-зафатнина на бичена граѓа, $V_{\text{d1}} = 12,0 \text{ (m}^3\text{)}$

Следува:

Потрошувачка на топлина на 1 (h)

$$q_h = \frac{Q_g}{Z} = \frac{947376}{12} = 78948 \text{ (kJ/h)}$$

$$q_h = 78948 \text{ (kJ/h)}$$

Вкупно потрошена топлина на 1 (h)

$$q_q = q_h + Q_h = 78948 + 177398 = 256346 \text{ (kJ/h)}$$

$$q_q = 256346 \text{ (kJ/h)}$$

Потрошувачката на топлина на 1 (h) за 1,0 (m³) изнесува:

$$q_{m^3} = \frac{q_g}{V_{d1}} = \frac{256346}{12,0} = 21359 \text{ (kJ/h m}^3\text{)}$$

$$q_{m^3} = 21359 \text{ (kJ/h m}^3\text{)}$$

Анализа на потрошувачката на водена пара за 1,0 (m³) на 1 (h) - изразено во (kg/h m³):

Водената пара е под притисок од 1,0 бар и кондензира на околу 100°C. При такви услови содржината на кондензатот, $i_v = 100 \text{ kJ/kg}$, содржината на топлина во водената пара, $i_n = 2675 \text{ kJ/kg}$, /прилог 3/.

Топлината што се предава изнесува:

$$i_v - i_n = 2675 - 100 = 2575 \text{ (kJ/kg)}$$

$$i_v - i_n = 2575 \text{ (kJ/kg)}$$

Потрошувачката на водена пара изразена во (kg/hm³) изнесува:

$$q_{kg} = \frac{q_{m^3}}{i_n - i_v} = \frac{21359}{2575} = 8,3 \text{ (kg/h m}^3\text{ пара)}$$

$$q_{kg} = 8,3 \text{ (kg/h m}^3\text{ пара)}$$

Потрошувачката на водена пара изразена во (kg/m³) се пресметува:

$$q_{kgm^3} = q_{kg} \cdot T_1 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$T_1 = 50 \text{ (h)}$$

$$q_{kgm^3} = 8,3 \cdot 50 = 415 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$q_{kgm^3} = 415 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

6.1.1.23. Потрошувачка на водена пара

Потрошувачката на водена пара во јамите за парење на трупци зависи од повеќе фактори. Позначајни се: временскиот период на парење (летен или зимски), начинот на парење (директно или индиректно), топлинската изолација на јамите и затварањето на капаците.

Во однос на временскиот период на парење во зимски услови потрошувачката на пара се наголемува од 30,0 до 40,0%.

Просечната потрошувачка на водена пара за парење на $1,0 \text{ m}^3$ на h , трупци и призми за производство на фурнири изнесува од 10 до 18 kg/m^3h , или од 360 kg/m^3 до 650 kg/m^3 .

За парење на $1,0 \text{ m}^3$ букова граѓа и фризи за паркет, во сидана парилница, при притисок на парата од 0,01 до 0,02 bar, се троши од 460 до 930 kg пара .

При парење на $1,0 \text{ m}^3$ бичена букова граѓа во метална парилница при притисок на парата од 2,0 до 6,0 bar практично се троши од 400 до 520 kg/m^3 .

При парење на буковата граѓа во своно за парење, потрошувачката на водената пара за $1,0 \text{ m}^3$ изнесува околу 350 kg/m^3 , а во автоклави (метални цилиндри) 240 kg/m^3 .

Водената пара при константен притисок во комората предава топлина. Количеството на топлина што го предава $1,0 \text{ kg}$ пара е прикажано во табела 16.

Табела 16. Количество топлина што предава $1,0 \text{ kg}$ пара

Притисок	Топлина
P (bar)	Q (kJ/kg)
0,1	2260
0,2	2264
0,5	2274
1,0	2287
2,0	2306
3,0	2319
4,0	2329
5,0	2337
6,0	2344
7,0	2350
8,0	2355
9,0	2359
10,0	2363

6.1.2. Вареење на дрвото

Варењето на дрвото е технолошка постапка која се врши со топла вода најчесто во базени или јами изградени во земја од армиран бетон, препечени тули во комбинација со челични лимови. Базените се градат на отворен или затворен простор. На отворен простор конструктивно се покриени со настрешница за заштита од атмосферските влијанија (снег, дожд, слана и сл).

Основна цел на варењето е пластификација на суровината (трупци или призми) за изработка на лупени фурнирски платна и сечени фурнирски листови.

Во водата се вари:

- суровина за фурнири од која треба да се отстрани смолата и мастите. (карактеристично за бор, смрча, бреза, јасен итн);
- многу тврдо дрво;
- трупци со влажност под точка на заситеност на дрвните влакна;
- дрво осетливо на пареење (даб, питом костен и сл);
- дрво осетливо на пареење со изразено рано и доцно дрво, порозно и со широки дрвни зраци. При пареењето се случува зоната на раното дрво да се прегрее, а зоната на доцното дрво многу покасно да се пластифицира, појава која при сушењето предизвикува брановидност кај фурнирите.

Медиумот за варење (водата) може да биде во свежа состојба или претходно користена со покачена температура. Заради смолите и мастите кои се лачат од дрвото и апсорбираат во водата, за нејзино повеќратно користење и се додаваат алкалии (сода). Во свежа вода се варат замрзнати трупци и трупци со влажност под точка на заситеност на дрвните влакна. Вареењето во претходно користена вода, во споредба со свежата, трае покусо време, меѓутоа заради содржината на киселините од претходниот турнус на варење, настанува промена на бојата на дрвото.

Најдобро и најбрзо се вари суровина во сурова состојба и процесот трае се додека не се воспостави температура во дрвото повисока од оптималната за механичка преработка (на пример, лупеење на трупци и сл.)

Оптималната температура на загреаност за пластификација на дрвото за производство на лупен фурнир за некои дрвни видови е прикажана во табелата 17.

Табела 17. Оптимална температура на загреаност на дрвото

Дрвен вид	Оптимална температура t_0 ($^{\circ}\text{C}$)
бука	40 - 60
бреза	30 - 50
топола	30 - 45
ела	35 - 55
смрча	40 - 55
ариш	50 - 65

6.1.2.1. Методи и режими за варење на дрвото

Загревањето на водата во базенот се врши на два начина и тоа:

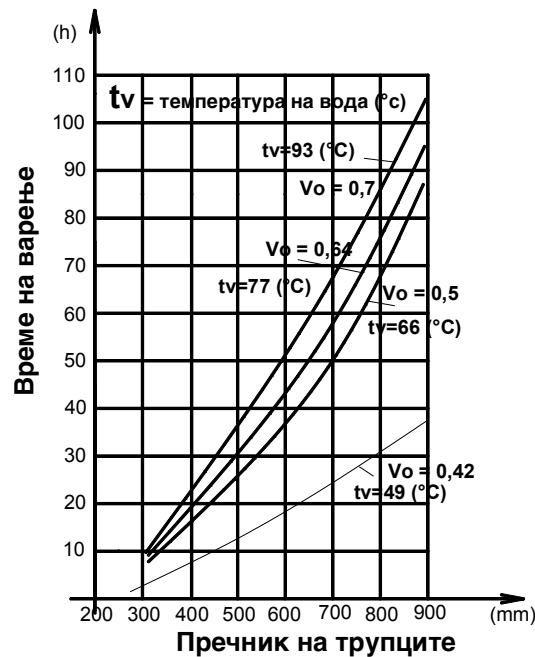
- директен начин и
- индиректен начин.

При **директниот начин** за загревање на водата во базените за варење, од топлинскиот извор (котларска постројка) директно се внесува водена пара. Водената пара во контакт со водената маса и предава топлина и водата се загрева до оптималната температура.

Индиректниот метод се разликува од директниот. Загревањето на водата во базенот е со цевки низ кои поминува водена пара со температура од 100 до 110 $^{\circ}\text{C}$. Максимално се користат топлинските својства на медиумот за варење на дрвото. Температурата на водата во базенот се регулира според температурата и количеството на влезната пара од котелот.

Варењето на дрвото се одвива по т.н. **"благи"** и **"остри"** режими. Третитањето на дрвото по "благи" режими се дефинира во температурен интервал од 40 до 50 $^{\circ}\text{C}$, а според "острите" температурата е во граница од 70 до 90 $^{\circ}\text{C}$. Времетраењето на варење на дрвото по "остри" режими е покусо за околу 30,0% во споредба со "благите" режими.

Графички начин за одредување на времето на варење и пластификација на трупци за изработка на лупен фурнир според Колман Ф. (Kollmann F.) /13/, е прикажан на сликата 33. Основно е дека со наголемување на дијаметарот на трупците, времето на варење е подолготрајно и укажува на потреба за сортирање на суровината во однос на дијаметарот.



Слика 33. Однос на дијаметарот на трупците и времето на варење

За одредување на времето на варење и постигнување оптимална температура по обемот на "рестролната" при изработката на лупен фурнир, според Флајшер Х.О (Fleischer H.O.) /4/, е предложен графикон прикажан на сликата 34. Според него и во комбинација со графиконот на слика 35, (Однос меѓу факторот на корекција и густината на дрвото), може да се определи времето на загревање.

Пример. Да се пресмета времето на загревање на букови трупци.

Параметри:

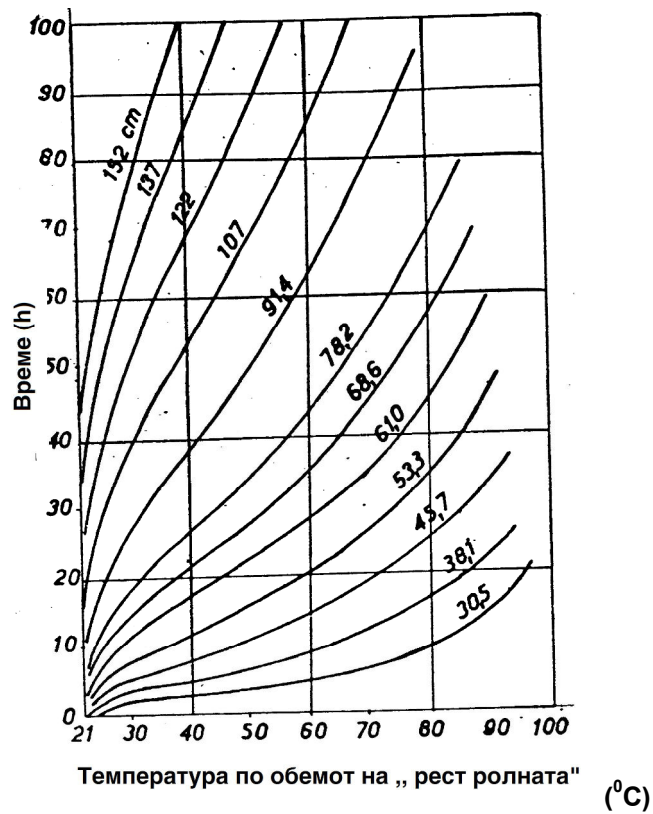
- дијаметар на трупци, $d = 61,0 \text{ (cm)}$
- густина на дрвото, $\gamma = 0,7 \text{ (g/cm}^3\text{)}$
- температура на загреаност на трупци, $t = 40 \text{ (}^\circ\text{C)}$
- време на варење, $Z_7 = 17 \text{ (h)}$, /графикон на слика 35/
- фактор на корекција за загревање на дрвото со вода, $f_k = 1,18$, /графикон на слика 34/.

Времето на загревање се пресметува според формулата:

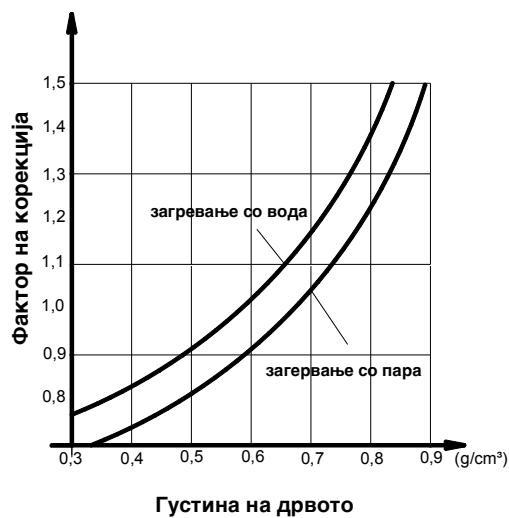
$$Z_6 = Z_7 \cdot f_k (h)$$

$$Z_6 = 17 \cdot 1,18 = 20 (h)$$

$$Z_6 = 20 (h)$$



Слика 34. Однос меѓу времето на загревање и густината на дрвото при варење на дрвото



Слика 35. Однос меѓу факторот на корекција и густината на дрвото при варење и парење на дрвото

Според Рабаџиски Б. и Златески Г. /20/, оптималните температури за пластификација на дрвото и изработка на лупен фурнир од бука во зимски период изнесуваат: минимална температура на површината на дрвото 29°C , максимална 52°C , средна $40,5^{\circ}\text{C}$; на "рест-ролната" со дијаметар 12,0 cm, минимална 39°C , максимална 49°C , просечна температура 44°C . Оптималните температури за истиот дрвен вид во летниот период се: минимална на површината на дрвото 47°C , максимална 56°C , средна $51,5^{\circ}\text{C}$; на "рест-ролната" со дијаметар 12,0 cm, минимална 44°C , максимална 57°C , средна температура $50,5^{\circ}\text{C}$.

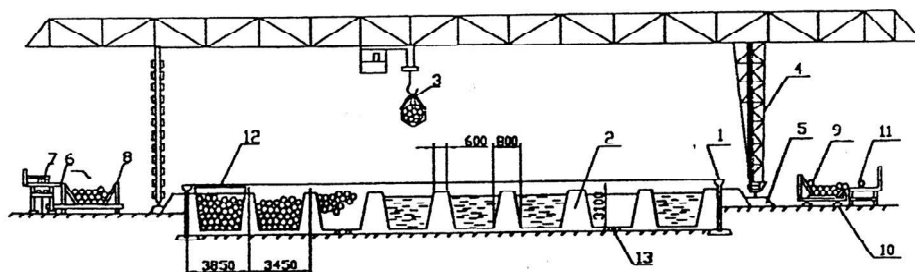
При варењето на брезови трупци со дијаметар од 26,0 cm, наменети за изработка на лупени фурнирски платна, времето на пластификација изнесува 30 h, при температура на водата од 30 до 35°C .

6.1.2.2. Уреди за варење на дрвото

Уредите за варење на дрвото за негова пластификација претставуваат базени или јами изградени на отворен простор, под настрешница или во затворен простор.

Зависно од применетата технологија можат да бидат со непериодично (непрекинато) и периодично (прекинато) дејство.

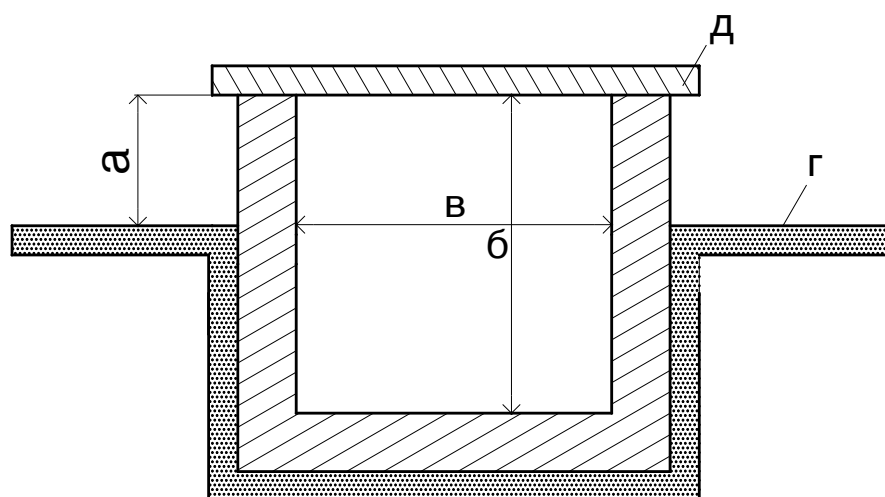
Во однос на конструктивната изведба тие се изградени во форма на независни секции, наполнети со вода, покриени со капаці. Полнењето и празнењето на јамите се врши со портален кран или мостна дигалка, со носивост од 0,5 до 35 t. Слика 36.



Слика 35. Базени за варење на суровина, 1) базен, 2) сид, 3) суровина за варење, 4) кран, 5) колосек на кранот, 6,7) транспортни уреди-пред варење 8) складирање-пред варење, 9,10,11) транспортни уреди-по варење, 12) капак, 13) испустни отвори

Безените изградени под настрешница се попрактични од оние во затворениот простор. Предност е што лесно се опслужуваат, водената пара слободно се разнесува, а како недостаток им се препишава поголемата загуба на топлинска енергија. Градбата на базените во затворен простор е непрактична заради големата кондензација на парата по ѕидовите на просторијата и светлинските отвори, разрушување на ѕидовите при ниски температури (смрзнување), високата релативна влажност на воздухот во средината на работа, за што е потребен систем за вентилација итн.

Бројот на базените зависи од капацитетот на технолошкиот процес, на пример, лупење на трупци во производството на шперплочи. Должината на базенот треба да одговара на најголемата должина на трупците со додаток на сигурност при полнење и празнење од 0,3 до 0,5 m. Широчина од 2,0 до 5,0 m и длабочина од 1,5 до 3,5 m. Над површината на земјата се гради бетонски ѕид во височина од 0,5 до 1,5 m, за сигурност при работењето на работниците. Слика 37.



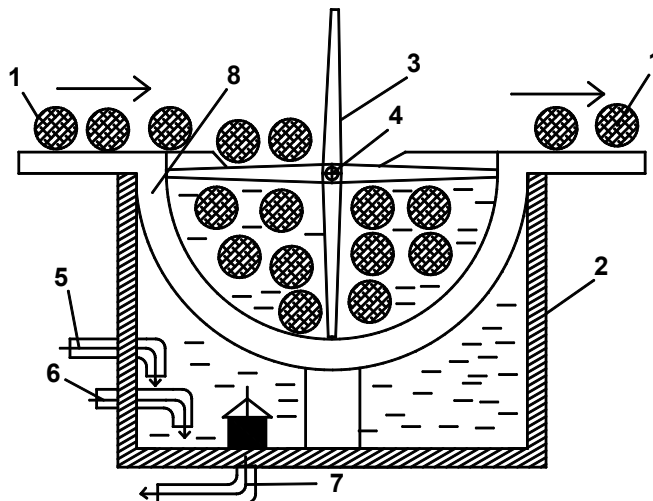
Слика 37. Базен за варење на трупци, а) ѕид над земја, б) длабочина на базен, в) широчина на базен, г) земјена подлога, д) капак

Пред отпочнување на процесот на варење за пластификација на дрвото во зимскиот период кога суровината може да биде и смрзната, за топење на смрзнатите кристали во дрвото се користи вода загреана на температура од 15 до 35⁰C. Во топлите годишни

периоди, водата не се загрева, зашто нејзината температура во јамите изнесува повеќе од 20°C.

Во практиката при варењето на трупците за пластификација се конструирани базени со мотовило Слика 38. Мотовилото (3) е прикрупено на осовина (4) поставена на две лежишта прицврстени на бочните страни на базенот (2). При полнењето, трупците (1) со својата тежина притискаат на еден од краците (9). Со вртење на краците на мотовилото е овозможено полнење на базенот од едната страна, од другата празнење на плафицираните трупци. Сидовите на базенот (2) се армирано-бетонски, премачкани со цементен малтер или пластични премази отпорни на вода, киселини и температура. За лесна манипулација со трупците, во базенот се вграден заоблени метални шини (8). До базенот водат два цевководи и тоа еден за свежа вода (6) и друг за водена пара (5). Испуштањето на искористената вода е низ посебен цевковод опремен со филтер (7).

За интензивно и квалитетно варење на суровината, во летниот период температурата на водата се одржува од 45 до 50°C, а во зимскиот од 75 до 80°C. Во вкупното време на третирање на трупците кога тие се замрзнати во зимскиот период е вклучено и времето на загревање и топење на ледот кое варира од 3 до 12 h во зависност од видот на дрвото и димензиите на суровината.



Слика 38. Базен за пластификација на дрвото, 1) трупци, 2) базен, 3) мотовило, 4) осовина, 5) цевковод со вентил за водена пара, 6) цевковод со вентил за свежа вода, 7) цевковод за испуштање на користена вода со филтер, 8) заоблени шини, 9) краци на мотовило

6.1.2.3. Капацитет и број на базени за варење на дрво

1) Длабочина на базен од радиусот на мотовилото

$$H = R_1 + h_2 \dots\dots\dots (97)$$

H - длабочина на базен од радиусот на мотовилото, (m)

h_2 - растојание меѓу заоблените шини и дното на базенот,

$$h_2 = 0,2 \div 0,3 \text{ (m)}$$

R_1 - радиус на мотовило, (m)

2) Длабочина на базен од страна на утовар на трупци

$$H_1 = H + h_3 = R_1 + h_2 + h_3 \dots(98)$$

H_1 - длабочина на базен од страна на утовар на трупци, (m)

h_3 - разлика во височината на сидовите, $h_3 = 0,2 \div 0,25$ (m)

3) Најмала широчина на базен

$$A = l_{sr} + 2k_s \dots\dots\dots (99)$$

A - најмала широчина на базен, (m)

l_{sr} - средна должина на трупци, (m)

k_s - додаток на сугурност, $2k_s = 0,2 \div 0,25$ (m)

4) Најголема широчина на базен

$$A_1 = A + 2k_s = A + 2k_s + 2k_s = A + 4k_s \dots(100)$$

A_1 - најголема широчина на базен, (m)

5) Должина на базен

$$L = 2 \cdot (R_1 + 2r) \dots\dots\dots (101)$$

L - должина на базен, (m)

R_1 - радиус на мотовилото, (m)

r - растојание од кракот на мотовилото до заоблените шини,

$$r = 0,15 \text{ (m)}$$

6) Капацитет на базен

$$E_1 = n_1 \cdot \frac{T_1}{z_7} \dots\dots\dots (102)$$

$$E_2 = q \cdot \frac{T_1}{z_7} \dots\dots\dots (103)$$

E_1 - капацитет на базен, (parčinja/smena)

E_2 - капацитет на базен, (m^3 /smena)

n_1 - број на трупци

T - работно време во смена, (min/smena)

Z_7 - времетраење на варење, (h)

Производноста или капацитетот на базенот може да се пресмета и врз основа на формулата:

$$E_3 = L \cdot H \cdot I_{sr} \cdot m_2 \cdot k_2 \dots\dots\dots (104)$$

E_3 - капацитет на базен, (m^3 /god.)

m_2 - број на циклуси во годината

k_2 - коефициент на наполнетост на базен, $k_2 = 0,45 \div 0,65$

7/ Број на базени:

$$n = M / E_3$$

M - годишно количество на трупци за варење, (m^3 /god.)

E_2 - капацитет на базен, (m^3 /god.)

Пример. Да се пресмета капацитет и број на базени за пластификација на букови трупци по пат на варење.

Параметри:

-средна должина на трупци, $I_{sr} = 3,0$ (m)

-годишно количество на трупци за варење, $M = 10\,000$ (m^3)

-должина на базен, $L = 3,8$ (m)

-височина на базен, $H = 3,5$ (m)

-број на циклуси во годината, $m_2 = 83$

-коефициент на наполнетост на базенот, $k_2 = 0,65$

$$E_3 = L \cdot H \cdot I_{sr} \cdot m_2 \cdot k_2 \quad (m^3/god)$$

$$E_3 = 3,8 \cdot 3,5 \cdot 3,0 \cdot 83 \cdot 0,65 = 1656 \quad (m^3/god)$$

$$E_3 = 1656 \quad (m^3/god).$$

$$n = M / E_3 = 10\,000 / 1656 = 6,04$$

$$n = 6 \text{ bazeni}$$

Базените за топлинска пластификација на дрвото, најчесто се користат за трупци наменети за производство на лупен фурнир со дијаметри поголеми од 60,0 cm, заради сложената манипулација со нив, како и заради намалување на опасноста од појава на грешки, најчесто пукнатини на челата или по обемот на трупците. Трупците во базенот се притиснати еден до друг и потполно се потопени во вода.

Иако пластификацијата на дрвото по пат на варење покажува предности во споредба со парењето, како што се контрола и регулација на температурата на водата, полесно одржување прочистување и слично, сепак во практиката помалку се применува заради тешката изведба на водоотпорноста и непропусливоста на базените.

Со примена на т.н. "благ режим на варење" или "благо варење", од букови призми се добиваат сечени фурнири со светли тонови по бојата, што неможе да се постигне со индиректното, а уште потешко со директното парење.

Според Колин Б /12/, варењето на букови призми за пластификација на дрвото и добивање квалитетни сечени фурнирски листови во летниот период изнесува 36h, при максимална температура на загреаност на водата до 90°C.

6.1.2.4. Топлина за пластификација при варење на дрвото

Општото количество на топлина за пластификација на суровината при постапката варење се пресметува според формулата:

$$Q_v = Q_{pv} + Q_{zv} \dots\dots\dots (105)$$

Q_v - топлина за пластификација на дрвото, (kJ)

Q_{pv} - полезна топлина, (kJ)

Q_{zv} - загуби на топлина, (kJ)

Полезното количество на топлина (Q_{pv}) се троши за загревање на водата во базенот, загревање на сидовите и дното на базенот, загревање на дрвото и загревање на капакот на базенот.

Под поимот загуби на топлина (Q_{zv}) при варење на дрвото се подразбира неопходно количество на топлина кое се губи низ сидовите и дното на базенот кон почвата, загуба на топлина во

инсталацијата на медиумот за загревање на водата во базенот и загуба на топлина заради лоша херметичност на базенот.

Полезното количество на топлина се пресметува според изразот:

$$Q_{pv} = Q_{vv} + Q_{zdv} + Q_{dv} + Q_{kv} \dots\dots\dots (106)$$

Q_{vv} - топлина за загревање на водата во базенот, (kJ)

Q_{zdv} - топлина за загревање на сидовите и дното на базенот, (kJ)

Q_{dv} - топлина за загревање на дрвото во базенот, (kJ)

Q_{kv} - топлина за загревање на капакот на базенот, (kJ)

I Полезно количество на топлина

1/ Топлина за загревање на водата во базенот

$$Q_{vv} = 4190 (V_{bv} - V_{dv}) (t_{vv} - t_{pv}) \frac{1}{Z_v} \dots\dots (107)$$

Q_{vv} - топлина за загревање на водата во базенот, (kJ/h)

V_{bv} - внатрешна зафатнина на базенот, (m³)

$$V_{bv} = \check{S}_b \cdot h_b \cdot l_b \dots\dots\dots (108)$$

S_b - внатрешна широчина на базенот, $S_b = 1.8 \div 2.0$ (m)

H_b - внатрешна височина на базенот, $h_b = 1.5 \div 3.0$ (m)

L_b - внатрешна должина на базенот, $L_b = 2.0 \div 5.0$ (m)

V_{dv} - зафатнина на трупци во базенот, (m³)

$$V_{dv} = V_{bv} \cdot f_v \dots\dots\dots (109)$$

f_v - фактор на заполнетост на јамата со суровина-варење, $f_v = 0,6 \div 0,75$

t_{vv} - max. температура на загреаност на водата во базенот, (°C)

t_{pv} - почетна температура на водата во базенот, (°C)

Z_v - време на непрекината работа на базенот-варење, $Z_v = 120 \div 150$ (h)

2/ Топлина за загревање на сидовите и дното на базенот

$$Q_{zdv} = V_{zdv} \cdot \gamma_{zdv} \cdot C_{zdv} \cdot \left(\frac{t_{vv} - t_{zdv}}{2} \right) \cdot \frac{1}{Z_v} \dots\dots\dots (110)$$

Q_{zdv} - топлина за загревање на сидовите и дното на базенот, (kJ/h)

V_{zdv} - зафатнина на сидовите и дното на базенот, (m³)

γ_{zdv} - специфична маса на материјалот од кој се изградени сидовите и дното на базенот, (kg/m³), /прилог 1/

C_{zdv} - специфична топлина на материјалот од кој се изградени сидовите и дното, (kJ/kg⁰C), /прилог 1/

t_{zdv} - температура на внатрешната површина на оладените сидови и дното на базенот, (°C)

3/ Топлина за загревање на дрвото

$$Q_{dv} = \rho_{dv} \cdot V_{dv} \cdot C_d \cdot (t_{srv} - t_{pdv}) \cdot \frac{1}{Z_v} \dots\dots\dots(111)$$

Q_{dv} - топлина за загревање на дрвото, (kJ/h)

ρ_d - густина на дрвото, (kg/m³)

V_{dv} - зафатнина на трупците во базенот, (m³)

C_d - специфична топлина на дрвото, (kJ/kg⁰C)

t_{srv} - средна температура на загревање на дрвото, (°C)

t_{pdv} - почетна температура на дрвото, (°C)

4/ Топлина за загревање на капакот на базенот

$$Q_{kv} = G_{kv} \cdot C_{kv} \cdot (t_{kv\max.} - t_{kv\min.}) \cdot \frac{1}{Z_v} \dots\dots\dots(112)$$

Q_{kv} - топлина за загревање на капакот на базенот, (kJ/h)

G_{kv} - маса на капакот на базенот -варење /дрво-Al/, $G_{kv}= 450 \div 540$ (kg)

C_{kv} - специфична топлина на материјалот од кој е направен капакот на базенот за варење, $C_{kv(drvo-Al)} = 1,28$ (kJ/kg⁰C)

$t_{kv\max.}$ - max.температура на загревање на капакот на базенот - варење,
 $t_{kv\max.} = 70 \div 75$ (°C)

$t_{kv\min.}$ - min.температура до која капакот на базенот за варење се лади,
 /зимски најнеповолен период/, $t_{kv\min.} = - 15$ (°C)

Загубата на топлина при варење за пластификација на дрвото се пресметува според изразот:

$$Q_{zv} = Q_{zzv} + Q_{ziv} + Q_{zhv} \dots\dots\dots(113)$$

Q_{zzv} - загуба на топлина низ сидовите и дното на базенот, (kJ)

Q_{ziv} - загуба на топлина во инсталацијата на медиумот за загревање на водата во базенот, (kJ)

Q_{zhv} - загуба на топлина заради лоша херметичност на базенот,(kJ)

II Загуби на топлина

1/ Загуба на топлина низ сидовите и дното на базенот

$$Q_{zzv} = F \cdot K \cdot (t_{vm} - t_{vp}) \cdot \frac{1}{Z_v} \dots\dots\dots(114)$$

- F - површина низ која се губи топлината, (m²)
 K - коефициент на спроводливост на топлина, (kJ/m²h⁰C)
 t_{vm} - температура на медиумот /вода/ за варење, t_{vm}= 85 ÷ 100 (°C)
 t_{vp} - температура на почвата околу базенот, t_{vp}, од -5 до +20 (°C)

Коефициентот на спроводливост на топлина за **еднослоен сид** се пресметува според формулата:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \dots\dots\dots(115)$$

- α₁ - коефициент на пренесување на топлина на вода која не врие
 а) кон сидот, α₁= 6285 ÷ 8380 (kJ/m²h⁰C)
 б) од сидот кон почвата, α₁ = 41,9 ÷ 50,3 (kJ/m²h⁰C)
 δ - дебелина на сидот и дното на базенот, (m)
 λ - топлинска спроводливост на материјалот од кој е изграден базенот за варење, (kJ/mh⁰C), /прилог -1/.
 α₂ - коефициент на пренесување на топлина од сидот кон почвата (kJ/m²h⁰C). Се пресметува според формулата:

$$\alpha_2 = [8,4 + 0,06 \cdot (t_{v1} - t_{vp})] \cdot 4,19 \dots\dots\dots(116)$$

t_{v1} - температура на надворешната страна на сидот на базенот (°C)

2/ Загуба на топлина во инсталацијата на медиумот за загревање на водата во базенот

$$Q_{ziv} = l_i \cdot \pi \cdot K \cdot (t_{ip} - t_{pv}) \cdot \frac{1}{Z_v} \dots\dots\dots(117)$$

- l_i - должина на цевководот на инсталацијата-варење, (m)
 π - Лудолфов број, (π=3,14)
 t_{ip} - температура на парата за загревање на водата во базенот-варење, t_{ip} = 95 ÷ 100 ÷ 110 (°C)
 K-коефициент на спроводливост на топлина, (kJ/m²h⁰C)

7/ Загуба на топлина заради лоша херметичност на базенот

Соодветен математички израз или формула за пресметка на овој вид на загуба на топлина не постои. По емпириски пат е констатирано дека загубите се движат до 10,0% од вкупното количество на топлина потребно за варење на суровината.

Според Колман Ф. (Kollmann F.) /13/, загубите на топлина при пластификација на дрвото по методот на варење изнесуваат од 4,0 до 12,0%, од вкупното количество на полезна топлина.

6.1.2.5. Техничко-технолошка анализа на базен за варење на дрво

Анализата е практичен пример во кој се опфатени и пресметани сите потребни елементи за конструкцијата и потребната потрошувачка на топлинска енергија на базен за варење на дрвото.

Пример. Да се одреди потребното количество на топлина за пластификација на букови трупци по пат на варење. Варењето се одвива во базен изграден во земја од армиран бетон.

Параметри:

- специфичната маса на армиран бетон, $\gamma = 2400 \text{ (kg/m}^3\text{)}$, /прилог 1/
- специфична топлина, $C = 0,922 \text{ (kJ/kg}^0\text{C)}$, /прилог 1/
- топлинската спроводливост, $\lambda = 7,33 \text{ (kJ/m}^0\text{Ch)}$, /прилог 1/
- внатрешните димензии на базенот : должина $L_b = 4,0 \text{ (m)}$, широчина $\check{s}_b = 2,0 \text{ (m)}$ и височина $h_b = 2,5 \text{ (m)}$,
- височина на сид на базенот над земјата, $l_{vn} = 0,5 \text{ (m)}$
- коефициент на наполнетост на базенот со суровина, $f_v = 0,75$
- почетната температура на водата во базенот, $t_{pv} = 10 \text{ (}^0\text{C)}$
- крајната температура на загреаност на водата , $t_{vb} = 85 \text{ (}^0\text{C)}$
- време на непрекинато работење на базенот, $Z_v = 120 \text{ (h)}$
- температура на внатрешната површина на оладените сидови на базенот, $t_{zdv} = 15 \text{ (}^0\text{C)}$
- густината на дрвото (бука), $\rho = 680 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- специфична топлина за дрвото, $C_d = 1,35 \text{ (kJ/kg}^0\text{C)}$
- почетната температура на дрвото за варење /зимски период/, $t_{pv} = - 15 \text{ (}^0\text{C)}$
- средна температура на загревање на дрвото, $t_{srv} = 55 \text{ (}^0\text{C)}$

- маса на капакот (дрво-Al), $G_{kv} = 450 \text{ (kg)}$
- специфична топлина на материјалот од од кој капакот е направен,
 $C_{kv(\text{drvo-Al})} = 1,28 \text{ (kJ/kg}^{\circ}\text{C)}$ /прилог 1/
- max. температура на загревање на капакот, $t_{kv \text{ max.}} = 70 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$
- min. температура на ладење на капакот, $t_{kv \text{ min.}} = - 15 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$
- коефициент на пренесување на топлина на водата која не врие, од сидот кон почвата, $\alpha_1 = 45 \text{ (kJ/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C)}$
- температура на надворешната страна на сидот, $t_{v1} = 30 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$
- температура на почвата околу базенот, $t_{vp} = 12 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$
- температура на медиумот за варење (иста со крајната температура на загреаност на водата), $t_{vv} = t_{vm} = 85 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$
- температура на пара за загревање на водата, $t_{ip} = 100 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$
- должината на инсталацијата на довод на пара, $l_i = 60 \text{ (m)}$
- коефициент на спроводливост на топлина на инсталацијата на медиумот за загревање на водата во комората, $K = 6,0 \text{ (kJ/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C)}$.

Забелешка: при математичка анализа да се користат напатствија од материјата обработена во подпоглавјето 6.1.2.3.

Следува:

I Општо количество на топлина за пластификација на дрвото

$$Q_v = Q_{pv} + Q_{zv} \quad (\text{kJ})$$

$$Q_{pv} \text{-полезно количество на топлина,} \quad (\text{kJ})$$

$$Q_{zv} \text{-загуби на топлина,} \quad (\text{kJ})$$

$$Q_{pv} = Q_{vv} + Q_{zd v} + Q_{dv} + Q_{kv} \quad (\text{kJ})$$

$$Q_{zv} = Q_{zzv} + Q_{ziv} + Q_{zhv} \quad (\text{kJ})$$

I Полезно количество на топлина за пластификација на дрвото

1/ Топлина за загревање на водата во базенот:

$$Q_{vv} = 4190 (V_{bv} - V_{dv}) (t_{vv} - t_{pv}) \frac{1}{Z_v} \quad (\text{kJ/h})$$

а) внатрешна зафатнина на базенот:

$$V_{bv} = S_b \cdot h_b \cdot l_b \quad (\text{m}^3)$$

$$V_{bv} = 2,0 \cdot 2,5 \cdot 4,0 = 20,0 \quad (\text{m}^3)$$

$$V_{bv} = 20,0 \quad (\text{m}^3)$$

б) зафатнина на трупците во базенот:

$$V_{dv} = V_{bv} \cdot f_v \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_{dr} = 20,0 \cdot 0,75 = 15,0 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_{dv} = 15,0 \text{ (m}^3\text{)}$$

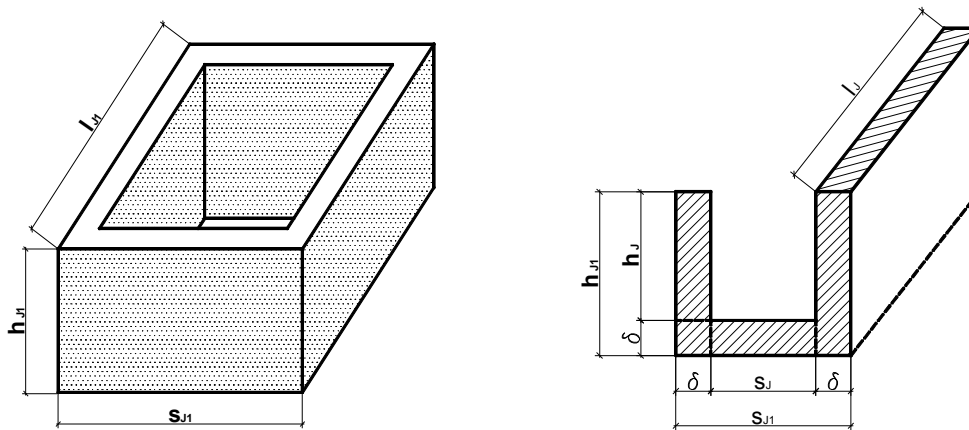
1/Топлина за загревање на водата во базенот

$$Q_{vv} = 4190 \cdot (20,0 - 15,0) \cdot (85 - 10) \cdot 1/120 = 13094 \text{ (kJ/h)}$$

$$Q_{vv} = 13094 \text{ (kJ/h)}$$

2/ Топлина за загревање на сидовите и дното на базенот

$$Q_{zdv} = V_{zdv} \cdot \gamma_{zdv} \cdot c_{zdv} \cdot \left(\frac{t_{vv} - t_{zdv}}{2} \right) \cdot \frac{1}{Z_v} \text{ (kJ/h)}$$



Надворешни димензии:

а) должина, $L_{b1} = 4,6$ (m)

б) широчина, $\check{S}_1 = 2,6$ (m)

в) длабочина, $h_{b1} = 2,8$ (m)

г)дебелина на сидови и дно на базен, $\delta = 0,3$ (m)

Внатрешни димензии:

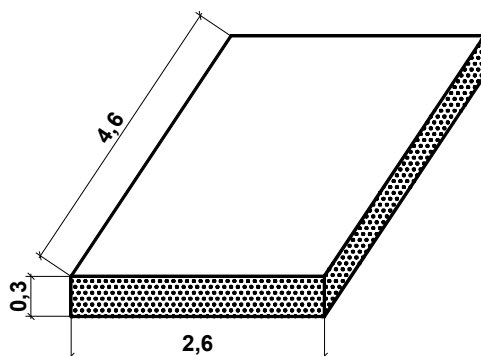
а) должина, $L_b = 4,0$ (m)

б) широчина, $\check{S}_b = 2,0$ (m)

в) длабочина, $h_b = 2,5$ (m)

Слика 39. Димензии на базен

а) зафатнина на дното на базенот:

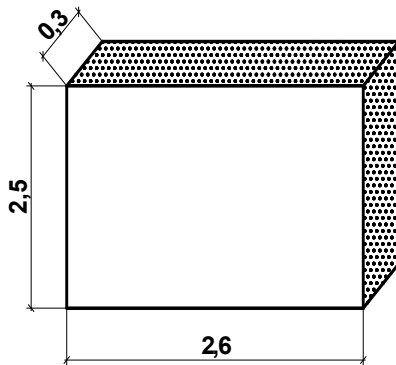


$$V_{\text{дно}} = S_{b1} \cdot L_{b1} \cdot \delta$$

$$V_{\text{дно}} = 2,6 \cdot 4,6 \cdot 0,3 = 3,588 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_{\text{дно}} = 3,59 \text{ (m}^3\text{)}$$

б) зафатнина на сидовите на базенот:



б1) челен сид:

$$V_c = (\delta \cdot h_b \cdot S_{b1}) \cdot 2$$

$$V_c = (0,3 \cdot 2,5 \cdot 2,6) \cdot 2 = 3,9 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_c = 3,9 \text{ (m}^3\text{)}$$

Слика 40. Дно и сидови на базенот

б2) страничен (бочен) сид:

$$V_s = (\delta \cdot h_b \cdot L_b)$$

$$V_s = (0,3 \cdot 2,5 \cdot 4,0) \cdot 2 = 6,0 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_s = 6,0 \text{ (m}^3\text{)}$$

Следува, зафатнина на дно и сидови (V_{zdv}):

$$V_{\text{zdv}} = V_{\text{дно}} + V_c + V_s = 13,49 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_{\text{zdv}} = 13,5 \text{ (m}^3\text{)}$$

Топлината за загревање на сидови и дно изнесува:

$$Q_{\text{zdv}} = 13,2400 \cdot 0,922 \cdot \left(\frac{85 - 15}{2}\right) \cdot \frac{1}{120} = 8713 \text{ (kJ/h)}$$

$$Q_{\text{zdv}} = 8713 \text{ (kJ/h)}$$

3) Топлина за загревање на дрвото:

$$Q_{dv} = \rho_{dv} \cdot V_{dv} \cdot C_d \cdot (t_{srv} - t_{pdv}) \cdot \frac{1}{Z_v} \text{ (kJ/h)}$$

$$Q_{dv} = 680 \cdot 15,0 \cdot 1,35 \cdot [(55 - (-10))] \cdot \frac{1}{120} = 7458 \text{ (kJ/h)}$$

$$Q_{dv} = 7458 \text{ (kJ/h)}$$

При исти услови, за загревање на 1.0 m^3 дрво ќе биде потребно количество на топлина од:

$$Q_{1m^3} = 680 \cdot 1,0 \cdot 1,35 \cdot 65 \cdot \frac{1}{120} = 497 \text{ (kJ/h)}$$

$$Q_{1m^3} \approx 500 \text{ (kJ/h)}$$

4) Топлина за загревање на капакот на базенот:

$$Q_{kv} = G_{kv} \cdot C_{kv} \cdot (t_{kvmax.} - t_{kvmin.}) \cdot \frac{1}{Z_v} \text{ (kJ/h)}$$

$$G_{kv} = 450 \text{ (kg)}$$

$$C_{kv} = 1,28 \text{ (kJ/kg}^{\circ}\text{C)}$$

$$t_{kvmax.} = 70 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

$$t_{kvmin.} = -15 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

$$Z_v = 120 \text{ (h)}$$

$$Q_{kv} = 450 \cdot 1,28 \cdot [(70 - (-15))] \cdot \frac{1}{120} = 408 \text{ (kJ/h)}$$

$$Q_{kv} = 408 \text{ (kJ/h)}$$

Полезното количество на топлина/ h, изнесува:

$$Q_{pv} = Q_w + Q_{zdv} + Q_{dv} + Q_{kv}$$

$$Q_{pv} = 13094 + 8713 + 7458 + 408 = 29673 \text{ (kJ/h)}$$

$$Q_{pv} = 29673 \text{ (kJ/h)}$$

Конкретно кога е познато времето на варење на дрвото, $Z_v = 120 \text{ (h)}$.

Тогаш:

$$Q_{pv} = 29673 \cdot Z_v = 29673 \cdot 120 = 3\,560\,760 \text{ (kJ)}$$

$$Q_{pv} = 3\,560\,000 \text{ (kJ)}$$

II Загуби на топлина за пластификација на дрвото (варење)

1) Загуба на топлина низ сидовите и дното на базенот

$$Q_{zzv} = F \cdot K \cdot (t_{vm} - t_{vp}) \cdot \frac{1}{Z_v} \quad (\text{kJ/h})$$

1.1/ површина на базенот низ која се губи топлина:

Од сликата 37 за надворешните димензии на базенот, следува:

$$F = 2 \cdot L_b \cdot h_{b1} + 2 \cdot S_{b1} \cdot h_{b1}$$

$$F = 2 \cdot 4,0 \cdot 2,8 + 2 \cdot 2,6 \cdot 2,8 = 36,96 \quad (\text{m}^2)$$

$$F \approx 37,0 \quad (\text{m}^2)$$

1.2/ коефициент на спроводливост на топлина за еднослоен сид:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$\alpha_1 = 45 \quad (\text{kJ/m}^2\text{h}^0\text{C})$$

$$\delta = 0,3 \quad (\text{m})$$

$$\lambda = 7,33 \quad (\text{kJ/m}^2\text{h}^0\text{C})$$

α_2 - коефициент ($\text{kJ/m}^2\text{h}^0\text{C}$). Се пресметува по формулата:

$$\alpha_2 = [8,4 + 0,06 \cdot (t_{v1} - t_{v2})] \cdot 4,19 \dots\dots\dots (118)$$

t_{v1} - температура на надворешната страна на сидот,

$$t_{v1} = 30 \quad (^\circ\text{C})$$

t_{v2} - температура на почвата околу јамата,

$$t_{v2} = 12 \quad (^\circ\text{C})$$

$$\alpha_2 = [8,4 + 0,06 \cdot (30 - 12)] \cdot 4,19 = (8,4 + 0,06 \cdot 18) \cdot 4,19 = 39,7 \quad (\text{kJ/m}^2\text{h}^0\text{C})$$

$$\alpha_2 = 39,7 \quad (\text{kJ/m}^2\text{h}^0\text{C})$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{45} + \frac{0,3}{7,33} + \frac{1}{32,7}} = \frac{1}{0,02222 + 0,041 + 0,031} =$$

$$= \frac{1}{0,09422} = 10,62 \quad (\text{kJ/m}^2\text{h}^0\text{C})$$

$$K = 10,62 \quad (\text{kJ/m}^2\text{h}^0\text{C})$$

Загуба на топлина (kJ/h) :

$$Q_{zzv} = 37,0 \cdot 10,62 \cdot (85 - 12) \cdot \frac{1}{120} = 240 \quad (\text{kJ/h})$$

$$Q_{zzv} \approx 240 \text{ (kJ/h)}$$

Вкупно загуби на топлина:

$$Q_{zzv} = 240 \cdot Z_v = 240 \cdot 120 = 28\,880 \text{ (kJ)}$$

$$Q_{zzv} = 28\,880 \text{ (kJ)}$$

2) Загуба на топлина во инсталацијата на медиумот за загревање на водата за варење на дрвото

$$Q_{ziv} = l_i \cdot \pi \cdot K \cdot (t_{ip} - t_{pv}) \cdot \frac{1}{Z_v}$$

$$l_i = 65 \text{ (m)}$$

$$t_{ip} = 100 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$t_{pv} = 10 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$Z = 120 \text{ (h)}$$

$$K = 4,0 \div 11,0 \text{ (kJ/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$Q_{ziv} = 65,0 \cdot 3,14 \cdot 6,0 \cdot (100 - 10) \cdot \frac{1}{120} =$$

$$= 65,0 \cdot 3,14 \cdot 6,0 \cdot 90 \cdot \frac{1}{120} = 918,5 \text{ (kJ/h)}$$

$$Q_{ziv} = 919 \text{ (kJ/h)}$$

Вкупно загуби на топлина:

$$Q_{ziv} = 919 \cdot Z_v = 919 \cdot 120 = 110\,280 \text{ (kJ)}$$

$$Q_{ziv} = 110\,280 \text{ (kJ)}$$

3) Загуба на топлина заради лоша херметичност на базенот

Вкупните загуби на топлина за пластификација на дрвото се усвоени 10,0% од вкупното количество на полезната топлина, за време на варење до 120 (h).

Полезната топлина изнесува:

$$Q_{pv} = 3\,560\,760 \text{ (kJ)}$$

Следува:

$$10,0\% \text{ од } Q_{pv} = 10,0\% \text{ од } 3\,560\,760 = 356\,076 \text{ (kJ)},$$

Заклучок, загубата на топлина заради лоша херметичност на базенот изнесува:

$$Q_{zhv} = 356\,076 \text{ (kJ)}$$

4) Вкупно загуби на топлина

$$Q_{zv} = Q_{zzv} + Q_{ziv} + Q_{zhv}$$

$$Q_{zv} = 28\,880 + 110\,280 + 356\,076 = 495\,236 \text{ (kJ)}$$

$$Q_{zv} = 495\,236 \text{ (kJ)}$$

Вкупно количество на потребна топлина за варење на дрвото изнесува:

$$Q_v = Q_{pv} + Q_{zv} = 3\,560\,760 + 495\,236 = 4\,055\,996 \text{ (kJ)}$$

$$Q_v = 4\,055\,996 \text{ (kJ)}$$

6.1.4. Особини на пареното и вареното дрво

По термичката пластификација дрвото манифестира особини базирани на промена на неговите својства, брзината на сушење, маханичката обработка, трајноста и експлоатацијата.

6.1.4.1. Промена на својствата на дрвото при парење и варење

Промената на својствата на дрвото по завршување на технолошките топлински постапки парење и варење, главно зависат од видот на дрвото, почетната влажност на дрвото, температурата, притисокот и времето на парење или варење.

Со топлинската обработка до одреден степен настанува промена на физичките, физичко-механичките и хемиските својства на дрвото, како резултат на покачувањето на температурата, притисокот и времето на третирање. Голем дел од промените ги подобруваат својствата, но некои од нив се и непожелни. Како резултат на топлинската обработка се менува пластичноста, бојата, густината, влажноста, хигроскопноста, напрегањата и експлоатационите карактеристики на дрвото .

Густината на дрвото во процесот на парењето се менува незначително и промената е во рамките од +5,0% до -5,0%. Намалувањето или наголемувањето на густината на дрвото зависи од два важни фактори и тоа: масата на дрвото и обемот на дрвото. Намалувањето на масата е резултат на отстранувањето на некои супстанции, а намалувањето на обемот е резултат на свиткувањето на бичените сортименти. Сепак, преовладува мислењето дека

густината на дрвото кај парените сортименти останува непроменета или сосема незначително се намалува.

Промената на **хемискиот состав на дрвото** е резултат на хемиските или физичко-хемиските процеси при парењето на сортиментите. При топлинската обработка најлесно хидролизираат пентозаните на хемицелулозите и пектините кои поминуваат во водорастворлива состојба. Како резултат на хидролизата се формираат моносахариди, мравска, оцетна, фосфорна киселина итн.

Напрегањата кои се појавуваат при обработката на непарената бичена граѓа се доста сложени, тешко се контролираат и се изразени во радијална и тангенцијална насока.

Исто така, не заостануваат и напрегањата предизвикани од температурата и влажноста, т.н. "температурни напрегања" и "влажностни напрегања". При механичката обработка на сортиментите се појавуваат микро и макро пукнатини, свиткување, а често пати и цепење на дрвото. Со примената на хидротермичките технолошките постапки парење, варење или потопување на суровината во вода, напрегањата се намалуваат и до 60,0%. Тоа се должи на пластификацијата на дрвото и појавата на компензациските напрегања или пластични деформации кои не дозволуваат промена на механичките својства на дрвото.

Од големо значење за квалитетот на пиланските бичени сортименти се напрегањата кои може да бидат предизвикани од недоволното количество на влага во средината (комора) или медиумот (агенсот) со кој граѓата се третира. Меѓутоа, медиумот секојпат е со висока влажност, такашто напрегањата изостануваат.

Напрегања може да се појават и заради неправилен избор на режимот за парење, како и во завршната обработка при ладењето на парените сортименти.

Својствата на дрвото како што се, елестичност, јакост на притисок, тврдост, како резултат на топлинската обработка се намалуваат предизвикани од температурата, притисокот и времетраењето на постапката. Така, парената букова граѓа со влажност над точка на заситеност на дрвните влакна ги намалува

својствата и до 50.0%, што не е случај при намалување на влажноста под точка на заситеност на дрвните влакна.

Влажност на дрвото. Парењето се одвива во средина со заситена водена пара и соодветна влажност на дрвото. При размената на влагата од медиумот за парење со влагата во дрвото, рамнотежната влажност кон која се стремат парените сортименти е од 40,0 до 50,0%. Хигроскопноста на пареното дрво главно се менува со промена на неговата рамнотежна влажност, предизвикана од кинетичките промени на сорпцијата и десорпцијата.

Бабрењето и собирањето на дрвото е пропорционално со промена на количеството на врзаната влага.

Од причина што врзаната влага при пареното дрво е помала, тогаш и собирањето и бабрењето е помало во споредба со непареното дрво. Ова особина е од големо значење за зачувување на формата и димензиите на производите од масивно дрво во мебелната индустрија, производството на паркет, довратници, шперплочи, слепени дрвени конструкции, ширински и должинско-ширинско лепени плочи итн.

Промена на бојата. Во текот на парењето се менува природната боја на дрвото. Табела 18.

Табела 18. Промена на природната боја по парење на дрвото

Дрвен вид	Пред парење	По парење
ариш	беловина-жолтеникава срцевина-црвенокафеава	потемнување
багрем	зеленожолта-златнокафеава	потемнување
бор	беловина-бела срцевина-розова	потемнување
бреза	жолтеникавабела-розовожолта	сребренокафеава
бука	беловина-бледожолта срцевина-бледоцрвена	розовоцрвена или темноцрвена
даб	беловина-светложолта срцевина-темнокафеава	сивокафеава
јавор	бела	црвена
јасен	сивокафеава	потемнување

костен	црвенобела	потемнување
орев	сива или темноцрвена	потемнување
смрча	бела или жолтеникавабела	потемнување
топола	жолтеникавабела до светло сива	светло-темносива

Освен тоа, во структурните зони на дрвото (карактеристично за буката), меѓу беловината и срцевината по парењето се намалува разликата во бојата. Слична појава се случува меѓу нагниената и здравата зона на дрвото.

Сепак, конечната боја на бичените сортименти зависи од видот на дрвото, влагата во дрвото, дебелината на бичената граѓа, времетраењето на парењето, медиумот за парење, како и од температурата и притисокот на водената пара.

Кога парењето се изведува со повисока температура и притисок на водената пара, тогаш дрвото резултира со затворен тон на бојата. Во практиката најчесто се парат буковите бичени сортименти, кои зависно од продолжителноста на времето на третирање, бојата ја менуваат од розова до затворена црвена (боја на цигла или керамида).

Според Браун А. (Braun A.) /1/, промената на бојата се должи на пигментите кои при температура од 100 до 110 °C по хигроскопен пат се материјализираат во сите делови на дрвото. Влажноста на дрвото не треба да биде пониска од 30,0%.

При парење на букова бичена граѓа со почетна влажност од 15,0% нема појава на промена на бојата. Во интервал на влажност од 15,0 до 30,0% се појавува сегментна промена на бојата, а при влажност на дрвото над 35,0% отпочнува нормалната промена на бојата. Според тоа, колку е дрвото со помала влажност (посуво), во толку и процесот на парење е со подолг временски ефект.

Во технологијата на парењето, основно, да се добие бараната боја на парените сортименти неопходно е водената пара да биде со заситеност ($x = 100\%$), а најниската влажност во дрвото во рамките од 35,0 до 40,0%.

За определување на бојата на парената граѓа (бука) се постапува според карактеристични методи од кои најприфатливи се:

- **окуларниот метод и**

- **електрокалориметриските методи.**

Кај **окуларниот метод** како рецептор се користи окото, метод кој во практиката е познат и како "окуларен метод".

Според него се дефинира способноста на окото за препознавање на површинскиот колоритет во текот и по парењето на сортиментите. Постапката се изведува на дневна светлина или на светлосен сигнал со спектар скоро идентичен со сончевиот, во временски период од 20 до 30 s, кога способноста на очите е најдобра за распознавање на боите. Неопходно е димензиите на пробните парчиња (проби) да се со минимална должина и широчина, 150x100 mm. Од причина што способноста на очите како рецептор е чувствителна и ограничена со време, не се препорачува окуларна проценка на секоја парена штица, талпа, фриза за паркет, туку тоа да се врши споредбено со т.н. **еталони** тангенцијално избичени.

Електрокалориметриските методи не се најподобни за одредување на бојата на парената граѓа, иако на тоа поле во лабораториите во Русија, Германија, Канада и САД, се извршени редица на опити. Калориметриските методи се базираат на трансформирање, односно сведување на податоците за бојата со електрокалориметриските инструменти во електрични импулси, кои се претвараат во светлосни сигнали. Заради неконстантноста на резултатите, методот не се препорачува за примена во практиката.

6.1.4.2. Брзина на сушење на пареното дрво

По парењето и отстранувањето на дел од супстанциите од дрвото, како резултат се подобруваат особините на дрвото за интензивирање на процесот на сушење.

Сознанијата говорат дека парената букова бичена граѓа по сушењето побавно се навлажува, односно помалку впива влага во споредба со непарената. Понатаму, парената граѓа по природен пат побавно се суши од непарената, а при вештачкото термичко сушење

брзината на сушењето е едномерна, без разлика дали граѓата е парена или непарена.

6.1.4.3. Механичка обработка на пареното дрво

Механичката обработка на пареното пластифицирано дрво покасно термички сушено, во споредба со непареното исто така термички сушено, кое ќе се користи за изработка на мебел, се дефинира според:

- јакост на цепење,**
- потрошувачка на електрична енергија за механичка обработка,**
- затапување на алатот и**
- влијанието на парењето врз механичката обработка на површините на сортиментите.**

Јакоста на цепење кај парените сортименти е поголема надолжно на дрвните влакна, а кај непарените таа е поизразена напречно на дрвните влакна. Општо, парената граѓа има поголема јакост на цепење во споредба со непарената.

Во однос на **потрошувачката на електрична енергија** при обработката на парената граѓа на столна или надстолна глодалка, лентовидна пила-бансек или автоматска кружна пила, се троши од 4,0 до 10,0% повеќе електрична енергија. Се објаснува со покаченото својство на јакост на цепење, заради што се зголемува времето на допирот меѓу резниот алат и дрвото за совладување на отпорите на режење и предизвикува поголема потрошувачка на електрична енергија.

Затапувањето на алатот е поизразено при обработка на парена во споредба со непарена граѓа, заради зголемување и совладување на отпорите на режење, што е во директна врска со потрошувачката на електричната енергија.

Влијанието на парењето врз квалитетот на механичката обработка на површините на граѓата, директно се одразува на квалитетот на готовите производи.

Парената граѓа помалку бабри од непарената и е одличен показател за стабилноста на димензиите на сортиментите. Во однос на квантитативното искористување, при пребатката на парената граѓа, количеството на ситниот отпадок (струшки, пилевина и дрвена прашина), е за 1,5-2,0% помало во споредба со количеството на ситниот отпадок кој се формира при обрабока на непарена граѓа.

Бичената парена граѓа со дебелина од 25,0 до 70,0 mm, во процесот на термичкото сушење помалку се закривува од непарената, а парените летви од бука во споредба со непарените се криват во поголем обем.

Една од квалитетните особини на парењето е можноста за отстранување на грешката "колапс", создадена при термичкото сушење, карактеристична за букови бичени сортименти (штици, талпи и сл.). При третирањето со водена пара површинските слоеви на дрвото се навлажуваат, се наголемуваат пластичните својства кои во голема мерка помагаат за делумно или целосно компензирање на создадената грешка.

За одбележување е и следново. По парењето долготрајната изложеност на граѓата во атмосферски услови (природно просушување), придонесува до намалување на влагата во површинските слоеви и се зголемува опасноста од оштетување-напукнување во процесот на вештачкото конвективно сушење. Од таа причина неопходно е по парењето да се отпочне со сушење во средина со висока релативна влажност на воздухот, односно според првиот степен предвиден со режимот на сушење. Според изнесените наводи како и заради изедначување на бојата, карактеристично за граѓата од бука е пред механичката обработка таа да се пари и термички суши до потребниот краен процент на влажност, зависно од областа на користење.

6.1.4.4. Постојаност (трајност) на пареното дрво

При парењето на дрвото при минимална температура од 85⁰C, покрај промената на бојата, се умртвуваат скоро сите деструктори како што се габи, бактерии, положени јајца од инсекти и сл. За

уништување на некои габни спори потребна е температура и до 120⁰С. Тоа значи дека потполната стерилизација на дрвото при парење се постигнува при температура на водената пара над 120⁰С, со што се прекинува процесот на деструкција кај заразените сортименти, а се спречуваат нападите кај незаразените. Зголемувањето на отпорноста на дрвото со покачување на температурата е резултат на наголемување на разградбата на хемицелулозата во дрвото. Една од габите која се појавува на површината на парените и непарените сортименти од бука во влажна состојба е *Polystictus versicolor*. Парената и исушената граѓа по вештачки пат, површински заразена од истата габа, помалку ја менува бојата во споредба со непарената.

6.1.4.5. Експлоатациони особини на пареното дрво

Како резултат на парењето голем дел од особините на дрвото се менуват.

Во однос на механичката обработка, по парењето на трупците и призмите (фличеви) во производството на фурнири се зголемува пластичноста на дрвната маса и се добиваат лупени или сечени фурнири со мазни површини без пукнатини, брановидност и изедначеност во бојата. Со пластификацијата се постигнува и помала потрошувачка на електрична енергија во обработката, намалување на отпорите при сечењето или лупењето, продолжување на времето на користење на резниот алат, односно негово помало и побавно затопување. Исто така, по парењето со достигнување на максималните пластични својства на дрвото се нуди можност за производство на свиени дрвени детали при изработката на финалните производи од масивно дрво.

Стабилноста на парената граѓа во однос на хемиските, физичките и механичките промени и ја покачува можноста за користење и при изработката на дрвени конструктивни системи, подни покривачи (паркет) или ѕидни облоги.

Со парењето се врши стерилизација на дрвото и во голема мерка се намалуваат влијанијата на ентомолошките и фитопатолошките деструктори - инсекти и габи.

Ефективната примена на пареното пластифицирано дрво е во производството на лупен и сечен фурнир, свиени детали од масивно дрво и производи со стабилна форма на димензиите, како што се паркет, дрвени елементи и сл.

7. ПЛАСТИФИКАЦИЈА НА ДРВОТО СО ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА

Првите опити за загревање на дрвото за негова пластификација се направени во САД (FPLM), во 1953 година.

Опитите биле извршени на трупци поставени во вертикална положба, така што едно од челата е потопено во сад со солена вода со воден столб околу 30,0 mm. На другото чело на трупецот е прицврстена електрода во форма на диск. Загревањето е со високофреквентна струја под напон од 1000 до 5000 V и јачина на електричната струја од 4 до 30 A. Испитувањата не дале позитивни резултати. При поминувањето на струјата низ дрвото, тоа се однесува како диелектрик и заради силите на отпорот голем дел од електричната енергија се претвара во топлинска загуба, што предизвикува големо количество на потрошувачка на електрична струја.

Исто така, за пластификација на дрвото се направени опити во технологијата за производство на лупен фурнир. Но и овие методи не нашле примена во практиката.

Се наведуваат повеќе причини од кои позначајни се:

- нехомогена градба на дрвото,
- нерамнорно загревање на дрвото,
- различна влажност во внатрешните слоеви на дрвото и
- високата потрошувачка на електрична енергија.

Загревањето на дрвото со електрична енергија се одвива мошне брзо. Приближно во временски интервал од 20 до 100 min. може да се загрее на температура од 70 до 90⁰C. Всушност загревањето зависи од отпорот кој дрвото го дава на проводливоста на електричната струја.

Проводливоста на електричната струја зависи од количеството на влагата, температурата на дрвото, насоката на протегање на дрвните влакна итн. Се намалува кога влажноста во дрвото е под точка на заситеност на дрвните влакна, состојба во која дрвото како слаб проводник почнува да јагленисува.

Потрошувачката на електричната струја за загревање на $1,0 \text{ m}^3$ дрво се движи до 125 kW/h , потрошувачка која се покажала многу неекономична . Сепак и покрај тоа што при овој метод на загревање на дрвото се сретнуваат тешкотии, се настојува да се усоврши, а потрошувачката на електричната енергија намали.

8. ПЛАСТИФИКАЦИЈА НА ДРВОТО СО ХЕМИСКИ СРЕДСТВА

На полето на пластификацијата на дрвото со користење на хемиски средства, лабораториски, но и практично се извршени повеќе испитувања при користење на различни пластификатори.

Од средствата за пластификација на дрвото позначајни се **амонијакот и карбамидот**.

Амонијакот како пластификатор, во споредба со карбамидот, заради особините, поедноставното користење во технологијата на пластификација, ниската цена на чинење и можноста за примена и во други области, има поширока примена.

Амонијакот е безбоен гас со карактеристичен мирис. На температура $-33,4^{\circ}\text{C}$ поминува во течна агрегатна состојба. Течниот амонијак при испарувањето од околниот простор одзема големо количество на топлина и се користи за намалување на температурата. Затоплен на воздух амонијакот не гори, меѓутоа во средина на чист кислород гори со бледо-зеленикав пламен. Во индустријата се добива со директна синтеза на азот и водород на температура околу 500°C и притисок од 0,2 bar во присуство на катализатор. Како катализатор се користи иситнето железо на кое му се додава алуминиум оксид (Al_2O_3) и калиум оксид (K_2O).

Во дрвната индустрија амонијакот како средство за пластификација на дрвото се користи во технологијата на производство на свиткано дрво, пластификација на суровина за производство на фурнири, при дефибрација на дрвото во производството на плочи влакнатици и сл.

Ефектот на пластификацијата со ова средство дава солидни резултати за квалитетот на фурнирот, намалување на потрошувачката на електричната и топлинската енергија. Дефибрираната дрвна маса е похомогена и добро се однесува при лепењето.

8.1. Пластификација на дрвото со амонијак

Третирањето на дрвото со амонијак е познато од одамна. Амонијакот се користел како средство за површинска и длабочинска промена на бојата на дрвото. Покрај тоа, предизвикува физичко-хемиски и структурни промени кои позитивно влијаат на пластичните својста на дрвото.

Основни фактори кои влијаат на пластификацијата на дрвото со амонијак се:

- **агрегатна состојба на амонијакот (течен, воден раствор или гасовита состојба),**
- **концентрација на амонијакот,**
- **димензии на сортиментите,**
- **влажност на сортиментите,**
- **времетраење на третирањето,**
- **температурата и**
- **притисокот во уредите (автоклави) за пластификација.**

При пластификација на дрвото со амонијак во практиката добри резултати се постигнуваат кога амонијакот е во **гасовита агрегатна состојба**, во споредба со течниот и водениот раствор. Сортиментите од бреза, евла и топола, се пластфицираат со воден раствор на амонијак и при собна температура 20 ± 2 °C. Тоа се должи на концентрацијата на поголемо количество на хемицелулоза во овие дрвни видови.

Процесот на пластификација на дрвото со **течен амонијак** се одвива во железни цилиндри при нормален атмосферски притисок и температура на амонијакот од -40 до -60°C. Постапката се одвива доста брзо, но техниката на третирањето на дрвото е сложена.

Пластификацијата на дрвото поедноставно се врши со **воден раствор** на амонијак со концентрација околу 25,0%, на собна температура и нормален атмосферски притисок. Во споредба со третирањето на сортиментите со течен амонијак, времето на пластификација со воден раствор на амонијакот е значително подолго.

Најпогоден начин за пластификација на дрвото со амонијак е кога тој е во гасовита агрегатна состојба. Постапката технолошки се изведува во автоклави во кои се создава вакуум под висок притисок. Режимот на пластификација се формира според видот на дрвото, дебелината на сортиментите, температурата и притисокот во уредите за пластификација.

Концентрацијата на амонијакот во водените раствори е од суштинско значење за пластификација на дрвото. Со наголемување на концентрацијата на амонијакот се скусува времетраењето на третирањето за постигнување на пластичноста. Дрвото се пластифицира и при ниски концентрати на воден раствор со амонијак на пример 1,0%, но времето на постапката за пластификација на дрвото се наголемува од 20 до 40 пати. Во практиката најчесто се користат водени раствори на амонијак со концентрација од 25,0%.

Димензиите на сортиментите влијаат врз времетраењето за постигнување на одредена пластичност во дрвото. Така, времето на третирање се наголемува пропорционално со наголемување на дебелината на сортиментите. За сортиментите со дебелина од 10,0 до 20,0 mm зависноста не е изразена, бидејќи како фактор на пластификација се дефинира брзината на хемиската реакција меѓу амонијакот и дрвото.

Влажноста на дрвото е важен фактор за остварување на ефектот на пластификацијата. Со наголемување на влажноста на дрвото се наголемува и степенот на пластификација. При третирањето на дрвото со воден раствор на амонијак, максимален ефект на пластификација се постигнува при концентрација на амонијакот во растворот од 40,0 до 50,0% при нормален атмосферски притисок. Покачувањето на концентрацијата на амонијакот во растворот над 40,0%, малку влијае врз ефектот на пластификација на дрвото.

Времетраењето на пластификацијата зависи и од притисокот во уредите (инсталациите) за термичка обработка.

Температурата е еден од основните фактори која влијае на пластификацијата на дрвото. Се цени дека има најголемо влијание. Во

температурното подрачје од 20 до 100⁰С, процесот на пластификација се одвива бавно. Тоа се темели на забавеното дифундирање на амонијакот во дрвото. Со покачување на температурата над 100⁰С, бабрењето на дрвото се намалува, дрвото ја постигнува рамнотежната влажност и отпочнува правилниот процес на пластификација.

Притисокот во автоклавата се движи од 3,0 до 8,0 bar.

По пластификација на сортиментите со амонијак тие се со поизразена текстура, лесно механички и површински се обработуваат и се користат во производството на мебел, музички инструменти, спортски справи, авио индустријата итн.

Во последниве неколику години за пластификација на дрвото се користат методи при кои амонијакот се комбинира и со други хемиски супстанции како што се полимери, мономери, олигомери, масла и сл.

9. ПЛАСТИФИКАЦИЈА НА ДРВОТО ЗА СВИТКУВАЊЕ

Во дрвната индустрија, конкретно во производството на мебел, наслони и рамови за седишта, нозе за столови и маси, како и при изработката на даги за буриња, постои голема потреба од свиткување на дрвото.

Технолошки закривените елементи (детали) од дрво се изработуваат по пат на режење или свиткување.

Режењето е едноставно, но при обработката на дрвото не може да се прати праволиниското протегање на дрвните влакна. Тие се прережуваат и за формирање на поголеми закривености на производите составувањето е изведено од повеќе позиции. Искористувањето на суровината при изработката на дрвените детали од дрво со режење е мало, а се манифестира и со сложена механичка површинска обработка.

Процесот на свиткување на дрвото се состои од 3 фази и тоа:

- фаза на топлинска обработка,
- фаза на свиткување и
- фаза на термичко сушење.

Пред отпочнување на наведените фази се одбира бичена граѓа без грешки од која ќе се изработат дрвени елементи за свиткување. Граѓата се крои. Кроењето се врши на неколку начини. Најповолно е кога е задржана паралелноста на дрвните влакна. Тоа се постигнува кога се реже по изводница на штицата или талпата. Дозволениот агол на отстапување на дрвните влакна во однос на осовинската линија на штицата изнесува од 5 до 10°. При кроењето тешко се добиваат долги елементи, но основно тие да се квалитетно изработени.

9.1 Топлинска обработка на дрвото

Со топлинската обработка се настојува да не дојде до развлакнување на дрвото. Целта е во него да се намалат еластичните, а да се наголемат пластични својства на дрвото.

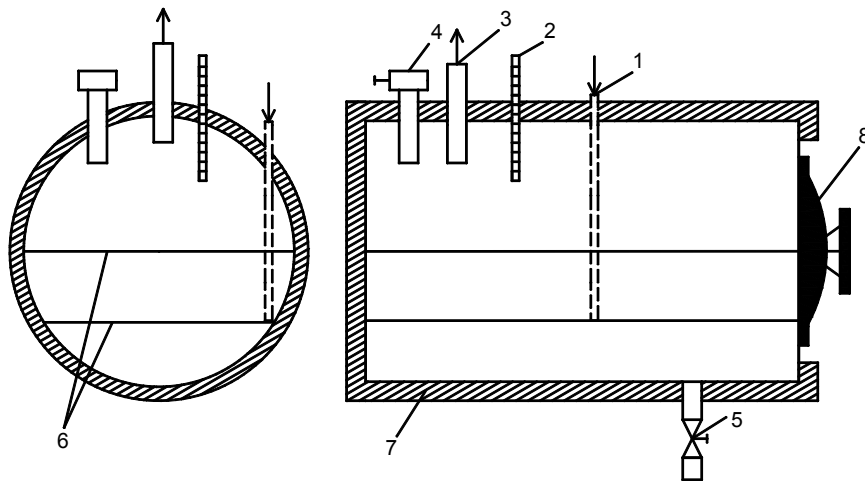
Тоа се постигнува со различни постапки. Од постапките како методи за пластификација позначајни се топлинска обработка по пат на парење, варење и користење на електрична струја (високофреквентно загревање - VFZ). Пластичноста на дрвото се наголемува со покачување на температурата во одреден временски интервал и на делумната разградба на пектините во секундарниот ѕид на клетките.

Во практиката топлинската обработка на дрвото пред свиткување која се врши **со парење** е најприменувана постапка.

За квалитетно свиткување на дрвото важни фактори се температурата и рамномерниот распоред на влагата по дебелина на сортиментите.

Парењето се врши со заситена водена пара под атмосферски или покачен притисок. При отпочнување на процесот на парење кога дрвото е со влажност помала од 20,0%, тоа се потопува во вода. Кога почетната влажност на дрвото е од 25,0 до 30,0%, парењето отпочнува со користење на заситена водена пара и кондензат, а кога почетната влажност на дрвото е над 35,0%, се пари само со заситена пара на температура околу 100⁰C. Во случај кога температурата на агентот за парење е помала од 80⁰C, пластификацијата на дрвото не е добра. Времето на парење ќе зависи од видот на дрвото, почетната влажност, димензиите на папречен пресек на елементите (деталите) и притисокот. За бука, даб и јасен со димензии 35,0 x 35,0 до 50,0 x 100 mm и должина 1000 mm, при притисок од 1,1 до 2,0 bar, времетраењето на третирањето трае од 35 до 100 min.

За парење на дрвото и негова пластификација се користат специјални комори со цилиндрична форма, познати како "автоклави" или "реторти". Слика 41.



Слика 41. Напречен - надолжен пресек на автоклава 1) довод на пара, 2) термометар, 3) одвод на пара, 4) вентил на сигурност, 5) вентил за кондензат, 6) решетки за дрвени елементи, 7) изолација, 8) врата

Атоклавата е изработена од чист алуминиум со соодветна топлинска изолација (7), опремена со термометар (2), уреди за довод на пара (1), вентил на сигурност (4), одвод на кондензатот (5), решетки за поставување деталите во автоклавата (6) и врата (8) за херметичко затварање. Атоклавите, кога се повеќе на број, се поставени што е можно поблиску до уредите за свиткување, бидејќи дрвото брзо се лади и се намалува ефектот на свиткување. Во автоклавата или казанот, елементите за свиткување се редат на решетките (6) хоризонтално и вертикално на растојание од 6,0 до 8,0 cm. Основно е влажноста на елементите да биде над границата на хигроскопност и колку е поголема, подобра е топлинската обработка. Медиумот за парење е заситена водена пара под низок притисок од 0,1 до 0,5 bar и температура од 95 до 105⁰C. Времето на парење трае околу 15 min/cm во однос на дебелината на дрвото. Може да се скуси со наголемување на притисокот, но не е пожелно, бидејќи се менува колоритетот (бојата) на дрвото.

Омекнување или пластификација на дрвото за свиткување се врши и по пат **на варење**. Обично се применува за здраво дрво кое содржи низок почетен процент на влажност и хидротермички потешко се пари.

Технолошки се изведува со потопување на дрвото во казани со вода при нормален атмосферски притисок. Водата се загрева до

температура околу 95⁰С. Навлажувањето на дрвото е поизразено по површината, така што распоредот на влагата по дебелина на сортиментите не е рамномерен. Се цени дека за 1,0 cm дебелина на дрвото, времетраењето на варењето изнесува од 12 до 15 min. При варењето некои дрвни видови ја менуваат бојата и му се препишува како негативна особина.

Дрвото може да се пластифицира и со користење на **електрична струја**, кога ќе се изложи на делување во електрично поле со јачина од 106 до 107 Hz. Се случува брзо загревање на сортиментите по дебелина до температура околу 100⁰С. Влагата се претвара во водена пара што овозможува пластифицирање и лесно свиткување. На тој начин пластифицираните елементи се свиткуваат скоро без грешки, пукнатини, дури и кога се со мали здрави сраснати глуждови и пресечени дрвни влакна. Процесот се одвива доста брзо.

Буката како порозен дрвен вид со мала разлика во раното дрво (RD) и доцното дрво (DD) е со добри пластични својства за одржување на формата на производот по сушењето. По извршената пластификација, се свиткува при оптимална влажност од 25,0 до 30,0%. Процесот на пластификација на дрвените елементи се врши со парење на температура околу 100⁰С, претходно загреани на температура која владее во комората за парење.

Кога пластификацијата се врши на температура околу 100⁰С и притисок од 0,2 до 0,5 bar, при просечна температура на дрвото од 23 до 25⁰С и влажност од 25,0 до 30,0%, времетраењето на пластификација е прикажано во табела 19.

Табела 19. Време на пластификација

Дрвени елементи (дебелина)	Време на пластификација
b (mm)	Z (min)
22,0 - 25,0	20
28,0 - 30,0	28
32,0 - 38,0	35
40,0 - 60,0	55

Кога влажноста во дрвото е помала од 25,0 %, но не помала од 20,0%, времето на пластификација за секој 1,0% се продолжува за 5 min.

9.2. Свиткување на дрвото

Свиткувањето како технолошка постапка се засновува на својството пластичност на дрвото. Својството се дефинира со делување на сила која ја менува формата на дрвото, при што дрвото ја задржува променетата форма без разрушување на дрвните влакна.

Сите дрвни видови не покажуваат подеднаква пластичност. Со староста на стеблата, пластичноста на дрвото опаѓа. Пластичноста најдобро е изразена кај дабот, јасенот, брестот, буката и багремот. Иглолисните видови не се погодни за свиткување заради мала пластичност. Пластичноста, односно свиткувањето на дрвото зависи од односот на јакоста на притисок напречно/надолжно на дрвните влакна. Се изразува со коефициент на пластичност. Колку е коефициентот поголем, поголема е и пластичноста на дрвото.

Вредностите за коефициентот на пластичност за некои дрвни видови е прикажан во табела 20.

Табела 20. Вредности за коефициентот на пластичност

Дрвен вид	Коефициент на пластичност
бор	0,09
ела	0,15
јасен	0,25
бука	0,25
брест	0,30
багрем	0,30
даб	0,35

Дрвото за свиткување треба да биде без грешки, здраво, со правилен тек на дрвните влакна, без глуждови на конвексната страна на елементите за свиткување.

Способноста за свиткување на дрвото зависи и од почвата на растење на стеблата, како и од нивната експозиција. Така, стеблата

од бука кои се развивале и растеле на поголема надморска височина, на карбонатна подлога и северна експозиција, се најпогодни од нив да се искористи дрвната маса за изработка на свиткани елементи (детали).

Радиусот на свиткување на дрвените елементи или деталот се пресметува според формулата:

$$r = 10,0 \cdot d \dots\dots\dots (119)$$

r - радиус на свиткување на дрвени елементи (детали), (mm); (cm)

d- дебелина на деталот, (mm);(cm)

9.3. Методи за свиткување на дрвото

Од најстарите методи за свиткување на дрвото е **загревање на отворен оган**.

Суровото или напоеното дрво со вода директно се изложува на загревање во зоната која треба да се свитка. Под влијание на температурата топлината брзо се спроведува во внатрешните слоеви на дрвото. Водата се претвара во водена пара која постепено ги зголемува пластичните особини на дрвото. Дрвото станува пластично. Поради својството на еластичност тежнее да се врати во првобитната форма. Меѓутоа, со механичка сила му се формира обликот, такашто со користење на соодветни калапи (шаблони) и уреди ја задржува новата форма.

Во техниката на свиткување на дрвото се разликува:

-ладно свиткување и

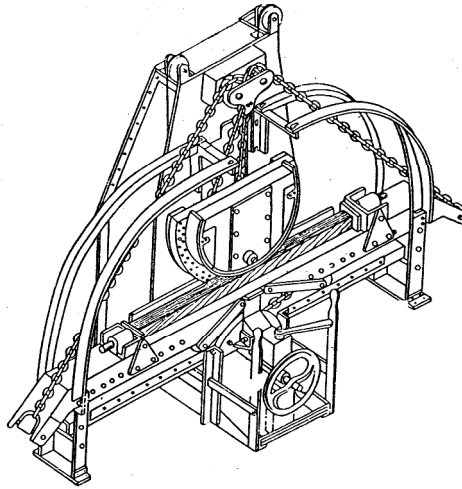
-топло свиткување.

При ладното свиткување дрвото претходно не се загрева, а при топлото тоа е загреано и свиткувањето се врши со користење на загреан или не загреан калап.

Постапката **ладно свиткување** се изведува без претходна хидротермичка обработка. Се применува најчесто за фурнири, такашто по нанесувањето на лепилото на фурнирите, пресувањето и врзувањето на лепилото, деталот ја задржува формата на калапот.

При **топлата постапка свиткување со ладен калап**, по извршеното свиткување, свитканите елементи се прицврстуваат на

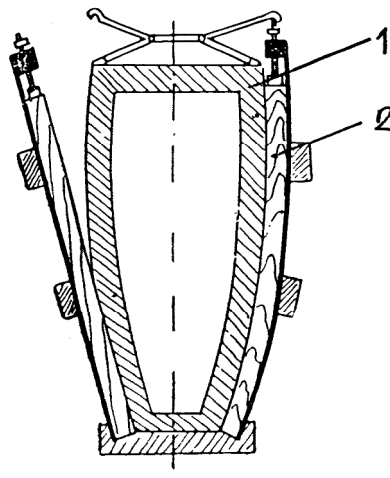
калапот за да не се вратат во првобитната форма, се додека дрвото во сушилница не се исуши. Слика 42.



Слика 42. Свиткување на дрвото-топло дрво со ладен калап

За да се избегне сушењето на свитканите дрвени елементи заедно со уредите за свиткување (калапи), погоден начин е **свиткување на топлите елементи во загреан калап**. Слика 43.

При овој начин на свиткување дрвениот елемент во заграниот калап се суши до 15,0% влажност и воедно ја задржува формата на калапот. Кога е потребно влажноста на оформените дрвени елементи да се намали под 15,0% на влажност, во сушилница вештачки се досушува до карајна влажност, но без калапот.



Слика 43. Свиткување на дрвото-топло дрво со загреан калап
1) загреан калап, 2) дрвени елементи

Дрвените елементи или детали пред свиткувањето по механички пат површински се обработени, бидејќи по свиткувањето таа операција тешко се изведува. По свиткувањето до колку има потреба на свитканите детали се обавува само поправка.

9.4. Термичко сушење

Сушењето на дрвените елементи е вештачко-конвективно во периодични сушилници.

Постапката се одвива во три фази и тоа:

- фаза на загаревање,
- фаза на сушење (активна фаза) и
- фаза на ладење.

Според применетиот режим на сушење во фазата на загревање постепено се покачува температурата во комората и контролира релативната влажност на воздухот. По завршување на активната фаза на сушење, следува фазата на ладење и ослободовање на свитканите елементи (детали) од калапот.

За квалитетно сушење на свитканите дрвени елементи процесот на термичкото сушење се автоматизира. /Консултирај Хидротермичка обработка на дрвото, I дел/.

10. ЛИТЕРАТУРА

- 1) **Braun A.**, Steaming Walnut for Color, Forest Products, Jurnal, N 11, 1984.
- 2) **Brežnjak M.**, O promeni boje bukovih piljenica kod parenja, Drvna industrija, br.1, Zagreb, 1968.
- 3) **Виделов Х.**, Сушене и топлино обработване на дървесината, София, 2003.
- 4) **Fleischer H.O.**, Heating veneer logs electrically. Lab. Madison, 1963.
- 5) **Захаржевский В. Г.**, Пропарка и сушка бука, Москва, 1966.
- 6) **Златески Г.**, Проучување на режимите за конвективно сушење на бичена граѓа од ела и бука со различни димензии, Магистерски труд, Скопје, 1999.
- 7) **Златески Г.**, Проучување на режимите и квалитетот на контактено вакуумско сушење на пилански сортименти, Докторска дисертација, Скопје, 2004.
- 8) **Јуруковски К.**, Дигалки, Скопје, 1978.
- 9) **Клинчаров Р., Трпоски З., Колозов В.**, Теорија на режење на дрвото, Скопје, 2000.
- 10) **Колозов В., Кољозов К., Аргировски М.**, Креирање на SPC софтвер во процесот на воведување на системот за квалитет, советување „ Со квалитет во 21 - от век”, Македонско здружение за унапредување на квалитетот, Охрид, 1999.
- 11) **Кољозов В., Дуковски В.**, „ Integrating CAD and CAM in woodprocessing industry “, Machine – Tool – Workpiece “, 2 – nd international conference, Technical University, Zvolen, 1999.
- 12) **Kolin B.**, Hidrotermicka obrada drveta, Beograd, 2000.
- 13) **Kollmann F.**, Tehnologi des Holzes und der Holzwerksstoffe, München, 1962.
- 14) **Knezevic M.**, Furniri i sperovano drvo, Beograd, 1986.
- 15) **Krpan J.**, Savijanje masivnog drva, Drvna industrija, br.9, Zagreb, 1965.
- 16) **Николов С.**, Пропарване на дървесината, София , 1980.

- 17) Николов С., Делииски Н.** Изменение на дървесината при пропарване, София , 1985.
- 18) Nikolić M.,** Furniri i sloevite ploče, Beograd, 1998.
- 19) Plath E.,** Dämpfen von Rundholz, 1967.
- 20) Рабаџиски Б., Златески Г.,** Хидротермичка обработка на дрвото I дел, Скопје, 2007.
- 21) Рабаџиски Б. и соработници,** Оптимални температури за пластификација на дрвото при добивање на фурнири, Научно-истражувачки проект, Скопје, 1998.
- 22) Соколов П.В.,** Сушка дрвесине, Москва, 1968.
- 23) Стефановски В., Рабаџиски Б.,** Примарна преработка на дрвото, I дел, Пиланска преработка на дрвото, Скопје, 1994.
- 24) Стефановски В., Рабаџиски Б.,** Примарна преработка на дрвото, II дел, Фурнири и слоевити плочи, Скопје, 1994.
- 25) Trposki Z.,Klinčarov R., Koljozov V.,** The influence of cutting kinematics of bandsaw on production effects” Machine – Tool – Workpiece “, 2 – nd international conference, Technical University, Zvolen, 1999.
- 26) Трпоски З., Клинчаров Р., Кољозов В.,** Радикално бичење со лентовидна пила, Спиание за инженерство творештво и технологија, Инженерство, Скопје, 1998.
- 27) Vorreiter L.,** Holztechnologisches Handbuch, München, 1968.
- 28) Проспектни материјали** - „NIGOS – elektronik”- Niš.

11. КАРАКТЕРИСТИЧНИ ПОИМИ

Ознака	Поим	Мерка
A	најмала широчина на базен	(m)
A₁	најголема широчина на базен	(m)
a	константа на спроводливост на топлина	(m ² /s)
a_s	средна вредност на константа на спроводливост на топлина	(m ² /s)
a_r	константа на спроводливост на топлина во радијална насока	(m ² /s)
a_t	константа на спроводливост на топлина во тангенцијална насока	(m ² /s)
a₁	широчина на јама за парење на трупци или призми	(m)
α	коефициент на оддавање на топлина	(W/m ² °C)
α₁, α₂	коефициент на оддавање на топлина на површините на сидот	(W/m ² °C)
b	дебелина на призма	(cm)
C	специфична топлина на дрвото	(kJ/kg ⁰ C)
C₁	средна специфична топлина на дрвото	(kJ/kg ⁰ C)
C₂	специфична топлина на дрвото при накоја влажност	(kJ/kg ⁰ C)
C_x	средна специфична топлина при промена на влажноста на дрвото	(kJ/kg ⁰ C)
C_w	средна специфична топлина на вода	(kJ/kg ⁰ C)
C₀	средна специфична топлина на дрвото во апсолутно сува состојба	(kJ/kg ⁰ C)
δ	дебелина на сид	(m)

$\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_i$	дебелина на слоеви на сид	(m)
D	дијаметар на трупец	(cm),(m)
d₁	внатрешен дијаметар на првиот слој	(m)
d₂	надворешен дијаметар на првиот слој	(m)
d₃	внатрешен дијаметар на вториот слој	(m)
d₄	надворешен дијаметар на цевковод	(m)
d₅	внатрешен дијаметар на цевковод	(m)
E	капацитет на јама за парење на трупци или призми	(m ³ /god)
E₁	капацитет на базен	(par/god)
E_{2, E₃}	капацитет на базен	(m ³ /god)
e	основа на природен логаритам	(e =2.7182..)
F	површина на дрвото	(mm ²),(m ²)
F₁	површина низ која топлината преминува	(mm ²),(m ²)
F₂	површина на дрвото која се загрева или лади (mm ²),(m ²)	(mm ²),(m ²)
F_o	критериум на Фурие	
f_k	фактор на корекција на загревањето	
G	маса (тежина)	(kg)
H	длабочина на базен за пластификација на дрво	(m)
H₁	длабочина на базен од страна на утовар на суровината	(m)
h	височина на призма	(cm)
h₁	длабочина на јама за парење на трупци или призми	(m)

h_2	растојание меѓу заоблените шини и дното на базенот	(m)
h_3	разлика во височината на сидовите на базенот	(m)
K	коефициент на премин на топлина	(W/m ² °C)
k_1	коефициент на користење на работното време	
k_2	коефициент на наполнетост на базен со суровина	
k	коефициент на наполнетост на јама за парење	
k_s	коефициент на додаток на сигурност	(m)
i_v	содржина на топлина во кондензат	(kJ/kg)
i_n	содржина на топлина во водена пара	(kJ/kg)
L	должина на базен	(m)
l	должина на јама за парење на трупци или призми	(m)
l_{sr}	средна должина на трупци	(m)
$\lambda, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_i$	топлинска спроводливост на дрвото	(W/m ² °C)
λ_l	топлинска спроводливост на дрвото во надолжна насока	(W/m ² °C)
λ_r	топлинска спроводливост на дрвото во радијална насока	(W/m ² °C)
λ_t	топлинска спроводливост на дрвото во тангенцијана насока	(W/m ² °C)
λ_o	коефициент на топлинска спроводливост	(W/m ² °C)
λ_w	топлинска спроводливост на дрвото при 0% на влажност	(W/m ² °C)

M	количество на суровина за парење	(m ³ /god)
m	материја	(g)
m₁	број на циклуси за парење на суровината	(br/god)
m₂	број на циклуси за варење на суровината	(br/god)
N	точка која се загрева	
n	број на јами	
п	Лудолфов број	3,14
Q	количество на топлина	(kJ)
Q₁	оддадено количество на топлина	(kJ)
Q_p	полезна топлина	(kJ)
Q_z	загуби на топлина	(kJ)
q	топлински проток	(W/m ²)
p	притисок	(bar)
R	радиус на трупец	(cm),(m)
R₁	радиус на мотовило	(m)
ρ	густина на дрвото	(m ³ /kg)
S	дебелина на дрвото	
θ	бездимензионална температура	
t_p	почетна температура	(°C)
t_k	крајна температура	(°C)
t	температура	(°C)
t₂	температура на потопла страна на тело	(°C)
t₁	температура на поладна страна на тело	(°C)

t_2-t_1	температурна разлика	($^{\circ}\text{C}$)
t_3	температура на водена пара или течност	($^{\circ}\text{C}$)
t_4	температура на површината на тело (дрво)	($^{\circ}\text{C}$)
t_5	температура на флуидот пред сид	($^{\circ}\text{C}$)
t_6	температура на флуидот зад сид	($^{\circ}\text{C}$)
t_7	температура на третирана точка во дрво	($^{\circ}\text{C}$)
t_8	температура на медиумот за загревање	($^{\circ}\text{C}$)
t_{kor}	коригирана температура	($^{\circ}\text{C}$)
T	работни часови во годината	(h)
V_1	корисна зафатнина на јама за парење на трупци или призми	(m^3)
V	геометриска зафатнина на јама за парење на трупци или призми	(m^3)
W	влажност на дрвото	(%)
W_1	комерцијална влажност на дрвото	(%)
x,y	координати	
x,y,z	координатни точки	
Z	време	(h)

12. ПРИЛОЗИ

Прилог 1: Топлински вредности на некои материјали

Прилог 2: Густина на дрвото

Прилог 3: Параметри на сува заситена пара

Номограми: 1 - 5

Прилог 1: Топлински вредности на некои материјали

Материјали	Специфична маса	Специфична топлина		Топлинска спроводливост	
	γ	C	t_{opfat}	α	t_{opfat}
	kg/m^3	$\text{kJ/kg}^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{kJ/m}^{\circ}\text{Ch}$	$^{\circ}\text{C}$
Алуминиум (99,7%)	2700	0,939	100	729-1026	200-600
Бакар	8930	0,387	38	1341-1400 1370	20-200
Челик, железо	7850	0,551	15 - 300	188	20
Армиран бетон	2400	0,922	-	7,33	-
Стаклена волна	-	0,656	-	-	-
Минерална волна	200	0,754	0,100	0,142	30
Стиропор	15-25	1,466	-	0,107	± 50
Јаглен	-	0,669	-	-	-
Вода	-	4,186	-	-	-
Воздух	-	1,005	-	-	-
Целулоза	-	1,550	-	-	-
Даб - бука	650 -680	1,341 -1,885 1,61	-	0,754	15
Бор	500	2,723	-	0,587	15
Плочи од иверки	300-650	-	-	0,21-0,38	-
Печена тула	-	-	-	2,933	-
Шамотна тула	-	-	-	3,77-5,03	-
Азбест	-	-	-	0,54-0,75	-
Мраз	-	2,10	-	-	-
Дрво - АI	-	1,28	-	-	-

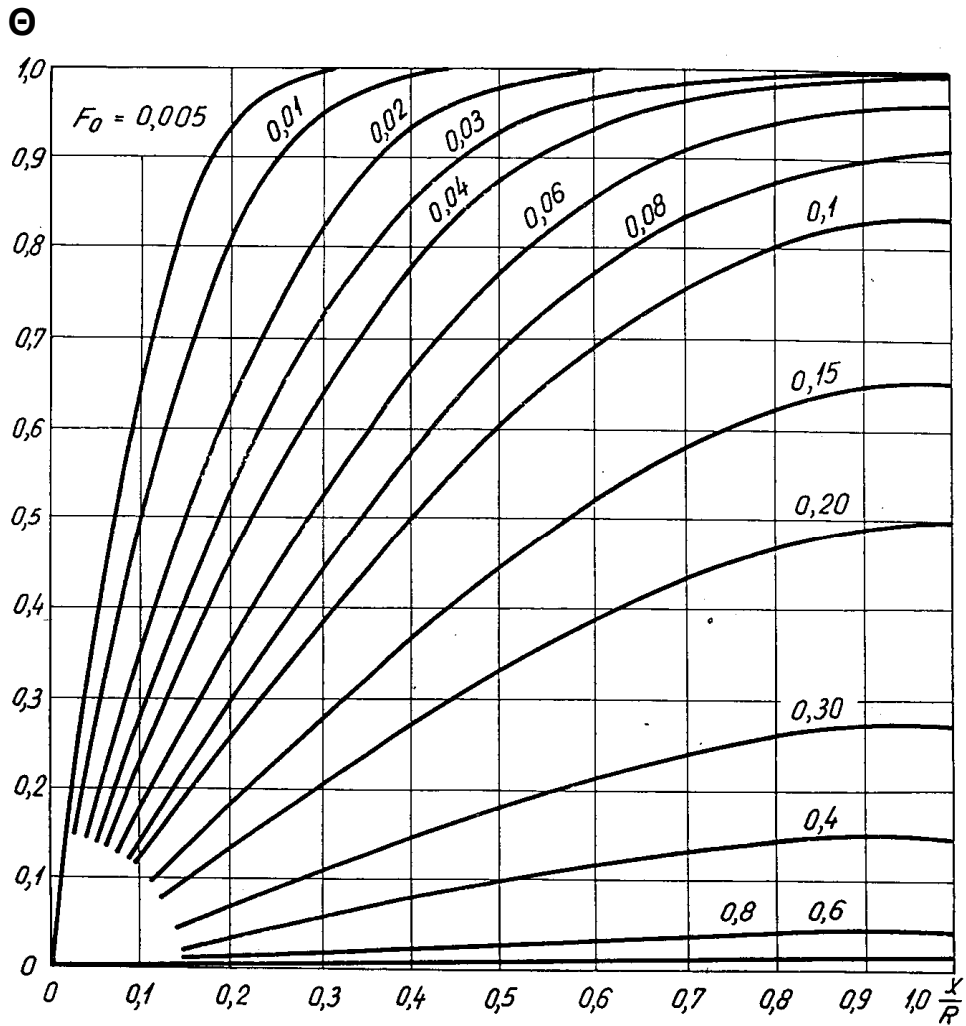
Прилог 2: Густина на дрвото

Дрвни видови	Густина на дрвото во апсолутна сува сосотојба
	ρ_{aps} (g/cm ³)
Бука (<i>Fagus sylvatica</i>)	0,68
Даб (<i>Quercus sessiliflora</i>)	0,64
Обичен орев (<i>Juglans regia</i> L.)	0,56
Црн орев (<i>Juglans nigra</i> L.)	0,65
Јасен (<i>Fraxinus excelsior</i>)	0,59
Костен (<i>Castanea vesca</i> L.)	0,58
Платан (<i>Platanus orientalis</i>)	0,49
Евла (<i>Alnus glutinosa</i>)	0,49
Липа (<i>Tilia parvifolia</i>)	0,49
Питома круша (<i>Pirus communis</i>)	0,70
Бреза (<i>Betula verrucosa</i>)	0,61
Багрем (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	0,73
Низински брест (<i>Ulmus campestris</i>)	0,64
Горски брест (<i>Ulmus Montana</i>)	0,64
Врба (<i>Salix alba</i>)	0,52
Брест (<i>Carpinus betulus</i>)	0,79
Јавор (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	0,59
Смрча (<i>Picea excelsa</i>)	0,43
Бел бор (<i>Pinus sylvestris</i>)	0,49
Ела (<i>Abies alba</i>)	0,41
Европски ариш (<i>Larix europaea</i>)	0,55
Чемпрес (<i>Cupressus sempervirens</i>)	0,55

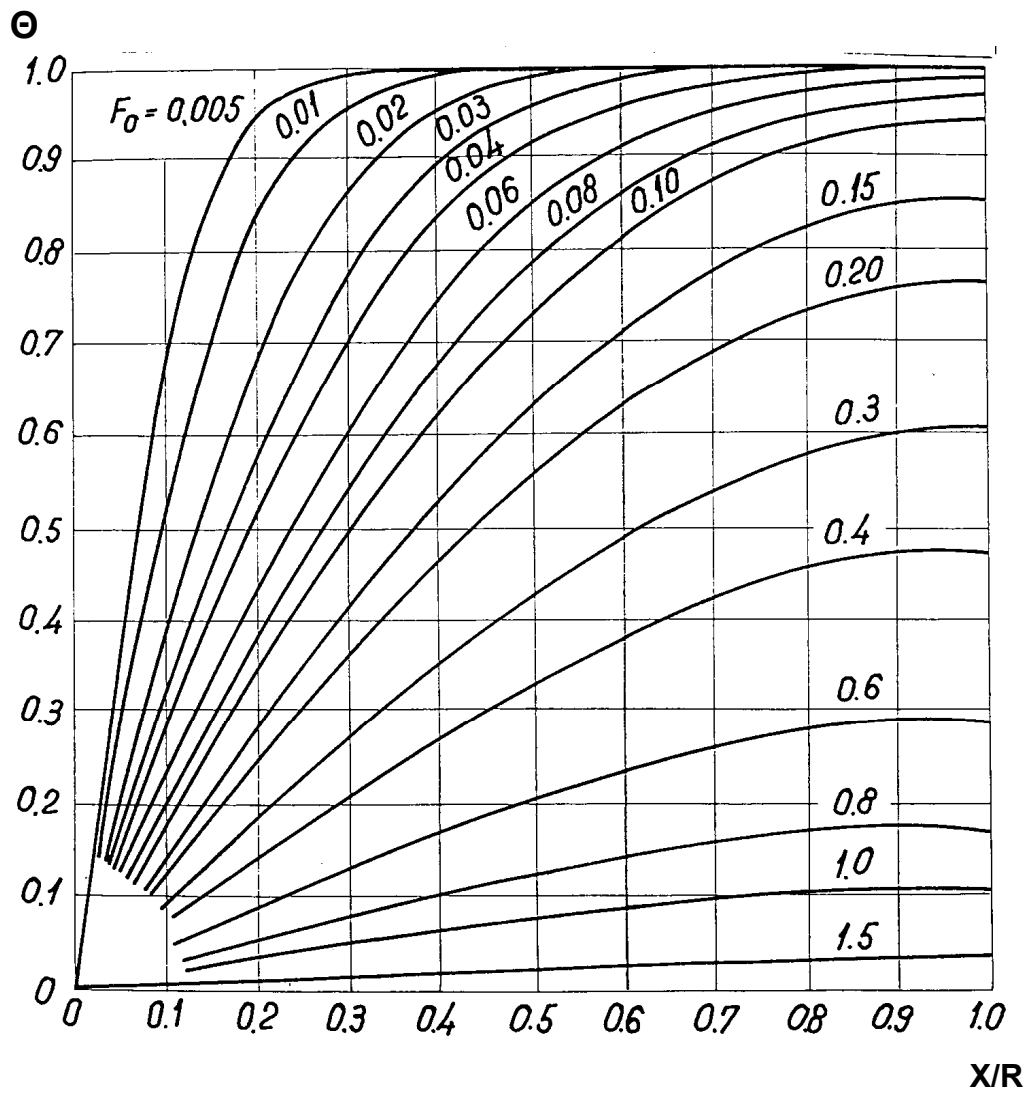
Прилог 3: Параметри на сува заситена пара

Притисок P (bar)	Температура t (°C)	Специфична маса γ (kg/m ³)	Содржина на топлина во парата i _n (kJ/kg)	Топлина на испарување Q _{isp} (kJ/kg)
0,01	7	0,008	2511	2483
0,02	17	0,015	2531	2458
0,03	24	0,022	2543	2443
0,04	29	0,028	2552	2431
0,05	33	0,035	2559	2422
0,06	36	0,042	2565	2415
0,08	41	0,054	2575	2402
0,10	45	0,067	2583	2392
0,12	50	0,079	2589	2383
0,15	54	0,098	2597	2372
0,20	60	0,128	2608	2358
0,25	65	0,158	2616	2346
0,30	69	0,188	2624	2336
0,35	72	0,217	2631	2327
0,40	75	0,246	2636	2320
0,45	78	0,274	2641	2313
0,50	81	0,303	2645	2307
0,60	86	0,359	2652	2294
0,70	90	0,415	2659	2285
0,80	93	0,470	2665	2275
0,90	96	0,525	2671	2269
1,0	99 (100)	0,579	2675	2260
1,5	111	0,846	2694	2228
2,0	120	1,107	2707	2205
3,0	133	1,619	2726	2167
4,0	143	2,121	2739	2137
5,0	151	2,616	2749	2112
6,0	158	3,106	2757	2090
6,0	158	3,106	2757	2069
7,0	164	3,600	2763	2069
8,0	170	4,085	2768	2051
9,0	175	4,568	2773	2034
10,0	180	5,051	2777	2018

НОМОГРАМ 1
ЗА ОДРЕДУВАЊЕ „ F_0 ” НА КРУЖЕН ПРЕСЕК
УСЛОВ $l > 4D$

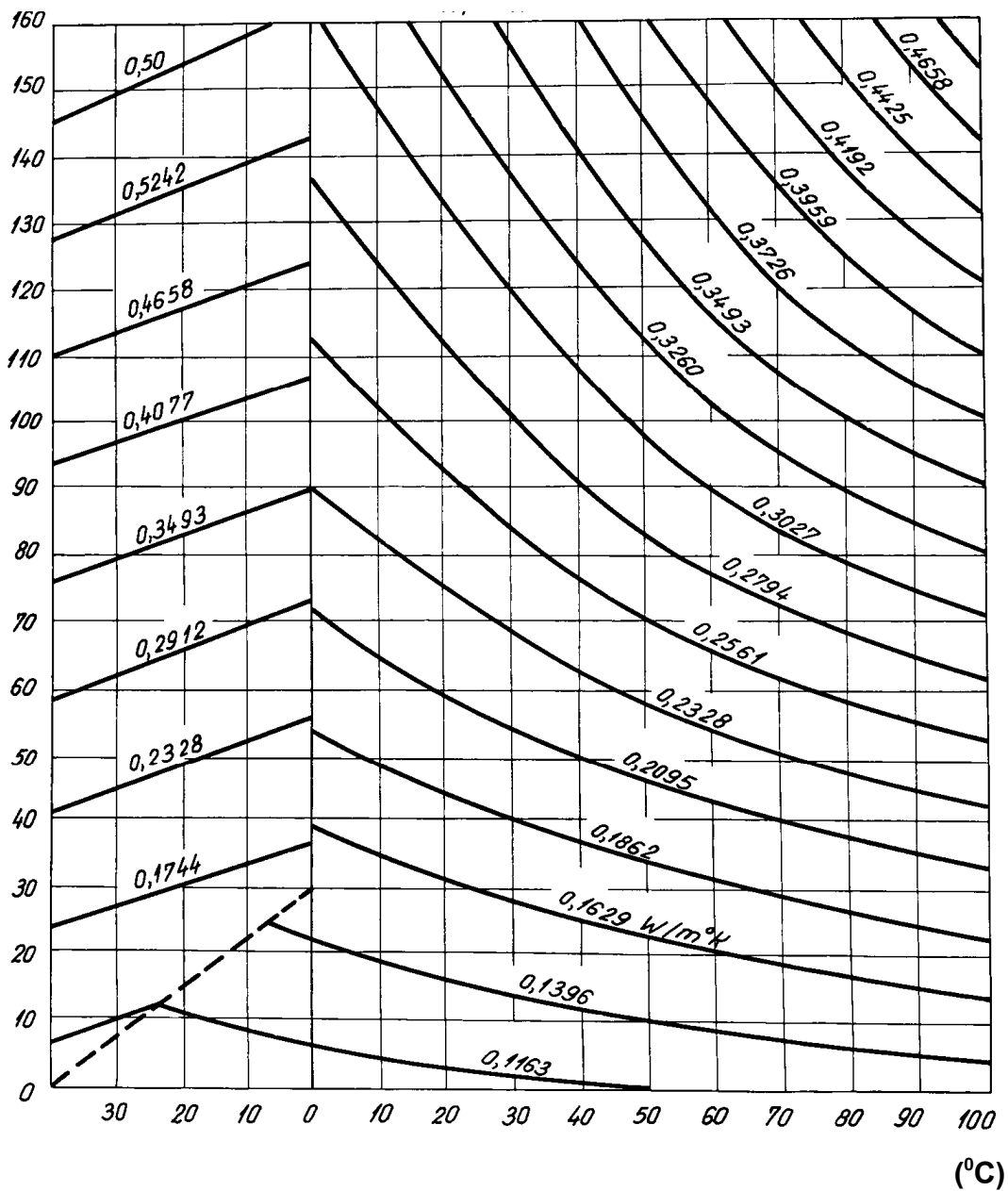


НОМОГРАМ 2
ЗА ОДРЕДУВАЊЕ „ F_0 ” НА ПРАВОАГОЛН ПРЕСЕК
УСЛОВ $\check{S} \geq 4D$

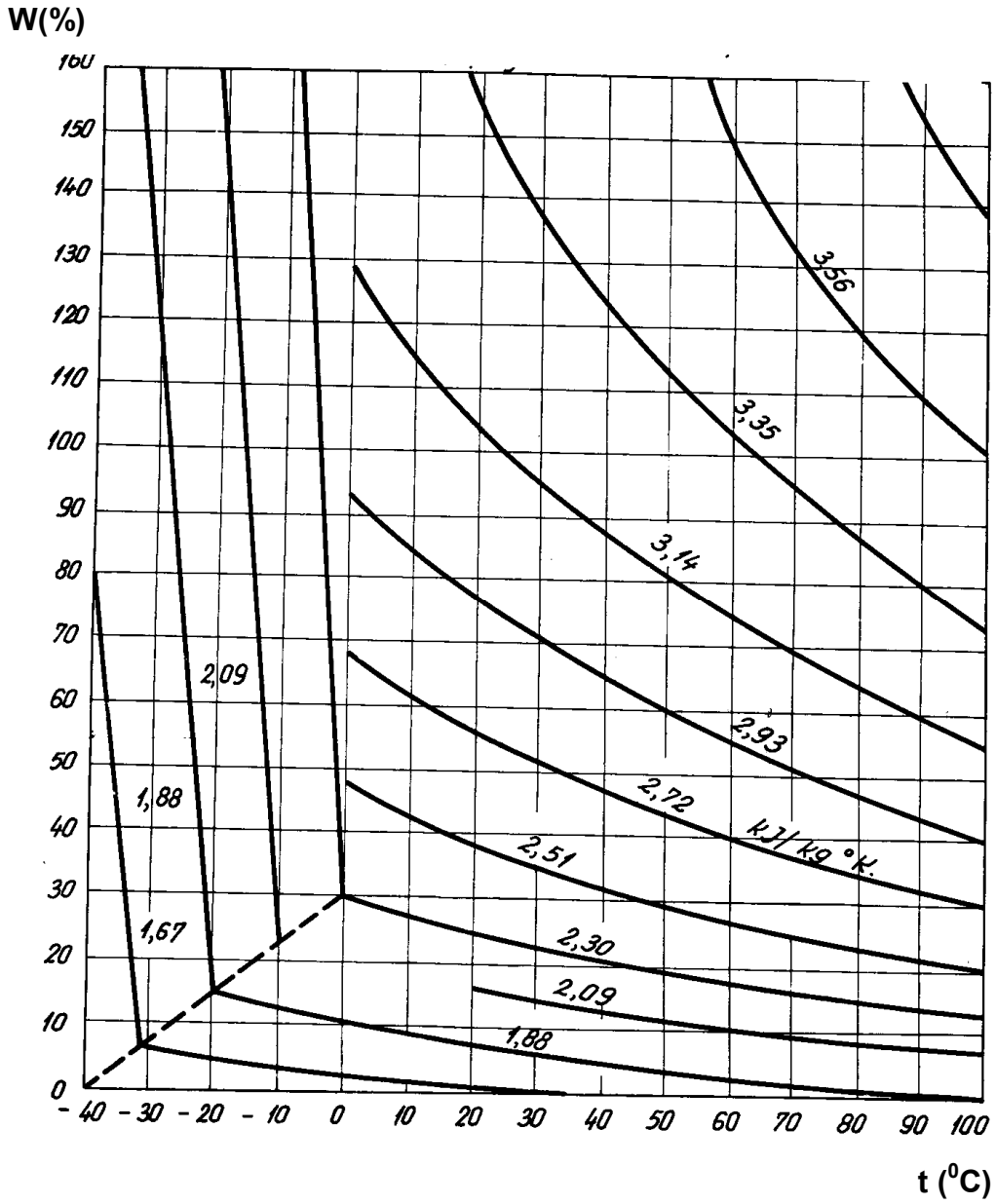


НОМОГРАМ 3
ЗА ОДРЕДУВАЊЕ „F₀” НА ПРАВОАГОЛН ПРЕСЕК
УСЛОВ $\check{s} \geq 4D$

W (%)



НОМОГРАМ 4
ЗА ОДРЕДУВАЊЕ СПЕЦИФИЧНА ТОПЛИНА НА ДРВОТО
„C” (kJ/kg °C)



НОМОГРАМ 5
ЗА ОДРЕДУВАЊЕ ГУСТИНА НА ДРВОТО СО ОДРЕДЕНА
СОДРЖИНА НА ВЛАГА „W”

