

LĪMĒTO MATERIĀLU RAŽOŠANA

Kokskaidu plātnes

Orientēto skaidu plātnes



Laimonis KŪLIŅŠ
Gints GRĪŅEVIČS
Laura LAIVENIECE
Uldis SPULLE



LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE
MEŽA FAKULTĀTE
KOKAPSTRĀDES KATEDRA

LĪMĒTO MATERIĀLU RAŽOŠANA

- *Kokskaidu plātnes*
- *Orientēto skaidu plātnes*

Autori:

Laimonis KŪLIŅŠ, Gints GRĪNEVIČS,
Laura LAIVENIECE un Uldis SPULLE

Jelgava 2019

Grāmata tapusi ar AS „Latvijas valsts meži” atbalstu



Autori izsaka pateicību SIA „Kronospan Rīga” par praktiskiem padomiem un ieteikumiem



Vāka mākslinieciskais noformējums: Gunita Štrausa (SIA „Talsu tipogrāfija”)

Korektore: Solvita Bukšāne

Maketētāja: Gunita Štrausa (SIA „Talsu tipogrāfija”)

Grāmatā izmantotie attēli un teksts ir autoru īpašums un ir publicēti ar autoru atļauju

ISBN 978-9934-8735-6-0

DOI: 10.22616/llu9789934873560

© Izdevējs: studentu biedrība „Šalkone”

© Iespiests: SIA «Talsu tipogrāfija»

Ievads	5
1. KOKSKAIDU PLĀTŅU RAŽOŠANA	6
1.1. Kokskaidu plātņu vispārīgais raksturojums	6
1.2. Koksnes izejmateriāli kokskaidu plātņu ražošanā	10
1.3. Koksnes izejmateriālu sagatavošana	12
1.4. Apaļo kokmateriālu uzglabāšana, mizošana un sagatavošana šķeldošanai	14
1.5. Tehnoloģisko šķeldu iegūšana, attīrīšana un skaidošana	16
1.5.1. Tehnoloģisko šķeldu iegūšana	17
1.5.2. Tehnoloģisko šķeldu attīrīšana	20
1.5.3. Šķeldu skaidošana	22
1.5.4. Skaidu izmēru normalizācija	25
1.6. Kokskaidu žāvēšana	26
1.6.1. Rotējoša trumuļtipa žāvēšanas sistēmas	28
1.6.2. Pneimatiskās un virpuļu žāvētavas	30
1.7. Izžāvētās koksnes šķirošana	31
1.7.1. Mehāniskās skaidu šķirošanas iekārtas	31
1.7.2. Pneimatiskās skaidu šķirošanas iekārtas	33
1.7.3. Kombinētās skaidu šķirošanas iekārtas	33
1.8. Koka skaidu krājumu glabāšana	34
1.9. Kokskaidu plātņu līmēšanas process	36
1.9.1. Līmes kokskaidu plātņu ražošanā	36
1.9.2. Līmēšanai izmantojamās iekārtas un palīgaprīkojums	41
1.10. Galvenais konveijers	48
1.10.1. Kokskaidu „paklāja” veidošana	48
1.10.2. Kokskaidu „paklāja” piepresēšana	55
1.10.3. Kokskaidu plātņu presēšana	58
1.10.3.1. Daudzstāvu preses	58
1.10.3.2. Vienstāvu pozīcijtipa preses	59
1.10.3.3. Vienstāvu nepārtrauktas darbības preses	61
1.10.3.4. Kalandra tipa preses	65
1.10.3.5. Ekstrūzijas tipa preses	65
1.10.4. Plātņu karstās presēšanas tehnoloģiskie parametri	66
1.11. Kokskaidu plātņu apstrāde pēc presēšanas	68
1.11.1. Plātņu sākotnējā apžāgēšana	68
1.11.2. Kokskaidu plātņu atdzēsēšana	70
1.11.3. Plātņu slīpēšana un noslēguma žāgēšana	71
1.11.4. Uzglabāšana un iepakojšana	73
1.12. Kokskaidu plātņu apdare	75
1.12.1. Plātņu laminēšana	75
1.12.2. Plātņu kašierēšana	79

1.12.3.	Pildvielu pievienošana plātnēm.....	79
1.13.	Plātņu kvalitātes kontrole	80
1.13.1.	Ražošanas procesa parametru kontrole.....	80
1.13.2.	Gatavās produkcijas kvalitātes rādītāji un kontrole	83
1.14.	Citi kokskaidu materiālu veidi un izmantošanas virzieni.....	85
1.14.1.	Dobtas kokskaidu plātnes.....	85
1.14.2.	Presētu kokskaidu paletes.....	86
1.14.3.	Kokskaidu polimērkompozītmateriāli.....	86
1.14.4.	Kokskaidu palešu kluči.....	88
1.14.5.	Koksnes minerālmateriālu plātnes.....	88
2.	ORIENTĒTO KOKSKAIDU PLĀTŅU RAŽOŠANA.....	91
2.1.	OSB vispārīgs raksturojums.....	91
2.2.	Koksnes izejmateriāli OSB ražošanā.....	92
2.3.	Koksnes izejmateriālu sagatavošana	93
2.4.	Apaļo kokmateriālu uzglabāšana, mizošana un sagatavošana šķeldošanai	93
2.5.	Kokskaidu žāvēšana.....	97
2.6.	Izzāvēto kokskaidu šķirošana.....	97
2.7.	Kokskaidu uzglabāšana pirms apsveķošanas.....	99
2.8.	Skaidu apsveķošana.....	100
2.9.	Galvenais konveijers.....	102
2.10.	OSB pēcapstrāde.....	106
2.11.	OSB kvalitātes prasības.....	106
2.12.	OSB turpmākas izmantošanas virzieni.....	107
2.12.1.	I veida būvniecības sijas un kolonnas.....	107
2.12.2.	Būvpaneļi.....	108
	IZMANTOTO INFORMĀCIJAS AVOTU SARAKSTS	109
	PIELIKUMI.....	111

Ievads

Terminu *skaidu plātne* mūsdienās attiecina uz jebkuru koksnes plātņu veidu, kas izgatavots no kokskaidām.

Citās valodās pieejamajā informācijas avotā (Dolacis, 1998) šis termins tiek tulkots:

- angļu valodā – *Wood Particleboard*;
- vācu valodā – *Holzspanplatte*;
- krievu valodā – *Древесностружечная плита*;
- franču valodā – *Panneau de particules de bois*.

Kokskaidu plātnes jeb *Wood Particleboards* (turpmāk tekstā – KSP) ir visbiežāk izgatavotais produkcijas veids koksnes plātņu ražošanā, kuru iegūst, karstajā presē sapresējot maza izmēra kokskaidas, kas iepriekš sajauktas ar sintētisko sveķu līmi. Galvenokārt tās tiek izmantotas mēbeļu ražošanā un pēdējā laikā – arvien biežāk arī būvniecībā.

Termins *Holzspanplatte* jeb kokskaidu plātne radies 20. gadsimta 40. gados Brēmenē, Vācijā, kad 1942. gadā darbību uzsāka pasaulē pirmā kokskaidu plātņu rūpnīca, kas ražoja vienslāņa KSP plātnes vienkāršā presē.

Savukārt angļu valodā lieto terminu *Wood Particleboard*, ja tiek runāts par visa veida skaidu plātnēm.

Pēdējo 50 gadu laikā iekārtu, kas tiek izmantotas plātņu ražošanā, ražīgums ir palielinājies vairāk nekā desmit reizes. Kokskaidu plātnes joprojām ir masveida produkcija, un to ražošana veido aptuveni 2/3 no visām saražotajām kokskaidu plātnēm.

Orientēto kokskaidu plātnes jeb *Oriented Strand Boards* (turpmāk tekstā – OSB) salīdzinājumā ar KSP tiek izgatavotas no lielākām skaidām un tehnoloģiskajā procesā specifiskā virzienā orientētām kokskaidām. Tās izgatavo no speciāli sagatavotām lielizmēra skaidām, sasaistot tās ar sintētisko sveķu saistvielām (līmēm). Pirmās ražošanas iekārtas radās Kanādā. Masveidā OSB plātņu ražošana tika uzsākta 1980. gadā ASV, bet 1998. gadā ražošanas apjomi pārspēja arī līdz šim pasaulē plaši pazīstamā plātņu materiāla – saplākšņa – ražošanas apjomus.

OSB ražošanā līdz šim tika izmantota „svaigi” cirsta koksne, taču pašlaik daudzi šo plātņu izgatavotāji arvien plašāk ražošanā ievieš arī otrreizēji pārstrādājamās koksnes (*Recycling*) materiālus. Vispiemērotākie koksnes resursi ir skujkoku (egles un priežu), kā arī lapkoku (apses, melnalkšņa un bērza) papīrmalka un malka. Jāpiebilst, ka pirms kāda laika tika izmantoti arī saplākšņu ražošanas procesā radušies serdeņi.

Orientēto kokskaidu plātnes izmanto būvniecībā – norobežojošo un nesošo konstrukciju izveidei. Tās mūsdienās tiek uzskatītas par konkurējošu materiālu saplākšņu plātnēm. Jāatzīst, ka pēdējā laikā dizaineri ir sākuši izmantot plātnes arī interjerā izveidē – iekšdarbos.

Turpmāk divās atsevišķās nodaļās ir sniegts:

- kokskaidu plātņu (KSP) vispārīgs raksturojums, apskatīta to izveides tehnoloģija un izmantošanas virzieni;
- orientēto kokskaidu plātņu (OSB) vispārīgs raksturojums, apskatīta to izveides tehnoloģija un izmantošanas virzieni.

1. KOKSKAIDU PLĀTŅU RAŽOŠANA

1.1. Kokskaidu plātņu vispārīgais raksturojums

Kokskaidu plātnes visbiežāk tiek lietotas mēbeļu ražošanā. Pievienojot ražošanas procesā dažādas izejvielas, kurām piemīt antiseptiskas īpašības, kā arī izmantojot paaugstināta mitruma noturīgas līmes, šādas plātnes lieto arī būvniecībā.

Vispārīgi raksturojot kokskaidu plātņu izmantošanas iespējas, var minēt šādas priekšrocības:

- salīdzinājumā ar pārējiem plātņu materiāliem – zemāka cena;
- var nosegt, pārklājot lielas platības;
- mehānisko īpašību ziņā nav atšķirības plātnes garenvirzienā vai šķērsvirzienā;
- pie augstas temperatūras un gaisa mitruma svārstībām novērojama salīdzinoši augsta formas stabilitāte un neliela izmēru maiņa;
- iespēja izmantot daudzveidīgus izejmateriālus – apaļkoksni, atbilstošas kvalitātes šķeldas, otrreizēji pārstrādājamo koksni;
- pilnīgas automatizācijas iespējas.

Tajā pašā laikā kokskaidu plātnēm piemīt šādi trūkumi:

- stiprība statiskajās slodzēs ir aptuveni 4 līdz 6 reizes zemāka kā masīvkoksnei;
- KSP blīvums ir 1,5 reizes lielāks par KSP ražošanā izmantojamās masīvkoksnes blīvumu;
- mitrumizturība ir zemāka kā masīvkoksnei, ja netiek izmantotas speciālas antiseptiskas saistvielas, kas vienlaikus attiecīgi paaugstina plātņu pašizmaksu.

Pamatojoties uz KSP šķērsgriezuma skaidu saklājuma shēmu, eksistē viena slāņa, trīs slāņu (skat. 1.1. att.), piecu slāņu vai daudzslāņu kokskaidu plātnes.



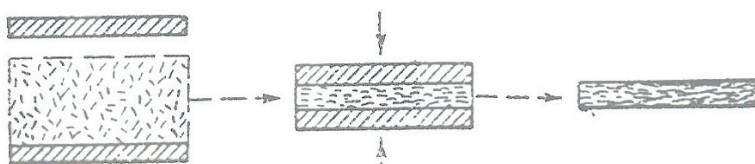
1.1. att. Trīs slāņu kokskaidu plātnes.

Avots: https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/forest/Particleboard_750.jpg.

Viena slāņa KSP sastāv no vienāda izmēra koksnes skaidām, kuras ar saistvielu vienmērīgi izlīdzinātas plātnes biezumā un ir salīdzināmas ar vidēja blīvuma kokšķiedru plātnēm (*Medium Density Fiberboard* jeb MDF). Trīs slāņu plātņu ārējie slāņi sastāv no smalkākām skaidām un satur vairāk saistvielu nekā iekšējie slāņi. Tādā veidā izejmateriālu patēriņš tiek racionalizēts, vienlaikus nepazeminot kopējo plātnes kvalitāti. Piecu slāņu KSP ārējie slāņi ir izveidoti no ļoti smalkām skaidām vai pat slīpputekļiem.

Savukārt par daudzslāņu plātnēm sauc plātnes, kuru daļiņu izmērs pakāpeniski palielinās no ārējiem slāņiem uz iekšpusi, tādējādi nav saskatāms sadalījums pa atsevišķiem slāņiem biezumā. Piecu slāņu un daudzslāņu plātņu ražošana mūsdienās nav plaši izplatīta izejmateriālu komplicētās sagatavošanas dēļ, tādējādi ar to nodarbojas salīdzinoši maz uzņēmumu.

Saskaņā ar KSP izgatavošanas paņēmieniem ražošanas procesu var iedalīt: KSP iegūšana ar plātņu presēšanu perpendikulāri plātnēm (skat. 1.2. att.) un KSP iegūšana ar ekstrūzijas paņēmieni (skat. 1.3. att.).

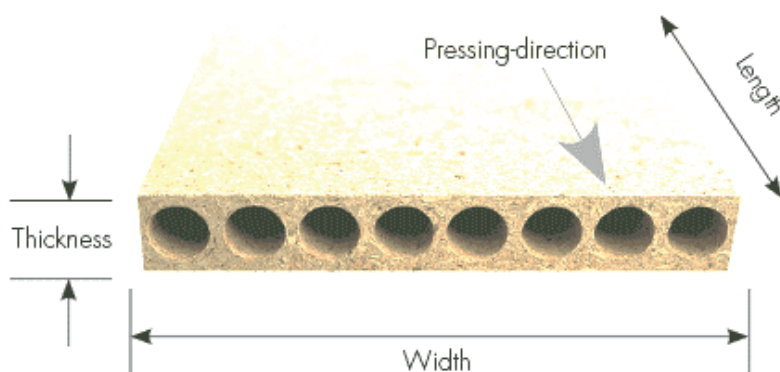


1.2. att. KSP iegūšana ar presēšanu perpendikulāri virsmai (Volinskis, 2004).



1.3. att. KSP iegūšana ar ekstrūzijas paņēmieni (Volinskis, 2004).

Ar KSP plātņu presēšanu perpendikulāri plātnēm iegūst KSP, kuru skaidas orientētas paralēli izgatavotā materiāla slānim. Ekstrūzijas paņēmiena presēs presēšanas spēks tiek virzīts perpendikulāri izgatavotās plātnes plaknei. Pamata koksnes daļiņu masa plātnē izvietota perpendikulāri izgatavotās plātnes plaknei. Saskaņā ar šo paņēmieni gatavoto plātņu stiprība liecē (LVS EN 310) ir zemāka, bet iekšējo slāņu atraušana perpendikulāri plātni (LVS EN 319) ir augstāka. Eiropā ekstrūzijas paņēmieni izmanto uzņēmumi, kuri ražo dobtās kokskaidu plātnes (skat. 1.4. att.).

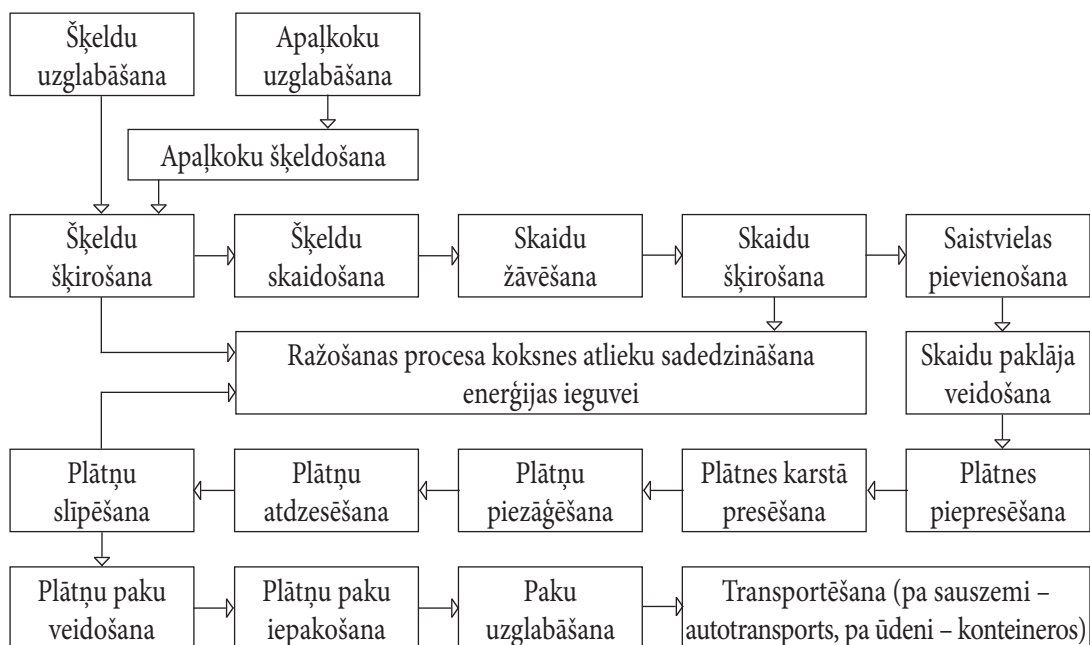


1.4. att. Dobtās KSP, iegūtas ar ekstrūzijas paņēmieni.

Avots: <http://www.sauerland-spanplatte.de/en/product/product-data/structure-of-extruded-particle-board.html>.

Šīm plātnēm piemīt zems blīvums, bet salīdzinoši augsta stiprība.

1.5. attēlā ir atspoguļota KSP plātņu ražošanas tehnoloģiskā secīguma diagramma.

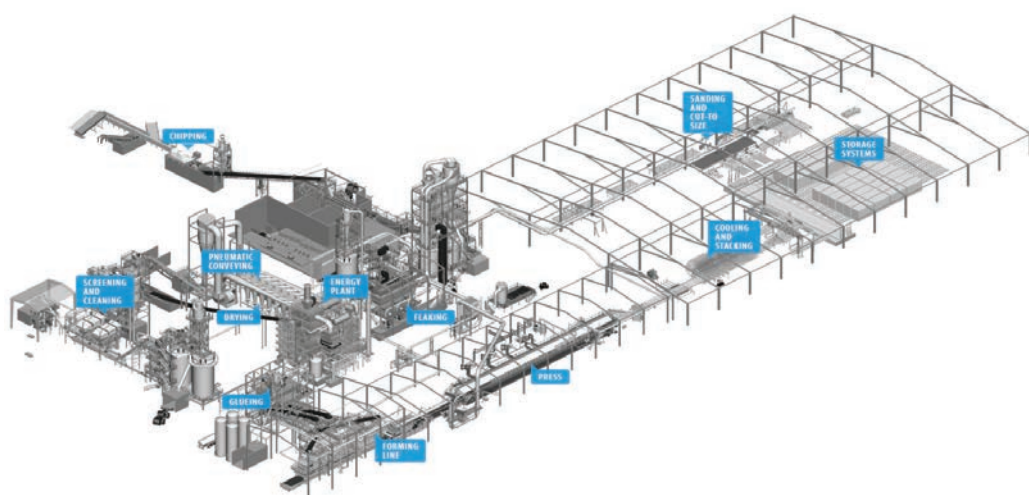


1.5. att. Kokskaidu plātņu ražošanas principiālā shēma.

Kā redzams attēlā 1.5., tad KSP ražošanai var izmantot jau iepriekš sagatavotas šķeldas vai arī to sagatavošanu veic uz vietas. Īstenojot sagatavošanu uz vietas, ir vieglāk kontrolēt kvalitāti un pārstrādes apjomus. Vispārīgi raksturojot lietotos izejmateriālus, KSP ražošanā var izmantot jebkurus koksnes materiālus, kas viegli pakļaujas šķeldošanai un pēc tam atbilstošas frakcijas skaidu ieguvei jeb skaidošana. Pretējā gadījumā materiāls nav piemērots izmantošanai plātņu ražošanā, kā arī sagatavošanas process var būt ļoti dārgs. Iegūto skaidu virsmas ir jābūt gludai, ar nelielu galašķiedras virsmu, jo pretējā gadījumā var paaugstināties saistvielas patēriņš un attiecīgi arī ražošanas pašizmaksas. Pamatojoties uz 1.5. attēlā iekļauto informāciju, iespējams secināt, ka KSP plātņu ražošanas procesā radušās atliekas, kas vairs nav izmantojamas tiešajā ražošanas procesā, novirza un sadedzina, lai iegūtu galvenokārt siltumenerģiju, ko izmanto kokskaidu žāvēšanas un plātņu presēšanas procesos.

Katrs no šiem tehnoloģiskajiem posmiem ir specifisks un atkarīgs no izmantotās tehnoloģijas, tāpēc turpmāk detalizēti tiks apskatīts katrs no šiem posmiem.

Kopējais kokskaidu plātņu ražošanas procesu vizuālais attēlojums skatāms 1.6. attēlā.



1.6. att. Kokskaidu plātņu ražošanas tehnoloģijas vizualizācija un secība:

CHIPPING – šķeldošana; *FLAKING* – šķeldu skaidošana;
SCREENING AND CLEANING – skaidu frakcionēšana un attīrīšana;
DRYING – skaidu žāvēšana; *GLUEING* – saistvielas pievienošana skaidām;
FORMING LINE – skaidu „paklāja” formēšanas līnija; *PRESS* – plātņu presēšana;
COOLING AND STACKING – plātņu atdzesēšana un krautnēšana;
SANDING AND CUT-TO SIZE – plātņu slīpēšana un piezāģēšana pēc izmēriem;
STORAGE SYSTEMS – plātņu noliktava; *ENERGY PLANT* – koģenerācijas stacija.
Avots: <http://products.siempelkamp.com/en/holzwerkstoffe/uebersicht/typ/span>.

1.6. attēlā iekļautā vizualizācija atspoguļo mūsdienās ļoti plaši izmantoto tehnoloģiju ar galveno konveijeru jeb nepārtrauktas darbības presi KSP plātņu ražošanā. Tehnoloģiskās iekārtas KSP ražošanā ir ļoti sarežģītas, pilnībā automatizētas, un to darbību pieskata vairāki operatori. Kā redzams attēlā, liela daļa no tiešajiem KSP ražošanas procesiem ir patentēti. Galvenie tehnoloģisko iekārtu ražotāji ir *Dieffenbacher* (Vācija), *iMAL* (Itālija), *Siempelkamp* (Vācija) u.c.

1.2. Koksnes izejmateriāli kokskaidu plātņu ražošanā

KSP ražošanā izmanto lignocelulozes materiālus, arvien plašāk tiek lietotas lauksaimniecībā radušās atliekas – linu un kaņepju koksnainā daļa, kā arī graudaugu stiebri, taču šajā nodaļā to izmantošanas iespējas netiek apskatītas. Literatūrā ir pieejama informācija, ka ražošanā var izmantot arī meža atlikumus – koku galotnes, zarus, šķeldas, kas iegūtas krūmu pārstrādes rezultātā. Lai gan tādējādi varētu samazināt izmaksas par izejmateriāliem, tomēr šī pieeja mūsdienās netiek īstenota iegūstamo plātņu zemās kvalitātes dēļ. Principā kokskaidu plātņu ražošanai varētu izmantot praktiski jebkura kokapstrādes uzņēmuma koksnes atlikumus, kas samazinātu skaidu žāvēšanas izmaksas, jo šī veida atlikumiem raksturīgs zemāks mitruma līmenis.

Daudzi KSP ražotāji no kokzāģētavām iepērk zāģskaidas, taču arvien pieaugošās konkurences (ar granulu ražotājiem) dēļ vienlaikus palielinās arī šo skaidu cena. Zāģskaidas paaugstina plātnes virsmas gludumu un īpašības stiepē perpendikulāri plātnes plaknei (iekšējo slāņu atraušana), tomēr samazina citas plātņu raksturojošās fizikālās īpašības, piemēram, uzbriešanu plātnes biezumā.

Šī iemesla dēļ šobrīd KSP ražošanā pārsvarā tiek izmantota apaļkoksne, jo atlikumi ir dažādu frakciju, kas palielina to šķirošanas laiku un uzglabāšanai paredzēto laukumu.

Apaļkoksnei ir pieļaujami visi koksnes defekti, izņemot trupi, kas nedrīkst pārsniegt vairāk par pusi no apaļā sortimenta caurmēra. Plātņu ražošanā ir pieļaujama jebkura koku suga un to maisījumi. Vispiemērotākās sugas KSP izgatavošanai ir priede un egle, jo no tām iegūst augstākas stiprības un noturības plātnes, pateicoties skujkoku koksnei raksturīgajam šķiedru garumam un spējai deformēties, kā arī faktam, ka skaidošanas procesā var iegūt gludu, taisnu un neplūksnainu skaidu materiālu. Pēdējā laikā plātņu ražošanā palielinās apses apaļkoksnes izmantošana. Tuvākās nākotnes izaicinājums ir otrreizēji pārstrādājamās koksnes (paletes, koksnes iepakojuma materiāls, nolietotās mēbeles u.c.) izmantošanas iespējas KSP plātņu ražošanā.

KSP plātņu ražošanā var izmantot arī kokzāģētavu apstrādes koksnes atlikumus – nomaļus, cita veida gabalatlikumus, šķeldas un skaidas. Arī saplākšņu ražošanas atlikumi, tādi kā serdeņi, lēveri, finieru atgriezumus, skaidas un putekļi, ir izmantojami KSP ražošanā.

Ņemot vērā, ka KSP plātņu ražošanā var izmantot skaidas un putekļus, to apjoms ražošanā nepārtraukti pieaug. Valstīs, kur koksnes resursi ir pieejami ļoti ierobežotā daudzumā, KSP ražošanā izmanto vīnogulājus, niedres, kokvilnas kātus u.c. dabas materiālus.

Gabalatlikumus sadrupina šķeldās, no kurām pēc tam iegūst skaidu masu. Šķeldas tiek iegūtas drupināšanas iekārtā, un gabalatlikumu izmērs, kas izmantojams šķeldu iegūšanai, ir atkarīgs no šķeldošanas darbmašīnu parametriem.

Šķeldu kvalitātes prasības KSP ražošanā ir aprakstītas standartos, un to atbilstību novērtē arī ražošanas uzņēmumā. Daļiņu izmēram jābūt šādās robežās – garumā no

20 līdz 60 mm, biezumā līdz 30 mm. Mizas piejaukums pieļaujams līdz 15 %, un tas nozīmē, ka apaļkoksnes mizošana nav obligāta. Trupējušas koksnes klātbūtne ir pieļaujama līdz 50 % un minerālie piemaisījumi – ne vairāk par 0,5 % no kopējā apjoma. Tehnoloģiskajām šķeldām, kas iegūtas no maza diametra apaļkoksnes, piemīt zemāki gatavās produkcijas īpašību rādītāji, tāpēc tās izmanto tikai kopējā apjoma palielināšanai (ne vairāk par 20 % ārējiem slāņiem paredzētajam skaidu materiālam, turpretī iekšējiem slāņiem paredzētajam skaidu materiālam sīkkoksnes izmantošanas apjomam ierobežojuma nav). Tehnoloģiskie putekļi: frakcijas lielums 0,5/0 – izmantojams iekšējiem plātnes slāņiem; frakcijas lielums 0,25/0 – izmantojams ārējiem plātnes slāņiem. Putekļu daļas apjoms kokskaidu kopējā daudzumā var sasniegt līdz 50 %. Izmantojot slīpēšanas putekļus (izmēri: $0,01 \times 0,1$ mm līdz $0,5 \times 1,0$ mm), tos var pievienot plātnes ārējiem slāņiem paredzētajai skaidu masai, nepārsniedzot 20 līdz 25 % no kopējā apjomā. Šajā gadījumā saistvielu patēriņš palielinās par 10 līdz 20 %, un tādējādi paaugstinās putekļu – sveķu bumbiņu rašanās iespēja, kas plātnes virsmās var radīt vizuālus jeb krāsu defektus.

1.3. Koksnes izejmateriālu sagatavošana

Mūsdienu plātņu ražošanas uzņēmumi parasti organizēti pēc tā saucamā materiālu caurplūdes darbības principa. Tehnoloģiskā procesa atsevišķā posma ražīgums ir noteikts un saskaņots ar iepriekšējo un attiecīgi tam secīgo materiālu kustības ātrumu un apjomu. Tomēr dažu atsevišķu iekārtu un atsevišķu materiālu apstrādes posmu darbs nav atkarīgs no pārējo iekārtu ražīguma un noslogojuma, piemēram, KSP plātņu ražošanā darbs šķeldu sagatavošanas iecirknī.

Kopumā uzņēmuma jaudu iespējams noteikt pēc daudziem faktoriem, tostarp izejvielu veida un struktūras, transportēšanas izmaksām, personāla kvalifikācijas utt.

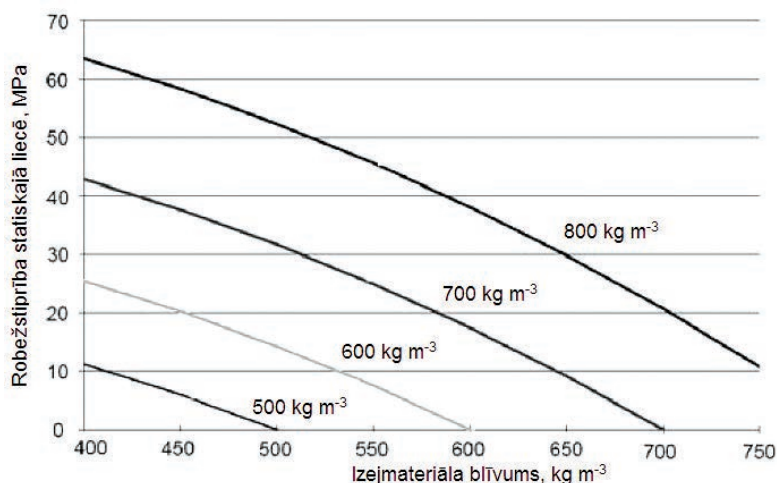
Saražotās produkcijas apjoms gadā atkarībā no ražotnes lieluma svārstās robežās no 250 līdz 500 tūkstošiem m³. Izejmateriālu noliktavas organizācija ražotnē ir atkarīga no izejvielu veida – lielgabarīta izejmateriāli (apaļkoksne, gabalatlikumi, otrreizēji pārstrādājamā koksne – *Recycled Wood*) vai beramie izejmateriāli (šķeldas, skaidas).

Pēdējo gadu laikā otrreizēji pārstrādājamās koksnes apjomi KSP ražošanā arvien pieaug. Tas ir izskaidrojams ar faktu, ka šo izejmateriālu cena ir salīdzinoši zemāka, tomēr izmaksas, kas saistītas ar to uzglabāšanu un pārstrādi, ir augstākas, salīdzinot ar tradicionāli izmantajiem koksnes izejmateriāliem. Tā kā otrreizēji pārstrādājamās koksnes mitrums ir salīdzinoši zems, attiecīgi zemas ir arī žāvēšanas izmaksas. KSP ražošanā jau līdz šim ir izmantoti koksnes materiāli – zāgētavu gabalatlikumi, skaidas u.c., kas ir radušies kā galvenā ražošanas materiāla blakus produkti. Jāatzīst, ka KSP ražotāji šobrīd atrodas liela izaicinājuma priekšā – izmantot jau nolietotus koksnes produktus, piemēram, mēbeles, paliktņus, iepakojumus, būvkokus u.c.

Šo materiālu lietošana paver plašākas izmantošanas iespējas saistībā ar izejmateriālu, vienlaikus radot sarežģījumus to pārstrādē, jo ir jāsaskaras ar piemaisījumiem – stikliem, akmeņiem, smiltīm, dažādu metālu ieslēgumiem, citiem organisko un neorganisko savienojumu materiāliem – polimēriem, gumiju, tekstilu un krāsu paliekām. Tie ir uzskatāmi par sava veida jauniem izaicinājumiem KSP ražošanā un atdalīšanas procesā, kas tiks aplūkots vēlāk.

Pasaulē daudzviet kokskaidu plātņu ražošanas uzņēmumi darbojas kokzāgētavu, celulozes un saplākšņa ražotņu tuvumā, kas parasti pārstrādā lielgabarīta izejmateriālu. No lielu pārstrādes jaudu kokzāgētavām, izmantojot zāgēšanas-frēzēšanas iekārtas, iegūst tehnoloģiskās šķeldas no procesā pārstrādājamiem, neizmantojamiem segmentiem. Iegūtās šķeldas ir kvalitatīvs materiāls KSP plātņu ražošanā.

No izejmateriāla īpašībām ir atkarīgas gala produkcijas īpašības (skat. 1.7. att.).



1.7. att. Izejmateriāla blīvuma un kokskaidu plātņu robežstiprības liecē savstarpējā sakarība

(Thoemen u.c., 2010).

Lai izgatavotu KSP ar atbilstošu stiprību, koksnē daļiņām jābūt sapresētām, un to blīvumam jābūt vismaz par 5 % lielākam nekā izejmateriāla blīvumam. Praktiski ražošanā tas sasniedz pat 50 % no izejmateriāla blīvuma. Ja izmanto izejmateriālu ar blīvumu aptuveni 400 kg m^{-3} , tad gatavās plātnes blīvums veidos aptuveni 600 kg m^{-3} . To var panākt, izveidojot ļoti labu sasaisti starp savienojamām koksnē daļiņām. Jo vairāk koksnē daļiņas tiek sapresētas, jo ciešāka ir radītā sasaiste. Tā kā koksnē materiālu mehāniskās īpašības pieaug, palielinoties blīvumam, arī 1.7. attēlā ietvertā informācija apliecina šādu sakarību – jo augstāks ir izejmateriālu blīvums, jo lielāka būs arī kokskaidu plātņu robežstiprība statistiskajā liecē. Tomēr šādā gadījumā pieaug arī plātnes masa, kas ne vienmēr ir vēlamais faktors, jo to ir grūtāk apstrādāt, tā kļūst smagāka pārvietošanas un transportēšanas laikā, kā arī vienlaicīgi pieaug izmaksas.

Izmantojot koku sugas, kurām piemīt augstāka uzsūkšanas spēja jeb zemāks blīvums, ir jāreķinās arī ar augstāku līmes absorbēšanas spēju. Šādā gadījumā attiecīgi var palielināties kopējais līmes patēriņš, kas būs nepieciešams efektīvākas skaidu sasaistes nodrošināšanai. Ja plātņu ražošanā tiek izmantotas vairākas koku sugas, var nākties saskarties ar neprognozējamāku līmes patēriņu, kas vienlaikus var ietekmēt sagatavoto daļiņu ģeometriskos izmērus, uzsūkšanas spēju un gala produkta kvalitāti.

1.4. Apaļo kokmateriālu uzglabāšana, mizošana un sagatavošana šķeldošanai

Apaļo kokmateriālu uzglabāšanas laukumam ir jābūt pietiekami plašam, lai nodrošinātu uzņēmuma nepārtrauktu darbību, bet vienlaikus arī ne pārlietu lielam, jo izejmateriālu ilgstoša uzglabāšana var nelabvēlīgi ietekmēt to kvalitāti un tieši ietekmēt materiāla patēriņa palielinājumu un izmaksu kāpumu. Ilgstošas uzglabāšanas rezultātā pastāv risks, ka koksne par daudz izzūs un vēlāk, smalcināšanas laikā, radīsies daudz putekļu, kā arī pārāk liela mazo koksnes daļiņu frakcija. Turklāt jāņem vērā, ka koksne, īpaši lapkoku koksne, mēdz trupēt. Parasti ražošanas uzņēmumi uzglabā koksnes materiālus, lai nodrošinātu darbību maksimāli 2 līdz 3 mēnešu ilgumā.

Apaļkoksnes transportēšanai uz ražotni var tikt izmantots visa veida transports, piemēram, dzelzceļš, kuģi, tomēr visbiežāk – autotransports. Apaļkoku pieņemšanā galvenokārt tiek noteikts to tilpums, sugas sastāvs, ne tik lielā mērā pievēršot uzmanību kvalitātei, jo apaļkoki tiks smalcināti šķeldās, pēc tam – skaidās.

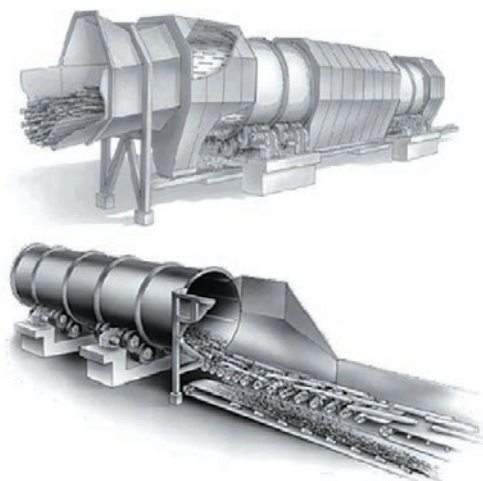
Pieņemto materiālu tilpumu nosaka ar svēršanas un tilpuma metodi. Abām metodēm ir izstrādātas aprēķinu metodikas. Autotransportu kopā ar kokmateriāliem nosver ar mehāniskajiem svariem un, atņemot transportlīdzekļa masu, nosaka koksnes masu pēc svēršanas metodes. Tilpumu, izteiktu kubikmetros, aprēķina kā nosvērto masu (tonnās), sareizinot ar pārrēķina koeficientu, kas ir atkarīgs no koka sugas apjoma īpatsvara un gadalaika (skat. 1.1. tabulu). Ja partijā ir jauktas sugas, vidējo svērto lielumu aprēķina, ņemot vērā to aptuveno sadalījumu.

1.1. tabula

Koeficienti koksnes masas pārveidošanai tilpumā (Volinskis, 2004)

Sezona	Koka sugu koeficienti		
	Mikstie lapkoki (apse)	Cietie lapkoki (bērzs)	Skujkoki (egle)
Rudens–ziema	1,21	1,00	1,36
Pavasaris–vasara	1,27	1,10	1,43

Apaļkoku zāgmateriālu sagatavošana smalcināšanai sastāv no šādām operācijām – baļķu padošana uz tehnoloģisko līniju, metāla ieslēgumu detektēšana, mizošana trumulveida iekārtās (garums 6 līdz 60 metri un diametrs 3 līdz 4,5 metri) (skat. 1.8. att.).



1.8. att. Apaļkoksnes trumuļveida mizošanas iekārtas (Thoemen u.c., 2010).

Šāda tipa mizošanas iekārtās, kurās līdztekus mizošanai baļķi tiek apsmidzināti ar ūdeni, mizu noņem berzes rezultātā. Darbības princips ir skatāms **1.9. att.**



1.9. att. Apaļo kokmateriālu mizošanas principiālā darbības shēma (Volinskis, 2004).

Iekārta (pie baļķu aizpildīšanas koeficienta 0,7) stundas laikā var pārstrādāt aptuveni līdz 350 m³ apaļkoksnes, nodrošinot mizošanas efektivitāti, kas būs atkarīga no apaļo kokmateriālu līkumainības un cilindriskuma – vasaras periodā no 70 līdz 90 %, turpretī ziemas periodā no 10 līdz 30 %.

KSP ražošanā apaļkoku mizošana nav obligāta, un tāpēc bieži vien to neizmanto, lai samazinātu tehnoloģiskā procesa ilgumu un arī izmaksas. Ideālā gadījumā, protams, kokmateriāli būtu jāmizo, pirms turpmākas nodošanas smalcināšanai. Mizas klātbūtne neesamība paaugstina KSP mehāniskās īpašības.

Ja ražošanas procesā neveic mizošanu pirms koksnes šķeldošanas, turpmākajā žāvēšanas un šķirošanas procesā miza pārvēršas smalkos putekļos. Tādējādi tiek paaugstināts izmantojamo saistvielu patēriņš un attiecīgi arī izmaksas. Mizas klātbūtne palielina vēl vienu rādītāju – plātnes uzbriešanu biezumā, kas KSP tiek uzskatīts par lielu trūkumu. Tāpat mizas klātbūtne padara KSP vizuāli tumšāku, kas daudziem var nepatikt. Tomēr jāņem vērā, ka KSP pārklāj ar dažādiem dekoratīviem pārklājumiem, kas šo vizuālo defektu likvidē. Šī iemesla dēļ lielākā daļa KSP ražotāju mizošanas iekārtas tehnoloģiskajā procesā neizmanto, jo process ir darbietilpīgs un energoietilpīgs, kā arī ūdens, kas tiek izmantots mizotājos, ekoloģisku iemeslu dēļ ir jāattīra.

1.5. Tehnoloģisko šķeldu iegūšana, attīrīšana un skaidošana

Šķeldas, kas iegūtas gan stacionārās, gan arī pārvietojamās šķeldošanas iekārtās, parasti uzglabā bunkuros vai kaudzēs uz atklāta asfaltēta laukuma. Ilgstošas uzglabāšanas rezultātā pastāv iespējamība, ka kaudzes vidū var norisināties izejvielu trupēšana. Trupēšanai seko temperatūras paaugstināšanās, kā rezultātā var notikt pašaiždegšanās (kokapstrādes uzņēmumos visai bieža parādība – lielās mizu, šķeldu un skaidu kaudzēs, kuras tiek glabātas ilgstošā laika posmā).

Šis process var norisināties brīdī, kad šķeldās tiek sasniegts attiecīgs mitruma un temperatūras līmenis. Vienlaikus pēc aptuveni 4 līdz 5 mēnešu šķeldu uzglabāšanas tajās par 3 līdz 4 vienībām sarūk arī *pH* vērtība jeb palielinās materiāla skābums. Ilgstoša skujkoku šķeldu uzglabāšana paaugstina mazo frakciju klātbūtnes iespējamību. Ir pierādīts, ka pēc viena gada ilgas atklātas uzglabāšanas priedes šķeldu vidējais blīvums samazinās par 5 %, un šādu šķeldu sasmalcināšanas laikā mazās frakcijas īpatsvars var pieaugt par 30 %. Ja *pH* vērtības izmaiņa izejmateriālā ir konstanta visai masai, tā nav uzskatāma par problēmu. Turpretī, ja rodas sarežģījumi, tie var ietekmēt līmes iepriekšējo sacietēšanu, kas var samazināt materiāla ārējo slāņu sasaisti, kā arī plātnes stiprību. Dažādu koku sugu īpatsvarā šī atšķirība pieaug, un tas ir jāņem vērā plātņu ražošanas procesā.

Koksnes šķeldas ieteicams šķirot pa koku sugām un tipiēm, piemēram, skujkoku – egles un priedes, lapkoku – bērza un apses, otrreizēji pārstrādājamās koksnes – *Recycling Wood*. Tādējādi rodas iespēja izvēlēties pareizu kombināciju, šķeldu apjoma attiecību, ko nodot KSP ražošanā, lai sasniegtu maksimāli ekoloģisku un ekonomisku ieguvumu.

Atklātas šķeldu uzglabāšanas rezultātā neizbēgami palielinās iespējamība pieaugt arī minerālpiemaisījumiem.

Šķeldu apjomu nosaka beramos kubikmetros (ber. m³) un ciešajos kubikmetros (cieš. m³). Lai veiktu pārrēķinu no vienas mērvienības uz otru, izmanto koeficientu (skat. 1.2. tabulu).

1.2. tabula

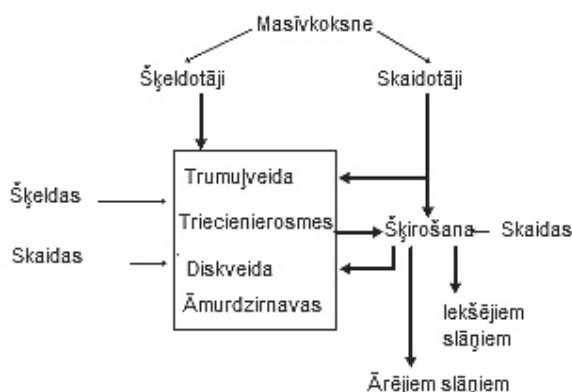
Pārrēķina koeficienti atkarībā no šķeldu frakcijas sastāva (Volinskis, 2004)

Šķeldu izmēri, mm	7 × 1,2 × 5	14 × 2,3 × 14	19 × 2,3 × 28	28 × 30 × 30
Berami kubikmetri, m ³	1	1	1	1
Koeficients pārrēķinam uz ciešajiem kubikmetriem	0,35	0,32	0,31	0,30

Pēc izmēra nešķirotajām šķeldām par koeficienta vērtību tiek pieņemts 0,32.

Visas turpmāk aprakstītās metodes un vizualizētās iekārtas iekļautas uzskatāmībai un, iespējams, nav vismodernākās, tomēr atspoguļo mūsdienās aktuālākos skaidu iegūšanas pamatprincipus.

Veidi, kā KSP ražošanai iegūst nepieciešamās kokskaidu frakcijas, ir dažādi, un tie apskatāmi 1.10. attēlā.



1.10. att. Kokskaidu izveides iespējas (Thoemen u.c., 2010).

Piemēram, ja izejmateriāli ir apaļkoksne, var izmantot diskveida šķeldotājus, un, ja frakcija ir par mazu, to novirza sadedzināšanai. Alternatīvs risinājums ir izmantot trumļuveida šķeldotājus, lai sākotnēji koksni sadrupinātu un tad iegūtu nepieciešamo skaidu frakciju, izmantojot centrālās skaidošanas iekārtas, skaidu iegūšanai no šķeldām.

Plātņu ražošanā izšķir trīs dažādas tehnoloģiskās stadijas koksnes smalcināšanā.

Pirmreizēja smalcināšana – galvenokārt paredzēta koksnes daļiņu garuma izveidei. Daļiņu dimensijas vidējais lielums – garums <40 līdz 80 mm, biezums <10 mm, platums ~30 mm. Tehnoloģisko šķeldu ieguvei tiek izmantotas šķeldošanas iekārtas.

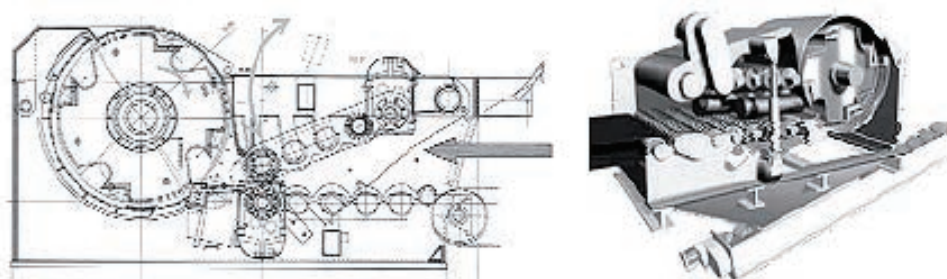
Otrreizēja smalcināšana – šķeldas pārvēršana skaidās, kuru daļiņām ir pilnīgi noteikts izmērs, kas nepieciešams dažādas kvalitātes plātņu iegūšanai.

Daļiņu smalcināšana – papildu skaidu smalcināšana skaidu ārējo slāņu veidošanai, ja tas ir nepieciešams.

Jāuzsver, ka norādītā stadiju secība nav obligāta, un dažādu frakciju koksnes daļiņu iegūšanai izmanto piemērotas smalcināšanas iekārtas.

1.5.1. Tehnoloģisko šķeldu iegūšana

Tehnoloģisko šķeldu iegūšanai izmanto trumļuveida jeb diskveida apstrādes iekārtas. Trumļuveida iekārtā galvenais darba instruments ir rotors (trumulis), uz kura ir nostiprināti griezējnaži (skat. 1.11. att.).



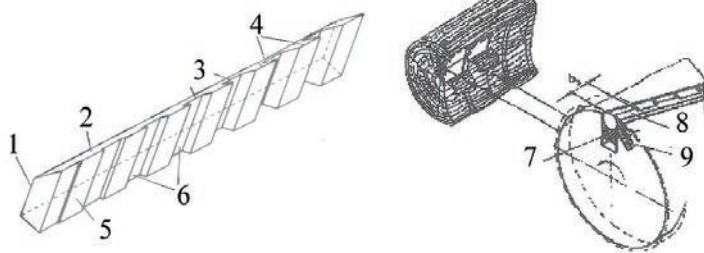
1.11. att. Trumļuveida šķeldotāju darbības shēma un iekārtas kopskats (Thoemen u.c., 2010).

Trumuļveida šķeldotāji patērē lielu elektroenerģijas daudzumu (dzinēja jauda ~1 MW), jo šajā posmā koksnes šķiedru atdalīšana norisinās tās maksimālās stiprības virzienā. Lai notiktu kvalitatīva atdalīšana, trumuļa rotācija sasniedz 300–400 apgriezienus vienā minūtē. Apstrādājamo apaļkoku caurmērs var sasniegt 1 metru, kas ļauj iegūt šķeldas no lielgabarīta izejmateriāliem, taču iegūto daļiņu kvalitāte ir zemāka, jo dažreiz to garums ir pārlietu liels. Palielinot sortimenta padeves ātrumu, daļiņu garums palielinās. Savukārt, paaugstinot rotācijas frekvenci un nažu daudzumu, daļiņu garums samazinās.

Ražošanas apjoms vienā stundā var sasniegt aptuveni 150 tonnas (70 beramos m³) šķeldu (garums 35 līdz 50 mm).

Lai arī šķeldu sagatavošanas apjomi ir lieli, ne visi KSP ražotāji izvēlas trumuļveida šķeldotājus, jo iegūto šķeldu kvalitāte ir zemāka, nekā tās iegūstot ar diskveida šķeldotājiem. Izmantojot trumuļveida šķeldošanas iekārtas, iegūto šķeldu virsma ir samērā raupja un nelidzena, jo tiek īstenots šķeldu mehāniskās sadalīšanas, nevis griešanas process.

Trumuļveida iekārtās ar vertikālu novietojumu (skat. 1.12. att.) fiksētais lielums ir izejmateriālu garums, maināms sortimenta caurmērs. Nav izmantojami arī pārāk liukumaini sortimenti.



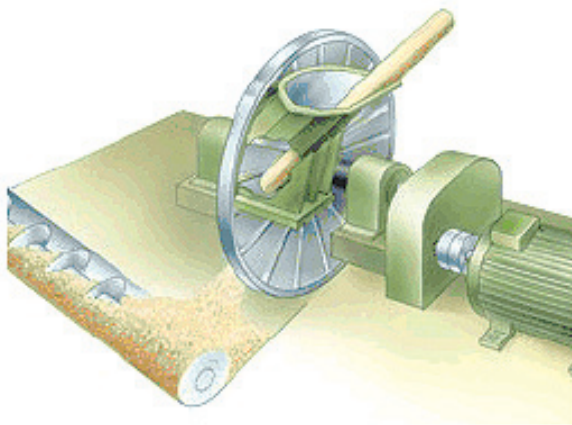
1.12. att. Vertikālās padeves trumuļveida šķeldotājs (Thoemen u.c., 2010), griezējnazis un rotācijas galva:

- 1 – griezējnaža aizmugurējā virsma; 2 – griezējnaža griešanas virsma;
- 3 – griezējnaža iekšējā griezējšķautne; 4 – griezējnaža ārējā griezējšķautne;
- 5 – griezējnaža priekšējā virsma; 6 – griezējnaža priekšējās virsmas padziļinājumi;
- 7 – griezējnaža ķīļveida detaļa rotācijas diskā;
- 8 – griezējnazis; 9 – griezējnaža atbalsta līste

(Volinskis, 2004).

Diskveida iekārtās iegūstamo šķeldu garumu var mainīt, pārveidojot nažu izvirkājumu no diska, tomēr to var īstenot nelielās robežās. Diskveida šķeldošanas iekārtas var klasificēt pēc izejmateriālu padeves virziena (horizontālais vai slīpais) un šķeldu turpmākas padeves virziena (augšējais vai apakšējais). Griezējnaži ir novietoti zem neliela leņķa, kas atvieglo šķeldu dalīšanas procesu (skat. 1.13. att.), samazinot griešanas pretestību un kopējās iekārtas vibrācijas tās darbības laikā.

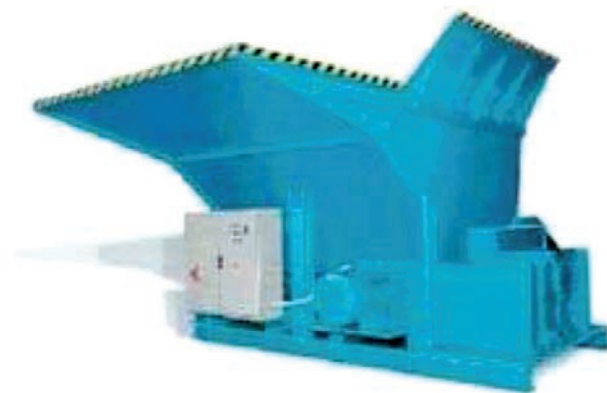
Diskveida šķeldotāju iekārtās sākotnēji disks atradās horizontālā novietojuma stāvoklī, kas neļāva veikt apstrādi sortimentam, kura garums bija mazāks par 1 metru. Pagājušā gadsimta beigās, aizvietojojot horizontālo disku ar vertikālo, radās iespēja apstrādāt praktiski jebkura garuma un caurmēra sortimentus. Iekārtas iestatītā jauda ir 500 kW, ražīgums vienā stundā, izmantojot 2 metru liela diametra disku ar 6 tajā iestiprinātiem nažiem, var sasniegt līdz 50 tonnām.



1.13. att. Vertikālā novietojuma diskveida šķeldotāji
(Thoemen u.c., 2010).

Nereti skaidām, kas iegūtas no šķeldām, turpmākā KSP veidošanas procesā pievieno zāģskaidas 30 līdz 50 % daudzumā no kopējā apjoma. Tas tiek īstenots tāpēc, ka no iepriekš sagatavotām šķeldām salīdzinoši maz iegūst plakanās skaidas ar atbilstošu skaidu biezumu. Nepietiekami plakanām skaidām nevar nodrošināt pietiekamu savstarpējo sasaisti, un KSP, kas izgatavotas no šāda veida skaidām, ir raksturīgi salīdzinoši zemi stiprības statistiskajā liecē rādītāji un paaugstināta uzbriešana plātnes biezumā. Jāatzīst, ka mūsdienās zāģskaidas praktiski netiek izmantotas, jo tās nav pieejamas. Visa veida frakciju skaidas iegūst ar āmurdzirnavām un nažu tipa šķeldotājiem. Pēc žāvēšanas un šķirošanas lielāko frakciju neatbilstošus (*Oversize*) materiālus papildus šķeldo ar *Pallman* tipa nažu šķeldotājiem, iegūstot smalko frakciju, kuru var izmantot tikai plātnes ārējiem slāņiem.

Mūsdienās skaidu iegūšanai arvien sekmīgāk izmanto otrreizēji pārstrādājamo koksni (paletes, koka taru, kabeļu spoles, gulšņus, nolietotās mēbeles u.c.). To smalcina speciālās iekārtās. Šķeldotājā (skat. 1.14. att.) otrreizēji pārstrādājamās koksnes pirmreizējo šķeldošanu var veikt bez šķirošanas pēc gabarītmēriem. Rezultātā tiek iegūti berami gabalatlikumi garumā no 100 līdz 500 mm.

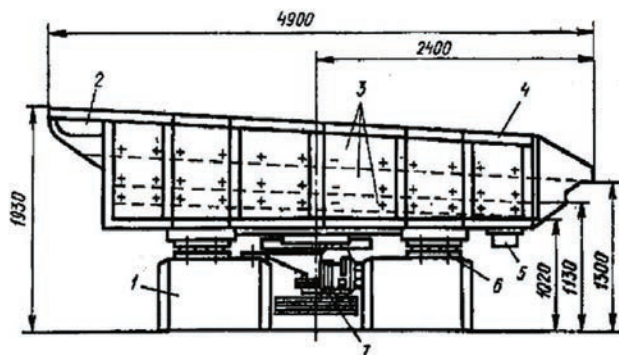


1.14. att. Otrreizēji pārstrādājamās koksnes šķeldošanas iekārta
(Volinskis, 2004).

1.5.2. Tehnoloģisko šķeldu attīrīšana

Nākamais darbības solis ir nekoksnes piemaisījumu atdalīšana, ko var uzskatīt par lielu izaicinājumu, un atšķirotu šķeldu turpmāka smalcināšana skaidās. Šim nolūkam izmanto āmurdzirnavas.

Šķeldas sākotnēji šķiro, un pārlietu rupjās frakcijas papildus sasmalcina. Šķirošanai izmanto sietu šķirošanas iekārtas ar trīs līmeņu sietiem (sieta „acs” izmēri: pirmajam sietam – 39×39 mm; otrajam sietam – 14×14 mm; trešajam sietam – 6×6 mm), un tie ir izvietoti 3° leņķī attiecībā pret iekraušanas virzienu (skat. 1.15. att.).

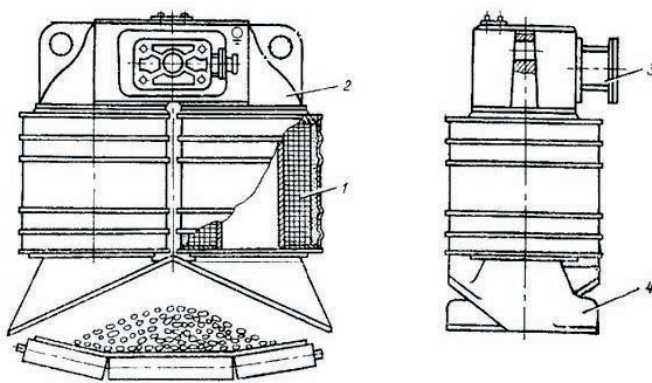


1.15. att. Šķeldu šķirošanas iekārta:

1 – pamats; 2 – piltuve; 3 – sieti; 4 – kārba; 5 – mazās frakcijas izejas lūka;
6 – atbalsta gultņi; 7 – piedziņa (Volinskis, 2004).

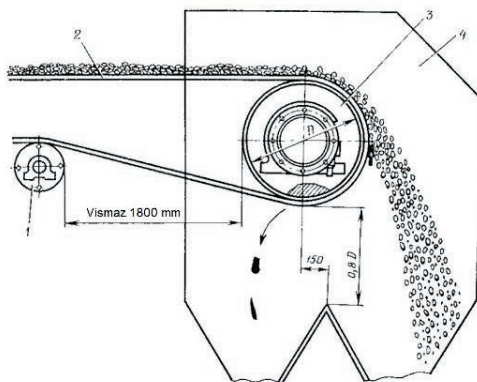
Atbilstošas kvalitātes šķeldas no vidējā un apakšējā sieta virza turpmākam KSP ražošanas procesam. Arī šajā posmā tehnoloģiskajā plūsmā ir magnētiskais separators metāla daļiņu atdalīšanai. Rupjo frakciju no augšējiem sietiem transportē uz atkārtotu smalcināšanu, savukārt daļiņas, kas ir pārāk mazas (putekļi), novirza sadedzināšanai un enerģijas iegūšanai tiešajiem tehnoloģiskajiem procesiem.

Šķeldas, pirms to transportēšanas uz centrālās skaidošanas iekārtām, šķiro, lai tās sasmalcinātu lielās frakcijās un atdalītu no svešķermeņiem. Metāliskos ieslēgumus no beramiem materiāliem var atdalīt, izmantojot separatorus ar piekaramiem elektromagnētiem (skat. 1.16. att.) vai elektromagnētiskos rullīšus (skat. 1.17. att.).



1.16. att. Separators ar piekaramiem elektromagnētiem:

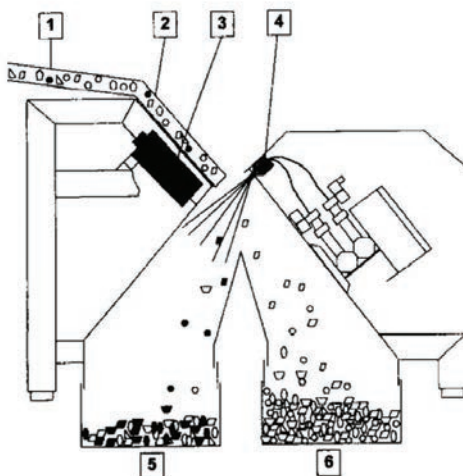
1 – spole; 2 – polu skava; 3 – savienošanas kārba; 4 – polu uzgaļi (Volinskis, 2004).



1.17. att. Elektromagnētisko rullīšu iekārta metālieslēgumu atdalīšanai:

1 – spriegošanas rullītis; 2 – lente; 3 – cilindrs; 4 – norobežotājs-uztvērējs
(Volinskis, 2004).

Nemagnētiskos metālus atdala separatoros ar detektora spolēm – augstfrekvenču detektora spole ar segmentu uztver svešķermeņus izmēros līdz 1 mm, un caur atsevišķu sprauslu tie tiek izpūsti atsevišķā uztvērējā (skat. 1.18. att.).

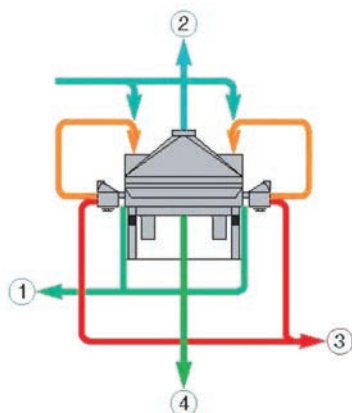


1.18. att. Principiālā shēma visu veidu metālu likvidēšanai:

1 – padeves transportieris; 2 – slīpā caurule; 3 – detektora spole; 4 – sprausla;
5 – metāla svešķermeņi; 6 – attīrītās šķeldas
(Volinskis, 2004).

Lai atdalītu citus nekoksnes piejaukumus, šķeldas mazgā ar ūdeni un šķiro mehāniski, izmantojot vibroatdalītājus vai to īstenojot pneimatiski.

Plātņu kvalitāte ir atkarīga no šķeldu tīrības. Šķeldas var mazgāt pirms iekraušanas glabāšanas bunkurā vai arī tieši pirms smalcināšanas. Smiltis, zemi atdala tikai ar ūdens skalošanu speciālās iekārtās. Ūdens attīrīšanai tiek izmantota recirkulācijas sistēma. Ir iespējama arī sausā attīrīšana no minerālpiemaisījumiem. Īstenojot šo paņēmieni, šķeldas nepārtrauktā plūsmā ar transportieri novirza iekārtā, kurā iegūst četras frakcijas (skat. 1.19. att.).



1.19. att. Šķeldu sausās attīrīšanas iekārtas shēma:

1 – minerālie piemaisījumi; 2 – putekļi un citas vieglās frakcijas;

3 – lielie gabali; 4 – attīrītās šķeldas

(Volinskis, 2004).

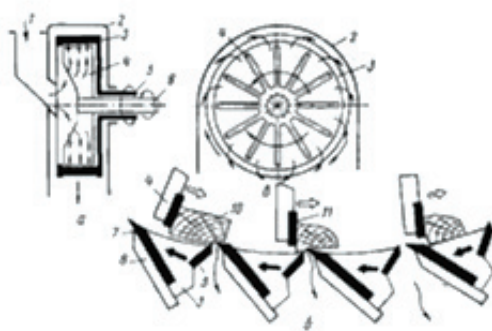
Tās vienmērīgi izlīdzina uz sietiem visā iekārtas platumā (skat. 1.19. att.), vispirms atdalot minerālpiemaisījumus (1. frakcija). Caur sietu no apakšas tiek pūsts gaiss vieglo daļiņu atdalīšanai, piemēram, no putekļiem u.tml., kas tiek nosūkti un novirzīti uz ciklonu (2. frakcija). Lielās daļiņas (3. frakcija) ar lielāku masu paliek sietā, pa to pārvietojas uz V-veida kanālu un tiek padotas uz atkārtotu sijāšanu. Attīrītās daļiņas (4. frakcija) atrodas uz gaisa „spilvena” un, izmantojot transportieri, tiek novirzītas tālāk uz šķeldu smalcināšanu.

1.5.3. Šķeldu skaidošana

Samazinot skaidu izmērus, samazinās arī šo plātņu materiālu mehāniskās īpašības. Lai paaugstinātu plātnes īpašības, maksimāli ir jāsaglabā koksnes šķiedru garums, kas paaugstina plātnes īpašības šo šķiedru virzienā.

KSP izmantojamām skaidām ir jābūt biežumā un/vai platumā no 2 līdz 5 mm, un tās izmantojamas trīs slāņu KSP vidējam slānim vai vienslāņa KSP izgatavošanai. KSP ārējā slāņa skaidu platumam ir jābūt vismaz 0,3 mm.

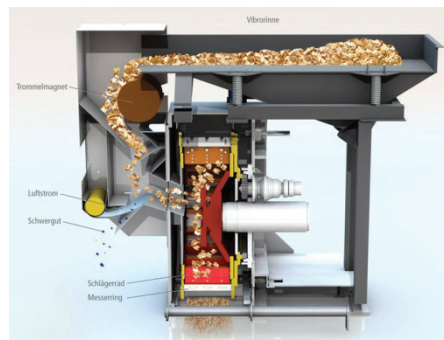
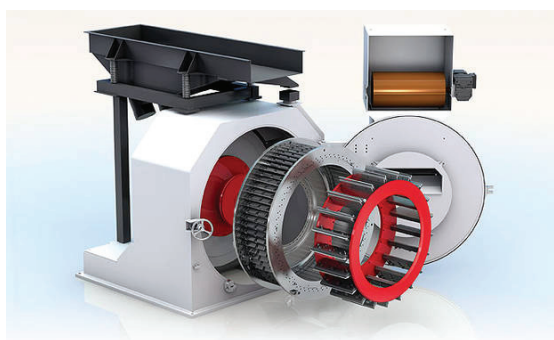
Skaidu kvalitāte ir noteikta ar tās izgatavošanas paņēmieni. Tās iegūst griezējnažu cilindra skaidotājos, skaidas sadalot šķiedru virzienā. Šādas iekārtas darbības princips ir atspoguļots 1.20. attēlā. Šķeldas tiek padotas no augšas, un centrālās spēka ietekmē tās novirza uz rotējošo cilindru, kurā ir nostiprināti griezējnaži. Iegūstamo skaidu izmērs ir atkarīgs no griezējnažu izvērējuma un no spraugas lieluma starp nazi un cilindra korpusu.



1.20. att. Centrbēdzes skaidošanas iekārtas:

a – skats no malas; b – skats no priekšpuses; c – šķeltnes sasmalcināšanas shēma
(Volinskis, 2004).

Ražošanā tiek izmantotas divu veidu iekārtas – ar kustīgu ārējo cilindru un rotējošu iekšējo skaidošanas darba ratu (skat. 1.21. att.).



1.21. att. Skats no iekšpuses – griezējnažu-cilindra skaidošanas iekārta:

Trommelmagnet – veltnimagnēts; *Luftstrom* – gaisa aizkars;
Schwerhut – smagāko daļiņu atdalītājs; *Schlägerrad* – skaidošanas rats;
Messering – sieta gredzens.

Avots: <https://www.hombak.com/Knive-ring-flaker.html>.

Otrai minētajai iekārtai raksturīga augstāka šķeldu caurlaidība, un tā ir piemērotāka mitrām šķeldām. Griezējnažu, kuri nostiprināti rotācijas darba ratā, komplekta nomaiņu var īstenot 5 līdz 25 minūtēs. 1.21. attēlā atainota centrālās skaidošanas iekārta ar atvērtu priekšējo vāku (priekšplānā redzams nažu cilindrs, aiz tā – darba rats). Cilindra diametrs var būt robežās no 600 līdz 2000 mm, dziļums – no 140 līdz 600 mm, ar iekļautiem 28 līdz 92 griezējnažiem. Minētie tehniskie parametri būs atkarīgi no projektējamā šķeldu caurplūdes apjoma, un tas vienā stundā var sasniegt 2 līdz 30 tonnas, pie vienas stundas gaisa caurplūdes 4000 līdz 18 000 m³. Lielais gaisa caurplūdes apjoms ir jānodrošina, lai izvairītos no materiāla sablīvējumiem, tāpēc apjoma attiecībai gaisa–koksne ir jābūt vismaz 99:1, un materiāla padevei ir jābūt ļoti samērīgai.

Nepieciešamība veikt papildu skaidu smalcināšanu rodas pārāk lielu daļiņu dēļ, kuras iegūtas šķeldošanas iekārtās.

Atkārtotai skaidu sasmalcināšanai izmanto triecienierosmes skaidotāju (skat. 1.22. att.). To lietojot, liela uzmanība jāpievērš vienmērīgai materiāla plūsmai un

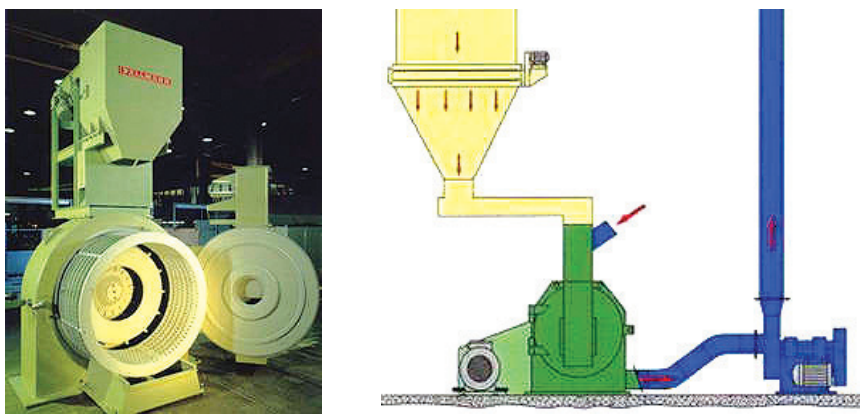
samaisīšanai ar gaisu, kura ātrums sasniedz 100 metrus vienā sekundē (99:1 attiecība gaiss-koksne). Iekārtas izmanto skaidu sagatavošanai ārējiem slāņiem. Triecienierosmes skaidotājs ar robaino griezējuma profilu ir izmantojams iekšējo skaidu slāņu izgatavošanai. Triecienierosmes skaidotāja cilindra diametrs var būt 800–1800 mm, dziļums 150–500 mm. Iekārta ir aprīkota ar elektrodzinēju, kura jauda veido 1000 kW, gaisa caurplūdes apjoms vienā stundā var sasniegt 6000–30000 m³, un skaidu caurplūdes apjoms vienā stundā var veidot 1–10 tonnas.



1.22. att. Triecienierosmes skaidotājs.

Avots: www.pallmann.eu/fileadmin/user_upload/P_720_EN_Double_Stream_Mill_PSKM.pdf.

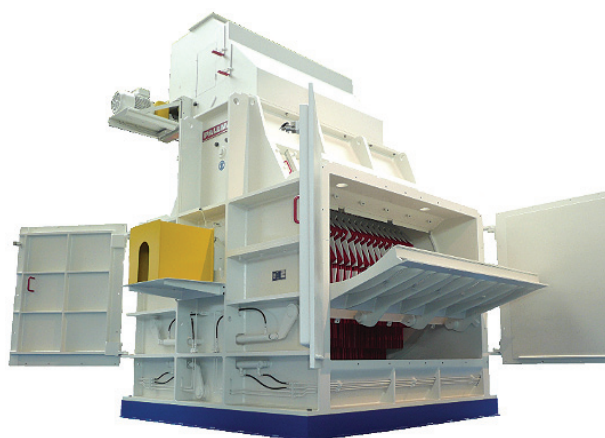
Darbrata skaidotājs (skat. 1.23. att.) ir diezgan līdzīgs triecienierosmes skaidotājam, taču tam nav ārējā skaidu šķirotājsieta. Ja skaidas ir par lielu, tās neizvada caur sietu un ar rotējošā darba rata palīdzību sasmalcina līdz nepieciešamajam izmēram.



1.23. att. Darbrata skaidotājs.

Avots: www.pallmann.eu/fileadmin/user_upload/P_720_EN_Double_Stream_Mill_PSKM.pdf.

Āmurdzirnavu skaidotāja iekārtā ir viens centrālais rotors, uz kura izvietotas kustīgas un rotējošas āmursviras, kas lielākās koksnes daļas sadrupina mazākās un atbilstoša izmēra skaidas transportē cauri atverēm sietos. Iekārtas robustā konstrukcija ļauj pārstrādāt salīdzinoši lielus koksnes gabalus, tos sadalot un pārvēršot skaidās. Āmurdzirnavu skaidotāji ir pieejami dažādās izmēru variācijās, sākot no laboratorijas izmēra un beidzot ar lielizmēra rūpnieciskām iekārtām (skat. 1.24. att.). Šāda iekārta ir paredzēta arī otrreizēji pārstrādājamo koksnes materiālu apstrādei.



1.24. att. Āmurdzirnavu skaidotājs.

Avots: https://www.pallmann.eu/fileadmin/user_upload/H_PHM_EN_Hammer_Mill_05.19.pdf.

Iekārtas rotora diametrs var būt robežās 230–1800 mm, garums 250–2000 mm, jauda 160–500 kW, un vienā stundā saražotais (sausu) skaidu apjoms svārstās 30–80 m³ apmērā.

1.5.4. Skaidu izmēru normalizācija

Koka plātņu materiālu īpašības zināmā mērā var prognozēt, pamatojoties uz tās sastāvā esošo daļiņu ģeometriskajiem raksturlielumiem un saklājuma shēmas. Līdz šim veiktie pētījumi skaidri neatspoguļo visu īpašību kopuma ciešās sakarības ar plātnē izmantojamo daļiņu ģeometriskajiem parametriem, tomēr viens rādītājs – skaidu ģeometriskums – izceļas, un tas ir izteikts ar šādu sakarību:

$$\text{skaidu ģeometriskums} = \frac{\text{skaidas garums}}{\text{skaidas biezums}}.$$

Šī sakarība atspoguļo faktu, ka garu un plānu skaidu izmantošana palielina attiecīgos mehānisko īpašību rādītājus. Mazāku dimensiju skaidas uzlabo virsmas kvalitāti (gludumu un cietību), kā arī paaugstina iekšējo slāņu atraušānu. Šis ir viens no iemesliem, kāpēc KSP ārējos slāņos tiek izmantotas mazākas dimensijas, bet iekšējam slānim – lielākas dimensijas skaidas.

1.6. Kokskaidu žāvēšana

Kokskaidu sākotnējais mitrums ir mainīgs un svārstās plašās robežās – no 15 līdz 150 %. Mitrumam pirms skaidu sajaukšanas ar saistvielām ir jābūt krietni zemākam – no 2 līdz 5 %. Šāds mitruma līmenis ir jānodrošina tāpēc, ka karstās presēšanas laikā lielā mitruma klātbūtnē veidojas tvaiks, kas pie spiediena noņemšanas no plātnes iekšējiem slāņiem tiek novirzīts uz ārējiem slāņiem. Tvaika pārvietošanās rezultātā var rasties tā dēvētā atslāņošana jeb delaminācija plātnes biezumā, kas var radīt neatgriezeniskas sekas, būtiski samazinot KSP kvalitāti. Tomēr mitrums, kas koncentrējas plātnes ārējās kārtās, pasargā saistvielas no priekšlaicīgas sacietēšanas karstajās preses plātnēs, plātnēs, kamēr uz KSP iedarbojas plātnēm iedarbojas paaugstināts spiediens.

Ir pierādīts, ka, uzglabājot lielas skaidu rezerves, mitrums skaidās izlīdzinās – tas ir ekonomiski izdevīgs, taču ne praktisks risinājums. Uzglabāšanas laikā ārējās kārtas paūst, kas ļauj ievērojami samazināt elektrības enerģijas patēriņu žāvēšanas laikā, un, mitrumam pārvietojoties no iekšējiem uz ārējiem slāņiem, kopējais mitruma līmenis skaidās izlīdzinās, sasniedzot līdzsvara mitrumu.

Efektīva kokskaidu žāvēšanas procesa nodrošināšanai ir precīzi jānosaka arī materiāla mitrums, kas ir sarežģīts uzdevums, ņemot vērā KSP ražošanas procesā nonākušo materiālu plūsmu. Šim nolūkam tehnoloģiskajā plūsmā jābūt iestatītiem ļoti precīziem koksnes mitruma mērītājiem. Viens no populārākajiem ir *GreCon* (skat. 1.25. att.).



1.25. att. Kokskaidu mitruma mērītājs *GreCon*.

Avots: <https://www.fagus-grecon.com/en/solutions/measuring-technology/ir-5000/>.

Jāņem vērā, ka koksnes mitruma mērītājiem ir jānodrošina mērīšana plūsmā kustīgam materiālam, kas sastāv no dažādām koku sugām, dažādiem blīvumiem, kā arī ģeometriskiem izmēriem. Kokskaidu žāvētavās iestatītajam mitruma mērītāju mērīšanas diapazonam jābūt robežās no 0 līdz 20 % – ar precizitāti $\pm 0,2$ %. Šādas prasības spēj nodrošināt uz infrasarkanā staru vai mikroviļņu darbības pamata veidotas mērierīces.

Lai gan pētījumos ir pierādīts, ka sausām skaidām ir vēlams atšķirīgs mitruma līmenis (iekšējiem un ārējiem slāņiem), KSP plātņu ražošanai izmantojot 3 slāņu saklāšanas shēmu, tomēr to nevar uzskatīt par ekonomiski pamatotu risinājumu. Šim nolūkam katram slānim paredzēto skaidu žāvēšanai jāizvēlas atšķirīgs žāvēšanas režīms. Plūsmā var izsmidzināt nelielu ūdens daudzumu virsējai kārtai paredzētajam skaidu slānim, jo tad tas ātrāk uzsiltu, tiktu panākts augstāks koksnes elastīgums un

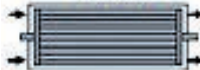
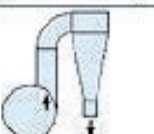
izveidotos labāka sasaiste starp daļiņām. Rezultātā KSP virskārta kļūtu blīvāka, un uzlabotos kopējā formas stabilitāte. Turpretī vidējā slāņa skaidām jāpiemīt pēc iespējas zemākam mitruma līmenim, lai tvaiks no tā pārvietotos piepresēšanas fāzē.

Svarīgākie parametri žāvēšanas režīma izvēlē, kas būs atkarīgs no žāvēšanai paredzētā materiāla, ir žāvēšanas aģenta temperatūra un tā kustības ātrums. Šo izvēli nosaka produkcijas gala kvalitāte un tehnoloģijas procesa efektivitāte. Piemēram, procesa temperatūru paaugstinot no 140 līdz 260 °C, tiešo žāvēšanas ilgumu var samazināt par 60 %, savukārt palielinot žāvēšanas aģenta gaisa cirkulācijas ātrumu no 1 līdz 4 m/s, tiešo žāvēšanas laiku var samazināt līdz 44 %. Jāņem vērā, ka augstas temperatūras žāvēšanas aģenta izmantošana var ietekmēt izžāvētā materiāla gala mitrumu – mazās frakcijas skaidas var tikt pāržāvētas, kamēr līdz atbilstošam mitrumam tiek izžāvētas lielās frakcijas skaidas. Paaugstinātas temperatūras izmantošana mazās frakcijas skaidu pāržāvēšanas gadījumā var radīt uzliesmošanas risku, it sevišķi, ja lielu daļu no pārstrādājamā materiāla veido skujkoki, kuros ir sastopami sveķi.

Literatūrā ir pieejama informācija par dažādām birstošiem materiāliem izmantojamām žāvēšanas metodēm (skat. 1.26. att.).

Pēc žāvēšanas aģenta padeves veida izšķir tiešo apsildīšanu un netiešo apsildīšanu. Žāvētavās ar tiešo apsildīšanu dūmgāzes ir tiešā saskarē ar žāvējamo materiālu, un žāvēšanas process norisinās ļoti ātri un intensīvi. Tiešajā apsildē žāvēšana notiek ātrāk, taču pastāv lielāks koksnes pašaiizdeģšanās risks. Izmantojot šo metodi, jārisina arī ekoloģiska rakstura problēmas – veidojas augsti toksiskas izplūdes gāzes, kuras nepieciešams neitralizēt. Siltums tiek padots materiālu kustības virzienā (pa-plūsma žāvēšana) vai pretēji tam (pret-plūsma žāvēšana). Izmantojot pa-plūsma žāvēšanas metodi, izveidojas liela temperatūras starpība slapjo un sauso skaidu žāvēšanas zonās. Izmantojot pret-plūsma žāvēšanas metodi, temperatūras sadalījums ir vienmērīgāks. Pēc darbības principa kokskaidu žāvēšanas sistēmas iedala: kontaktžāvēšanas sistēmas un konvekcijas žāvēšanas sistēmas.

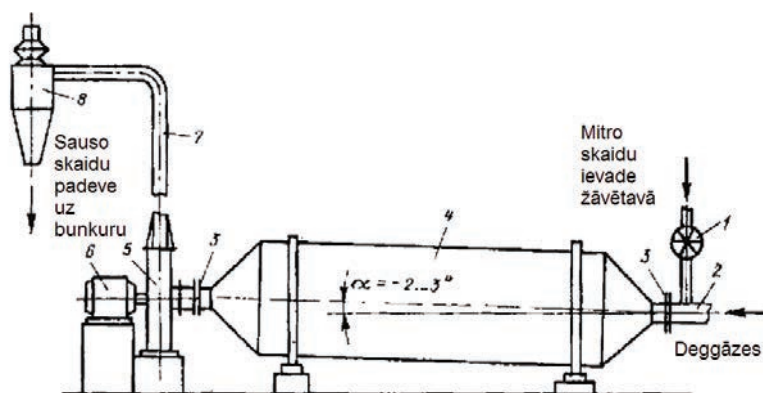
1.26. attēlā atspoguļots visu literatūrā pieejamo skaidu žāvēšanas sistēmu tehnisko datu apkopojums.

Žāvēšanas sistēma	Shēma	Temperatūra	Laiks	Ražīgums
Rotējoša darbrata trumuļtipa		līdz 200°C	≤ 20 min	1 ... 9 t/h
Rotējoša darbrata trumuļtipa		līdz 160°C	n.a.	10 ... 18 t/h
Vienpakāpju trumuļtipa		līdz 450°C	20 - 30 min	≤ 40 t/h
Trīspakāpju trumuļtipa		līdz 400°C	5 - 7 min	≤ 25 t/h
Pneimatiskā cauruļveida		līdz 500°C	≈ 20 s	2 ... 14 t/h
Virpuļtipa		apm. 500°C	≈ 0.5 - 3 min	≤ 10 t/h

1.26. att. Birstošo materiālu žāvēšanas metodes (Thoemen u.c., 2010).

1.6.1. Rotējoša trumuļtipa žāvēšanas sistēmas

Šādos gadījumos skaidas izžāvē augstas temperatūras gāze un gaisa maisījums slēgtā plūsmā, kas nodrošina intensīvu siltuma apmaiņu žāvēšanas procesā. Siltumnesēja vietā tiek izmantota dūmgāze. Rotējoša trumuļtipa žāvēšanas iekārta shematiski atainota 1.27. attēlā.



1.27. att. Rotējoša trumuļtipa kokskaidu žāvētavas darbības shēma:

- 1 – skaidu dozētājs; 2 – dūmgāzes pievads; 3 – kustīgais savienojums;
- 4 – rotējošais trumulis; 5 – dūmu nosūcējs; 6 – elektrodzinējs;
- 7 – pneimovada cauruļvads; 8 – ciklons

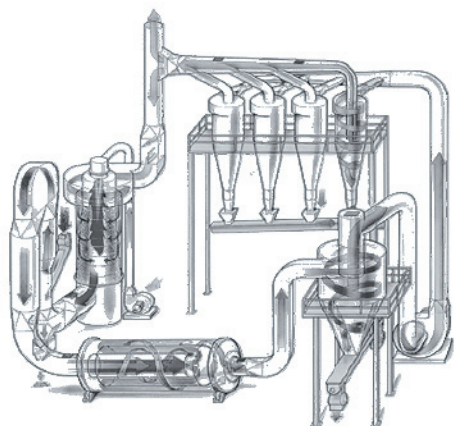
(Volinskis, 2004).

Trumulis, kura garums var sasniegt 30 metrus un diametrs parasti ir 4,5 metru robežās, rotē un ir izvietots nelielā slīpumā (2–3 grādi), virzienā uz iekraušanu un griežas ar ātrumu 8 apgriezieni vienā minūtē. Trumuļa iekšpusē ir ierīkoti papildu elementi, kuri nodrošina smalcinātās koksnes vienmērīgu sadali un pārvietošanu, cauri šai masai pūšot gāzes-gaisa maisījumu. Sadegšanas kamerā temperatūra sasniedz 900–1000 °C, trumuļa ieejā tā ir 350–450 °C un izejā 90–120 °C. Rotējoša trumuļtipa kokskaidu žāvētavas galvenais trūkums ir fakts, ka skaidu berzes rezultātā samazinās to dimensijas, kam par iemeslu kalpo nevienmērīgs mitruma sadalījums. Turklāt, ja pārsvarā tiek žāvētas skujkoku skaidas, uz trumuļa lāpstiņām veidojas sveķu aplikums.

Ražošanā praktiski izmanto divas pieejas – trīspakāpju un vienpakāpes žāvēšanas sistēmas pieeju.

Trīspakāpju žāvēšanas trumuļtipa žāvētavās (skat. 1.28. att.) skaidām jāamēro samērā garš ceļš, sākot no trumuļa vidusdaļas (skaidu transportēšanas galvenajā virzienā), tad starpposmā (pretēji skaidu transportēšanas galvenajam virzienam) un visbeidzot ārējā daļā (skaidu transportēšanas galvenajā virzienā). Skaidas transportē pa centrālo padeves cauruli, kurā veic tiešo apsildi, sadedzinot gāzi, šķidro kurināmo vai koksnes atlikumus.

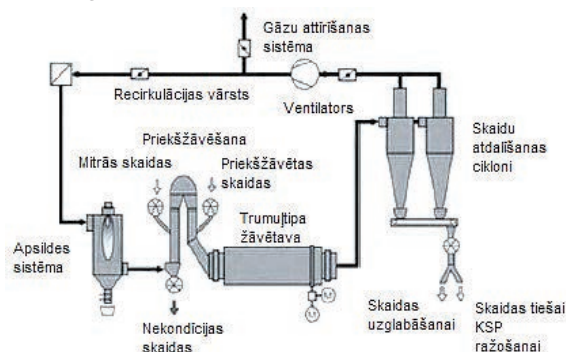
Centrālajā daļā skaidu plūsmu nodrošina gāzes-gaisa maisījuma piespiedu plūsma, turpretī starpposmā un ārējā posmā skaidu transportēšana norisinās mehāniski, trumulim rotējot.



1.28. att. Trīspakāpju darbības žāvēšanas sistēma (Volinskis, 2007).

Šajā posmā tiek nodrošināts skarbs žāvēšanas režīms, temperatūra var būt robežās no 250 līdz 850 °C, visbiežāk tiek izmantota 700 °C temperatūra. Tāpat liels ir arī karstā gaisa cirkulācijas ātrums – 8 m s⁻¹. Otrajā caurulē gaisa plūsma ir reversēta. Šajā posmā gan temperatūra, gan arī gaisa plūsmas ātrums ir mazāks, jo materiāla žāvēšanas laikā rodas tvaiks, pieaug kopējais spiediens, līdz ar to ir jāpalielina caurules caurplūde, palielinot tās diametru. Noslēdzošajā jeb izejas caurulē gaisa plūsma atkal ir reversēta, un gaisa temperatūra samazinās līdz 60–100 °C. Ārējā caurule rotē un sasniedz 8 apgriezienus vienā minūtē. Kopumā trīspakāpju darbības žāvēšanas sistēmas ir ērtas un kompaktas, nodrošinot augstas kvalitātes izžāvēto materiālu. Sistēmu gabarītmēri ir šādi – garums 30 m, diametrs 4,5 m, mitruma iztvaices ātrums vienā stundā sasniedz 7 tonnas, skaidu žāvēšanas ražīgums vienā stundā veido 25 tonnas.

Savukārt vienpakāpes žāvēšanas sistēmās (skat. 1.29. att.) skaidu žāvēšanas režīms ir maigāks. Salīdzinot ar trīspakāpju žāvēšanas sistēmām, žāvēšanas temperatūra ir zemāka, apmēram 500 °C. Attiecīgi palielinās žāvēšanas laiks, sasniedzot 20–60 minūtes.



1.29. att. Vienpakāpes darbības žāvēšanas sistēma (Thoemen u.c., 2010).

Šādas sistēmas izmanto gadījumos, ja žāvēšanai paredzēto kokskaidu apjoms ir lielāks. Vienpakāpes darbības žāvēšanas sistēmu caurlaide ir lielāka, vienā stundā iztvaicējot 50 tonnas mitruma. Jāpiebilst, ka pēdējo gadu laikā ierīkoto žāvēšanas sistēmu jaudas ir pieaugušas, vienā stundā sasniedzot 70 tonnas izžāvējamo skaidu apjoma.

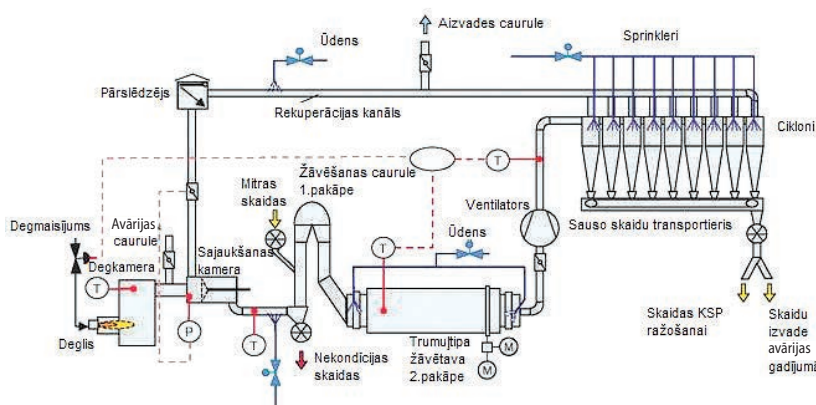
Visu iepriekš minēto žāvētavu darbības pamatprincipu raksturo mitruma iztvaicēšana no skaidām, kam ir nepieciešams ļoti liels enerģijas patēriņš. Tas ir atkarīgs no skaidu ģeometriskajiem izmēriem, skaidu sākotnējā mitruma līmeņa un skaidu transportēšanas ātruma. Kontaktžāvēšanas paņēmiena īstenošanai, salīdzinot ar konvekcijas skaidu žāvēšanas paņēmieni, nepieciešams mazāks enerģijas daudzums, lai

izžāvētu vienādu skaidu apjomu. Piemēram, lai no kokskaidām iztvaicētu 1 kg ūdens, trīspakāpju žāvēšanas sistēmā ir jāpatērē 3350–3675 kJ, vienpakāpju žāvēšanas sistēmā 3255–3550 kJ, bet kontaktžāvētavā – 3150 kJ enerģijas.

Šis aizvadāmais ūdens tvaiks bieži vien līdzinās baltam mākonim, kas izdalās virs KSP ražotnēm.

1.6.2. Pneimatiskās un virpuļu žāvētavas

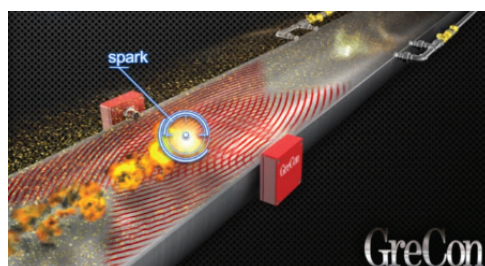
Šīs žāvētavas konstrukcijas pamatu veido vertikālas vai horizontālas caurules, kurās koksnes daļiņas tiek transportētas, tās intensīvi žāvējot gāzes-gaisa maisījuma plūsmā. Samazinoties daļiņu kustības ātrumam, tās tiek transportētas uz ciklonu. Divpakāpju darbības žāvētava atainota 1.30. attēlā.



1.30. att. Divpakāpju darbības skaidu žāvēšanas shēma (Volinskis, 2004).

Divpakāpju darbības žāvētava (skat. 1.30. att.) sastāv no caurules (pirmā žāvēšanas pakāpe) un žāvēšanas trumuļa, ar apakšējiem atbalstiem. Vasaras periodā pirmā žāvēšanas pakāpe var tikt atslēgta, un tādā gadījumā skaidas uzreiz nonāk trumulī. Skaidas, kuru sākotnējais mitrums ir 80–140 %, tiek iekrautas caurulē, kurā žāvēšanas aģenta temperatūra var sasniegt 500 °C, bet izejā 170 °C. Karstā gaisa plūsmā skaidas intensīvi zaudē mitrumu, un, sasniedzot žāvēšanas trumulī, tas samazinās 40 līdz 65 % robežās.

Tā kā tiek žāvētas maza izmēra skaidas, kurām noslēgumā raksturīgs ļoti zems mitruma līmenis, izmantojot ļoti augstas temperatūras siltuma nesējus, pastāv pašaiizdegšanās risks. Šī iemesla dēļ visas mūsdienu kokskaidu žāvēšanas sistēmas ir aprīkotas ar uguns atklāšanas funkciju, dzirksteļu ķērājiem un automātiskām ietaisēm uguns atklāšanas gadījumā, izmantojot sprinkleru sprauslas uguns bīstamības riska aizsākumā. Viena no populārākajām šāda tipa sistēmām ir GreCon ražotās iekārtas (skat. 1.31. att.).



1.31. att. Dzirksteļu ķeršanas aprīkojums: spark – dzirkstele; GreCon – aprīkojuma ražotājs.

Avots: <https://www.fagus-grecon.com/en/solutions/fire-protection/spark-extinguishing-system-bs-7/>.

1.7. Izžāvētās koksnes šķirošana

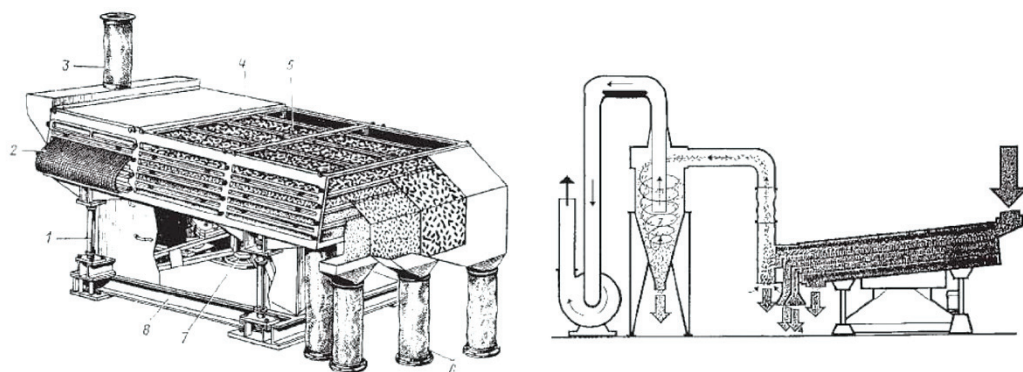
Daļa KSP ražotāju šķiro koksnes daļiņas pa frakcijām pirms to žāvēšanas, lai ne-žāvētu neatbilstošas frakcijas skaidas un tādējādi samazinātu žāvēšanai patērējamo enerģiju. Otrkārt, KSP plātņu ražošanā mitro skaidu sadalīšana pa frakcijām pirms žāvēšanas tiek īstenota tāpēc, lai jau sākotnēji to sadalītu divās daļās: ārējiem un iekšējiem slāņiem paredzētās plūsmās. Šķirošanu pēc žāvēšanas veic ar mērķi atdalīt atbilstoša mitruma skaidas – ļoti smalkās un ļoti rupjās frakcijas.

Skaidu frakcionālā šķirošana pirms žāvēšanas padara žāvēšanas procesu vieglāk vadāmu un kontrolējamu. Tomēr jāņem vērā, ka mitrās skaidas ir daudz grūtāk efektīvi sadalīt pa frakcijām, jo tām piemīt lielāka tendence salipt. Šī iemesla dēļ praksē skaidu frakcionēšanu veic pēc to žāvēšanas. Sauso skaidu frakcionēšana paaugstina masas viendabību un kvalitāti, pirms to sajaukšanas ar saistvielām. Šajā gadījumā iespējama arī apmaiņa starp plūsmām – rupjās frakcijas skaidas no ārējiem slāņiem var aizvadīt uz vidējam slānim paredzēto plūsmu, savukārt pārāk smalkās frakcijas skaidas no šīs plūsmas var novirzīt uz ārējiem slāņiem paredzēto plūsmu. Orientējošais daļiņu biezums parastajām plātnēm vidēji ir vairāk par 0,8 mm, ārējām kārtām – 0,4 līdz 0,8 mm, plātnēm ar ļoti gludu virskārtu – vidēji 0,2 līdz 0,8 mm, ārējām kārtām – 0,1 līdz 0,3 mm. Skaidu šķirošanai izmanto mehāniskos sietu šķirotājus, šķirošanu veicot pēc skaidu izmēriem, vai pneimatiskos separatorus, šķirošanu īstenojot pēc skaidu masas. Tāpat tiek izmantotas arī kombinētās iekārtas, kuras var apvienot abus minētos šķirošanas principus.

1.7.1. Mehāniskās skaidu šķirošanas iekārtas

Lai gan mehāniskā šķirošana neizceļas ar augstu precizitāti, tomēr tieši šis paņēmiens tiek diezgan plaši izmantots skaidu frakcijas iegūšanai un skaidu paklāja ārējo slāņu veidošanai. Konstruktīvi mehāniskais separators ir kā ierīce ar horizontālu vai slīpu, kustīgu (vibrējošu vai pusvibrējošu) sietu, kas izgatavots no tērauda stieplēm vai loksnēm, tās perforējot ar attiecīgu sieta „acu” izmēru.

Iekārtas kopskats attēlots 1.32. attēlā. Šķirošanas iekārta veidota ar četriem balst-mehānismiem, ar elastīgiem, kustīgiem elementiem, kuri izgatavoti no sintētiska materiāla, kas nodrošina klusu iekārtas darbību. Iekārtā parasti izvietoti trīs sieti. Pirmā sieta „acs” izmērs ir $4 \times 1,5$ mm (orientēti šķērseniski materiāla plūsmai), otrā un trešā sieta „acs” izmērs veido 3×1 mm (orientēti gareniski materiāla plūsmas virzienam). Iekārtā ir iestrādāta papildu novietne ļoti rupjas frakcijas skaidu un svešķermeņu (akmeņu, metāla ieslēgumu u.c.) atdalīšanai.



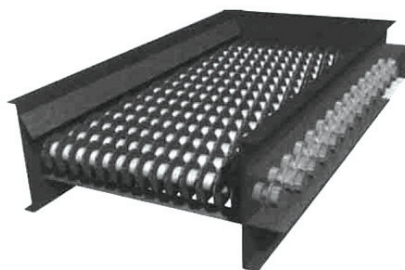
1.32. att. Mehāniskā skaidu šķirošanas iekārta:

- 1 – balstmehānisma elementi; 2 – padeves siets (izvirzītā stāvoklī);
- 3 – lokanā skaidu padeves caurule; 4 – bunkurs; 5 – augšējais siets;
- 6 – lokanā caurule sašķiroto daļiņu novirzīšanai;
- 7 – sietu sistēmas darbināšanas mehānisms; 8 – rāmis

(Volinskis, 2004).

Atvērumi sietā mēdz būt apaļi, kvadrātveida vai gareniski. Sieti ar apaļiem atvērumiem ir praktiski, jo tiem nav nepieciešama speciāla aprūpe ekspluatācijas laikā, taču tie nenodrošina tik precīzu sadalījumu pa frakcijām kā sieti ar kvadrātveida atvērumiem, kuri savukārt ir biežāk jātīra. Sietiem ar kvadrātveida atvērumiem vairāk izsijājas rupjās daļiņas, bet sietiem ar gareniskiem atvērumiem, skaidām novietojoties vertikāli, izsijājas liela biezuma skaidas. Tādējādi praktiski sietu sijājamās iekārtas šķiro skaidas nevis pēc biezuma, bet pēc to virsmas laukuma.

Ir sastopamas arī rulliņu jeb diska šķirošanas iekārtas (skat. 1.33. att.), kas rupjās skaidas atdala, variējot ar attālumu starp rulliņiem.



1.33. att. Rulliņu-diska šķirotājs, kas paredzēts sausām skaidām (Volinskis, 2004).

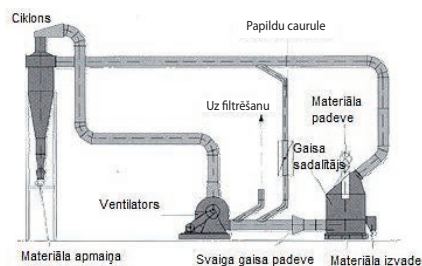
Šādās iekārtās sākumā tiek atdalīta smalkā skaidu frakcija. Pēc tam attālums starp rulliņiem pakāpeniski palielinās, līdz noslēgumā virspusē paliek visrupjākās daļas. Tās atdala atsevišķi, novirzot uz papildu transportieri.

Vispārēji skaidu frakcionālā sastāva iekārtu darbību nosaka šādi parametri:

- skaidu masas caurlaidība, kurā saglabājas daļiņu atdalīšanas precizitāte pa frakcijām;
- skaidu materiāla padošanas ātrums;
- skaidu forma un mitrums;
- sieta neaizņemtā laukuma lielums;
- skaidu šķirošanas procesa ilgums.

1.7.2. Pneimatiskās skaidu šķirošanas iekārtas

Konstruktīvi pneimošķirošanas iekārtās izmanto vertikāli novietotu cauruli. Skaidu šķirošanai tiek izmantota gaisa plūsma. Skaidas plūst kopā ar gaisa plūsmu, smalkās frakcijas ar gaisa plūsmu tiek novirzītas projām, un smagākās skaidas nokrīt iekārtas apakšpusē, no kurienes tās tiek aizvadītas mehāniski. Tā kā kokskaidu masas kustību var regulēt tikai ar gaisa ātrumu, šķirošanas efektivitāte ir atkarīga no daļiņu blīvuma. Šajā gadījumā šķirošanas precizitāte samazinās, sajaucot vienā plūsmā izejvielas no dažādām koksnes sugām. Tipisks skaidu pneimatiskais šķirotājs atainots 1.34. attēlā.

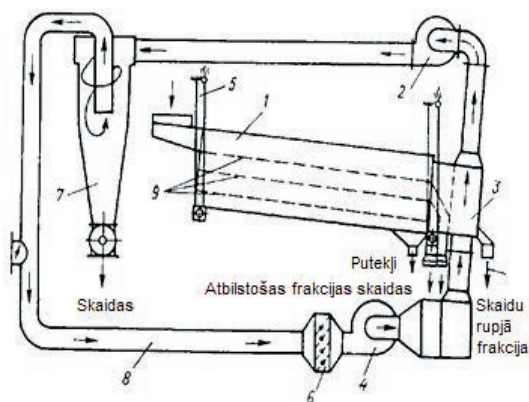


1.34. att. Pneimatiskā skaidu šķirošanas iekārta (Thoemen u.c., 2010).

Jāatzīst, ka uzņēmumi pneimatiskās šķirošanas iekārtas, lai gan tām raksturīgā skaidu šķirošanas precizitāte ir augstāka, izmanto salīdzinoši maz, jo šīs iekārtas patērē vairāk elektroenerģijas, ir trokšņainākas un ir nepieciešams veikt ieguldījumus gaisa attīrīšanā, jo ir palielināta mazās frakcijas jeb putekļu izdalīšanās.

1.7.3. Kombinētās skaidu šķirošanas iekārtas

Pie kombinētām skaidu šķirošanas iekārtām pieder pneimosietveida un inerces pneimatiskie skaidu šķirotāji. Pneimosietveida separatoram (skat. 1.35. att.) ir sieti (9), kas ierīkoti sijātājā (1), kas izvietots 3 līmeņos. Sijātāja apakšējā daļā izvietota caurule smalkās frakcijas jeb putekļu aizvadišanai. No augšējā sieta pārāk rupjās skaidas nonāk pneimokamerā, kur daļiņas celjspējas spēks ir lielāks nekā gaisa plūsmas ātrums, ko nodrošina ventilators (4). Skaidas tiek paceltas augšup, un rupjās daļiņas nokrīt lejā. Vidējā sietā izšķīrotās skaidas izmanto KSP vidējiem slāņiem, savukārt apakšējā sietā izšķīrotās skaidas tiek lietotas ārējiem slāņiem. Tādējādi iespējams iegūt līdz pat četrus veidus dažādas skaidu frakcijas. Kombinētā skaidu šķirotāja ražīgums vienā stundā veido 10 tonnas.



1.35. att. Kombinētā skaidu šķirošanas iekārta:

- 1 – sieta šķirotājs; 2 un 4 – ventilatori; 3 – pneimocaurule; 5 – atbalsta mehānisms; 6 – siets;
7 – ciklons; 8 – pneimopieņvads; 9 – šķirošanas siets (Volinskis, 2004).

1.8. Koka skaidu krājumu glabāšana

Uzņēmumos, kuros KSP ražošanas gada apjoms veido 100 000 m³, diennakts pārstrādāto skaidu apjoms sasniedz 3000 m³. Praktiski, lai varētu īstenot KSP ražotnes nepārtrauktu darbību, skaidu apjoma rezervei ir jābūt tik lielai, lai nodrošinātu vismaz 2 stundu darbu. Lai uzglabātu birstošus materiālus, tiek izmantoti skaidu bunkuri. Mūsdienīgos uzņēmumos pārsvarā lieto vertikālā novietojuma bunkurus, kas salīdzinājumā ar horizontālā novietojuma bunkuriem neaizņem pārāk lielas platības. Plātņu izgatavošanā bunkurus izmanto dažādu skaidu uzglabāšanai – mitrām, sausām, frakcionētām, neatbilstošas frakcijas un kvalitātes, koģenerācijas stacijai paredzētām skaidām. Katrs no minētajiem uzkrāšanas bunkuriem paredzēts sekojošām turpmākajām tehnoloģiskajām operācijām. Bunkuram, kas atainots **1.36. attēlā**, kas ir aprīkots ar vienu vai vairākiem skrūves, „gliemež” pārvada skaidu izvades mehānismiem, kuri nodrošina nepieciešamo, pieprasīto skaidu dozēšanas daudzumu.



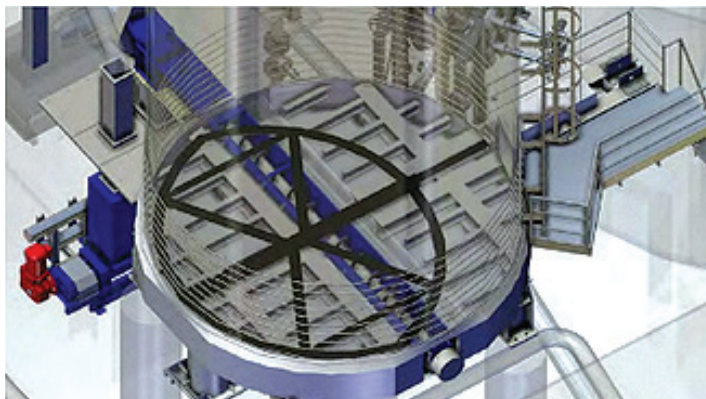
1.36. att. Vertikālā novietojuma bunkurs skaidu uzkrāšanai.

Avots: <http://www.saxlund.de/wp-content/uploads/flipbook/38/book.html#p=6>.

Bunkuru izvietojums ir obligāts šādās tehnoloģiskās operācijās:

- šķeldu uzkrāšanai pirms pārvietošanas uz skaidošanas iekārtām;
- mitru skaidu uzglabāšanai pirms pārvietošanas uz žāvēšanas iekārtām;
- sausu skaidu uzglabāšanai pirms samaisīšanas ar līmi.

Kokskaidu bunkuri kalpo ne tikai kā materiālu uzglabāšanas rezervuāri, bet tie nodrošina arī tehnoloģiskā procesa stabilu un nepārtrauktu darbību, kā arī paaugstina ugunsdrošības prasības. Kokskaidu izturēšana bunkuros (nevis uzglabāšanas laukumos – zem klajas debess) nodrošina stabilākus KSP fizikāli-mehānisko īpašību rādītājus. Praksē izmanto bunkurus (skat. 1.37. att.), kuru ietilpība ir līdz 200 m^3 (skaidām) un līdz 6000 m^3 (šķeldām).



1.37. att. Vertikālā novietojuma kokskaidu bunkurs ar palīgelementiem skaidu izvadei.

Avots: <https://www.siempelkamp.com/index.php?id=748&L=0;>
[http://www.saxlund.de/wp-content/uploads/flipbook/38/book.html#p=5.](http://www.saxlund.de/wp-content/uploads/flipbook/38/book.html#p=5)

Modernie bunkuri tiek aprīkoti ar speciāliem palīgelementiem jeb bīdītājiem (skat. 1.37. att.), kas atvieglo skaidu izvadi no bunkura un novērš mitro skaidu sasaldēšanas iespējamību ziemas periodā.

Pārvietot birstošos materiālus no bunkura uz iekārtām vai no iekārtas uz iekārtu iespējams, izmantojot gan pneimatiskās, gan mehāniskās skaidu transportēšanas iekārtas. Kokskaidu transportēšanas lielu attālumu gadījumos iekārtu iekšējā transporta plūsma tiek nodrošināta ar pneimotransportu, izmantojot tikai slēgtus cauruļvadus ar ļoti jaudīgiem gaisa plūsmas ventilatoriem, nodrošinot optimālu transportējamā materiāla un tam nepieciešamā gaisa apjoma masas sajaukumu.

Pneimotransporta sistēmas lieto skaidu pārvadei uz dzirnavām, žāvētavu un skaidu frakcionēšanas gadījumos. Mehāniskām skaidu transportēšanas iekārtām – lentes un skrāpju transportieriem – ir dārgākas uzstādīšanas izmaksas, tomēr ekspluatācijas laikā tām nepieciešami daudz mazāki izdevumi.

1.9. Kokskaidu plātņu līmēšanas process

1.9.1. Līmes kokskaidu plātņu ražošanā

Kokskaidu plātņu izgatavošanā lieto dažādas ķīmiskās vielas un to savienojumus. Pārsvārā tiek izmantotas organiskas izcelsmes sintētiskās saistvielas (līmes), cietinātāji, papildvielas aizsardzībai pret mitruma, sēņu, uguns u.c. iedarbībām. Visbiežāk līmes sajauc ražotnē uz vietas speciāli paredzētā iecirknī, komponentu piegādi veicot no attiecīgo saistvielu ražotājiem.

Lai arī šobrīd kokskaidu plātņu ražošanā lieto mākslīgas izcelsmes līmes, tomēr literatūrā ir pieejami dati par dabiskas izcelsmes – augu un dzīvnieku valsts – līmju lietošanu, jo valstīs, kurās nav attīstīta ķīmiskā rūpniecība, sintētiskos sveķus importē. Tā kā sintētisko sveķu uzglabāšanas laiks ir īss, tos importē pulverveida sintētisko sveķu veidā, kas izejvielas vēl vairāk sadārdzina. Saistībā ar to plātņu ražotāji atsakās no sintētiskiem sveķiem un izmanto vietējās izejvielas. Pārsvārā tās ir augu valsts bāzes līmes. Piemēram, no *mangroves* vai *wattle* koku mizām iegūst ekstraktvielas jeb tanīnu, ko var izmantot kā saistvielu kokskaidu plātņu izgatavošanā. Reakcijā ar formaldehīdu no tanīniem iegūst karsti cietējošu līmi, kuru lieto mitrumizturīgu plātņu ražošanā.

Šādas kokskaidu plātnes lielos apjomos izgatavo Dienvidāfrikā. Arī Austrālijā un Jaunzēlandē kokskaidu plātņu izgatavošanā tiek izmantotas tanīnu līmes. Piemēram, Austrālijā lieto šādu līmes recepti (masas daļas sausai substancei): mimozas tanīns – 100 vienības, ūdens – 113 vienības, NaOH – 0,9 vienības, paraformaldehīds – 10 vienības, rezorcīna un fenola maisījums – 5 vienības.

Jāpiebilst, ka Eiropā arvien vairāk tiek eksperimentēts ar kokskaidu plātņu izgatavošanā izmantojamiem tanīniem. Salīdzinājumā ar sintētisko sveķu līmēm tanīna sveķu līmju īpašības nav stabilas.

Līdztekus zināmiem neapstrādātiem produktiem (mizām) no *mangroves*, *quebracho*, kā arī no priedes (*radiata*) kokiem var iegūt enzimatiskos fenola polimērus. Tāpat ir bijuši mēģinājumi izmantot līdz šīm mazāk pētītas koku mizas, piemēram, lapegles.

Tuvākā vai tālākā nākotnē, līmes, kas izgatavotas no augu valsts izcelsmes produktiem, varētu vairāk izmantot kokskaidu plātņu izgatavošanā. Tāpat uz priekšdienām ir paredzēts palielināt skujkoku ekstraktu izmantošanu kā PF līmes aizvietošanas apjomā līdz 60 %.

Tomēr, ņemot vērā kokskaidu plātņu arvien pieaugošos ražošanas apjomus pasaulē, tikai ar augu valsts līmēm, tajā skaitā tanīnu, nav iespējams nodrošināt pietiekami lielu līmes ražošanas apjomu. Kokskaidu plātņu izgatavošanā izmantojot augu izcelsmes līmes, nepieciešama augstāka temperatūra, lielāks presēšanas spiediens un ilgāks presēšanas laiks. Savukārt dzīvnieku izcelsmes – glutīna un albumīna – līmes saistībā ar faktu, ka to apjomi ir nelieli, tiek lietotas kā modificēšanas līdzekļi. Šo līmju lietošana kokskaidu plātņu izgatavošanā vēl jāpierāda.

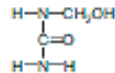
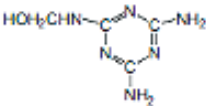
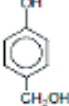
Iepriekš minētā informācija norāda uz faktu, ka kokskaidu plātņu ražošanā rūpnieciski attīstītās valstīs šobrīd izmanto sintētisko sveķu līmes.

Visbiežāk skaidu plātņu ražošanā lieto karbamīda-formaldehīda (saīsinājumā UF – angļu val. *Urea Formaldehyde*) sveķu līmes. Tām seko melamīna-karbamīda-formaldehīda (saīsinājumā MUF – angļu val. *Melamine Urea Formaldehyde*) un pēc tam fenola-formaldehīda (saīsinājumā PF – angļu val. *Phenol Formaldehyde*) līme.

1.3. tabulā apskatāmas lietoto sveķu ķīmiskās formulas.

1.3. tabula

Izmantojamās līmes (Thoemen u.c., 2010)

Karbamīds	Melamīns	Fenols	Formaldehīds
Mono-metil-karbamīds	Mono-metil-melamīns	Mono-metil-fenols	
Mono methylol urea 	Mono methylol melamine 	phenol 	

Sintētisko sveķu līmes ir termoreaktīvas līmes, kuru pilnīgai sacietēšanai ir nepieciešama paaugstināta temperatūra.

Ražošanā izmanto arī izocianātu bāzes metilēndifenildiizocianātu (saīsinājumā MDI – angļu val. *Methylene Diphenyl Diisocyanate*) līmes. Lietojot šīs līmes, gaisā neizdalās brīvais formaldehīds, tomēr to sastāvā esošie izocianāti arī ir kaitīgi gaistoši savienojumi. Izmantojot MDI līmes, to patēriņš ir daudz mazāks nekā uz formaldehīda bāzes ražotas sveķu līmes lietošana.

Karbamīda-formaldehīda sintētiskos sveķus izgatavo, karbamīdu un formalīnu (formaldehīda 40 % šķīdumu ūdenī) kondensējot temperatūras ietekmē ūdens šķīdumā un lietojot skābes katalizatorus. Agrāk kondensācija tika veikta atsevišķās partijās, taču šobrīd kondensāciju veic lielās nepārtrauktas darbības iekārtās. Sākotnēji tiek izgatavots priekškonsensāts. Turpmākā kondensācija norit kokskaidu plātņu izgatavošanas procesā presēšanas laikā pie paaugstinātas temperatūras. Priekškonsensāts ir uzglabājams ierobežoti, jo pēc atdzišanas līmes šķīduma vājas sārmošanās kondensācijas process lēni turpinās. Ja priekškonsensāta viskozitāte sasniedz 200 līdz 500 mPa s (attiecināta uz 66 % UF sintētisko sveķu šķīdumu), uzglabāšanas ilgums pie temperatūras 20 °C ir 3 līdz 12 nedēļas. Kā cietinātājus šiem sveķiem izmanto amonija sulfātu ((NH₄)₂SO₄) vai amonija nitrātu (NH₄NO₃). Iepriekš lietotais cietinātājs – amonija hlorīds (NH₄Cl) – vairs netiek izmantots saistībā ar iespējamu dioksīna veidošanos, sadedzinot kokskaidu plātņu gabalatlikumus.

Cietinātājā amonija joni temperatūras iedarbībā reaģē ar sintētiskos sveķos esošo formaldehīdu, veidojot heksametilēntetramīnu, sērskābi vai slāpekļskābi un ūdeni. Radušos skābju ietekmē ievērojami paātrinās līmes sacietēšana. Pamatā amonija sāļu un līmes formaldehīda apmaiņas reakcija norisinās pie zemākām temperatūrām, respektīvi, jau pirms presēšanas. Lai šo nevēlamo priekšsacietēšanu aizkavētu, līmes šķīdumam dažreiz pievieno tā saucamās bufervielas, piemēram, amonjaku vai karbamīdu. Tāpat ir iespējams abas šīs komponentes kombinēt. MDI pievienošana UF līmei paātrina tās sacietēšanu.

Pie zemām temperatūrām nelielos daudzumos radušās cietinātāja skābes ar amonjaku tiek neitralizētas. Pēc tam karstā presē amonjaka bufervielu ļoti ātri ar ūdens tvaiku tiek aizvadīta, un limes sacietēšana norit ierastā veidā.

Karbamīda iedarbība norisinās citādāk. Pirms siltuma iedarbības līmē esošais nelielais brīvā formaldehīda daudzums saistās ar karbamīdu, jo no amonija sāļiem nerodas skābes. Pēc tam karstā presē siltuma ietekmē no limes papildus lielākā daudzumā izdalās formaldehīds, kas netiek absorbēts ar nelielu daļu karbamīda, jo amonija sāļu reakcijas rezultātā ar pārējo formaldehīdu cietinātāja skābes izdalās brīvi. Izmantojot amonija hlorīdu vai amonija nitrātu, limes sacietēšana norit labāk nekā amonija sulfāta lietošanas gadījumā. Tas izskaidrojams ar faktu, ka sālskābe amonija hlorīda lietošanas rezultātā un slāpekļskābe amonija nitrāta lietošanas dēļ ir gaistošas, un plātnes formēšanā labāk izdalās kā sērskābe no amonija sulfāta, kas nav gaistoša.

Parasti kā bufervielu lieto amonjaku, kas ir ievērojami lētāks par karbamīdu, lai gan, izmantojot karbamīdu, būtiski samazinās brīvā formaldehīda emisija.

Līdztekus amonija sāļiem par cietinātāju tiek izmantots heksametilēntetramīns. Ieteicamāk to lietot kombinācijā ar nelielu daudzumu amonija hlorīda vai vēl labāk – ar amonija nitrātu. Augstas temperatūras iedarbībā heksametilēntetramīns sadalās formaldehīdā un amonjakā. Kamēr amonjaks nekavējoties izgaist, formaldehīds iedarbojas uz amonija hlorīdu, veidojot cietinātāja skābi.

Heksametilēntetramīns ir salīdzinoši dārgs, tāpēc to lieto kā cietinātāju tikai tādos gadījumos, ja ar amonija sāļiem nav iespējams optimāli strādāt. Tas ir lielisks risinājums situācijās, kad ir nepieciešams novērst priekšsacietēšanu jau mērena siltuma gadījumā. Šis pieņēmums ir spēkā, ja apsveķotās skaidas uzglabāšanas bunkuros vai starpbunkuros jāuzglabā relatīvi karstas vai arī ja paklāja ārējā slānī jānovērš priekšsacietēšana siltumstarojuma ietekmē vai karstā presē pirms spiediena ietekmes, kas gan attiecas tikai uz daudzstāvu presēm. Pēdējā laikā tiek lietotas UF limes ar zemu U:F molāro attiecību 1 pret 1,25, un saistībā ar zemāku brīvā formaldehīda daudzumu šāda veida UF līmēm kā bufervielu nelieto amonjaku, bet gan cietinātāju (3 % uz sausu sveķu daudzumu).

UF līmēm ar zemu formaldehīda daudzumu par cietinātāju tiek izmantots arī amonija peroksīda disulfāts. Tā iedarbība tiek pamatota ar faktu, ka siltuma iedarbībā reakcijā ar ūdeni atdalās skābeklis un izveidojas skābe amonija hidrogēnsulfāta vide, kas darbojas kā skābe. Taču jāņem vērā, ka šī cietinātāja lietošana ir riskanta, jo skābes veidošanās sāk norisināties jau limes šķīdumā, tādēļ limes šķīduma derīguma termiņš būtiski samazinās.

Kokskaidu plātņu izgatavošanā karstās presēšanas laikā izdalās daļa no brīvā formaldehīda. Šī iemesla dēļ pēdējo gadu laikā UF sintētisko sveķu izgatavotāji cenšas samazināt karbamīda un formaldehīda attiecību, cik vien tas tehniski ir iespējams. Līdz 1980. gadam pārsvarā molārā attiecība karbamīdam pret formaldehīdu bija 1 pret 1,6 līdz 2,0. Turpretī mūsdienās šī attiecība ir 1 pret 1,05 līdz 1,25.

Kokskaidu plātņu izgatavošanā vienmēr jāievēro optimāli sacietēšanas nosacījumi (cietinātāja daudzums, skaidu mitrums, apsveķoto skaidu izturēšanas laiks), lai nesamazinātos kokskaidu plātņu stiprība un nepalielinātos uzbriešana plātnes biezumā.

Neraugoties uz nepilnībām, kas piemīt UF līmei (formaldehīda izdalīšanās, zema mitrumizturība), kokskaidu plātņu izgatavošanā tā joprojām tiek lietota kā galvenā

saistviela, piemēram, Vācijā UF līme kā saistviela tiek izmantota apmēram 85 % gadījumā.

Formaldehīda izdalīšanās lielākā vai mazākā mērā ir novērojama arī gatavām kokskaidu plātnēm. Turpmāku formaldehīda izdalīšanos var būtiski samazināt, atsevišķi UF līmei vai skaidām lietojot tā dēvētos formaldehīda neitralizētājus – piemēram, lielākā daudzumā izmantojot karbamīdu vai amonjaku. Būtisku formaldehīda emisijas samazināšanos var panākt arī ar formaldehīdu neitralizējošiem krāsojumiem plātņu pēcapstrādē.

UF sveķu līmes ir mitruma neizturīgas, taču, pievienojot melamīnu (3 līdz 8 %), izveidojas melamīna-karbamīda-formaldehīda sveķu līme, kas ir mitrumizturīga.

Turpmāku MUF līmes mitrumizturību var paaugstināt, ja sintētisko sveķu izgatavošanā pievieno apmēram 5 līdz 15 % fenola vai rezorcīna, vai arī jau gatavai līmei pievienojot albumīnu. Kokskaidu plātnēm, kas līmētas ar MUF līmēm, piemīt vairākas priekšrocības. Lietojot šādas kokskaidu plātnes apstākļos ar īslaicīgu mitruma iedarbību, tās ir noturīgas. Paaugstinot līmes patēriņu pie īslaicīgas mitrumiedarbības, kokskaidu plātņu uzbriešana ievērojami samazinās, tāpat tiek novērota arī plātņu stiprības rādītāju samazināšanās normas robežās. Šādi izgatavotām kokskaidu plātnēm raksturīga mazāka uzbriešana nekā ar PF līmēm līmētām kokskaidu plātnēm. Kā trūkumu var minēt iespējamu hidrolītiskās līmes saišu sairšanu ilgstošas mitrumiedarbības rezultātā. Tīru melamīna-formaldehīda (saīsinājumā MF – angļu val. *Melamine Formaldehyde*) līmi ir iespējams izmantot kā saistvielu, tomēr tā ir daudz dārgāka. Arī MUF sveķu līme ir krietni dārgāka par UF sveķu līmi, jo katrs pievienotais melamīna apjoma procents paaugstina sveķu izmaksas par aptuveni 15 līdz 20 %.

Plātņu lietošanai mitros apstākļos var izmantot arī fenola-formaldehīda sveķu līmi. PF sveķus iegūst, fenolu kondensējot ar formalīnu nātrija hidroksīda (NaOH) klātbūtnē.

Pievienojot sārmu, kondensācijā izveidojas ūdenī labi šķīstošs priekšskondensāts (Rezols). Fenola un formaldehīda molārā attiecība ir aptuveni 1 pret 2,5. Sārma pārākums ļauj kondensācijas pakāpi (pie viskozitātes 200 līdz 500 mPa s) vēl paaugstināt.

Izgatavojot kokskaidu plātnes ar ļoti sārmainu PF līmi, nav ieteicama tās izmantošana ļoti mitros āra apstākļos. NaOH ir ļoti hidroskopisks, tāpēc kokskaidu plātņu līdzsvara mitrums noteiktos klimatiskos apstākļos ir lielāks nekā masīvkoksnei. Ja ar UF sveķu līmi izgatavotu kokskaidu plātņu līdzsvara mitrums ir līdzīgs masīvkoksnei, tad ar PF līmi izgatavotu kokskaidu plātņu ar augstu sārma saturu (līdz 25 % attiecībā uz sveķu sausi) līdzsvara mitrums ir augstāks.

Kokskaidu plātnes ar augstu sārma saturu nav ieteicams izmantot būvniecībā, āra apstākļos un zem grīdām. PF sveķu sārmainā kondensācijā pievienojot karbamīdu, viskozitāte tiek samazināta, un var izgatavot vāji sārmainus sveķus ar labu reakcijas iedarbību.

Augstu sveķu cietēšanas ātrumu var sasniegt, samazinot sintētisko sveķu koncentrāciju un samazinot sārma saturu ar augstu kondensēšanās pakāpi. Lietojot šos sveķus, plātņu vidusslānī izveidojas pārāk liels mitrums, tāpēc tie izmantojami kokskaidu plātņu ārējā slānī.

Izmantojot vāji sārmainus sveķus vidējam slānim, var lietot katalizatorus – kālija

karbonātu vai rezorcīnu. Taču jāņem vērā, ka tie ir dārgi un tiek izmantoti retos gadījumos.

Daļēji šo problēmu var novērst, veicot tvaika ievadi plātņu presēšanas laikā. No-kraujot karstas kokskaidu plātnes, izgatavotas ar PF līmi, tās var iekrāsoties dzeltenā tonī, kas norāda uz etiķskābes rašanos.

Sārmaini kondensētās PF līmes karstās presēs sacietē bez cietinātāja, taču, salīdzinot ar UF un izocianātu līmēm, sacietēšanas ātrums ir krietni mazāks. Lai paātrinātu sa-cietēšanu, jāpaaugstina presēšanas temperatūra vai jāpievieno cietinātāji. Ļoti sārmai-ni un ar augstu priekškondensāciju iegūtie PF sveķi cietē ātrāk. Turpmāku presēšanas ātruma palielinājumu iespējams sasniegt, kā cietinātāju pievienojot kālija karbonātu (5 % attiecīnāto uz sveķu sausni). Kālija karbonāta ietekmē kokskaidu plātnēm piemīt tieksme mainīt krāsu, jo tas ir ūdeni šķīstošs elements. PF līmei labākais cietinātājs ir rezorcīns, taču rūpnieciski to lieto retos gadījumos augstās cenas dēļ. PF sveķu līme padara plātnes tumšākas, jo arī pati līme ir tumšākā krāsā. Tās lietošanu ierobežo izmaksas, jo šī veida līme ir divas reizes dārgāka par UF sveķu līmi, turklāt PF sveķu līmes sacietēšanai ir nepieciešama augstāka temperatūra un ilgāks laika periods, kas savukārt samazina plātņu ražošanas produktivitāti.

Plātnes iekšējos un ārējos slāņos lietotās līmes sastāvs var būt atšķirīgs, un to var ap-rēķināt pēc tilpuma daļām vai pēc masas daļām. Piemēram, līmēšanai izmantojot UF sveķu līmi – iekšējiem slāņiem paredzētās līmes sveķu saturs ir no 4 līdz 8 %, ārējiem slāņiem no 8 līdz 14 %. Lietojot PF sveķu līmi – iekšējiem slāņiem paredzētās līmes sveķu saturs ir no 6 līdz 9 %, ārējiem slāņiem no 8 līdz 12 %. Izmantojot MDI līmi – iekšējiem slāņiem paredzētās līmes sveķu saturs ir no 2 līdz 4 %, ārējiem slāņiem no 6 līdz 8 %. Līmes veids un daudzums ir atkarīgs no plātnes lietojuma veida (sausī vai mitri apstākļi), daļiņu lieluma, kā arī karstās presēšanas režīma.

Plātnēm izmantošanai sausos apstākļos, lietojot UF sveķu līmi, sastāvdaļu attiecība var būt šādās proporcijās: UF sveķi (sausne 66 %) 100 kg, cietinātājs (15 %) 10 kg, pa-rafina emulsija (50 %) 10 kg un ūdens 10 kg, visam kopā sverot 132 kg. Plātnēm, kas paredzētas izmantošanai mitros apstākļos, lietojot PF sveķu līmi, sastāvdaļu attiecība var būt šādās proporcijās: PF sveķi (sausne 45 %) 100 kg, cietinātājs (50 %) 5 kg, para-fīna emulsija (50 %) 15 kg, ūdens 0 kg, visam kopā sverot 120 kg.

Organisko izocianātu (metilēndifenildiizocianātu) saistvielas kokskaidu plātņu iz-gatavošanā lieto jau no 1973. gada. Kokskaidu plātņu izgatavošanā vienlaikus izmanto metilēndifenil-4,4-diizocianātu, dimērus un oligomērus kā arī polimēru difenilme-tāndiizocianātu (PMDI). Citi diizocianāti, piemēram, difurfuoldiizocianāti (EDFI), līdz šim netiek lietoti.

Lai gan izocianāti ierastā izpratnē nav līme, fiziskā skaidu saistīšanās ir ciešāka nekā ķīmiskā saistīšanās starp izocianātiem un koksni. Izocianāti reaģē arī ar koksnes lignīnu un celulozi. To mitrumizturība atbilst PF līmju mitrumizturībai un parasti lieto bez cietinātāja.

Metilēndifenildiizocianāts ir organisks šķīdums bez ūdens un šķīdinātājiem, tāpēc, apsveķojot skaidas, nav nepieciešams papildu ūdens (kā tas ir kondensācijas sveķu līmju gadījumā). Saistībā ar šo faktu plātņu vidējais slānis var būt relatīvi sausāks un ar lielāku pretpiedienu var sasniegt lielāku ārējo slāņu sablīvēšanos, kas paaugstina plātnes mehāniskās īpašības. Šādi sasniegtais presēšanas laiks ir par aptuveni 20 % īsāks, nekā līmējot ar UF vai PF līmēm.

Izocianāta savienojumos nav higroskopisku sāļu un formaldehīda gāzes. Saistībā ar

higroskopisku sāļu neesamību, kokskaidu plātņu, kuru izgatavošanā izocianāti lietoti kā saistviela, līdzsvara mitrums atbilst masīvkoksnē līdzsvara mitrumam.

Pilnīgas sacietēšanas ātrums izocianātiem ir lielāks nekā UF līmēm un tīrām PF līmēm. Izocianātiem ir tieksme saistīties ar metāliem, tāpēc, lai ar izocianātiem ap-sveķotās skaidas nepieliptu pie karstajām presplātnēm, ārējiem plātņu slāņiem tiek izmantotas parastās līmes vai speciāli šķīdumi. Jāpiebilst, ka ir bijuši mēģinājumi šos atdalošos šķīdumus ievadīt pašos izocianātos. Piemēram, ASV dažās trīskārtai-no kokskaidu plātņu ražošanas rūpnīcās to izgatavošanā vidējā plātnes slānī izmanto PMDI un ārējos plātnes slāņos PF līmi, tādējādi sasniedzot optimālu izmaksu un plāt-ņu īpašību attiecību.

Sulfīta atsārmu kā saistvielu kokskaidu plātņu izgatavošanā sāka izmantot Dānijā no 1960. gada. Metodes pamatā ir skaidu un atsārma maisījuma izturēšana karstā presē apmēram 30 minūtes, līdz tas pietiekami turas kopā. Pēc tam aptuveni 2 stundas tas tiek izturēts autoklāvā 160 °C temperatūrā un 10 bāru spiedienā. Šādā veidā izga-tavotās kokskaidu plātnes pēc 24 stundu izturēšanas ūdenī pie temperatūras 20 ± 2 °C uzbriest biezumā ne vairāk par 1 %. Šī kokskaidu plātņu izgatavošanas *Pedersena* metode ir nosaukta tās atklājēja vārdā. Sajaucot sulfīta atsārmu ar PF līmi, iegūst ne-daudz uzlabotus procesa nosacījumus. Līdzīgs metodes veids tiek lietots *Chentech* tehnoloģijā.

Kokskaidu plātņu, kuru izgatavošanā kā saistviela izmantots sulfīta atsārms, uz-briešanas samazināšanos ūdenī var izskaidrot ar šo plātņu izturēšanu autoklāvā. Arī kokskaidu plātnes, kuru izgatavošanā par saistvielu izmantota PF līme, pēc aktivizēša-nas autoklāvā uzrāda līdzīgus rezultātus. Kā trūkumu šāda veida apstrādei autoklāvā var minēt plātņu stiprības rādītāju samazināšanos, turklāt šāda veida kokskaidu plāt-nēm piemīt arī asa smaka.

Somijā 20. gadsimta 70. gados tika veikti pētījumi, sulfīta atsārma augstmoleku-lāro frakciju pievienojot PF līmei kā pildvielu. Šī izejviela ir pazīstama ar nosauku-mu *Karatex*. Toreiz, pieaugot mākslīgo sintētisko līmju izmaksām pēc naftas krīzes 1973. gadā, palielinājās interese par sulfīta atsārmu kā piedevu vai aizvietotāju UF un PF līmēm.

Kokskaidu plātnes ir iespējams izgatavot, izmantojot arī termoplastiskās līmes, pie-mēram polivinilacetāta (saīsinājumā PVA – angļu val. *Polivinyll Acetate*) vai polivi-nilhlorīda (saīsinājumā PVC – angļu val. *Polivinyll Chloride*) līmi. Šīs līmes ir daudz dārgākas par, piemēram, UF līmēm. Saistībā ar tām raksturīgo plastiskumu augstu temperatūru ietekmē samazinās izgatavoto kokskaidu plātņu dimensiju stabilitāte, tā-pēc termoplastiskās līmes modificē ar UF vai MF līmēm.

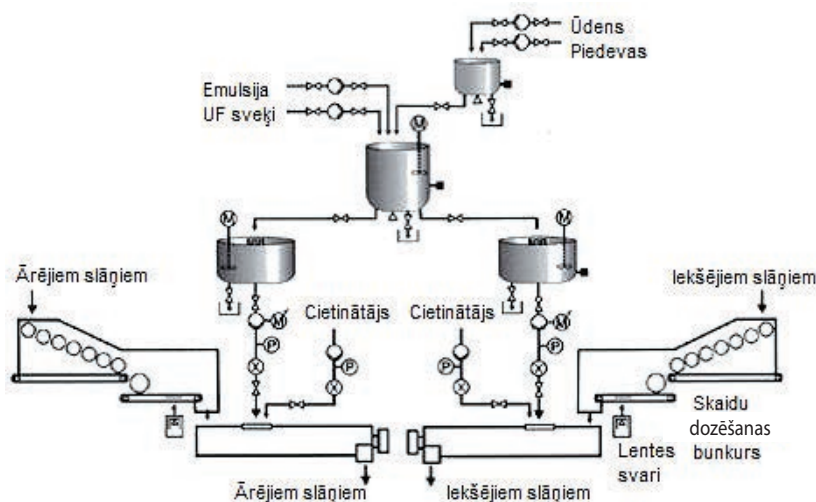
Ekonomisku apsvērumu dēļ līmei presē būtu jāsacietē 1 līdz 5 minūšu laikā, un vienlaikus tai ir jābūt pietiekami dzīvotspējīgai 20 līdz 30 minūtes, pirms tai pievada spiedienu. Saistvielu izmaksas no kopējām plātņu ražošanas izmaksām veido apmē-ram 15 līdz 25 %. Ņemot vērā to izmantoto apjomu, kas ir 2 līdz 10 % no koksnē ma-sas, var spriest par šī skaitliski nelielā daudzuma ietekmi uz kopējām plātņu ražošanas izmaksām.

Apkopojot visu iepriekš minēto informāciju, būtiski ir piebilst – katra ražotne līmes šķīdumu sajauc saskaņā ar iepriekš pārbaudītām un tehniski-ekonomiski izdevīgām receptēm, kuru sastāvā ir ūdens, cietinātājs un pildvielas, piemēram, antipirēni, anti-septiķi, krāsvielas plātnes īpašību uzlabošanai un speciālas vielas sava produkta atpa-zīšanai nepieciešamības gadījumā.

1.9.2. Līmēšanai izmantojamās iekārtas un palīgapriekojums

Lai nodrošinātu nepieciešamo proporciju starp koksnes daļiņām un līmes jeb saistvielas masu, pirms to savstarpējās samaisīšanas pastāvīgi nepieciešams dozēt komponentes. Kokskaidu masas dozēšanu var veikt pēc tilpuma, masas, vai abus iepriekš minētos fizikālos lielumus kombinējot.

Periodiskas darbības līmes jaukšanas iekārtas (skat. 1.38. att.) izmanto maza un vidēja ražošanas apjoma skaidu plātņu ražotnēs, kas darbojas ilglaicīgi, nemainot līmes sastāvu. Līmes sajaukšanas laikā visas līmes komponentes, izņemot cietinātāju, tiek samaisītas tvertnē. Cietinātāja šķīdumu, pirms sajaukšanas ar pārējām līmes komponentēm, pievieno skaidām, un tad sajauc visu kopā.



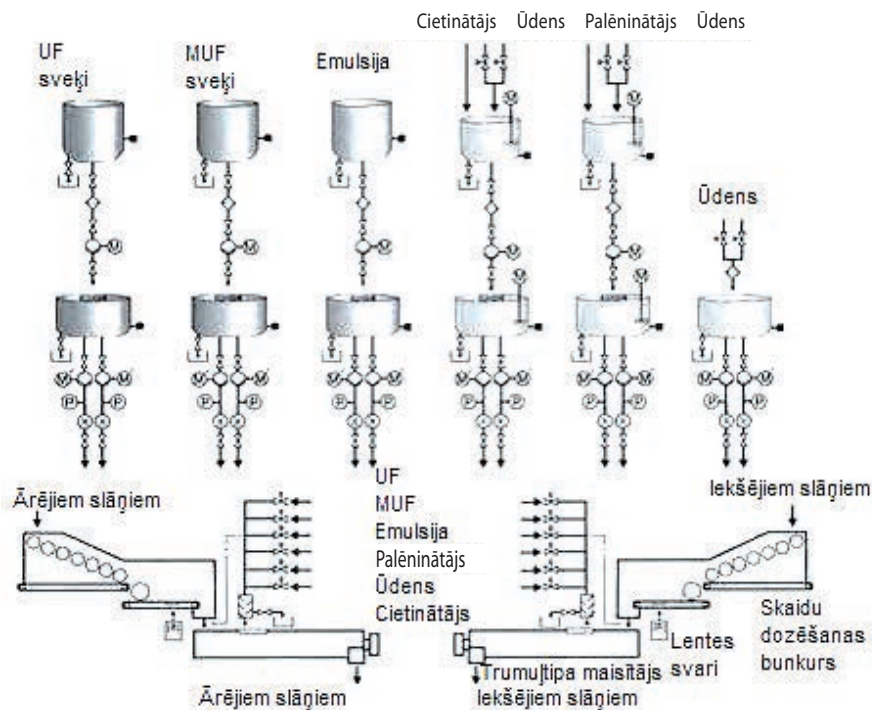
1.38. att. Periodiskas darbības līmes sagatavošanas iekārta (Thoemen u.c., 2010).

Liela apjoma KSP ražošanas uzņēmumos tiek izmantotas nepārtrauktas darbības (*in-line*) līmes sagatavošanas iekārtas (skat. 1.39. att.). Līmes sajaukšanu un receptes izpildi parasti kontrolē un pārvalda ar datorsistēmas palīdzību. Nepārtrauktas darbības iekārtās visas līmes sastāvdaļas vienlaikus pievieno uzreiz maisītājā. Izmantojot šāda veida līmes sajaukšanas iekārtas, var iegūt vienveidīgāku līmes kvalitāti. Tā kā līmes sastāvdaļas tiek pievienotas vienkopus, tās iespējams vieglāk dozēt, un arī pats līmes ražošanas process ir elastīgāks, raugoties no līmes receptes mainīšanas viedokļa. Šādas iekārtas darbības galvenais ieguvums ir izejvielu ietaupījums apmērā līdz 5 %, optimāla pielāgošana jebkura veida izejvielām un prasībām, izmantojot integrētu dozēšanas sistēmu, pamatojoties uz plūsmas mērītājiem un nepārtrauktai pievienojamo sastāvdaļu svēršanai.

Praksē izmanto dažādas līmes sastāvdaļu mērīšanas un dozēšanas metodes:

- līmes plūsmas masas mērīšana saskaņā ar *Coriolis* darbības principu. Ir piemērota visa veida sastāvdaļu apjoma noteikšanai ar mainīgām īpašībām – blīvumu, viskozitāti vai elektrisko vadītspēju. Ar šīs sistēmas palīdzību mēra faktisko masas plūsmu;

- magnētiski-induktīvā mērīšanas metode tiek lietota ūdens bāzes šķidrumiem, sastāvdaļām nosakot elektrisko vadītspēju;
- masas plūsmas mērīšana ar dozējošiem svariem ir pārbaudīta un ir ļoti precīza mērīšanas un dozēšanas metode. Tā ir piemērota šķidrām un pulverveida līmes sastāvdaļām vai piedevām. Tās darbības iespējams viegli kalibrēt un pārbaudīt, pat dažādu plūsmas pārvietošanās ātrumu gadījumā.



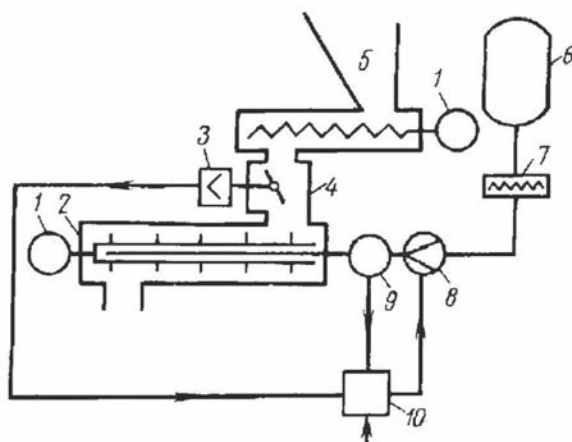
1.39. att. Nepārtrauktas darbības līmes sagatavošanas plūsma
(Thoemen u.c., 2010).

Lai nodrošinātu atbilstošas koksnes masas un līmes masas attiecību, pirms to sajaukšanas nepārtraukti ir jāveic šo komponentu dozēšana.

Birstošās skaidu masas daudzums ir atkarīgs no daudziem faktoriem – daļiņu formas un lieluma, koksnes sugas un tās frakcijas sastāva. Koksnes daļiņu un saistvielas sajaukšanas posmā dozēšanas kļūda nedrīkst pārsniegt 4 % robežu, tāpēc, pārvietojot skaidas uz maisītāju un formējot skaidu paklāju pirms presēšanas, izmanto svēršanas metodi. Šim mērķim tiek lietoti svari, sverot paklāju nepārtraukti un atbilstot uz cikla ilgumu. Cikls tiek izskaitļots sekundēs, pamatojoties uz birstošā materiāla izlietojuma apjomu vienas stundas laika periodā.

Sajaukšana ar līmi ir žāvētu koksnes daļiņu un sagatavotās līmes savstarpējā sajaukšana (sajaukšana), un tās rezultātā jāpanāk līmes pilienu vienmērīga piesaiste katrai atsevišķai daļiņai un koksnes masai kopumā. Tā kā līme ir šķidrās konsistences, to var izsmidzināt ar augstspiediena hidrauliskajām sprauslām vai ar gaisa izsmidzināšanas sprauslu palīdzību. Izmantojot augstspiediena hidrauliskās sprauslas, izsmidzināmo pilienu izmēri ir atkarīgi no sprauslu izmēriem un veida, izsmidzināmā šķidruma viskozitātes un īstenotā spiediena, kas sasniedz 5 līdz 17 MPa. Šo sprauslu izmantošanas trūkumi ir to darbības nodrošināšanai nepieciešamais augstais spiediens, kā arī bieži novērotā sprauslas aizsērēšana. Visi iepriekš minētie faktori ir jāņem vērā arī gadījumos, kad tiek izmantotas gaisa iz-

smidzināšanas sprauslas, lai gan šādās situācijās darba spiediens ir krietni zemāks, turklāt gaisa spiediens, kas ietekmē šķidruma caurplūdes ātrumu, iespaido arī pilienu lielumu. Literatūrā pieejamos datus minēts, ka ideāls pilienu lielums (diametrs) ir mazāks par 35 μm (Thoemen u.c., 2010). Praktiski ražošanā izmantoto pilienu izmērs ir no 30 līdz 100 μm . Par galveno iemeslu kalpo fakts, ka formaldehīdu saturošās līmes ir koloidālas suspensijas un to izsmidzināšana ir apgrūtināta. Līmes viskozitāte un apkārtējās vides temperatūra ietekmē sveķu iesūkšanos koksnēs daļiņās. Ideālā gadījumā līmes daļiņām jāpaliek uz skaidu virsmas tā, lai nodrošinātu ciešāku un labāku apsveķoto skaidu saķeri un salīmēšanos. Mazākās koksnēs daļiņas absorbē piecas reizes vairāk līmes nekā lielākās, attiecinot pēc masas daļām. Šī iemesla dēļ bieži vien smalkākās skaidas pievieno maisītāja (*blender*) izejas galā, lai samazinātu līmes iesūkšanās apjomu. Daļiņu un līmes dozēšana ir nepieciešama, lai nodrošinātu kontrolētu izejvielu plūsmu sajaucējā un panāktu viendabīgāku sajaukto kokskaidu-līmes masu. Daļiņu dozēšanas tvertnes (pirms maisītāja) darbības principiālā shēma ir norādīta 1.40. attēlā. Šajā sistēmā mērierīces elektriskais signāls no pastiprinātāja (3) ir proporcionāls saņemto skaidu daudzumam. Plūsmas mērītājs (9) nosaka saistvielas faktisko daudzumu, salīdzina to ar nepieciešamo, un, ja rādītāji nesakrīt, sūta signālu automātisku izmaiņu īstenošanai līmes sūkņa (8) darbībā. Lai sistēma darbotos stabili, svarīgi panākt vienmērīgu skaidu padevi plūsmā.



1.40. att. Skaidu un līmes dozēšanas principiālā shēma:

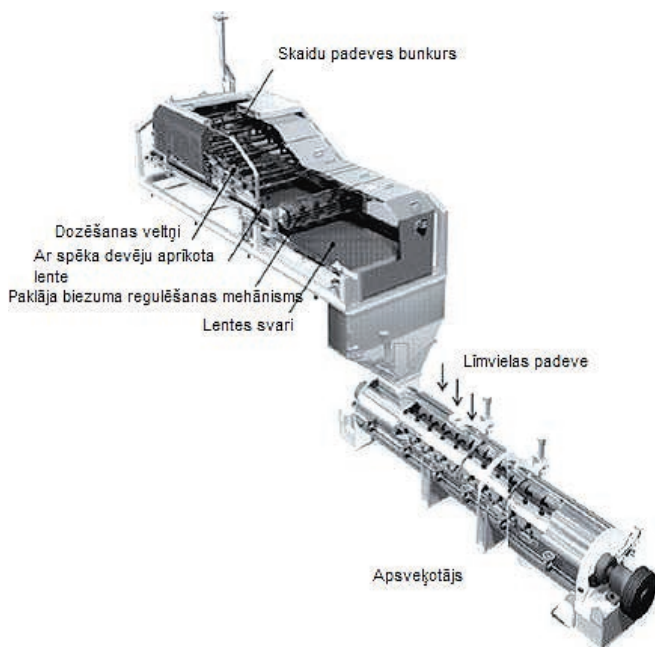
- 1 – elektromotori; 2 – maisītājs; 3 – elektriskā signāla pastiprinātājs;
- 4 – kokskaidu padeve no dozatora uz maisītāju;
- 5 – skaidu padevējs no uzglabāšanas bunkura;
- 6 – līmes tvertne; 7 – filtrs; 8 – sūknis; 9 – līmes patēriņa skaitītājs;
- 10 – skaidu un saistvielu apjoma attiecības regulētājs

(Volinskis, 2004).

Skaidu dozatori ir aprīkoti ar ļoti smalku daļiņu (putekļu) nosūkšanas sistēmu un lentveida padeves elementiem ar skrāpjiem, lai dozēšanas tvertnes padeves lenti varētu saglabāt tīru. Sviri nodrošina caurplūstamā materiāla izplūdes daudzuma kontroli.

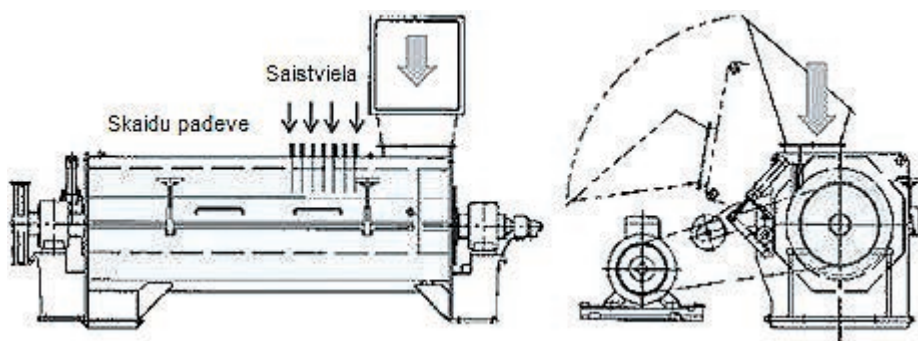
Mūsdienās izmanto nepārtrauktas darbības maisītājus (skat. 1.41. att.), lai pievienotu sveķu līmi un citas piedevas, piemēram, emulsijas un vasku.

Līmi un citas piedevas izsmidzina uz žāvētām skaidām, kuru mitrums parasti ir robežās no 2 līdz 5 %.



1.41. att. Nepārtrauktas skaidu padošanas uz maisītāju padeves iekārta
(Thoemen u.c., 2010).

Skaidu-līmes maisītājus iedala īslaicīgas un ilglaicīgas apstrādes cikla darbības iekārtās. Kopš 20. gadsimta 50. gadiem plaši izmanto īslaicīgas apstrādes (2 līdz 3 sekundes) maisītājus. To garums ir 2 līdz 3 m, diametrs var sasniegt 600 mm, savukārt rotācijas frekvence ir robežās no 600 līdz 1000 apgriezieniem vienā minūtē (skat. 1.42. att.).

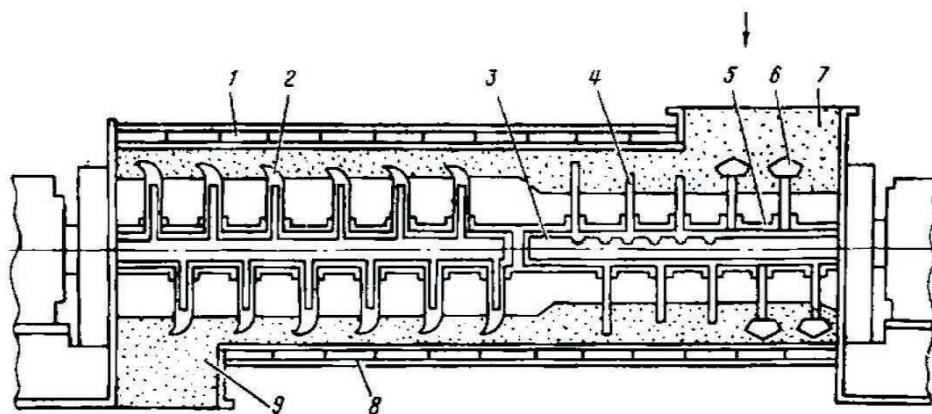


1.42. att. Īslaicīgas darbības kokskaidu-līmes maisītājs
(Thoemen u.c., 2010).

Ilglaicīgas darbības kokskaidu-līmes maisītāja trumuļa garums var sasniegt pat 5 metrus, un tā darbības ilgums ir mērāms minūtēs, tomēr sajauktās masas caurplūdei ir jābūt tikpat apjomīgai kā īslaicīgas darbības iekārtai. Ar šī maisītāja palīdzību var panākt viendabīgāku sajaukto kokskaidu-līmes masu.

Kokskaidu un līmes komponentu samaisīšana jeb skaidu pārklāšana ar sveķiem notiek nepārtrauktas darbības maisītājos. Tie var būt ar iekšēju un ārēju saistvielas padevi. Līmes iekšējās padeves gadījumā skaidas nonāk maisītājā (skat. 1.43. att.) caur skaidu ievades atveri (7), kas ir novietota perpendikulāri pret maisītāja tvertni. Uz galvenās darba vārpstas novietotie rotācijas elementi (6) nodrošina skaidu

masas vienmērīgāku pārvadi. Līme nonāk maisītājā caur dobtu vārpstu (3), uz kuras ir izvietotas dažāda garuma sprauslas (4). Centrālās spēka ietekmē, jo vārsta griešanās ātrums var sasniegt 1220 apgriezienus vienā minūtē, līme tiek uzklāta skaidu masai, un, pateicoties dažādam sprauslu garumam, tiek noklātas visas daļas, tostarp rupjākās frakcijas skaidas, jo, rotējot darba vārpstai, tās tiek novirzītas tālāk no tās. Ar līmi apsveķotās skaidas pārvieto tālāk uz citu maisītāja darbības zonu, kur maisīšanas procesu turpina veikt vārpstas elementi (2), kuru forma veicina līmes izlīdzināšanu un tās pārpalikuma savienošānu ar blakus daļiņām. Apsveķota ar līmi, skaidu masa tālāk tiek virzīta uz izvades atveri (9), kas ir novietota perpendikulāri maisītāja tvertnei.



1.43. att. Kokskaidu-saistvielas maisītājs ar iekšējo saistvielas ievadi:

- 1 – korpuss; 2 – līmes izlīdzinošie darba vārpstas elementi; 3 – dobtā vārpsta;
4 – sprauslas; 5 – savienojums; 6 – kokskaidu masas sadales elementi; 7 – ievades atvere;
8 – atdzesētājs, 9 – izvades atvere

(Volinskis, 2004).

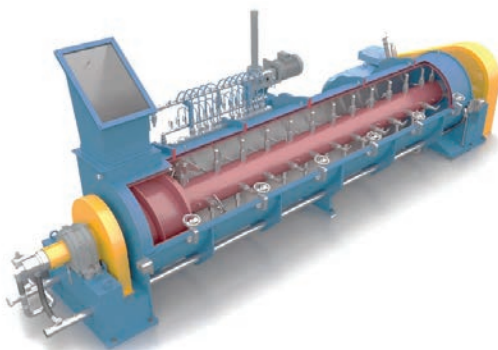
Ražotāji vienslāņu un specifiska blīvuma plātņu ražošanā bieži izmanto vienu kokskaidu-līmes maisīšanas agregātu.

Divi šādi agregāti jāizmanto trīs un vairākslāņu KSP ražošanā, jo no viena maisītāja ar līmi samaisītās skaidas (rupjā frakcija) izmanto plātnes vidusslānim, bet no otra maisītāja ar līmi samaisītās skaidas (smalkā frakcija) lieto plātnes ārējā slāņa izveidei. Tādējādi rodas iespēja optimizēt līmi un piedevu apjomu plātnes iekšējiem vai ārējiem slāņiem. Piemēram, var pievienot lielāku cietinātāja apjomu plātnes skaidu vidusslānim, lai paātrinātu līmes sacietēšanas ātrumu, vai pievienot lielāku ūdens daudzumu līmei, kas paredzēta plātnes ārējiem slāņiem, tādējādi mazinot mitruma atšķirību starp plātnes ārējiem un iekšējiem slāņiem, kas samazina „tvaika sprādziena” rašanās iespējamību plātnes karstās presēšanas laikā.

Šāda maisītāja korpuss un ātrgaitas vārpsta aprīkota ar noslēgtu ūdens dzesēšanas sistēmu. Ieplūstošā ūdens temperatūra sistēmā nav lielāka par 12 °C, savukārt izejošā ūdens temperatūra nav augstāka par 14 līdz 17 °C. Dzesēšana novērš priekšlaicīgu saistvielas sacietēšanu, un mitrums, kas kondensējas uz tvertnes iekšējām sienām, samazina saistvielas apķepšanu uz maisītāja darba daļām, atvieglojot tā tīrīšanu, kā arī samazinot apstrādājamo skaidu berzi pret maisītāja daļām. Lai berze tiktu samazināta vēl lielākā apmērā, maisītājā ievada parafīna emulsiju (kopā ar līmi vai atsevišķi), nepārsniedzot apjomu 0,2 % (rēķinot attiecībā pret absolūti sausu skaidu masu).

Maisītājos ar iekšējo saistvielas padevi tiek izmantoti vienkāršāki un racionālāki frakcionēšanas principi, dažāda izmēra skaidu atsevišķa apsveķošana ar līmi. Trumuļa rotācijas laikā, izmantojot tā iekšienē novietoto padeves mehānismu, caur sprauslām, kuru diametrs ir 4 līdz 5 mm, izsmidzinātā saistviela centrālās spēku ietekmē rada miglveida mākonī ļoti sīku pilienu veidā (no 2 līdz 40 μm). Saistvielas patēriņš svārstās robežās no 560 līdz 1700 gramiem vienā minūtē. Kokskaidu birstošās masas kustības ātrums sasniedz 8 līdz 12 m sek^{-1} , un faktiski skaidas maisītājā atrodas tikai dažas sekundes. Ar šo metodi kokskaidu rupjās frakcijas daļiņu apsveķošanas pakāpe ir robežās no 60 līdz 80 %, smalkās frakcijas daļiņu apsveķošanas pakāpe var sasniegt 90 % un putekļiem 100 %.

Maisītāju ar iekšējo saistvielu padevi tehniskā apkope ir salīdzinoši sarežģīta, tāpēc mūsdienās pārsvarā izmanto maisītājus ar ārējo saistvielas padevi (skat. 1.44. att.). Kokskaidu masu padod iekārtas ievades atverē, tālāk to pārvietojot uz līmes apsveķošanas zonu un pēcāk – samaisīšanas zonu.



1.44. att. Kokskaidu-saistvielas maisītājs ar ārējo saistvielas ievadi.

Avots: <https://dieffenbacher.com/en/wood-based-panels/products/gluing/glue-blender>.

1.10. Galvenais konveijers

Galvenais konveijers sastāv no:

- kokskaidu „paklāja” formēšanas iekārtām;
- kokskaidu „paklāja” aukstās piepresēšanas iekārtas;
- plātņu karstās preses;
- plātņu sazāģēšanas agregāta.

Vispārēji presēšanas tehnoloģiskā posma iekārtas (piepresēšanas prese un galvenā prese) ir vienas no visdārgākajām kokskaidu plātņu ražošanas rūpnīcas atsevišķām iekārtām (aptuveni 15 % no kopējiem ieguldījumiem). Šī iemesla dēļ to darbībai ir jābūt ļoti efektīvai. Plātņu presēšana sastāv no trim tehnoloģiskiem posmiem, lietojot šādas iekārtas: aukstās piepresēšanas presi, karstās presēšanas presi un plātnes sazāģēšanas ar slīpo novietojumu (attiecībā pret plātņu ražošanas galveno konveijeru) ripzāģmašīnu.

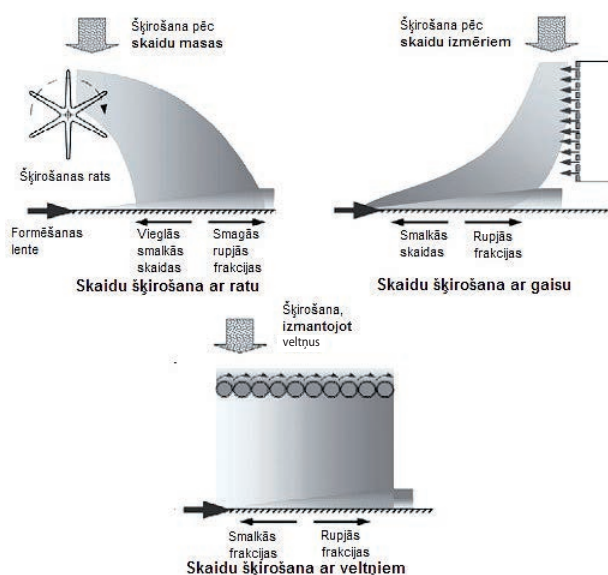
Plātņu presēšanai var izmantot daudzstāvu presi vai vienkārtu nepārtrauktas darbības presi. Ja galvenā konveijera sākuma posms abos gadījumos ir nemainīgs, tad sazāģēšanas agregāts, izmantojot daudzstāvu presi, ir novietots pirms pašas preses, savukārt izmantojot nepārtrauktas darbības vienkārtu presi, šis agregāts ir novietots aiz tās.

Mūsdienās, strauji attīstoties tehnoloģijām, pārsvarā tiek izmantotas nepārtrauktas darbības vienkārtu preses.

1.10.1. Kokskaidu „paklāja” veidošana

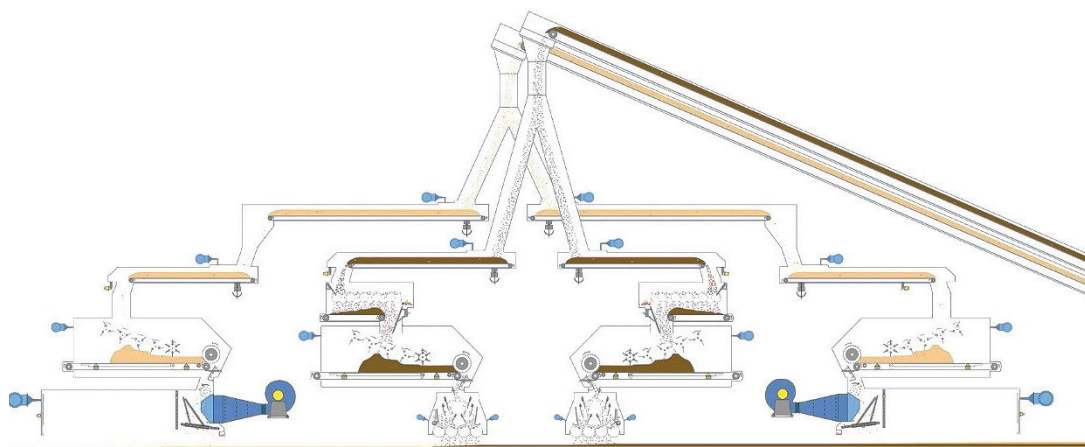
Kokskaidu „paklāja” formēšanas agregātu darbībā izmanto vienu no trim principiem (skat. 1.45. att.):

- rotējošu ratu;
- gaisa plūsmas „aizkaru”;
- veltņus ar veltņiem.



1.45. att. Kokskaidu „paklāju” formēšanas agregātu darbības princips
(Thoemen u.c., 2010).

Turpmāk aplūkotās galvenā konveijera kokskaidu „paklāja” formēšanas iekārtas (skat. 1.46. att.) paredzētas trīsslāņu KSP ražošanai, un līdz tām ir izvietotas divas kokskaidu-līmes apsveķošanas iekārtas, atsevišķi plātnes iekšējiem un ārējiem slāņiem. No pirmā formēšanas agregāta apsveķotās skaidas tiek padotas ārējam (apakšējam) plātnes slānim, no otrā un trešā formēšanas agregāta apsveķotās skaidas tiek novirzītas uz vidējo slāni, savukārt no ceturtā formēšanas agregāta apsveķotās skaidas tiek nogādātas ārējā (virsējā) plātnes slānī. Tāds ir izveidotais pilna biezuma formētais kokskaidu „paklājs”, ko tālāk virza uz auksto piepresēšanu. Šajā posmā kontrolē izveidotā kokskaidu „paklāja” masu ar svariem, kā arī nosaka blīvuma sadalījumu plātnes garumā, platumā un biezumā. Kokskaidu „paklāja” nevienmērīgais blīvuma sadalījums var tieši ietekmēt presētās KSP kvalitāti un īpašības. Blīvuma sadalījums plātnes garumā un platumā nav tik ļoti svarīgs, cik nozīmīgs ir vienmērīgs blīvuma sadalījums tieši plātnes biezumā jeb, tās biezumā attiecībā pret simetrijas (vidus) asi. Ja blīvuma sadalījums plātnes biezumā atšķirsies tās ārējos slāņos, plātnē var rasties iekšējie spriegumi, un plātne var deformēties tās ekspluatācijas laikā.



1.46. att. Skaidu „paklāja” veidošanas iekārtas.

Avots: <https://dieffenbacher.com/en/wood-based-panels/products/forming-preheating/forming-station-pb>.

Kokskaidu „paklāja” veidošana notiek, dozējot un vienmērīgi sadalot ar limi apsveķotās skaidas tā, lai visā kokskaidu „paklāja” platumā kokskaidu slānis būtu vienmērīgi biezs. Tas tiek īstenots formējošās iekārtās, kuras sastāv no kokskaidu dozatora un padevēja. Formēšanas agregāta darbības princips ir šāds – ar limi apsveķotās kokskaidas ar transportieri nogādā uz svariem, no kuriem periodiski kokskaidu maisījumu porciju veidā novirza padevējā, kurā skaidas tiek vienmērīgi izklaidētas visā „paklāja” platumā.

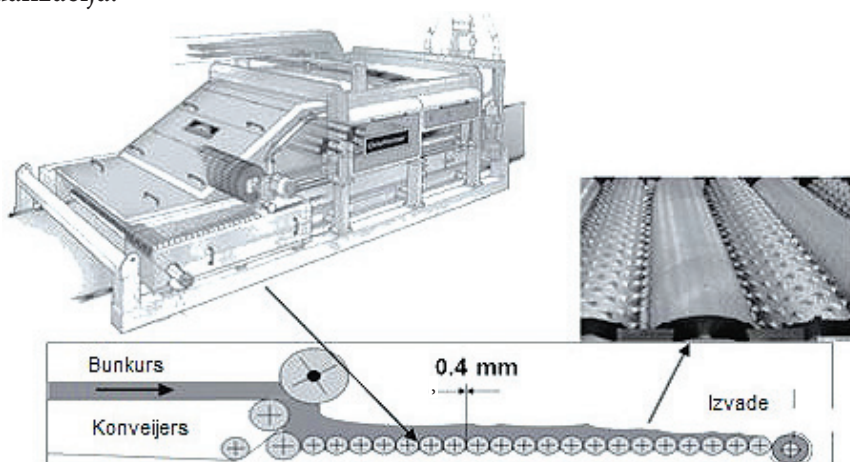
Pēc kokskaidu-līmes uzklāšanas apsveķotā masa var tikt uzglabāta tvertnē-glabātuvē, no kurienes to ar transportieriem tālāk virza uz formēšanas dozējošo tvertni, kas ir formējošā agregāta neatņemama sastāvdaļa. Skaidu tvertne-glabātuve pirms formēšanas iekārtām ir paredzēta galvenā konveijera nepārtrauktas darbības nodrošināšanai gadījumā, ja kāds no agregātiem ir īslaicīgi apstājies. Pēc materiāla padeves no tvertnes-glabātuves norisinās skaidu masas papildu samaisīšana.

Ar limi apsveķotu skaidu glabāšanas laiks nedrīkst pārsniegt 4 stundas, tāpēc tvertnes-glabātuves parasti nav īpaši lielas. Mūsdienās kokskaidu plātņu ražošanas uzņēmumos galvenokārt izmanto horizontālā novietojuma dozējošās tvertnes.

Dažās mazākās un vecākās KSP ražotnēs, kurās plātņu presēšanai izmanto daudzstāvu preses, izgatavoto „paklāju” pēc formēšanas iekārtām sadala atbilstoša garuma „paklājā” un novieto uz transportēšanas metāla plātnes, kuras biezums ir no 4 līdz 6 mm. Tā tiek izmantota, lai kokskaidu „paklāju” no formēšanas iekārtām pārvietotu uz kādu no daudzstāvu preses stāviem. Mūsdienās lieljaudas ražošanas apstākļos tiek izmantotas nepārtrauktas darbības preses, jo daudzstāvu preses tehniskās apkalpošanas un uzturēšanas izmaksas ir augstākas, kā arī nepieciešama transportieru plūsma, kas atgriež metāla plātnes, sietus pēc to izmantošanas daudzstāvu presē.

Lai gan skaidu izmēri nav lieli, tomēr plātņu „paklāja” formēšanas procesā skaidas formē ar mehāniskās vai pneimatiskās formēšanas agregātiem, izmantojot skaidu masu vai arī to izmērus. Pirmajā gadījumā, izmantojot skaidu masu, vieglākās skaidas uz konveijera lentes nonāk ātrāk, bet smagākās skaidas tiek novirzītas tālāk. Otrajā gadījumā horizontālās gaisa plūsmas ietekmē lielākās skaidas uz konveijera lentes nokrīt ātrāk, savukārt smalkākās skaidas aizlido tālāk. Tādējādi KSP biezumā veidojas tāds sadalījums, kādam tam ir jābūt. Abu iekārtu darbības rezultātā iegūst plātnes ar smalkākas frakcijas skaidām plātnes virsējos slāņos un rupjākas frakcijas skaidām plātnes vidējos slāņos. Tādējādi tiek panāktas labas plātnes īpašības attiecības: gluda un cieta virsma, vidusslānis izturīgs triecienslodžu gadījumos.

1.47. attēlā atspoguļota veltņu ar izciļņiem formēšanas agregāta kopskats un pašu veltņu vizualizācija.



1.47. att. Rievoto veltņu kokskaidu formēšanas agregāts (*Metso Panelboard*)

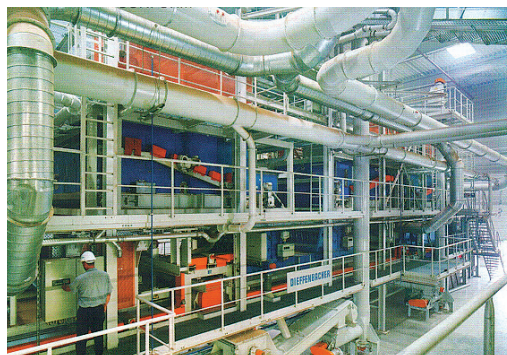
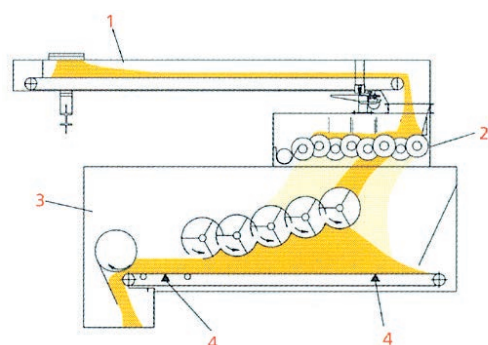
(Thoemen u.c., 2010).

Veltņu izciļņiem ir 3D forma, kuru augstums ir robežās no 0,5 līdz 3,0 mm. Veltņa diametrs ir 80 mm. Rupjo izciļņu veltņu rotācijas frekvence vienā minūtē ir 80 apgriezieni, savukārt smalko izciļņu veltņu rotācijas frekvence vienā minūtē veido 30 apgriezienus. Tas palīdz vienmērīgāk izkļaidēt apsveķotās kokskaidas visa formēšanas agregāta platumā. Attālums starp veltņiem agregāta sākuma posmā ir aptuveni 0,1 mm, un tas mainās virzienā uz agregāta noslēguma galu, sasniedzot 2 mm. Līdz ar to smalkās frakcijas skaidas caurbirst agregāta sākuma galā, bet rupjākās frakcijas skaidas tiek novirzītas uz agregāta noslēguma daļu. Par būtisku priekšrocību var uzskatīt faktu, ka, pareizi salāgojot veltņu darbību, skaidu lieluma sadalījums starp plātnes iekšējiem un ārējiem slāņiem ievērojami nemainās, tādējādi blīvuma sadalījums plātnes biezumā ir vienmērīgāks, kā arī tas nodrošina efektīvu plātnes slāņu salīmēšanos jeb vienu no svarīgākajām plātņu materiālu īpašībām saskaņā ar standartā LVS EN 319 izvirzītajām prasībām – iekšējo slāņu atraušanu.

Veltņu ar izciļņiem agregāts ir ļoti kompakts, skaidu formēšanai nav nepieciešama gaisa plūsma, un iekārtas darbības rezultātā process nav pārlietu puteklains. Šis agregāts ir piemērots zemāka blīvuma KSP ražošanai, jo plātņu izveidē nodrošina gludāku un vienveidīgu virsmu. Būtiska priekšrocība šī agregāta darbībā ir uzskatāma pašattīrīšanās.

Daži KSP ražotāji ir izvēlējušies kombinētos kokskaidu „paklāja” formēšanas agregātus – ar pneimatiskās un mehāniskās frakcionēšanas iespējām.

1.48. attēlā ir atspoguļota *Dieffenbacher Conform* sistēmas skaidu „paklāja” formēšanas iekārtas shēma, kurā tiek izmantota īpaši precīza (gan biezuma, gan skaidu sadalījuma pa slāņiem ziņā) skaidu „paklāja” veidošana.



1.48. att. *Conform (Dieffenbacher)* formēšanas agregāta darbības principa shēma un kopskats:

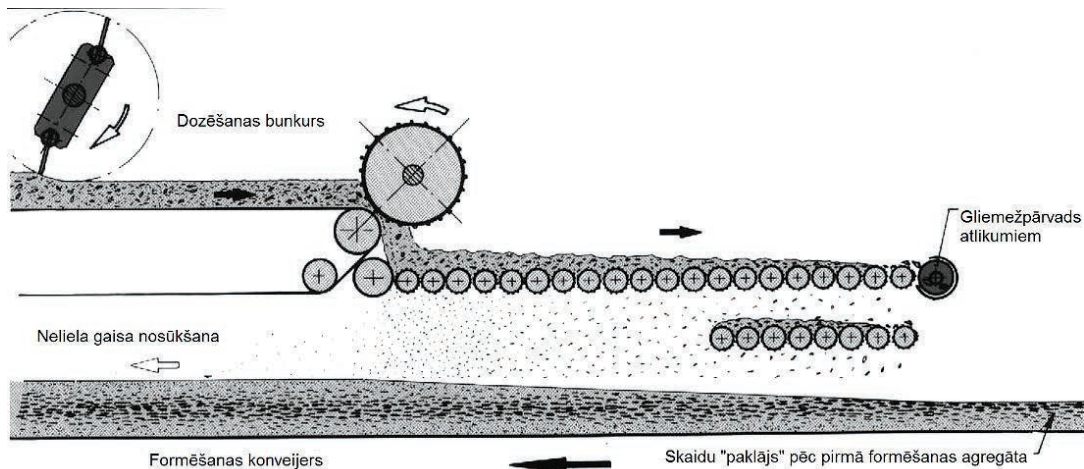
- 1 – kustīgais sadales transportieris; 2 – rulliņu separators;
3 – dozējošā tvertne; 4 – iebūvētie svāri

(Volinskis, 2004).

Ar līmi apsveķotā skaidu masa tiek virzīta uz lentes transportieri ar kustīgo sadales transportieri (1) (skat. 1.48. att.). Tālāk skaidas novada separatorā (2), kurā starp diskiem var izplūst tikai smalkās frakcijas skaidas. Disku virspusē palikušās pārlietu rupjās frakcijas skaidas tiek pārvietotas uz gliemežpār vadu, kas atrodas aiz rotējošajiem diskiem (separatora galā), un ar tā palīdzību tiek aizvadītas prom. Atbilstošās frakcijas skaidas pēc tam nokļūst uz dozējošās tvertnes apakšējā transportiera (3). Apakšējais transportieris ir aprīkots ar augstas precizitātes iebūvētajiem svāriem (4), ar kuriem tiek regulēta skaidu plūsmas kustība. Tvertne (3) vienlaicīgi kalpo kā neliela rezerves tvertne skaidu „paklāja” vienmērīgākai formēšanai gadījumā, ja ar līmi apsveķoto skaidu padeve ar transportieri (1) kaut kādu iemeslu dēļ tiek pārtraukta.

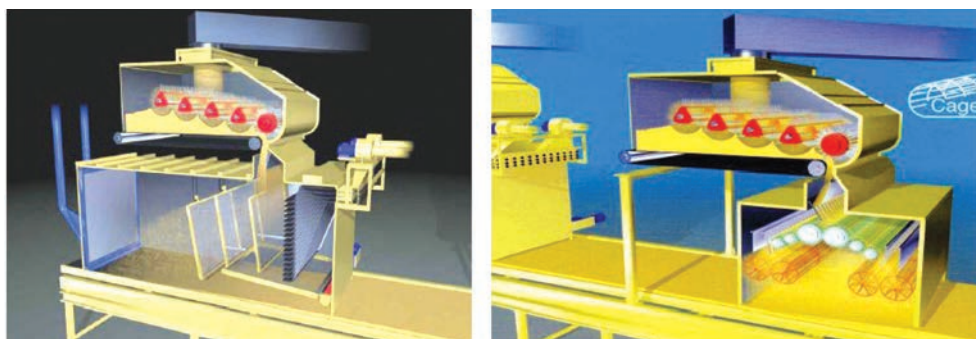
Iepriekš minētā mehāniskā skaidu „paklāja” formēšanas agregāta papildināšana ar skaidu pneimatiskās formēšanas darbību palielina transportiera garumu, skaidu masas viendabību un šīs masas turpmāku vienmērīgu padevi. Skaidu padevei, izmantojot pneimatisko padevi, ir jābūt iespējai precīzi regulēt pievadītā gaisa apjomu – pretējā gadījumā skaidu sadale plātnē var būt ļoti nevienmērīga. Tas ir vērojams gadījumos, ja tiek pārstrādāts liels apjoms apsveķoto skaidu. Skaidu vienmērīgāku sadali visā laukumā var risināt ar iebūvētajiem dažādu „acu” izmēru sietiem. Šie sieti skaidu pārvades procesā rada nelielu gaisa virpuļošanu un palielina skaidu vienmērīgu sadali uz formējošās lentes.

1.49. attēlā parādīta formēšanas iekārta viena agregāta darbības principiālā shēma – trisslāņu KSP augšējā slāņa veidošana. Apsveķotās skaidas no dozējošā transportiera virza uz veltni separatoru. Zem veltniem atrodas aprīkojums nelielas gaisa plūsmas nodrošināšanai. Ar šīs nelielās gaisa plūsmas palīdzību smalkākās skaidas tiek paceltas un novirzītas plātnes augšējā slānī, savukārt pārlieku rupjās frakcijas skaidas tiek pārvietotas uz gliemežpārvaldi, kas atrodas aiz rotējošajiem diskiem (separatora galā), un ar tā palīdzību aizvadītas prom.



1.49. att. Skaidu „paklāja” ārējā slāņa formēšanas iekārtas principiālā shēma (Volinskis, 2004).

Skaidu formēšanas iekārtu ražotājs *Siempelkamp* piedāvā vairākas iekārtas, kurām raksturīgi dažādi darbības principi. Piemēram, *WindFormer* (skat. 1.50. att.) iekārtu izmanto KSP ārējo slāņu izveidei. Skaidu separācija notiek pneimatiski, rupjākās skaidas nonāk pneimokameras priekšējā daļā, savukārt smalkākās – pneimokameras aizmugurējā daļā. Gaisa plūsmas regulēšanu pneimokamerā var veikt kopumā vai pa atsevišķām zonām. Pneimokamerā izvietotie sieti ir aprīkoti ar vibrējošiem elementiem, tādējādi nodrošinot optimālu skaidu formēšanu, precīzu skaidu granulometrisku sadali. Neatbilstoši lielas frakcijas skaidas paliek atsevišķā vibrosietā un ar gliemežpārvaldi transportieri tiek aizvadītas prom.



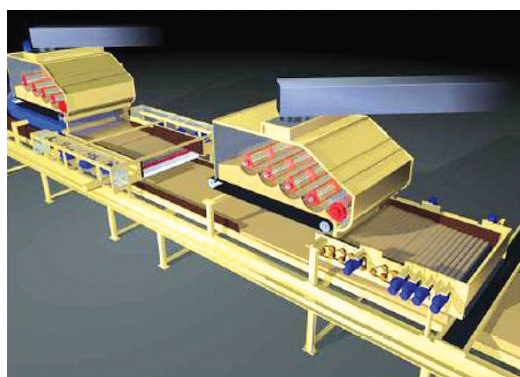
1.50. att. Kokskaidu „paklāja” ārējā un iekšējā slāņa formēšanas agregāti (Volinskis, 2004).

Uzņēmuma *Siempelkamp* cita ražotā skaidu formēšanas agregāta *CageFormer* darbību veic skaidu mehāniski izkļiedējošā galva ar padeves veltniem un diviem pāriem sadalošu sietveida veltni, kuri bez daļiņu separācijas sistēmas uz konveijera lentes

nodrošina vienmērīgu plātnes vidējā slāņa izveidi. Agregāta ražīgums vienā stundā ir no 90 līdz 170 m³. KSP ražošanas līnijā, kurā izgatavo trīsslāņu skaidu plātņi ar smalki strukturētu plātnes virsmu un blīvu vidējo slāni, izmanto divus pārus minēto formēšanas agregātu.

1.51. attēlā atspoguļota KSP ražošanas iekārtu ražotāja *Siempelkamp* kokskaidu „paklāja” formēšanas iekārta *CrownFormer*, kurā skaidu sadali veic veltni ar izciļņiem un skaidu izklieģētājgalva. Iekārtai, kas ir paredzēta KSP ārējo slāņu izveidei, ir vairāki veltni ar izciļņiem skaidu sākotnējai separācijai. Skaidu plūsmu izlīdzina visā agregāta platumā, un tā tiek novirzīta uz apakšējiem profilētajiem veltniem. To skaits ir atkarīgs no agregāta ražīguma prasībām. Mainīgais attālums starp profilētajiem veltniem nodrošina skaidu separāciju – smalko skaidu frakciju novirzot ārējā plātnes slānī, bet rupjo skaidu frakciju – vidējā slānī. Vienmērīgu skaidu sadali nodrošina ar gaisa plūsmu zem profilētajiem veltniem.

Šī agregāta *CrownFormer* ražīgums 1 metra plata skaidu „paklāja” formēšanai vienā stundā ir no 60 līdz 200 m³. Augstražīgāku KSP ražošanas līniju izveidei *CrownFormer* agregātus var sapārot. Tādā gadījumā jānodrošina arī papildu uzglabāšanas tvertnes un augstražīgāki skaidu padeves konveijeri.



1.51. att. Kokskaidu „paklāja” sapāroti formēšanas agregāti
KSP vidējam un ārējam slānim
(Volinskis, 2004).

Kokskaidu „paklāja” formēšanas kvalitāte tiek noteikta, pamatojoties uz skaidu masas sadalīšanas vienmērīgumu visā skaidu pārklātajā laukumā. Mūsdienīgās līnijās uzbūvētā „paklāja” blīvuma (masas un biezuma) kontrolei izmanto automātiskus bezkontakta paņēmienus, ātrdarbīgas un augstas precizitātes skenēšanas mērierīces (skat. **1.52. att.**).



1.52. att. Skaidu „paklāja” bezkontakta mērīšanas iekārta.

Avots: <https://www.fagus-grecon.com/en/solutions/measuring-technology/dieffensor/>.

Aiz skenēšanas iekārtām izvietota speciāla iekārta – biezuma regulētājs (skat. 1.53. att.), kas vienādo skaidu blīvumu, noņemot nelielu daudzumu lieko skaidu.

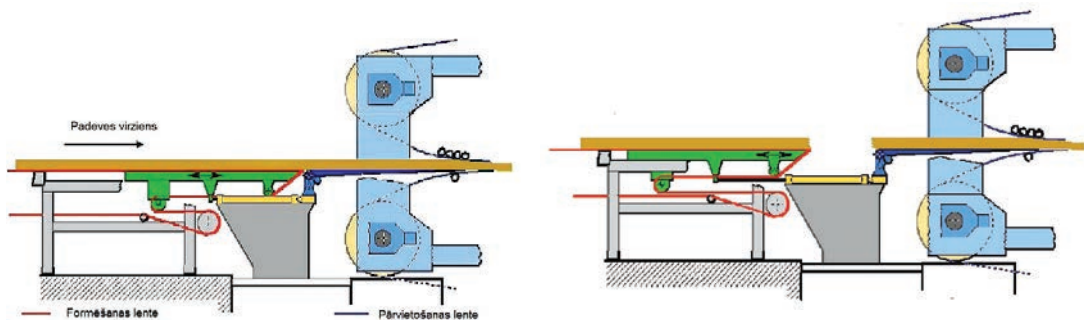


1.53. att. Skaidu „paklāja” masas-biezuma-blīvuma regulētājs.

Avots: <https://www.fagus-grecon.com/en/solutions/measuring-technology/dieffensor/>.

GreCon ražotais masas-biezuma-blīvuma regulētājs ir izveidots ar segmentētiem rotējošiem diskiem. Segmentētajiem diskiem, ļoti ātri rotējot, kokskaidu „paklāja” masa un līdz ar to arī blīvuma starpības plātnes platumā tiek samazinātas. Savukārt no virsējā slāņa noņemtās liekās skaidas atkārtoti var izmantot plātņu ražošanas procesā.

Ja plātņu presēšanai izmanto daudzstāvu preses, tad kokskaidu „paklāja” posms, pirms tā ievirzīšanas presē, ir jāsadala, un tā garumam ir jābūt tādā pašam, kāds ir presplātņu garums. Gadījumā, ja plūsma veidota tā, ka šajā tehnoloģiskajā posmā tiek konstatēts neatbilstošas kvalitātes kokskaidu „paklājs” un tas jānovirza atlikumos, arī tad tas ir jāsadala. Šādā situācijā izmanto 1.54. attēlā redzamo kokskaidu „paklāja” sadalīšanas iekārtu. Atdalīšanai izmanto speciālu reversās kustības padeves karieti. Tai pārvietojoties uz aizmuguri, pretēji kokskaidu „paklāja” kustības virzienam, notiek „paklāja” sadalīšana, jo lielākā daļa „paklāja” ir iespiesta aukstās piepresēšanas preses lentē.



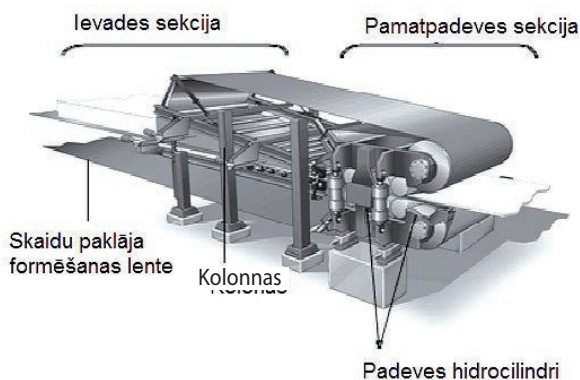
1.54. att. Kokskaidu „paklāja” sadalīšana pirms ievades aukstajā piepresēšanas presē (Volinskis, 2004).

Nākamais tehnoloģiskais posms galvenā konveijera darbības secībā (pēc kokskaidu „paklāja” formēšanas un pirms kokskaidu „paklāja” karstās presēšanas) ir aukstā piepresēšana.

1.10.2. Kokskaidu „paklāja” piepresēšana

Piepresēšanas preses var būt pozīcijtipa iekārtas vai nepārtrauktas darbības iekārtas (skat. 1.55. att.). Pozīcijtipa iekārtas darbība ir ilgāka, un tajā ietilpst šādi darba cikli un laiks: kokskaidu „paklāja” ievade un izvade (10 sekundes); presplātņu nolaišana (3 sekundes); nepieciešamā spiediena paaugstināšana (3 sekundes); kokskaidu „paklāja” izturēšana zem spiediena (4 līdz 5 sekundes); spiediena pazemināšana un presplātņu pacelšana (3 sekundes).

Skaidu „paklāja” piepresēšanu veic, lai transportējamo kokskaidu „paklāju” padarītu izturīgāku turpmākai virzīšanai uz karsto presēšanu. Iepriekšēja piepresēšana samazina kopējo kokskaidu „paklāja” biezumu, kā arī ļauj samazināt plātņu atrašanās laiku karstajā presē.



1.55. att. Aukstās piepresēšanas prese (*Metso Panelboard*) (Thoemen, 2010).

Aukstās piepresēšanas rezultātā kokskaidu „paklāja” biezums pēc formēšanas iekārtām samazinās par 50 līdz 70 %.

Kokskaidu „paklāja” blīvums pēc formēšanas iekārtām ir tikai 60 līdz 65 kg m⁻³, kas apgrūtina tā turpmāku transportēšanu. Aukstās piepresēšanas rezultātā kokskaidu „paklāja” biezums samazinās 2 līdz 3 reizes, turpretī blīvums palielinās līdz 200 kg m⁻³, presēšanai izmantojot atsevišķas presplātnes un nodrošinot spiedienu 2,5 līdz 3 MPa apmērā. Savukārt, ja presēšanai netiek izmantotas presplātnes un spiediens tiek nodrošināts apjomā līdz 4,5 MPa, kokskaidu „paklāja” blīvums ir robežās no 320 līdz 380 kg m⁻³. Piepresēšanas spiediens nedrīkst būt pārāk liels, jo tas var radīt palielinātu saistvielas absorbciju kokskaidās un tādējādi samazināt plātnes izturību.

Piepresēšanas rezultātā no kokskaidu „paklāja” tiek izspiests gaiss. Gaisa izvade, ja piepresēšanas process ir par ātru, reizēm var izraisīt skaidu nekontrolētu novirzīšanos, tāpēc šī darbība jāveic kontrolēti.

Piepresēšana samazina kopējo kokskaidu „paklāja” presēšanas laiku, vienlaicīgi palielinot ražīgumu. Veiksmīgs piemērs tam, kā iespējams palielināt preses izlaidi, lasāms literatūrā par kokskaidu plātņu ražotāju *Kronospan*, kas 20. gadsimta 70. gadu beigās par 20 % paaugstināja ražotnes izlaidi vienā gadā – no 180 000 līdz 216 000 m³. Tas tika īstenots, ražošanas tehnoloģiskajā plūsmā (pirms karstās presēšanas) ierīkojot piepresēšanas iekārtu.

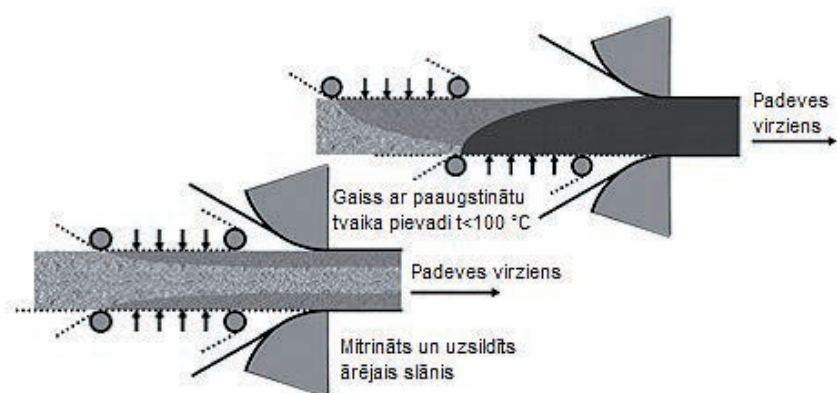
Pēc aukstās piepresēšanas, īpaši biezākiem kokskaidu „paklājiem”, ir jāveic priekšsildīšana, lai izlīdzinātu mitrumu visā „paklāja” biezumā un paaugstinātu vidējā slāņa temperatūru pirms ievades karstajā presē.

Priekšsildīšanas metodes izvēle ir atkarīga no kokskaidu veida un sadalījuma „paklājā”, mitruma sadales, izmantojamo energoresursu cenas un ražojamās plātnes veida.

Kokskaidu „paklāja” priekšsildīšanai izmanto šādas metodes:

- elektromagnētiskā lauka enerģiju (augstfrekvences strāvas lauku <45 MHz un mikroviļņus >2000 MHz);
- kondensācijas tvaika enerģiju (piesātināts tvaiks, pārsātināts tvaiks, ļoti mitrs un karsts gaiss);
- karsta, sausa gaisa plūsmu.

Kokskaidu plātnēm priekšsildīšanai visbiežāk tiek izmantota tvaika enerģija vai karstā gaisa pievadīšana (skat. 1.56. att.).



1.56. att. Priekšsildīšanas metode, izmantojot tvaiku vai karstu gaisu
(Thoemen u.c., 2010).

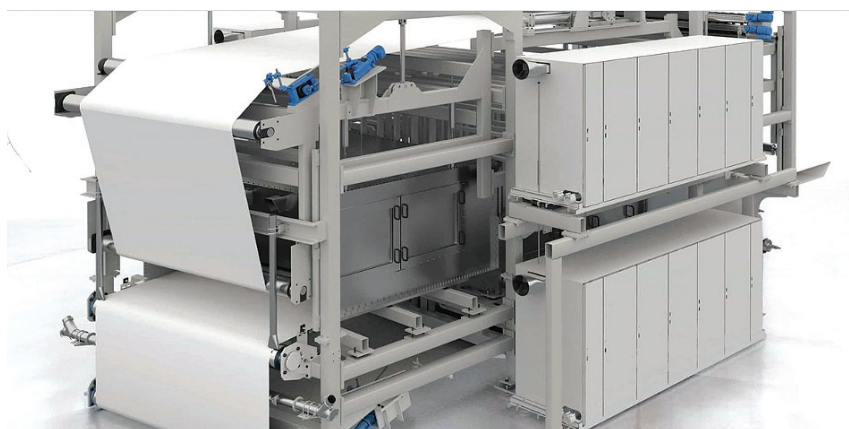
Reizēm, lai turpmākā plātnes presēšanas laikā paātrinātu temperatūras pārvadi no plātnes ārējiem slāņiem uz tās vidus zonu, ar augstas precizitātes izsmidzināšanas sistēmu (skat. 1.57. att.) tiek izsmidzināts ūdens (ar piedevām). Veicot šo procesu, paaugstinās plātņu galvenās īpašības un virsmas kvalitāte, kā arī plātnes presēšanas laikā iespējams samazināt presēšanas spiedienu.



1.57. att. Skaidu „paklāja” mitrināšanas iekārta.

Avots: <https://www.fagus-grecon.com/en/solutions/measuring-technology/dieffensor/>.

Salīdzinoši jauns tehnoloģiskais risinājums ir uzņēmuma *Dieffenbacher* attīstītā mikroviļņu kokskaidu „paklāja” priekšapsildes iekārta (skat. 1.58. att.).



1.58. att. Skaidu „paklāja” priekšapsildes iekārta.

Avots: <https://dieffenbacher.com/en/wood-based-panels/products/forming-preheating/microwave-preheater>.

Iekārtas ierīkošanai nav nepieciešama liela platība – tikai 7 līdz 10 metri. Tā ir viegli savietojama ar ievades un izvades konveijeriem. Iekārtā iestatītā jauda ir līdz 900 kW, savukārt priekšsildītāja jauda ir 720 kW.

Ierīkojot šādu iekārtu, nav nepieciešams veikt kokskaidu „paklāja” mitrināšanu, kas aplūkota 1.57. attēlā. Taču galvenais šādas iekārtas izmantošanas ieguvums ir ražošanas jaudas palielināšanās līdz 30 %, tās uzstādīšanu var īstenot 10 dienās, un tās vadība ir salīdzinoši vienkārša.

1.10.3. Kokskaidu plātņu presēšana

Plātņu uzņēmumu galvenās tehnoloģiskās iekārtas tiek izvēlētas atkarībā no ražošanai nepieciešamās jaudas. Karstās hidrauliskās preses atšķiras pēc šādām īpašībām:

- daudzstāvu vai vienstāvu;
- plakanā presēšana, ekstrūzijas;
- periodiskas vai nepārtrauktas darbības.

Presēšanas procesi mēdz būt izobāri, kad kokskaidu plātnes presēšana notiek visu laiku nemainīgā spiedienā, un izohori, kad pastāvīgi kontrolējams parametrs ir izstrādājuma apjoms, visbiežāk plātnes biezums.

Galvenajai kokskaidu plātņu presēšanas presei jābūt pilnībā automatizētai un mehānizētai, tādējādi veicinot ātru kokskaidu „paklāja” ievadi presē un samazinot atvērtais izturēšanas laiku (pirms izturēšanas zem spiediena).

1.10.3.1. Daudzstāvu preses

Daudzstāvu preses (skat. 1.59. att. un 1.60. att.) izmanto KSP ražošanas uzņēmumi ar vidēju plātņu izlaides jaudu, kas izgatavo šaura klāsta KSP attiecībā uz to formātu un biezumu. Daudzstāvu preses kādreiz tika izmantotas galvenokārt tādēļ, lai izgatavotu biezas KSP. Vienlaikus – ar mērķi paaugstināt iekārtas produktivitāti – tika palielināts preses stāvu skaits.

Mūsdienu karstās preses ir aprīkotas ar iekrāvēju, kura plauktu skaits atbilst preses stāvu skaitam (no 4 līdz 22 un vairāk). Preses iekraušanas un izkraušanas process ir automatizēts un mehānizēts, nodrošinot sinhronu visu preses presplātņu sakļaušanos. Tādējādi tiek samazināts presēšanas cikla ilgums un iespējams izvairīties no priekšlaicīgas saistvielu sacietēšanas.



1.59. att. Daudzstāvu prese ar plātņu iekraušanas un izkraušanas etažerēm
(Volinskis, 2007).

Presplātņu apsildei kā siltumnesēju izmanto tvaiku, karstu ūdeni vai termoeļļu. Termoeļļas priekšrocība slēpjas faktā, ka tās sakarsēšana norisinās ātrāk un temperatūras kritumu uz darba virsmas ir iespējams samazināt par dažiem grādiem ātrākā

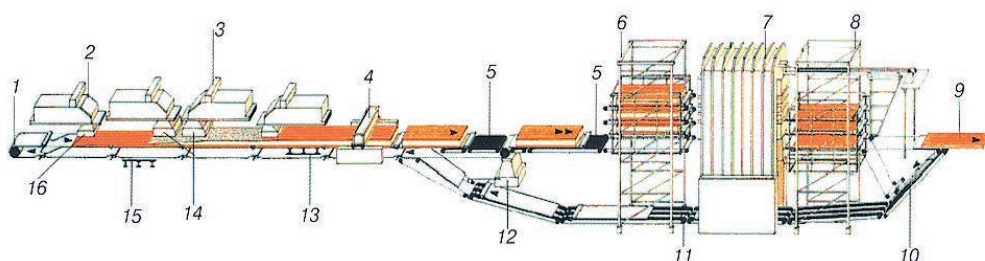
laika periodā. Literatūrā pieejami dati arī par elektrisko sildelementu izmantošanu presplātņu sildīšanai, tomēr tas ir veikts tikai laboratorijas mēroga presēm, jo elektroenerģijas izmantošana presplātņu sildīšanai ir dārga, kā arī lielo presplātņu sildīšanas procesā novērojamas lielas temperatūras svārstības (Moslemi, 1974; Axer, 1975).

Presplātņu garums var sasniegt 5 līdz 7 metrus, platums – 3 metrus.

Salīdzinot ar vienstāvu presēm, daudzstāvu preses ražīgums nepārprotami ir augstāks, piemēram, daudzstāvu presē iespējams sagatavot 4 plātnes, kuru garums ir 5 metri, savukārt vienstāvu preses garumam jābūt attiecīgi 20 metriem.

Daudzstāvu preses presplātņu temperatūra ir robežās no 150 līdz 220 °C. Tā ir atkarīga no presplātņu veida – metāla vai sietveida. Tik augsta temperatūra ir nepieciešama tādēļ, lai panāktu ātrāku limes sacietēšanu. Īpatnējais presēšanas spiediens svārstās robežās no 2 līdz 4 MPa un galvenokārt ir atkarīgs no plātņu noslēguma blīvuma.

Lai iegūtu KSP ar ļoti blīvu ārējo kārtu, nepieciešams pēc iespējas ātrāk sasniegt vajadzīgo spiedienu. Lai palielinātu plātnes kopējo stiprību, pakāpeniski jāpalielina presēšanas spiediens. Pēc spiediena noņemšanas preses plātnes kādu brīdi atstāj sakļautas, lai no izgatavojamā materiāla izvadītu preses paaugstinātās temperatūras radīto tvaiku. To pašu arī iespējams īstenot, palielinot presēšanas laiku, tomēr šādam risinājumam nav ekonomiska pamatojuma.



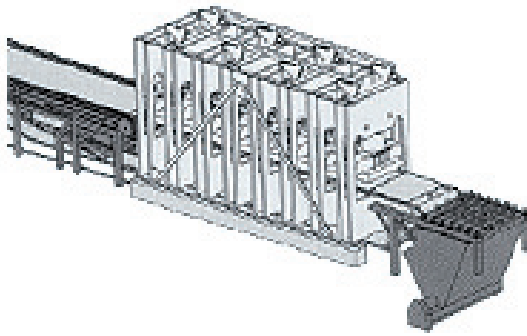
1.60. att. KSP izgatavošanas galvenais konveijers:

- 1 – formēšanas „paklāja” lentes transportieris; 2 – sadales galva ar dozatoru;
- 3 – skaidu ievades mehānisms; 4 – „paklāja” sadalīšanas ripzāģmašīna;
- 5 – iekraušanas transportieris; 6 – iekraušanas etažere; 7 – prese; 8 – izkraušanas etažere;
- 9 – gatavā KSP; 10 – transportieris; 11 – atgriešanas transportieris;
- 12 – gabalatlikumu un atzāgu transportieris; 13 – kontroles svāri;
- 14 – plātnes iekšējo slāņu sagatavošanas iecirknis; 15 – svāri;
- 16 – plātnes ārējo slāņu sagatavošanas iecirknis (Volinskis, 2004).

1.60. attēlā norādītā galvenā konveijera ražotājs ir *Dieffenbacher*. Konkrētās līnijas *FLEXOPLAN*® vienas diennakts ražīgums sasniedz 1640 m³, gatavās plātnes garums un platums attiecīgi ir 3657 × 7315 mm, biezums no 6,35 līdz 31,75 mm, savukārt blīvums no 640 līdz 720 kg m⁻³.

1.10.3.2. Vienstāvu pozīcijtipa preses

Daudzstāvu preses galvenais trūkums ir to sarežģītās kokskaidu „paklāja” iekraušanas un gatavās plātnes izkraušanas operācijas. Šī iemesla dēļ ražotāji bieži vien mazu KSP ražotnes ražīgumu gadījumā izvēlas vienstāvu pozīcijtipa preses (skat. **1.61. att.**), kuru garums var sasniegt 25 metrus. Dažos gadījumos, piemēram, EGGER grupas (Lielbritānijā) ražotnē līdz 2009. gadam darbojās prese, kuras garums veidoja 52 metrus.



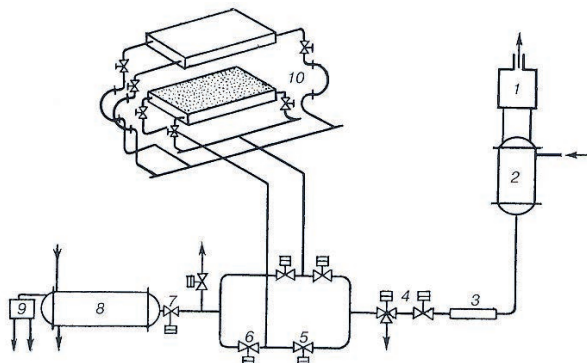
1.61. att. Vienstāvu pozīcijtipa karstā prese (Thoemen u.c., 2010).

Jāatzīst, ka prešu platums pārsvarā ir līdzīgs, sasniedzot 2,8 metru platumu, taču ne vairāk, lai KSP presēšanas laikā varētu novadīt radušos tvaiku. Šī iemesla dēļ arī daudzstāvu prešu platums nav lielāks.

Tvaiks, kas rodas presēšanas procesā, kalpo par iemeslu tam, ka visiem presētajiem koksnes bāzes kompozītmateriāliem ir jāapzāgē plātņu malas, lai samazinātu tā saucamo plātņu „malu efektu”, kas izpaužas kā īpašības plātnes perimetrā un var būt atšķirīgas, salīdzinot ar plātnes centrālo daļu, jo plātnes presēšanas laikā ir paaugstināta temperatūra un spiediens, rodas tvaiks, kas pie sakļautām presplātnēm pārvietojas no plātnes centra uz plātnes malām. Šī iemesla dēļ ir nepieciešams veikt plātnes malu apzāģēšanu – jo plātnes ir biežākas, jo apzāģējamo materiālu apjoms ir lielāks. Izmantojot šīs preses, ir iespējams sasniegt precīzu un būtiski nemainīgu plātnes biezumu visā plātnes laukumā, kas ir svarīgi, ja KSP turpmāk tiek slīpētas, jo pretējā gadījumā var samazināties slīpēšanas virsmērs no 0,4 līdz 0,7 mm.

Lielo vienstāvu prešu nepilnība slēpjas faktā, ka diezgan lielās darba temperatūras dēļ notiek pastiprināta mitruma iztvaikošana plātnes vidū, tāpēc spiedienu cikla beigās ir jāsamazina ļoti lēnām. Taču, lai uzlabotu KSP kvalitāti, samazinot lielās mitruma atšķirības plātnes ietvaros, izmanto tehnoloģisko risinājumu plātnes apstrādei ar piesātināto tvaiku. Atšķirībā no tradicionālā presēšanas veida, kad plātni silda ar kontaktvirsām, šī metode ietver sevī piesātinātā tvaika pievadi zem spiediena 0,3 līdz 0,5 MPa – netieši plātnes presēšanas procesā. Tas nodrošina ātru un vienmērīgu plātnes (visā tās biezumā) sasilšanu. Neizmantojot tvaika spiedienu presēšanas cikla beigās noņem, noslēdzošai presēšanas zonai pievienojot vakuuma sistēmu.

1.62. attēlā shematiski attēlota vienstāva pozīcijtipa prese ar tvaika ģeneratora aprīkojumu.



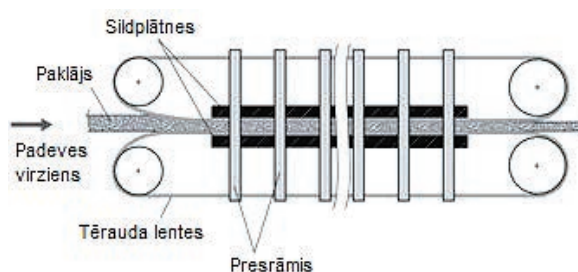
1.62. att. Vienstāva pozīcijtipa prese ar tvaika pārvadi:

- 1 – boilers; 2 – tvaika ģenerators; 3 – tvaika mērītājs; 4 – tvaika spiediena kontrole;
5, 6, 7 – ventiļi; 8 – kondensators; 9 – vakuuma sūkns; 10 – prese (Volinskis, 2004).

Vienstāvu presēs tvaika pievades rezultātā presēšanas laikā iespējams izgatavot ļoti biezas plātnes, kuru biezums var sasniegt 100 mm. Šī tehnoloģija ir īpaši efektīva, izgatavojot āra ekspluatācijas apstākļos lietojamās plātnes un plātnes ar samazinātām degšanas īpašībām, piemēram, cementa-kokskaidu plātnes.

1.10.3.3. Vienstāvu nepārtrauktas darbības preses

Mūsdienās visizplatītākās ir vienstāvu nepārtrauktas darbības preses, kurās skaidu „paklāju” virza starp divām (augšējo un apakšējo) metāla lentēm (skat. 1.63. att.). Gan augšējā, gan apakšējā novietojuma lentes ir apvilkas ap lieliem preses cilindriem abos preses galos un starp tiem visā preses garumā un platumā, saskaroties ar rindā izvietotiem veltniem vai ruļļiem, kuri nodrošina iestatīto spiedienu un apsildāmām plātnēm siltumu.

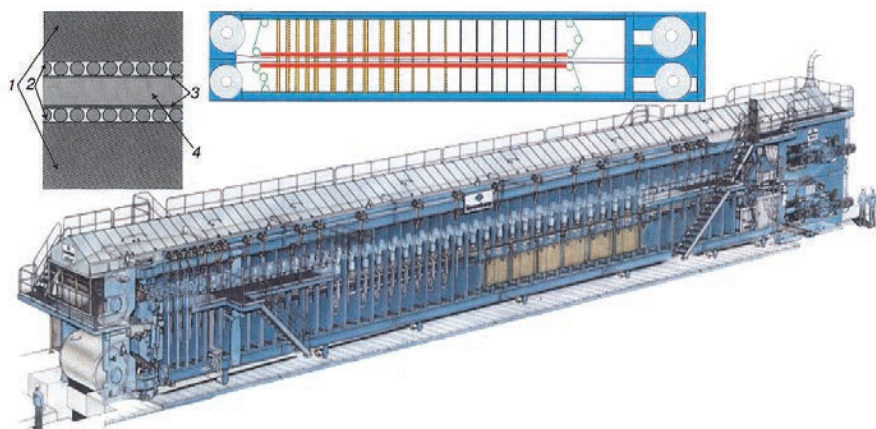


1.63. att. Vienstāvu nepārtrauktas darbības preses (Thoemen u.c., 2010).

1.64. attēlā redzamajai iekārtai ir četri neatkarīgi regulējami apsildāmo plātņu nodalījumi. Arī ieejas cilindrs ir apsildāms. Kokskaidu “paklājs” presē ievirzīts starp lentēm, kuru biezums ir 2,3 mm. Sākumā tas nedaudz tiek sapresēts, ņemot vērā, ka attālums starp lentēm ir ķīļveidīgs, pēc tam secīgi pārvietots uz augsta spiediena zonu (3,9 līdz 4,0 MPa) un tad uz plātnes biezuma vienādošanas zonu (spiediens 2,5 MPa), bet noslēgumā tas atrodas degazifikācijas zonā (spiediens 1,5 MPa). Preses ieejas zonā preses lenšu temperatūra sasniedz 210 līdz 240 °C, turpretī temperatūra pie preses izejas pazeminās par aptuveni 40 °C. Katrs veltnu pāris (augšējais un apakšējais) izvietots uz autonomi vadāma rāmja, kas kompensē metāla izplešanos temperatūras ietekmē.

Ņemot vērā, ka šīs preses ir nepārtrauktas darbības, to izlaidē tiek iegūtas kvalitatīvas plātnes, arī tehnoloģiskās izmaiņas ir veicamas elastīgi. Presēšana tajās norisinās, ievērojot izohrono darbības principu, kas balstās uz plātnes biezuma novirzes ievērošanu ($\pm 6\%$) neatkarīgi no neviendabīgās plātņu struktūras vai kādiem citiem faktoriem. Lai nodrošinātu tādas prasības izpildi, presēs ar izohrono darbības principu tiek radīts lielāks spiediens nekā presēs ar izobāro darbības principu.

1.64. attēlā ļoti uzskatāmi redzams, ka sildošās lentes pie ieejas presē nav paralēlas – apakšējai ir izliekums uz augšu ar nelielu pacēlumu, savukārt augšējai plātnei izliekums uz leju ar nelielu nolaidumu.

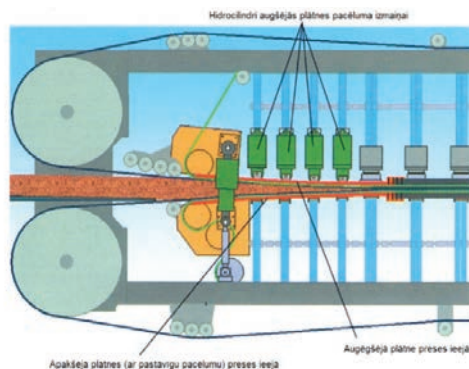


1.64. att. Caurlaides-lentveida preses kopējā uzbūve (augšējā daļā – shēma un šķēsgriezums):

1 – apsildāmās plātnes; 2 – rulliņu zona; 3 – tērauda lentes;
4 – presējamais kokskaidu „paklājs”

(Volinskis, 2004).

Lentes pacēlumu vai nolaidumu iespējams mainīt ar hidrocilindriem (skat. 1.65. att.). Lai no skaidu „paklāja” nodrošinātu gaisa izvadi, augšējās un apakšējās apsildes presplātnes pie preses ieejas ir novietotas 3 grādu slīpumā.



1.65. att. Preses ieejas darbības shēma

(Volinskis, 2004).

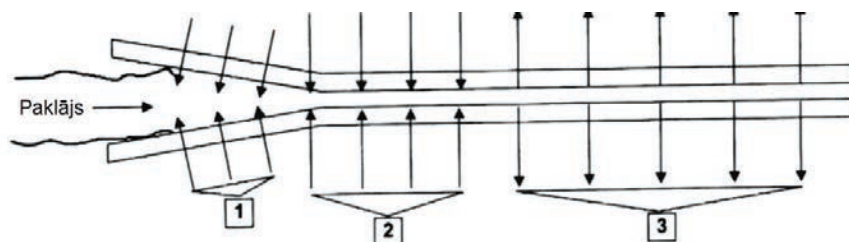
Preses lentes pārvietošanās ātrums ir 90 m min^{-1} .

Ar nepārtrauktas darbības prešu palīdzību iespējams izgatavot dažāda klāsta KSP. Arī plātnes biezuma variēšanas iespējas ir plašas – tāpat kā plātnes garums, jo plātne pēc preses ir nepārtraukta, ierobežojošais lielums ir tikai tās platums. Šī iemesla dēļ ļoti viegli iespējams aprēķināt preses izlaidi, plātnes platumu sareizinot ar plātnes pārvietošanās ātrumu. Plānāku plātņu transportēšana presē, piemēram, 3 mm biezas plātnes padeves ātrums ir 120 m min^{-1} , kas salīdzinoši ir daudz lielāks nekā, piemēram, 38 mm biežai plātnei, kuras ātrums veido 5 m min^{-1} .

Plātnes presēšanas zonai seko atdzesēšanas zona (80°C), kas aizņem vienu ceturtdaļu no preses kopējā garuma, un attālums starp abām zonām ir 100–120 mm. Tāds režīmu

izkārtojums ļauj samazināt potenciāli radušos tvaika spiedienu plātnes vidējos slāņos apmēram no 1,2 līdz 0,7 MPa, kā arī samazināt tā izvadi pie preses izejas. Tas, kā jau iepriekš minēts, atstāj pozitīvu ietekmi uz plātnes fizikāli-mehāniskajām īpašībām.

Nepārtrauktas darbības presēs tiek izmantots tvaika pievades un aizvades princips. Šāda procesa nodrošināšanas principiālā darbības shēma atainota 1.66. attēlā.



1.66. att. Nepārtrauktas presēšanas procesa (ar tvaika pievadi un aizvadi) darbības shēma:

1 – pirmā tvaika pievades zona; 2 – otrā tvaika pievades zona; 3 – vakuumēšanas zona (Volinskis, 2004).

Tvaika pārnesi kokskaidu „paklājā” veic, izmantojot kondukciju, viļņu pārvadi vai konvekciju. Visplašāk presēšanas sākuma posmā līdz šim ir lietota tvaika konvekcijas pārvades metode. Galvenais iemesls tam, koksne ir labs izolators, un tvaika plūsmas pārvade sākas brīdī, līdz ko ir radusies tvaika spiediena starpība, veicot plātnes virsmas sildīšanu. Turklāt virsmas mitrumam nav jāpārvēršas par tvaiku, kas ir ūdens virs tā vārīšanās punkta temperatūras, lai notiktu šī mitruma migrēšana, līdz ko tvaika spiediena atšķirība ir izraisījusi pat nelielu tvaika plūsmu.

Savukārt blīvuma izmaiņas plātnes biezumā iespējams samazināt, ļoti lēnām (vairāk par septiņām minūtēm) aizverot presi (Moslemi, 1974), kas, raugoties no ražošanas apjoma viedokļa, protams, nav pamatoti. Arī ļoti ātra presplātņu sakļaušana (dažas sekundes) ātrāk sasilda presējamo plātņi un plastificē skaidas, tomēr, lai to paveiktu, prese ir jāapriko ar ļoti jaudīgiem hidrauliskiem sūkņiem. Šāda darbība ievērojami samazina blīvuma atšķirības plātnes biezumā un vienlaikus būtiski samazina kopējo presēšanas laiku, taču šādu presēšanas paņēmieni praksē neizmanto.

Tvaika pievadi presējamai kokskaidu plātnei presēšanas laikā var arī veikt, izmantojot perforētu metāla plāksni (Geimer, 1982). Tvaika iesmidzināšanas metodes attīstība presēšanas laikā ļauj ražot arī daudz biezākas plātnes >100 mm.

Daži KSP ražotāji pirms presēšanas kokskaidu „paklāja” virsmu apsmidzina ar ūdens maisījumu, kas, saskaroties ar karstajām presplātnēm, iztvaiko un migrē uz plātnes vidusslāni, tādējādi ātrāk to sasildot.

Nepārtrauktas darbības preses rezultātā moderna KSP ražotne vienas dienas laikā saražo 2500 m³ plātņu.

1.4. tabulā apkopotas nepārtrauktas darbības preses priekšrocības un trūkumi.

1.4. tabula

Vienstāvu nepārtrauktas darbības preses priekšrocības un trūkumi

Priekšrocības	Trūkumi
<u>Izejmateriāli</u> : samazināts plātņu apzāģēšanas un slīpēšanas zudumu apjoms	Augstas sākotnējās izmaksas
<u>Ražošana</u> : zemāka energoietilpība viena m ³ plātņu saražošanai. Līdzīgs ražošanas apjoms dažāda biezuma plātņu ražošanas procesā, ražošanas jauda preseī samazinās, ražojot mazāka biezuma plātnes. Plātnes biezuma izmaiņas preses iestatījumos ir ātri un viegli maināmas	<u>Tērauda lente</u> : jāveic rūpīga un regulāra presējamās lentes vizuālā novērtēšana. To ir viegli bojāt ar cietiem priekšmetiem, ja tie atrodas presējamā kokskaidu „paklāja” virsējā slānī, tāpēc pirms preses jāierīko magnēts metālisku priekšmetu atdalīšanai. Priekšlaicīga lentes nodiluma gadījumā nepieciešams veikt tās nomaiņu, kas izmaksā dārgi. Pilns lentes darbības laiks – no 3 līdz 5 gadiem
<u>Īpašības</u> : samazināts blīvuma sadalījums plātnes biezumā paaugstina iekšējo slāņu atraušanas īpašības, kā arī paātrina griezējinstrumentu nodilumu plātnes mehāniskās apstrādes laikā. Samazinātā plātnes asimetrija no blīvuma sadalījuma viedokļa nodrošina iespējas saistvielu attīstībai	Samazināta siltuma pārnese no presplātnēm uz kokskaidu „paklāja”. Nav īpaši piemērota, presējot plātnes biezumā virs 40 mm. Iekārtu konstrukcija ir ierobežota saistībā ar sapresēšanās pakāpi – plātnēm, kas nav plānākas par 2 mm

Vienstāvu nepārtrauktas darbības preses lentu ekspluatēšanas paildzināšanai ražotājs *Dieffenbacher* ir izstrādājis iekārtu uz lentes izsmidzināmai ūdens un piedevas maisījuma padevei (skat. 1.67. att.), kas nodrošina iespēju kokskaidu plātņu ražošanā izmantot PMDI sveķu līmes, tādējādi novēršot apsveķotās kokskaidu masas pielipšanu pie presēšanas lentēm.



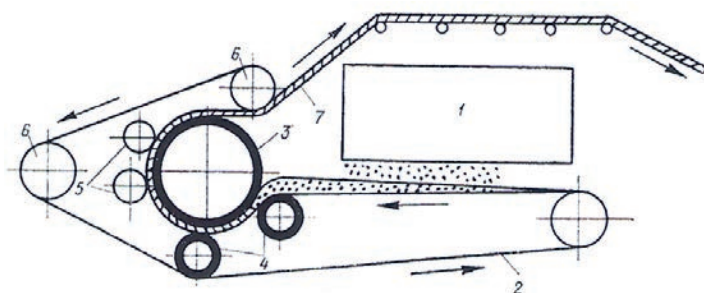
1.67. att. *Dieffenbacher* izstrādātā iekārta piedevas izsmidzināšanai uz vienstāvu nepārtrauktas darbības preses lentēm.

Avots: <https://dieffenbacher.com/en/wood-based-panels/products/press-systems/release-agent-applicator>.

Ūdens un piedevas maisījuma izsmidzināšana tiek veikta ar augstas precizitātes izsmidzināšanas sprauslu palīdzību. Daļa no piedevas, kas nenonāk tieši uz lentēm un atrodas vēl pilienu veidā, tiek novadītas, izmantojot nosūkšanas sistēmu. Šādas sistēmas ierīkošanas un izmantošanas ieguvumi ir tērauda lentu virsmas aizsardzība, uzlabota plātņu virsmas kvalitāte un zemākas apkopes izmaksas. Sistēmas darbība ir pilnībā automatizēta, tā īsteno ļoti smalku pilienu maisījuma izsmidzināšanu un patēriņu 5 līdz 30 g m⁻², kā arī to raksturo liekā maisījuma savākšanas iespējas.

1.10.3.4. Kalandra tipa preses

Kalandra tipa preses tiek izmantotas, lai izgatavotu ļoti plānas KSP – biezumā līdz 4 mm. Šādas preses darbības princips atspoguļots 1.68. attēlā.



1.68. att. Kalandra tipa preses darbības princips:

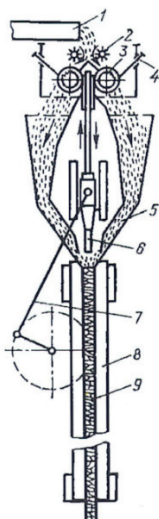
- 1 – kokskaidu formēšanas agregāts; 2 – tērauda lente;
- 3 – apsildāmais cilindrs (kalandrs); 4 – pārvietojamie presēšanas veltņi;
- 5 – presēšanas veltņi; 6 – spriegošanas veltņi;
- 7 – izveidotais plātņu materiāls (Volinskis, 2004).

Galvenā cilindra (kalandra) diametrs ir 3 līdz 4 metri, garums – mazāks par 2,5 metriem. Kokskaidu „paklāju” formē ar nepārtraukti kustīgas tērauda lentes palīdzību, kuras pārvietošanās ātrums ir no 5 līdz 18 m min⁻¹. Šāda tipa prese bija pirmā nepārtrauktas darbības prese, kas radās KSP ražošanas ražotnēs 1971. gadā.

To apsildes iespējas ir ierobežotas, tāpēc kalandra preses izmantošana mūsdienās nav guvusi popularitāti. Jāpiebilst, ka aptuveni 100 šāda veida preses pasaulē gan joprojām tiek darbinātas. Izmantojot kalandra preses, ierobežots ir arī KSP izgatavošanas apjoms, kas dienā var sasniegt tikai 300 m³.

1.10.3.5. Ekstrūzijas tipa preses

Ekstrūzijas tipa preses konstrukcijas shēma atspoguļota 1.69. attēlā. Šī iekārta, kurai nav nepieciešami lieli ieguldījumi, ir paredzēta, lai iegūtu dobtās kokskaidu plātnes, kā arī tā ir piemērota vienslāņa KSP ražošanai.



1.69. att. Ekstrūzijas tipa preses shēma:

- 1 – kokskaidu padeves transportieris;
 - 2 – formēšanas veltņi;
 - 3 – dozējošie veltņi;
 - 4 – noslēgšanas vārsts;
 - 5 – skaidu transportēšanas tvertne;
 - 6 – virzulis;
 - 7 – kloķa-klaņa mehānisms;
 - 8 – apsildāmās presplātnes;
 - 9 – gatavā kokskaidu plātne
- (Volinskis, 2004).

Virzoties ar ātrumu 0,8 līdz 1,2 m min⁻¹, kokskaidu masa tiek pakāpeniski sablīvināta zem spiediena ar virzuļa palīdzību. Gatavā plātne tiek virzīta tālāk piezāģēšanai saskaņā ar vēlamo formātu. Preses plātnes uzkaršē ar tvaika palīdzību, un sildvirsmas temperatūra ir 175 līdz 180 °C robežās.

Salīdzinoši zemās stiprības liecē dēļ ar ekstrūzijas paņēmieni iegūtās kokskaidu plātnes izmanto risinājumos, kuros nav jānodrošina augsti iepriekš minētie rādītāji, piemēram, durvju vērtņu konstrukcijas iekšējā daļā.

1.10.4. Plātņu karstās presēšanas tehnoloģiskie parametri

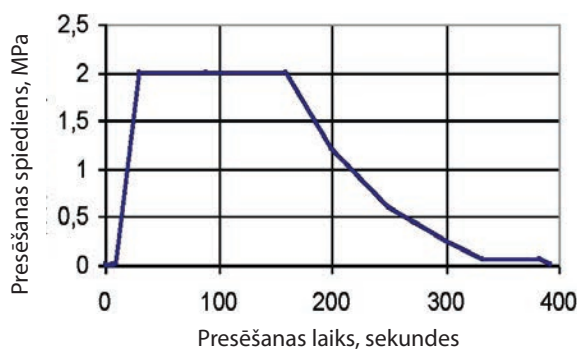
Presēšanas laikā darbojas trīs komponentes: cieta viela (kokskaidas), ūdens un gaiss. Siltuma pievades un spiediena ietekmē šo trīs komponentu mijiedarbībā norisinās sarežģīti fizikāli-ķīmiski procesi. Plātnes presēšanas režīms nodrošina optimālas plātnes īpašības ar minimālu šī procesa ilgumu un optimālu izejmateriālu un izejvielu patēriņu.

Pirmajā presēšanas posmā kokskaidas sakļaujas, gaiss pārvietojas, sāk darboties molekulārie pievilkšanās spēki. Nākamajā, paaugstināta spiediena posmā kokskaidas sāk deformēties, to kontaktvirsmas laukums palielinās. Paaugstinot temperatūru, koksne kļūst elastīgāka, attiecīgi sapresēšanās pakāpe sasniedz 70 līdz 90 %.

Galvenie kokskaidu plātņu presēšanas parametri, kas jāņem vērā, ir:

- apsveķotās presējamās kokskaidu masas mitrums (ārējos slāņos – no 8 līdz 15 %, iekšējos slāņos – no 4 līdz 9 %). Pārāk augsts mitrums rada plātnes atslāņošanās risku. Lielāka mitruma iztvaicēšanai nepieciešams ilgāks laika posms. Kokskaidu „paklāja” formēšanas un transportēšanas laikā mitrums no tā izdalās nenozīmīgi, un pie ievades karstajā presē tas var būt robežās no 10 līdz 14 %. Lai sasniegtu nepieciešamo mitrumu 8 ± 2 %, plātņu karstās presēšanas laikā mitrums jāsamazina par 2 līdz 6 %, kam var būt nepieciešams ilgāks laika periods un pievadītās siltumenerģijas patēriņš;
- presēšanas temperatūra daudzstāvu presēs jānodrošina robežās no 150 līdz 180 °C, vienstāvu presēs no 180 līdz 220 °C (pieļaujamā novirze nedrīkst pārsniegt ± 5 °C). Šādu augstu temperatūru gadījumos jāsamazina kokskaidu „paklāja” presē ievades laiks, nepārsniedzot 45 sekundes;
- presēšanas spiediens galvenokārt ir atkarīgs no plātnes nepieciešamā blīvuma, tomēr vienlaikus to ietekmē arī mitruma un skaidu izmērs, kā arī presēšanas ilgums. Presēšanas spiedienu paredz tādu, lai plātnes sapresēšanās pakāpe un nepieciešamā biezuma iegūšana ilgtu ne vairāk par 30 sekundēm. Vidējais spiediens KSP presēšanā ir no 1,8 līdz 2,2 MPa;
- presēšanas laiks ir atkarīgs no presplātņu temperatūras un saistvielas veida. Daudzstāvu presēs, pie darba temperatūras 180 °C, presēšanas ilgums, izmantojot karbamīda-formaldehīda sveķu līmi, vienam plātnes biezuma milimetram ir no 0,18 līdz 0,22 minūtēm, fenola-formaldehīda sveķu līmei – no 0,20 līdz 0,22 minūtēm, savukārt izocianātu līmēm – no 0,18 līdz 0,20 minūtēm. Vienstāvu presēs, pie darba temperatūras 220 °C, presēšanas laiks, izmantojot karbamīda-formaldehīda sveķu, melamīna-karbamīda-formaldehīda sveķu vai izocianāta līmes, vienam plātnes biezuma milimetram ir no 0,12 līdz 0,14 minūtēm, izmantojot fenola-formaldehīda sveķu līmi – no 0,15 līdz 0,18 minūtēm.

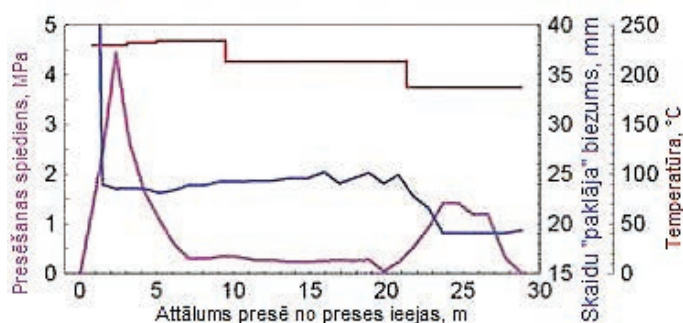
Vizuālai uztverei **1.70. attēlā** atspoguļota presēšanas ciklogramma, daudzstāvu presē izgatavojot trīsšļāņu skaidu plātnes 18 mm biezumā.



1.70. att. Presēšanas ciklogramma 18 mm biezas KSP presēšanai daudzstāvu presē (Volinskis, 2004).

Lai izvairītos no priekšlaicīgas saistvielas sacietēšanas, daudzstāvu presēs ierīko darba plātņu sinhronas sakļaušanās mehānismus. Plātņu atslāņošanās iespējamības samazināšana, ko rada plātnes presēšanas procesā radies tvaiks, ir novēršama, ja presēšanas spiedienu pakāpeniski pazemina (skat. **1.70. att.**) salīdzinoši ilgstošā laika periodā. Iepriekšējā attēlā redzams, ka kopējais presēšanas cikla ilgums ir aptuveni 7 minūtes, savukārt spiediena samazināšanas un izturēšanas bez spiediena laiks veido apmēram 4 minūtes.

1.71. attēlā atspoguļots vienkārtu nepārtrauktas darbības preses temperatūras un presēšanas spiediena sadalījums, kā arī kokskaidu „paklāja” biezuma samazināšanās visas preses garumā. Preses sākumā ir novērojama salīdzinoši zema preses plātņu temperatūra, kas ļauj izvairīties no priekšlaicīgas līmes sacietēšanas. Tāpat arī pēc pilnas presēšanas darba temperatūra pazeminās, vienlaikus ļaujot izvairīties no tvaika veidošanās riska plātnē.

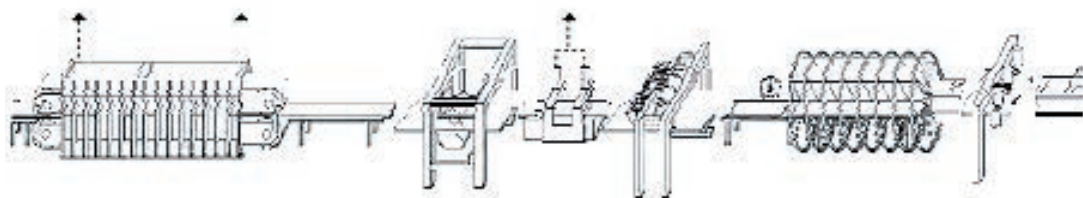


1.71. att. KSP presēšanas spiediena un temperatūras izmaiņu diagramma vienkārtu nepārtrauktas darbības presē (Thoemen u.c., 2010).

1.11. Kokskaidu plātņu apstrāde pēc presēšanas

1.11.1. Plātņu sākotnējā apzāģēšana

Plātņu presēšanas laikā pie izejas no preses plātnēm ir vērojams tā saucamais „malu” biezuma paaugstināšanās efekts, kas ir uzskatāms par defektu un rodas pēc spiediena noņemšanas, mijiedarbojoties spiediena un temperatūras rādītāju samazinājumam. Šīs plātņu daļas ir uzskatāmas par gabalatlikumiem, un to apjoms ir proporcionāli atkarīgs no plātņu izmēriem, respektīvi, lielāks izmērs – lielāks apjoms, mazāks izmērs – mazāks apjoms. Gabalatlikumu apjoms samazinās, ja liela izmēra plātnes attiecīgi tiek sazāģētas mazākās – pēc nestandarta izmēriem. Iepriekš minētais fakts pamato vienstāvu pozīcijtipa vai nepārtrauktas darbības preses izvēli tehnoloģiskā procesa nodrošināšanai (skat. 1.72. att.).



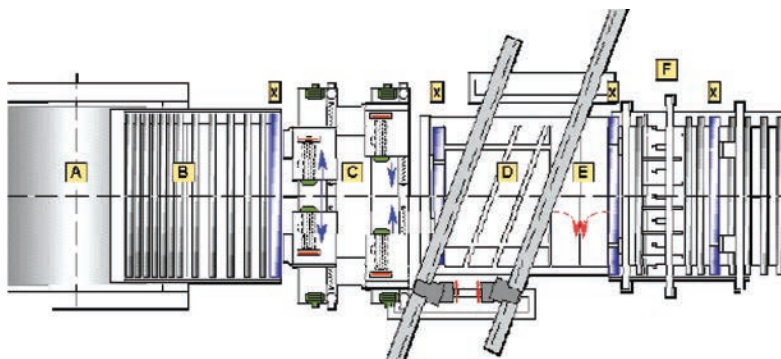
1.72. att. Sākotnējā plātņu apstrāde uzreiz pēc karstās līmēšanas preses:
gaisa ieslēgumu noteikšana, sazāģēšana garumā, plātnes biezuma noteikšana,
blīvuma noteikšana un atdzesēšana

(Thoemen u.c., 2010).

Plātņu nepārtrauktās lentes apzāģēšana (sadališana) pēc vairāku plātņu garuma notiek uzreiz pēc karstās preses, pēc dzesēšanas vai pēc uzglabāšanas mitruma un temperatūras izlīdzinošajā noliktavā. Plātnes tiek zāģētas standarta vai nestandarta izmēros, ja tādas ir pasūtītāja prasības.

Gatavu plātņu garuma un platuma apzāģēšanas virsmērs ir no 15 līdz 30 mm. Apzāģētas plātnes garuma un platuma precizitāti viena metra plātnes malas garumā ir jānodrošina ± 2 mm apjomā. Ar plātņu sazāģēšanas garumā agregāta palīdzību veic tik plātņu garumu apzāģēšanu vienā gabalā, cik vien tās ir ērti un lietderīgi transportēt. Plātņu garums parasti nepārsniedz 6,5 metrus.

Plātņu sazāģēšanu nepārtrauktas zāģēšanas galvas plātņu lentes gadījumā veic ar diagonālo ripzāģmašīnu (*Diagonal saw*) – tās parasti ir divas un atrodas paralēli viena otrai, ir novietotas zem leņķa attiecībā pret plātņu transportēšanas virzienu (skat. 1.73. un 1.74. att.).



1.73. att. Iekārta nepārtrauktas kustības plātņu sazāģēšanai:

- A – preses izejas cilindrs; B – rulliņu transportieris;
 C – pārvietojamās ripzāģmašīnu galvas plātņu malu apzāģēšanai;
 D – zem leņķa novietotās ripzāģmašīnu galvas plātņu sazāģēšanai garumā;
 E – atlikumu aizvades transportieris; F – plātnes biezuma mērītājs;
 X – dubultie piespiedējrulliņi (Volinskis, 2004).

Šāda veida darbības tiek īstenotas tāpēc, lai plātnes padeve nebūtu jāapstādina. Plātņu malu apzāģēšanai izmanto divas sapārotas, gareniski pret plātnes transportēšanas virzienu novietotas ripzāģmašīnas (skat. 1.73. un 1.74. att.).



1.74. att. Plātņu sazāģēšanas garumā un platumā apzāģēšanas agregāti
 (Thoemen u.c., 2010).

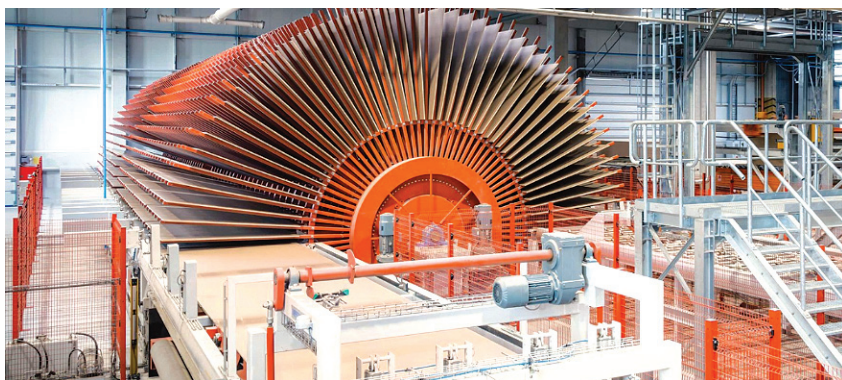
Plātņu pārvietošanās un ripzāģmašīnu diagonālās galvas kustības ātrumi tiek savstarpēji salāgoti, kontrolēti un datorizēti. Maza biezuma plātņu (liela to pārvietošanās ātruma gadījumā) zāģēšanai tiek izmantotas abas ripzāģmašīnas galvas. Šai zāģēšanas iekārtai ir jānodrošina augsta plātņu garuma sazāģēšanas precizitāte – garumā ± 2 mm, diagonālēs $\pm 1,5$ mm un malas garumā $\pm 1,5$ mm vienam „tekošajam” metram.

Ja plātnes sānu skaldne vizuāli ir ļoti poraina, tas norāda uz neapmierinošu vidējā plātnes slāņa skaidu formēšanas agregāta darbību. Šajā gadījumā, lai arī plātņu sānu malas apzāģē pēc konkrēta formāta, nozāģējot vizuāli nekvalitatīvās plātnes daļas, tomēr pēc izturēšanas starpnoliktavā atkal var rasties šis plātnes defekts. Ņemot vērā iepriekš minēto, plātņu apzāģēšanu būtu jāveic pēc to atdzesēšanas. Apzāģētos plātņu gabalatlikumus visbiežāk sadedzina enerģijas ieguvei, jo to sastāvā ir saistvielas, un atkārtota šo materiālu izmantošana nav ekoloģiski un ekonomiski pamatota.

Šajā plātņu apzāģēšanas iecirknī kontrolē arī kvalitatīvos (gaisa ieslēgumi) un kvantitatīvos (blīvums un biezums) rādītājus. Tie aplūkoti nākamajā apakšnodaļā.

1.11.2. Kokskaidu plātņu atdzesēšana

Pēc plātņu presēšanas un sākotnējās apžāģēšanas, kā arī kvalitatīvo – gaisa ieslēgumi un kvantitatīvo – plātnes blīvums, biezums – nākamā kokskaidu plātņu operācija ir atdzesēšana (kondicionēšana) jeb plātņu temperatūras un mitruma izlīdzināšana, kā arī iekšējo spriegumu samazināšana. Uzreiz pēc presēšanas dažos uzņēmumos veic plātņu apžāģēšanu pēc pieprasīto izmēru formāta, ja plātņu dzesētājā atdzesē plātņu sagataves, kuru garums ir vairākkārtējs. Parasti plātņu kondicionēšanas īstenošanai tiek izmantotas karuseļtipa dzesēšanas iekārtas (skat. 1.75. att.).



1.75. att. Plātņu atdzesēšanas karuseļtipa iekārta.

Avots: <https://dieffenbacher.com/en/wood-based-panels/products/handling-finishing/raw-board-handling>.

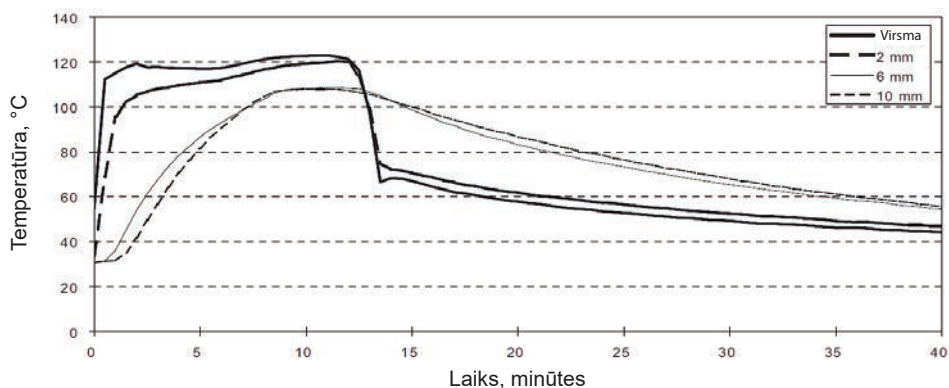
Daudzstāvu preses gadījumā viena dzesētāja ietilpībai ir jābūt atbilstoši daudzstāvu preses ražīgumam un stāvu skaitam. Pēc dzesētāja novietoto plātņu krautņu augstums nepārsniedz 400 mm.

Pēc viena pilna apgrieziena karuseļtipa dzesēšanas iekārtā plātņu temperatūru no 180 °C samazina līdz 40–70 °C.

Plātņu atdzesēšana pirms novietošanas uzglabāšanai starpniecīgā blīvēšanas krājumos jāveic obligāti, jo plātņu temperatūra nedrīkst būt augstāka par 40 °C. Ar karbamīda-formaldehīda (UF), kā arī melamīna-karbamīda-formaldehīda (MUF) sveķiem līmēto plātņu temperatūrai pirms novietošanas uzglabāšanai blīvēšanas krājumos jābūt zemākai par 70 °C. To pārsniedzot, var notikt šo sveķu termiskā destrukcija, kas savukārt var samazināt plātņu mehāniskās īpašības pat 40 % apmērā.

Pēc preses plātnes ārējie slāņi augstās temperatūras ietekmē ir pāržāvēti. Plātņu dzesēšanas brīdī tie strauji absorbē mitrumu no apkārtējā gaisa. Vienlaicīgi plātnes virsējos slāņos mitruma migrācija notiek no plātnes vidējā slāņa. Rezultātā plātnes vidējais slānis iežūst par 0,3 līdz 0,6 mm, savukārt ārējie slāņi uzbriest. Tādējādi plātnē rodas iekšējie spriegojumi, kas var izraisīt plātņu asimetriskas formas izmaiņas un attiecīgi īpašību pazeminājumu, kā arī neatbilstību noteiktām standartu prasībām. Parasti tas notiek aukstos laika pstākļos, kad ir novērojama liela temperatūras un mitruma starpība plātņu presēšanas un pēcapstrādes brīdī, piemēram, ziemas periodā.

Aplūkojot 1.76. attēlu, iespējams redzēt, ka plātnes iekšējo slāņu temperatūra ir daudz augstāka. Atkarībā no atdzesējamo plātņu izmēriem un blīvā krājuma augstuma temperatūra plātņu vidējā daļā pat pēc 3 dienu uzglabāšanas var pārsniegt 55 °C.



1.76. att. Temperatūras izmaiņas kokskaidu plātnēs karstās presēšanas procesā un pēc tā.

Izmantojot plātņu līmēšanai fenola-formaldehīda sveķu līmes, plātnes blīvajā krājumā var novietot karstas uzreiz pēc presēšanas un sākotnējās apzāģēšanas, kas pat ir vēlams, jo ir novērots, ka plātņu īpašības pēc izturēšanas blīvā krājumā uzlabojas. Tas izskaidrojams gan ar līmes pilnīgu sacietēšanu, gan arī ar pilnīgu mitruma un temperatūras izlīdzināšanos un iekšējo spriegumu samazināšanos.

1.11.3. Plātņu slīpēšana un noslēguma zāģēšana

Plātņu slīpēšanu veic divu iemeslu dēļ. Lai:

- noslīpētu plātņu virsmu pirms gaidāmā laminēšanas procesa īstenošanas, jo tā ir nelīdzena un poraina;
- veiktu plātnes kalibrēšanu jeb nepieciešamā biezuma ieguvu, jo plātnes pēc presēšanas procesa nedaudz uzbriest, tādējādi to biezums dažādām plātnēm var atšķirties.

Ja plātnes turpmāk tiks izmantotas mēbeļu ražošanā, tās noteikti ir jāslīpē, jo to pielaipei biezumā jābūt $\pm 0,3$ mm. Mūsdienās plātņu slīpēšanai izmanto platlentes slīpmašīnas (skat. 1.77. att.).



1.77. att. Platlentes slīpmašīna (Volinskis, 2004).

Šādas iekārtas darbības nodrošināšanai tiek izmantotas līdz pat 12 slīpēšanas galvas, savukārt padeves ātrums sasniedz pat 100 m min^{-1} , kas ir atkarīgs no slīpēšanai paredzētās pielaiides, biezuma un slīpēšanai noteiktās kvalitātes saskaņā ar plātņu turpmākās lietošanas mērķi.

Dažās slīpmašīnu konstrukcijās slīpēšanas veltni ir izvietoti 85° un 95° leņķī attiecībā pret plātņu padošanas virzienu. Augšējās un apakšējās slīpēšanas veltnis var atrasties tieši pretī viens otram (simetriski) vai nedaudz nobīdīti (asimetriski).

Visām slīpējamām iekārtām slīpēšanas zonā ir augsta temperatūra. Tās samazināšanai lieto kontaktveltnus ar spirālveida rievām, kas rada papildu gaisa plūsmu un vienlaikus efektīvāk sekmē dzesēšanu.

Plātņu slīpēšanu veic divos posmos – kalibrēšanai jeb virsējā slāņa noņemšanai izmanto slīplentes ar graudainību 60 līdz 80, savukārt plātņu virsmas gala apstrādei tiek lietotas slīplentes ar graudainību 100 līdz 150. Attālumam starp kalibrējošo un secīgi nākamo slīpēšanas agregātu ir jābūt ne mazākam par vienu metru, lai varētu kontrolēt plātnes biezumu. Slīpmašīnu galvas ir „peldošas”, kas palielina apstrādājamo plātņu virsmas gludumu. Slīpēšanas lentes kalpošanas ilgums ir variējošs lielums, kas ir atkarīgs no vairākiem faktoriem. Slīplentes veic plātņu slīpēšanu, ja plātnes virsmas temperatūra nepārsniedz 80 °C. Tas ir vēl viens iemesls, kāpēc ir jāveic plātņu atdzesēšana pirms to turpmākas apstrādes. Slīplentes darbības ilgums ir augstāks, ja plātnes nav atdzisušas pilnībā, turpretī, pārsniedzot pieļaujamo plātnes temperatūru, slīpēšanas laikā uz plātnes virsmas esošā līme joprojām ir termoplastiska, un slīpēšanas process īpaši veicina tās plastiskumu, palielina slīplentes pieķepējumu, kā arī sekmē darbības ilguma būtisku samazinājumu.

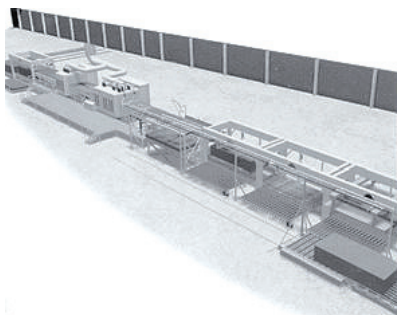
Noslīpējamās kārtas biezums ir atkarīgs no plātņu biezuma pielaides – plānām plātnēm (<6 mm) tas ir 0,3 līdz 0,5 mm robežās katrā plātnes pusē, savukārt biezākām plātnēm noslīpējamās kārtas biezums ir no 0,8 līdz 1,2 mm. Vispārēja priekšstata radīšanai par noslīpējamā apjoma daudzumu var teikt, ka aptuveni 3 % no kopējā ražošanas apjoma veido slīpputekļi. Tas ir maksimālais apjoms un raksturo augsta blīvuma (600 līdz 1000 kg m⁻³) plātņu slīpēšanu, kam piemīt augsts karbamīda-formaldehīda sveķu (10 līdz 12 %) saturs.

Slīpputekļus kopā ar plātņu apzāģēšanas atlikumiem novada uz atsevišķu bunkuru, ko pēcāk izmanto koģenerācijas stacijās enerģijas ieguvei. Šo atlikumu transportēšanas sistēmas ir aprīkotas ar dzirkstelķērājiem, ņemot vērā, ka daļiņu-gaisa maisījumu raksturo augsts eksplozijas risks.

Slīpmašīnu elektrodzinēju jaudas pieaugums vai arī virsmas kvalitātes izmaiņas, piemēram, krāsas, ir pirmās slīplentes nodiluma pazīmes.

Ja plātnes paredzēts pārklāt ar laminēšanas filmām, slīpēšana jāveic ar 120 graudainības slīplentēm, savukārt, ja plātnes tiks krāsotas vai lakotas, slīpēšanai jāizmanto 150 graudainības slīplente.

Mūsdienu ražotnēs plātņu kalibrēšanas-slīpēšanas agregāti ir izvietoti speciāli tiem paredzētā tehnoloģiskajā sistēmā (skat. 1.78. att.).



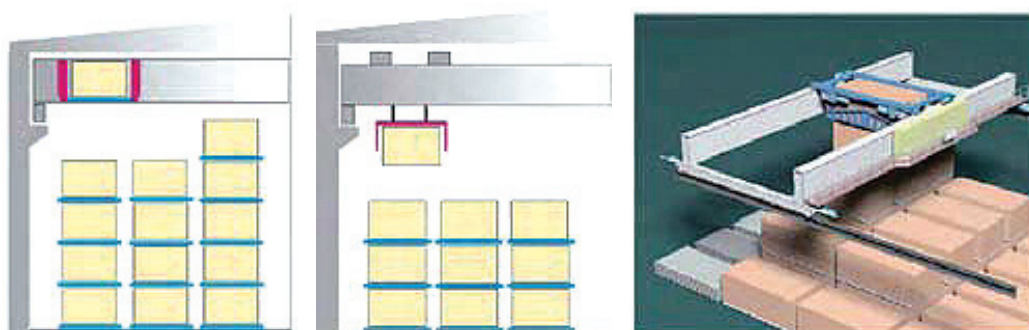
1.78. att. Plātņu kalibrēšanas-slīpēšanas-šķirošanas sistēma:
kalibrēšanai 2 galvas, slīpēšanai 4 līdz 6 galvas (Thoemen u.c., 2010).

Plātņu apzāģēšanai precīzos izmēros iecirknī ir izvietotas vairākas plātņu transportēšanas un pozicionēšanas iekārtas, stacionārās un/vai pārvietojamās daudzasu ripzāgmašīnas, kā arī paku sagatavošanas agregāti. Teorētiski mazākais apzāģējamais plātnes izmērs varētu būt A4 formāts, tomēr praksē sagatavo plātņu standartizmērus vai konkrētas durvju, mēbeļu sagatavju detaļas.

Ja apzāģējamās plātnes ir plānas, tad vienā zāģēšanas reizē apzāģē vairākas plātnes, tomēr maksimālais plātņu apzāģēšanas augstums parasti nepārsniedz 20 cm. Daudzasu ripzāgmašīnās izmanto salīdzinoši plānas zāgripas, lai materiālu zudumi nebūtu lieli. Skaidu un plātņu malu apzāģēšanas gabalatlikumu apjoms nepārsniedz 1 līdz 3 %. Lai sasniegtu augstāku plātņu lietderīgo iznākumu un mazāku zudumu apjomu, plātņu izmēru optimizācija ir jāveic pirms attiecīgo plātņu dimensiju palaišanas tehnoloģiskajā plūsmā. Tam nepieciešams labi sagatavots plātņu ražošanas plāns, uzglabāšanas darba organizēšana un procesa tehnoloģiskā vadība. Šī plātņu apstrādes iecirkņa ietilpībai ir jābūt tādai, lai spētu apstrādāt un uzglabāt 30 līdz 50 % no kopējā plātņu ražotnes apjoma. Zināmākie šādu iecirkņu iekārtu un transportieru sistēmu ražotāji ir *Anton*, *Gibens* un *Schelling*.

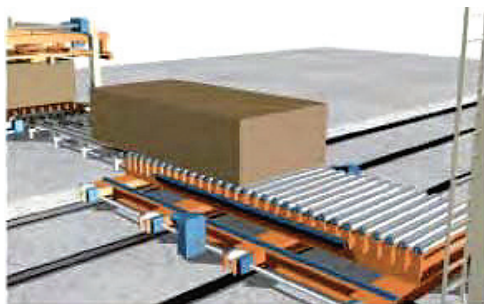
1.11.4. Uzglabāšana un iepakošana

Pēc atdzesēšanas plātņu pilnīgu kondicionēšanu var veikt blīva krāvuma starpnoliktavās, kuras var būt aprīkotas ar mitrināšanas sistēmu. Plātņu transportēšanai starpnoliktavā izmanto autoiekrāvējus, ja plātņu uzglabāšanas platības nav lielas. Liela apjoma starpnoliktavās (platība 0,5 ha vai vairāk) plātņu paku transportēšanai tiek lietotas pilnībā automatizētas sistēmas, kas spēj transportēt lielizmēra pakas ($2,5 \times 6,5 \times 1,5$ m, masa – līdz 20 tonnām). Plātņu paku pārvietošanai un nokraušanai izmanto rāmja tipa celtņus (skat. 1.79. att.), kurus raksturo augsta paku pārvietošanas jauda un ātrums (līdz 3 m s^{-1}).



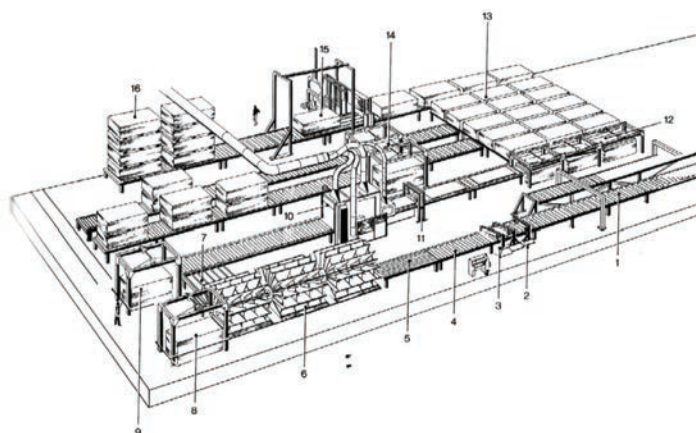
1.79. att. Automatizēta celtņu iekārta plātņu uzglabāšanai starpnoliktavā
(Thoemen u.c., 2010).

Izmantojot šāda tipa plātņu paku transportēšanas sistēmas, starpnoliktavā ir tīrāks gaiss, nav sastopamas mazas daļiņas, kas rodas gadījumā, ja paku transportēšanai lieto, piemēram, autoiekrāvējus. Zem celtņu sistēmām telpa ir brīva, salīdzinot ar citu plātņu paku transportēšanas veidu – rulliņu transportēšanas sistēmu (skat. 1.80. att.). Trūkumi celtņtipa sistēmu izmantošanai ir augstās investīcijas to ierīkošanai un izmaksas tehnisko apkopju veikšanai, kā arī celtņa operatoram ir nepieciešamas prasmes ātras dīkstāves novēršanai tā apstāšanās gadījumā.



1.80. att. Automatizētas rulliņu transportieru sistēmas plātņu uzglabāšanai starpnoliktavā (Thoemen u.c., 2010).

1.81. attēlā aplūkojams kopējais plātņu apstrādes iecirkņa organizēšanas iekārtojums, kas sākas ar izeju no karstās preses. Sākumā plātnēm apzāgē abas malas garenvirzienā un šķērsvirzienā ar zem leņķa novietotiem ripzāgmašīnu agregātiem. Turpmākā operācija pēc plātņu apzāgēšanas ir to dzesēšana. Tā šajā tehnoloģiskajā plūsmā var tikt organizēta trīs posmos. No pēdējā dzesētāja plātnes virza uz transportieru plūsmu, novadot tās uz slīpēšanu. Pēc plātņu slīpēšanas veic to šķirošanu un novietošanu uzglabāšanai.



1.81. att. Plātņu pēc preses apstrādes iecirkņa organizatoriskā shēma:

- 1 – preses izejošais konveijers; 2 – plātņu malu apzāgēšanas iekārta;
- 3 – plātņu sazāgēšanas garumā sazāgēšanas agregāts; 4 – rulliņu transportieris;
- 5 – transportieris-plātņu kustības paātrinātājs; 6 – plātņu karuseļtipa dzesētājs;
- 7 – plātņu padeves šķērstransportieris; gareniskais konveijers pie slīpēšanas,
- 8, 9 – plātņu uzglabāšanas kabatas (slīpmašīnas apstādināšanas gadījumā); 10 – slīpmašīna;
- 11 – plātņu biezuma mērītājs; 12 – plātņu šķirošanas kabatas; 13 – plātņu starpnoliktava;
- 14 – plātņu nokraušanas kabata; 15 – plātņu nokraušanas kabata;
- 16 – plātņu gatavās produkcijas noliktava

(Volinskis, 2004).

1.12. Kokskaidu plātņu apdare

Kokskaidu plātņu virsmu apdari ar dažādām nosedzošām kārtām (pēc presēšanas) galvenokārt veic lielās šo plātņu ražotnēs. Apdari var īstenot, uzklājot krāsas vai lakas šķidrā veidā, taču mūsdienas visplašāk tiek izmantota šāda metode – plātņu virsmu pārklājumu (laminēšanas) veidošana, izmantojot ar sintētiskiem sveķiem piesūcinātu papīru vai dekoratīvas polimērmateriālu plēves.

Izvēloties apdares materiālu, jāņem vērā vairāki plātņu faktori: ārējā slāņa blīvums un blīvuma sadalījums plātnes biezumā, izmantotās saistvielas veids un tās proporcija plātnē, plātnes virsmas cietība, iekšējo slāņu atrašanās stiprība stiepē perpendikulāri plātnes plaknei, virsmas porainība, mitruma uzsūcamība u.c.

1.12.1. Plātņu laminēšana

Cietos pārklājumus ar sintētiskiem sveķiem piesūcinātu papīru vai dekoratīvām polimērmateriālu plēvēm (skat. **1. pielikumu**) veido, izmantojot karstās pozīcijtipa (vienstāvu vai daudzstāvu) preses, kā arī nepārtrauktas darbības preses ar tērauda lentēm vai veltniem (kalandra prese). Plātnes ir iespējams laminēt arī galvenajā presē to izgatavošanas procesā.

Lai nodrošinātu kvalitatīvu laminēšanas procesu, plātnes virsējā slānī smalko skaidu (līdz 0,6 mm) īpatsvaram ir jābūt vismaz 60 %. Sveķu apjomam plātnes vidējā slānī jābūt ne mazākam par 7 %, ārējiem slāņiem 10 % no sauso skaidu masas, iekšējo slāņu stiprībai stiepē perpendikulāri plātnes plaknei ir jābūt vismaz 0,5 MPa, un mitrums nedrīkst pārsniegt 8 %. Ārējo slāņu blīvums nedrīkst būt lielāks par 950 kg m^{-3} , savukārt plātnes vidējam slānim jāpiemīt mazākam blīvumam.

Plātņu apdarei izmanto:

- papīra bāzes laminēšanas filmas, kas iegūtas, piesūcinot papīrus ar sintētiskiem sveķiem;
- sintētiskās polimērmateriālu plēves;
- papīra plastikāta slāņainos materiālus.

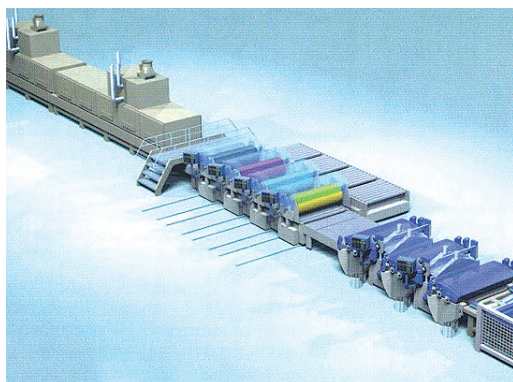
Visplašāk tiek izmantotas papīra bāzes laminēšanas filmas, piemēram, mēbeļu redzamo virsmu pārklāšanai tiek lietoti laminēšanas materiāli, kuru viena kvadrātmetra virsmas masa ir 90 līdz 120 g, citām detaļām – laminēšanas materiālu virsmas masa ir 70 līdz 80 g.

Vizuālais izskats visbiežāk ir kādas koku sugas koksnes tekstūras imitācija. Pateicoties mūsdienu tehnoloģiskajām iespējām, laminēšanas filmas tiek sagatavotas tā, ka bieži vien ir grūti atšķirt mākslīgi radītās laminēšanas filmas no dabiskā finiera. Atšķirība izpaužas tikai ārēji – mākslīgi radīto laminēšanas filmu raksts ir nedaudz vienvēidīgs. Lai paaugstinātu laminēšanas filmu izturību, to ražošanas laikā papīram piesūcināmiem sintētiskiem sveķiem (melamīna-formaldehīda vai karbamīda-formaldehīda) pievieno titāna dioksīdu apjomā līdz 40 %.

Papīra pārklājumi, kas piesūcināti ar karbamīda-formaldehīda sveķiem, nav piemēroti izmantošanai vannas istabās un virtuves darba virsmās to mitrumneizturības

dēļ. Lai paaugstinātu noturību pret mitruma ietekmi, tiek izmantota dubultā impregnēšanas metode, vispirms papīru piesūcinot ar karbamīda-formaldehīda vai karbamīda-melamīna sveķiem, pēc tam pārklājot tikai ar melamīna sveķiem. Plašāk tās ir pazīstamas kā melamīna laminēšanas filmas.

Melamīna filmu izgatavošanas tehnoloģiskais process (skat. 1.82. att.) ietver vairākus apstrādes ciklus: struktūrelementu drukāšanu, izmantojot daudzkrāsu ofseta mašīnas, piesūcināšanu ar sveķiem un noslēgumā – žāvēšanu.



1.82. att. Struktūrelementu drukāšanas iekārtas (Volinskis, 2007).

Laminēšanas filmas sagatavo, izmantojot papīra ruļļus, kuru platums ir no 2,5 līdz 3 m. Iekārtas (skat. 1.83. att.) to ražošanai ir ļoti augstāzīgas (padeves ātrums vienā minūtē – no 50 līdz 100 metriem). Laminēšanas filmu uzglabāšanas laiks pēc apstrādes ir no trim līdz sešiem mēnešiem.



1.83. att. Laminēšanas filmu sagatavošanas līnija (Volinskis, 2007).

Sintētisko polimērmateriālu plēvju (polivinilhlorīda, saīsinājumā – PVC) biezums, kas paredzētas kokskaidu plātņu laminēšanai, ir 0,3 līdz 0,7 mm robežās. Tās var būt caurspīdīgas vai tonētas-strukturētas, piemēram, ar koksnes struktūrelementiem, spīdīgas, matētas vai daļēji matētas, cietas vai elastīgas. Sintētisko polimērmateriālu plēvju līmēšanai uz plātnēm izmanto perhlorvinila, lateksa vai kūstošās līmes. Ir pieejamas arī pašlīmējošās plēves, kuru sastāvā 4 līdz 6 % apmērā ietilpst epoksīda sveķi. Polimēru plēves piegādā ruļļos.

Papīra plastikāta slāņaino materiālu biezums, kas paredzēts kokskaidu plātņu laminēšanai, ir no 0,5 līdz 2 mm. Speciālo papīru, pirms kopā salikšanas un karstās presēšanas, piesūcina ar sintētiskiem termoreaktīviem sveķiem (fenola un melamīna-formaldehīda). Šāda daudzslāņa materiāla pārklājuma augšējais slānis (angļu val. – *Overlay*) ir veidots

no izturīga, plāna papīra ((viena kvadrātmetra virsmas masa ir 32 līdz 44 g), kas kalpo nākamā dekoratīvā slāņa aizsardzībai no ārējo apstākļu iedarbības.

Dekoratīvais slānis parasti ir izgatavots no balinātas sulfāta celulozes viendabīga vai strukturēta papīra (viena kvadrātmetra virsmas masa ir 50 līdz 80 g) vai balta papīra (viena kvadrātmetra virsmas masa ir 70 līdz 100 g), un tā piesūcināšanai izmanto karbamīda-formaldehīda sveķus.

Apakšslāņa (angļu val. – *Underlay*) papīru (viena kvadrātmetra virsmas masa ir 70 līdz 80 g) lieto gaiša plastikāta ražošanai.

Pamatslāņa jeb kraftpapīra (viena kvadrātmetra virsmas masa ir 40 līdz 300 g) izgatavošanai tiek izmantota nebalināta celuloze, savukārt tā piesūcināšana tiek veikta ar fenola-formaldehīda sveķiem.

Viena no vissvarīgākajām prasībām dekoratīvā papīra ražošanā ir tā pārklāšanas spēja – krāsu nevienmērība un plankumi, kas var rasties pamatslāņa papīram, to piesūcinot ar fenola sveķiem, nedrīkst rasties virsējā dekoratīvajā slāni.

Papīru savstarpējo savienošanu veic ar presēšanas paņēmieni pie temperatūras 145 līdz 165 °C un spiediena 9 līdz 11 MPa. Tādā veidā iegūst plaši pazīstamos augstspiediena laminātus jeb HPL (angļu val. – *High Pressure Laminate*). HPL materiāli ir pieejami daudzveidīgās modifikācijās un krāsu toņos, tiem piemīt augsta triecienliece, zema sorbcijas spēja, augsta nodilumizturība un laba noturība pret ķīmiskām vielām.

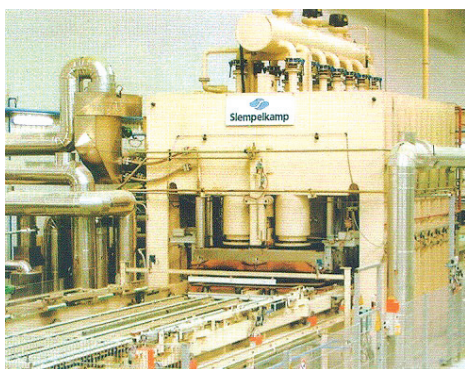
Izmantojot nepārtrauktas darbības lenti presēšanas iekārtu, iespējams iegūt zema blīvuma jeb CPL (angļu val. – *Continuous Pressure Laminate*) 0,5 līdz 0,75 mm biezu laminēšanas filmu, jo tās presē salīdzinoši zemā spiedienā – aptuveni 2 MPa. Šīm lamināta filmām raksturīgs zemāks blīvums nekā HPL, un tās izmanto iekšstelpās vertikāla novietojuma detaļu virsmu pārklāšanai.

Plastikāta filmu savienošanai ar kokskaidu plātnēm izmanto līmes ar karsto vai auksto presēšanas paņēmieni.

Atkarībā no plātnes izmantošanas mērķa laminēšanas filmas pārklājumu veido ar vienu vai daudzām kārtām. Lai izvairītos no plātnes deformācijām – izliekuma vai savērpsšanās neredzamo plātnes virsmu pārklāj ar tā saucamo kompensācijas pārklājuma kārtu, kas sev piemītošo īpašību dēļ ir līdzīga plātnes redzamajā pusē uzklātajai lamināta filmas kārtai.

Lai nodrošinātu plātņu laminēto virsmu nevainojamu kvalitāti, laminēšanas iecirknī ir jāuztur nevainojama tīrība.

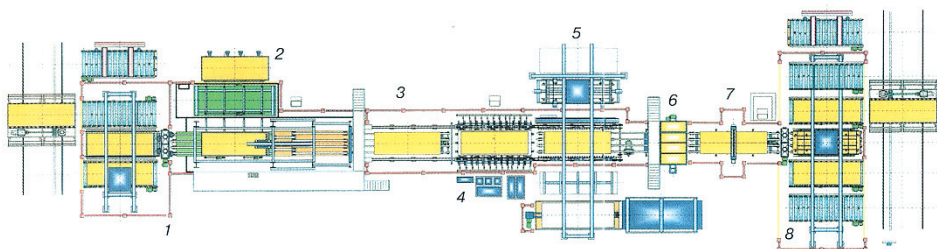
Mūsdienās uzņēmumi pilna formāta plātņu laminēšanai izmanto vienstāvu preses (skat. 1.84. att.) ar ātru presēšanas spiediena paaugstinājumu un tā samazinājumu, presplātņu izmēri ir 2300 × 5700 mm.



1.84. att. Plātņu laminēšanas vienstāvu preses (Volinskis, 2007).

1.84. attēlā redzamās preses ir ļoti augstražīgas. Ar vienu šāda veida presi vienas stundas laikā ir iespējams veikt laminēšanu 18 plātnēm. Konkrētās iekārtas ļauj laminēt standartformāta plātnes, kuru izmēri ir no 1220×2440 mm līdz 2440×5600 mm. Plātnes ievietošanai presē nepieciešamas 8 sekundes, un presēšana ilgst no 10 līdz 12 sekundēm.

Plātņu laminēšanas iecirkņa linijai (skat. **1.85. att.**) raksturīga augsta mehanizācijas un automatizācijas pakāpe.



1.85. att. Plātņu laminēšanas linijas principiālā shēma:

- 1 – plātņu padeve no krautnes; 2 – laminēšanas materiāla padeve;
- 3 – sagatavoto paku iekraušana; 4 – karstā prese; 5 – presplātņu ieliktnu maiņas mehānisms;
- 6 – plātņu malu apzāģēšana platumā; 7 – plātņu apzāģēšana garumā;
- 8 – plātņu šķirošana un novietošana krautnēs (Volinskis, 2004).

Saformēto trīs slāņu paketi (plātņi ar abpusēji pārklāto laminēšanas filmu) automātiski ievirza presē. Presplātņu darba temperatūra ir no 180 līdz 200 °C, presēšanas spiediens 3,5 līdz 4,5 MPa. Plātņu biezuma atšķirība vienas plātnes biezumā nedrīkst pārsniegt $\pm 0,3$ mm. Ja izkļūde biezumā nepārsniedz $\pm 0,2$ mm, presēšanas spiedienu var samazināt 2,5 līdz 3,5 MPa. Plātņu izturēšana zem spiediena ir atkarīga no plātnes biezuma, un vidēji šis process ilgst 20 sekundes.

1.86. attēlā ir iespējams aplūkot plātņu laminēšanas procesa posmus – plātņu formēšana laminēšanai, plātņu iekraušana, plātņu izkraušana.

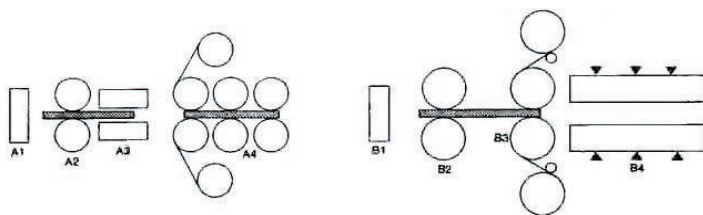


1.86. att. Plātņu laminēšanas linija (Volinskis, 2007).

1.12.2. Plātņu kašierēšana

Plātņu kašierēšanas process plātnēm tiek veikts, laminēšanas filmu uzklājot uz iepriekš ar līmi pārklātas plātnes virsmas, turklāt kašierēšanu vienlaikus var īstenot plātnes abās pusēs. Izšķir auksto, silto un karsto kašierēšanas paņēmieni. Auksto paņēmieni lieto karstumneizturīgām filmām, līmēšanai izmantojot polivinilacetāta (PVA) līmes. Īstenojot silto kašierēšanas paņēmieni, līmi uzklāj uz tikko salīmētām, vēl neatdzisušām plātnēm. Taču visplašāk tiek izmantots karstais kašierēšanas paņēmiens, lietojot dažādas līmes – līmi un cietinātāju uzklāj uz plātnes virsmas, un filmu izrullē uz plātnes virsmas ar apsildāmiem veltniem.

Šajā gadījumā temperatūras ietekmē plātnes virsma un filma plastiski deformējas, kas rada filmas „izlīdzināšanas” efektu un kvalitatīvu kašierētās virsmas ieguvu. Uzreiz pēc karstās kašierēšanas plātnēm var veikt mehānisko apstrādi. Kašierēšanai izmanto kalandra tipa preses, periodiskas darbības vienstāvu preses vai arī to kombinācijas (skat. 1.87. att.).



1.87. att. Plātņu kašierēšanas procesa principiālās shēmas
(pa kreisi – kalandra tipa prese; pa labi – periodiskas darbības prese):

A1 un B1 – plātņu birstēšanas slotiņas;

A2 un B2 – līmes uzklāšanas iekārta; A3 – plātņu uzsildīšanas zona;

A4 un B3 – apsildāmā veltnītipa prese; B4 – periodiskas darbības prese

(Thoemen u.c., 2010)

1.12.3. Pildvielu pievienošana plātnēm

Plātņu izejmateriālu piesūcināšana ar dažādām pildvielām to izgatavošanas laikā tiek veikta tādēļ, lai paaugstinātu kādu no plātņu materiālu ekspluatācijā nepieciešamajām īpašībām. Šīs vielas var būt bioloģiski aktīvas, impregnējošas, antiseptizējošas. Pievienojot šīs vielas skaidām plātņu ražošanas procesā, to sasaiste ar skaidām ir atkarīga no konkrēto vielu molekulu lieluma, taču sasaiste ir daudz efektīvāka, salīdzinot ar vienkāršu šo vielu uzsmidzināšanu uz plātņu virsmas. Ja nepieciešams paaugstināt plātņu mitrumizturību, pievieno vielas, kas atgrūž mitrumu, un attiecīgi plātnes krāsa ir zaļa (skat. 1. pielikumu). Turpretī, ja nepieciešams uzlabot ugunsnoturības parametrus, tiek pievienoti antipirēni, un plātnes krāsa kļūst sarkana (skat. 1. pielikumu). Šo vielu lietošana var ierobežot un mainīt tehnoloģiskos parametrus standarta plātņu izgatavošanas procesā.

1.13. Plātņu kvalitātes kontrole

Saražoto plātņu īpašībām atkarībā no to ekspluatācijas veida jāatbilst standarta prasībām. Plātņu īpašības kontrolē ar tā dēvēto iekšējo kvalitātes kontroles procesu. Lai plātņu materiālus izmantotu konstruktīvo elementu izveidei, ir jāizpilda ļoti daudz atbilstošo prasību. Šo novērtējumu visbiežāk veic ārēja, neatkarīga sertificējoša institūcija ar sākotnējo plātņu ražošanas tipa testēšanu. Šī procesa gaita un prasību izpilde ir aprakstīta standartā LVS EN 326-2. Savukārt plātņu iekšējo kvalitātes kontroli veic ražotnēs uz vietas – speciāli aprīkotās laboratorijās.

Plātņu ražošanas līniju procesu vadība tiek īstenota no centralizētas vadības pults. Tāda sistēma ļauj:

- uzlabot produkcijas kvalitāti, optimizējot ražošanas procesus;
- samazināt ražošanas izmaksas – ietaupot izejvielas, izejmateriālus un enerģiju;
- savlaicīgi noteikt un novērst plātņu ražošanā atklātās nepilnības;
- samazināt dīkstāves;
- prognozēt produkcijas īpašības, sekojot tās parametriem ražošanas gaitā;
- mainīt produkcijas parametrus, piemēram, biezumu un blīvumu, neapstādinot ražošanas procesu;
- drukāt ražošanas procesa dokumentāciju un statistiku par jebkuru laika posmu.

1.13.1. Ražošanas procesa parametru kontrole

Augsti automatizētos koksnes plātņu ražošanas uzņēmumos, kur tiek realizēti lieli ražošanas apjomi, plātņu atbilstības kontroli dažādos tehnoloģisko procesu posmos veic mērinstrumenti un datorsistēmas. Tas ir jāīsteno pastāvīgi, lai nepieciešamības gadījumā varētu mainīt izejmateriālu padeves apjomu vai padeves ātrumus.

Izejmateriāla sagatavošanas procesā veic šķeldu un skaidu kvalitātes novērtējumu gan vizuāli, gan galvenokārt atbilstību frakcijām jeb izmēriem. Šķeldošanas un skaidošanas iekārtu griezējinstrumentu atasinājuma pakāpe nosaka arī iegūstamo koksnes daļiņu lielumu – jo griezējinstrumenti ir neasāki, jo lielo skaidu frakcija ir lielāka. Šī iemesla dēļ ir jāveic griezējinstrumentu atasināšanas pakāpes kontrole.

Ja šķeldas un skaidas tiek iepirktas, ir jāveic minerālpiemaisījumu kontrole un nepieciešamības gadījumā to atdalīšana, sijājot un atdalot ar piespiedu gaisu plūsmu. Kontroles brīdī saskaņā ar literatūrā pieejamajiem datiem minerālpiemaisījumu daudzums plātnes ārējos slāņos nedrīkst pārsniegt 0,05 %, iekšējā slānī 0,5 %. Paaugstināts minerālpiemaisījumu daudzums paātrina griezējinstrumentu nodilumu.

Lai nodrošinātu birstošo materiālu nepārtraukta apjoma daudzumu, tiešajā ražošanas procesā ražošanas uzņēmumi izmanto bunkurus. To aizpildījuma līmeni kontrolē ar foto sensoriem, mehānisko vārstu sistēmu, kas aizveras, sasniedzot noteiktu bunkura aizpildīšanas līmeni.

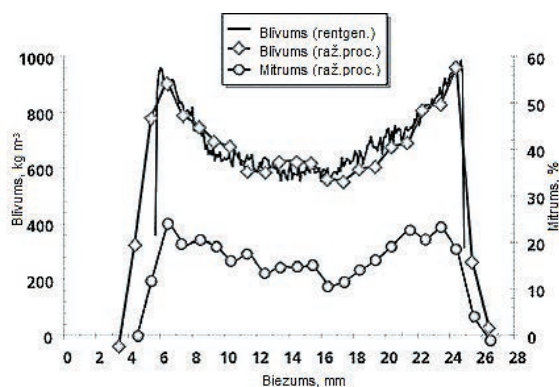
Kontrole jāveic arī smalcinātās koksnes žāvēšanas gadījumos, ņemot vērā, ka izžāvētu skaidu mitrumam ir jābūt salīdzinoši zēmam (3 līdz 5 %), kā arī nedrīkst būt liela mitruma izkliede. Temperatūra un ilgums skaidu žāvēšanas procesā tiek regulēts, pamatojoties uz skaidu sākotnējo un noslēguma mitrumu.

Koksnes daļiņu apsveķošanas iecirknī, ņemot vērā, ka saistvielas ir dārgas un tās veido lielu daļu no kopējās plātņu pašizmaksas, jāsteno precīza saistvielu un skaidu masas dozēšanas attiecība. Šajā gadījumā lieto svarus un plūsmas mērītājus. Kontrolējot komponentu masu, tiek panākta apsveķojamo skaidu plūsmas stabilitāte, nodrošinot arī pastāvīgu līmes patēriņu laika vienībā.

Skaidu „paklāja” agregāti ir aprīkoti ar bezkontakta rentgena staru mērierīcēm, kas nepārtraukti nosaka uzberamā slāņa blīvumu. Mērījumus nosūta kontroles blokam, kurā veic elektronisku salīdzināšanu ar iestatītajiem parametriem. Gadījumā, ja ir konstatēta neatbilstība, tiek samazināts/palielināts galvenā konveijera transportiera kustības ātrums. Noslēdzošajam formēšanas agregātam ir svāri, un, nosakot masu, iespējams kontrolēt skaidu „paklāja” viena kvadrātmetra masu. Pēc mērījumu rezultātiem var izveidot gatavās, sapresētās plātnes blīvuma sadalījumu plātnes biezumā (skat. 1.88. att.).

Plātņu presēšanas process norisinās automātiski. Presēšanas laikā tiek kontrolēts presplātņu aizvēršanas attālums. Pēc presēšanas ir nepieciešams veikt produkcijas biezuma kontroli. Ja pēc presēšanas plātnes ir pārāk „atsperīgas” jeb plātnes biezums palielinās (*spring back*), ko var izraisīt palielināts skaidu „paklāja” mitrums vai arī nepietiekama saistvielas sacietēšana, plātņu presēšanas laiks ir jāpalielina. Atkarībā no plātnes biezuma pielādes novirzes veic plātņu presēšanas ilguma regulēšanu.

Nepārtrauktas darbības presēs presēšanas ilgumu un spiedienu var mainīt atsevišķos preses segmentos, kā arī iespējams veikt korekcijas, mainot materiālu padošanas ātrumu. Integrētā rentgena mērierīce – blīvuma mērītājs – seko saražoto plātņu blīvuma profila noteikšanai (skat. 1.88. att.). Ar šīs ierīces palīdzību iespējams noteikt, kurā plātnes virsmas daļā blīvums ir visaugstākais, cik daudz jāslīpē no plātnes virsmas, lai iegūtu visaugstāko plātnes virsmas blīvumu. Tādējādi tiek nodrošināta visaugstākā plātnes laminēšanas kvalitāte.



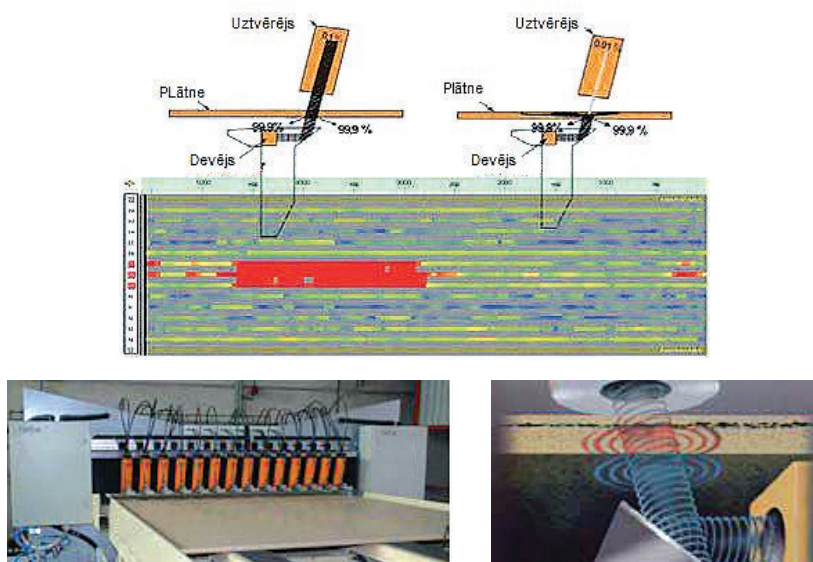
1.88. att. Blīvuma sadalījums gatavas plātnes biezumā (Thoemen u.c., 2010).

Plātņu presēšanas laikā gāzes maisījuma iekšējais spiediens, pārsniedzot plātnes iekšējo slāņu spiedienu (pie temperatūras 100 °C), rada plātnes iekšējo slāņu atslāņošanos (delamināciju) jeb veido gaisa ieslēgumus. Tas norisinās plātnes vidējā slānī, jo šajā zonā gāzes spiediens ir visaugstākais. Konstatēt šos gaisa ieslēgumus, kā arī noteikt to atrašanās vietu iespējams, izmantojot ultraskaņas raidītājus/uztvērējus, kas parasti ir izvietoti visā ražošanas līnijas platumā – uzreiz aiz plātņu karstās preses, bet pirms plātņu sazāģēšanas (skat. 1.89. att.).

Ultraskaņas raidītāju/uztvērēju lietošana un pēc iespējas ātrāka plātņu delaminācijas procesa norises atklāšana ļauj preses operatoram mainīt sākotnējos tehniskos

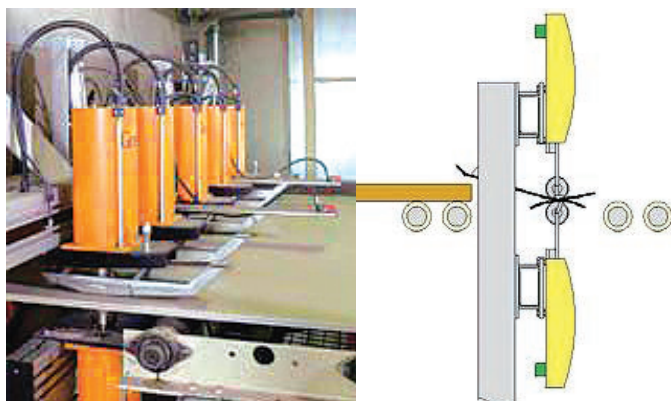
preses iestatījumus, piemēram, preses lentes pārvietojuma ātrumu, to pazeminot. Ja tas nelīdz, var mēģināt samazināt skaidu „paklāja” mitrumu pirms ievades presē vai uzlabot skaidu sasaisti, palielinot saistvielas apjomu, taču jāņem vērā, ka visu iepriekš minēto operāciju izpilde krietni paaugstina ražošanas tiešās izmaksas.

Ja kāds no veiktajiem procesiem izslēdz gaisa ieslēgumus plātnēs, preses operators pakāpeniski var palielināt līnijas ātrumu, lai paaugstinātu kopējo ražošanas apjomu. Konstatējot plātnēs gaisa ieslēgumus, šīs plātnes ir uzskatāmas par neatbilstošām prasībām, tiek brāķētas un novirzītas atsevišķi tām paredzētā plūsmā. Lai tās būtu atbilstošas kvalitātei, bojātās vietas var izzāgēt, samazinot plātņu izmērus. Bieži vien šādas plātnes izmanto kā iepakojamo materiālu, tomēr, ja neko no iepriekš minētā nav iespējams īstenot, tās sadrupina un izmanto kā kurināmo materiālu enerģijas ieguvei.



1.89. att. Plātnes iekšējo gaisa ieslēgumu noteikšanas iekārta (Thoemen u.c., 2010).

Katrai, atsevišķi apzāģētai plātnei pārbauda arī biezumu un masu. Biezuma mērīšanai izmanto trīs vai vairākas kontakta mērierīces (precizitāte 0,02 mm), kas izvietotas vienmērīgi visas plātnes platumā (skat. 1.90. att.). Starp mērījumiem ir jāveic mērinstrumentu kalibrēšana, lai nodrošinātu augstu mērījumu precizitāti. Jāpiebilst, ka lielu padeves ātrumu ($> 100 \text{ m min}^{-1}$) gadījumos šāda veida kalibrēšanu nav iespējams veikt pietiekami ātri, tāpēc mūsdienās arvien biežāk tehnoloģiskajās plūsmās izmanto ultraskaņas mērierīces, kurām iespējams veikt ārējas kalibrēšanas veikšanu (skat. 1.90. att.).



1.90. att. Plātnes biezuma noteikšanas iekārta (Thoemen u.c., 2010).

Katras plātnes masu parasti nosaka ar svariem, kas ierīkoti zem galvenā konveijera uz atsevišķi atdalīta lentes konveijera, un, lai nosvērtu plātni, ir nepieciešamas 2 sekundes. Jāatzīst, ka jaunajās ražošanas līnijās, kurām raksturīgs liels līnijas ātrums, svariem nav pietiekami daudz laika, lai precīzi nosvērtu plātni. Šīs svēršanas sistēmas precizitāte nav īsti piemērota maza biezuma plātnēm, jo plātnes masa ir neliela salīdzinājumā ar pašu svaru masu. Izmantojot datus, kas iegūstami no ripzāģmašīnas (apzāģēšanas garums un platums) un no mērierīcēm (biezums un masa), var aprēķināt katras atsevišķas plātnes blīvumu. Plātnes blīvumu, kā arī plātnes slēptos defektus iespējams atklāt, izmantojot rentgena staru sistēmas, taču tās ir salīdzinoši dārgas.

1.13.2. Gatavās produkcijas kvalitātes rādītāji un kontrole

Gatavās produkcijas kvalitātes kontroli veic iekšējās laboratorijās, izmantojot speciālu aprīkojumu. Pārbaudāmie rādītāji ir atkarīgi no plātņu izmantošanas veida. Visplašāk lieto rādītāju noteikšanu atbilstoši Eiropas standartos (EN) noteiktajām prasībām.

Plātņu īpašību noteikšanu veic katras maiņas ietvaros un arī gadījumos, ja tehnoloģiskajā plūsmā kādā no ražošanas posmiem kāds parametrs tiek būtiski mainīts.

Tehniskās prasības, kādas ir izvirzītas kokskaidu plātnēm atkarībā no lietojuma, ir apkopotas Eiropas standartā EN 312 (2011). Plātņu iedalījums ir šāds:

- vispārējas nozīmes KSP P2 (plātnes interjeram, ieskaitot mēbeles, kas paredzētas lietošanai sausos iekštelpu apstākļos);
- interjeram un mēbelēm izmantojamās KSP P3 (slodzi nenesošas plātnes lietošanai mitros iekštelpu apstākļos);
- būvkonstrukciju KSP P4 (slodzi nesošas plātnes lietošanai sausos iekštelpu apstākļos);
- mitrumizturīgas konstrukcijām izmantojamās KSP P5 (slodzi nesošas plātnes lietošanai mitros iekštelpu apstākļos);
- ar paaugstinātu noturību KSP P6 (paaugstinātas slodzes nesošas plātnes lietošanai sausos iekštelpu apstākļos);
- ar augstu mitrumizturību un augstu noturību KSP P7 (paaugstinātas slodzes nesošas plātnes lietošanai mitros iekštelpu apstākļos).

Šis Eiropas standarts nosaka KSP tipus sešiem ekspluatācijas nosacījumiem. Atbilstoši katram izmantošanas tipam prasības atšķiras attiecībā uz fizikāli mehāniskajām īpašībām.

Kokskaidu plātnēm fizikāli mehāniskās un fizikāli ķīmiskās īpašības nosaka pēc šādiem standartiem:

- virsmas izturība (LVS EN 311);
- plātnes uzbriešana pēc iegremdēšanas ūdenī (LVS EN 317);
- izmēru izmaiņas, mainoties relatīvajam gaisa mitrumam (LVS EN 318);
- stiepes stiprība perpendikulāri pret plātnes plakni (LVS EN 319);

- skrūvju noturība aksiālajā izraušanā (LVS EN 320);
- mitrumizturība cikliskā testa apstākļos (LVS EN 321);
- mitrums (LVS EN 322);
- blīvums (LVS EN 323);
- plātņu biezums, platums un garums (LVS EN 324-1);
- perpendikularitāte un malu taisnlinija (LVS EN 324-2);
- formaldehīda izdalīšanās (LVS EN 717-1; 717-3; LVS EN ISO 12460-3; LVS EN ISO 12460-4; LVS EN ISO 12460-5);
- plātņu mitruma izturība, tās vārot (LVS EN 1087-1).

Laboratoriski iegūtos datus apstrādā, un raksturvērtības aprēķina pēc šādiem standartiem:

- 5 % raksturvērtību un raksturīgo vidējo vērtību noteikšana (LVS EN 1058);
- raksturlielumi konstrukciju aprēķiniem (LVS EN 12369-1).

Parasti ražotāji savās produktu tehnisko datu lapās uzrāda īpašību vērtību robežas (kvantiles vērtības), kuras jāsasniedz katram KSP tipam. Rādītājus KSP laboratoriski nosaka pie konstantiem klimatiskajiem parametriem – gaisa relatīvā mitruma $65 \pm 5 \%$ un gaisa temperatūras $20 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$, savstarpējai īpašību salīdzināšanai.

Pēdējo gadu laikā arvien aktuālāks kļūst jautājums par gaistošo organisko savienojumu jeb VOC (*Volatile Organic Compounds*) samazinājumu. Tā kā ražoto plātņu sastāvā ietilpst brīvais formaldehīds, ir noteikta arī tā izdalīšanās atkarībā no lietojuma. KSP pie mitruma $W = 6,5 \%$ pirmajai jeb E1 formaldehīda emisijas klasei pēc perforatora pārbaudes metodes 6 mēnešos jāuzrāda vidējais rezultāts $\leq 6,5 \text{ mg uz } 100 \text{ g}$, pēc gāzu analīzes pārbaudes metodes atbilstoši E1 klasei jābūt $\leq 0,124 \text{ mg } 1 \text{ m}^3 \text{ gaisa}$. Savukārt formaldehīda emisijas rādītājs $8 \text{ mg uz } 100 \text{ g}$ var būt maksimāls kādā no atsevišķiem individuālajiem plātnes pārbaudes rezultātiem. E 0,5 vai E-LE (*Low Emision*) maksimāli var sasniegt robežu $4 \text{ mg uz } 100 \text{ g}$ un salīdzinājumā ar kameras metodi ne vairāk par $0,09 \text{ ppm}$.

Otrās klases jeb E2 emisijas plātnēm pēc gāzu analīzes pārbaudes metodes $> 0,124 \text{ mg } 1 \text{ m}^3 \leq 0,3 \text{ mg } 1 \text{ m}^3 \text{ gaisa}$, no 8 līdz $30 \text{ mg uz } 100 \text{ g}$. Pie cita plātņu mitruma brīvā formaldehīda emisiju var aprēķināt, izmantojot sakarību $f = -0,133 W + 1,86$ (W – plātnes mitrums).

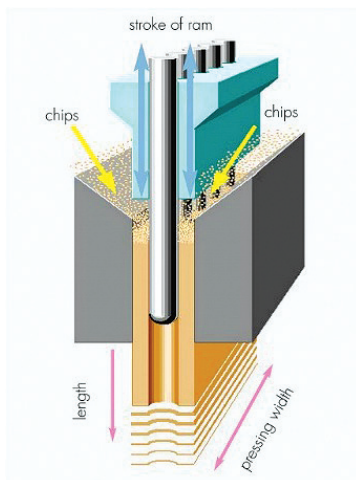
Šo rādītājus KSP ražotāji pārbauda gan ražošanas iekšējās kvalitātes kontrolē jeb IKK (atbilstoši EN 326-2 prasībām), gan arī plātņu pārbaudes veic ārējais – neatkarīgais novērtētājs (atbilstoši EN 326-3 prasībām).

Brīvā formaldehīda izdalīšanās tiek pārbaudīta E0,5 (E-LE), E1 klases plātnēm ne retāk kā reizi 24 stundās, bet E2 klases plātnēm ne retāk par reizi nedēļā. Ja plātnēs brīvā formaldehīda izdalīšanās ir ļoti zema un praktiski neievērojama, tādā gadījumā intervālus starp pārbaudēm palielina, tomēr vienlaicīgi jāpierāda, ka tā nepārsniedz standarta prasības.

1.14. Citi kokskaidu materiālu veidi un izmantošanas virzieni

1.14.1. Dobtās kokskaidu plātnes

Plātnes tiek ražotas, izmantojot ekstrūzijas presēšanas paņēmieni (skat. 1.91. att.).



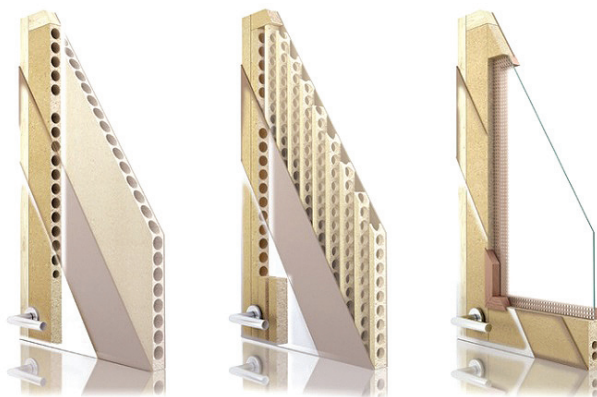
1.91. att. Dobto kokskaidu plātņu ražošanas paņēmiens:

length – garums; *pressing width* – presēšanas platums; *chips* – skaidas;
stroke of ram – padeves virzulis.

Avots: <https://www.sauerland-spanplatte.de/en/product/production/the-extrusion-method.html>.

Temperatūra presēšanas zonā ir 190 °C, apsveķotās kokskaidu masas kustības ātrums – no 500 līdz 1200 metriem vienā minūtē. Dobto kokskaidu plātņu prasību izpilde ir apkopota standartā EN 14755.

Šīm plātnēm piemīt zema masa, taču salīdzinoši augsta stiprība. Tās tiek plaši izmantotas durvju, mēbeļu ražošanā vai arī izstrādājumos, kuriem būtiski jāsamazina masa (skat. 1.92. att.).



1.92. att. Durvju veidi ar dobtās KSP vidusslāni.

Avots: <http://www.sauerland-spanplatte.de/en/product/product-range/door-cores-overview.html>.

1.14.2. Presētu kokskaidu paletes

Pasaulē arvien plašāk tiek izmantotas presētu kokskaidu paletes (skat. 1.93. att.), kuras paredzētas dažādu materiālu transportēšanai.



1.93. att. Presētu kokskaidu paletes.

Avots: <https://www.palletblockmachine.com/presswood-pallet-and-traditional-pallet.html>.

Izmantojot speciālas vienstāvu preses (skat. 1.94. att.), iespējams saražot 90 līdz 180 paletes vienā stundā. Šis ražošanas apjoms ir atkarīgs no palešu formāta, konfigurācijas, izmantojamās koku sugas un saistvielu veida. Ražošanas procesā tiek noteikta katras paletes kvalitāte, to sverot un noskaidrojot faktiskos izmērus un blīvumu. Automātiskā vadības sistēma nodrošina jebkura tehnoloģiskā procesa darbības maiņu gadījumā, ja palešu kvalitāte nav atbilstoša. Šī kontroles programmatūras sistēma veic precīzu produkcijas analīzi reālā laikā.



1.94. att. Presētu kokskaidu palešu vienstāvu prese.

Avots: http://www.imalpal.com/pdf_download/catalogo_generale.pdf.

1.14.3. Kokskaidu polimērkompozītmateriāli

Koksnes polimērkompozītmateriālus jeb WPC (*Wood Plastic Composites*) ražo, izmantojot speciālu ekstrūdera aprīkojumu. Ekstrūdera iekraušanas kamerā polimērmateriālus un koksnes daļiņas padod granulu veidā. Ar gliemežpār vadu, kas var būt viens vai divi, koksnes polimērmateriālu masu virza tā uzkarsēšanas

zonā. Iekšējās berzes rezultātā starp pārvietojamo masu un gliemežpārveda korpusu rodas papildu siltums. Uzkarstot koksnes polimērmateriāla masa kūst, un, to nepārtraukti jaucot, veidojas viendabīga, homogēna masa. Ekstrūdera izejā ir ierīkota profilēta sprausla produkta vēlamās formas ieguvei vai šaura un plata sprausla lokšņveida materiālu ieguvei. Uzņēmumu WPC ražošanas jaudas amplitūda parasti var svārstīties no 200 līdz 2000 kg vienā stundā.

Svarīgs faktors šo materiālu ražošanas procesā ir materiāla temperatūra. Ja ekstrūdera izejā materiāla temperatūra ir zemāka par nepieciešamo, tas ātrāk sacietē, gatavajā produktā veidojot iekšējos spriegumus un iegūstot trauslāku materiālu. Ja temperatūra ir augstāka par optimālo, tad maisījumam ir zemāka viskozitāte, un to var vienkārši izstumt caur profilējošo sprauslu, nepiepildot visu tās šķērsriezumu un neiegūstot vēlamo formu.

WPC sastāvdaļas ir sasmalcinātas koksnes daļas, termoplastisks polimērmateriāls un piedevas. Kā termoplastiskos polimērmateriālus izmanto polietilēnu, polivinilhlorīdu, putupolistirolu un citus polimērmateriālus, kuru kušanas temperatūra ir līdz 200 °C. Šie materiāli var būt arī otrreizēji pārstrādājamās izejvielas. Dažos gadījumos izmanto arī dabiskas izcelsmes vielas – lignīnu, kazeīnu, cieti u.c. Koksnes daļas īpatsvars kompozītā var būt robežās no 40 līdz 95 %. Augstākas stiprības materiāliem ir jānodrošina lielāks polimērmateriālu daļas apjoms. Lai iegūtu paaugstinātas izturības produktus, WPC izgatavošanas procesā tiek izmantotas ķīmiskās komponentes. Savukārt, ja jānodrošina galvenokārt estētisko īpašību prasības, WPC ražošanas procesā jāpalielina koksnes daļu īpatsvars.

WPC piedevu izmantošanai ir šādas funkcijas:

- palielināt koksnes saķeri ar polimērmateriālu;
- piešķirt produktam krāsu;
- paaugstināt ekspluatācijas īpašības (krāsas, temperatūras vai bioloģiskās noturības stabilitāti, siltuma vai skaņas noturības paaugstināšanu);
- samazināt berzes spēkus ekstrūderī WPC ražošanas procesā.

Pasaulē plaši atzīti ir daudzi WPC ražotāji ar patentētiem produktiem – *Einwood* (Japāna), *Fasal* (Austrija), *WPG* (ASV) (skat. 1.95. att.).



1.95. att. Koksnes polimērmateriālu kompozītmateriāli.

Avots: <http://einwood.co.uk/gallery/>; <http://www.fasal.at/products/bioblo-building-blocks/>;
<http://woodplasticgroup.com/>.

1.14.4. Kokskaidu palešu kluči

Lai samazinātu masīvkoksnes lietošanu palešu konstrukcijās, pagājušā gadsimta beigās un šī gadsimta sākumā strauji ir attīstījušās smalcinātas koksnes izmantošanas tehnoloģijas. Pasaulē kokskaidu palešu kluču ražošanai pamatā izmanto ekstrūzijas presēšanas paņēmieni (skat. 1.96. att.). Šī IMAL ražotāja prese vienā diennaktī spēj saražot līdz 70 kubikmetru kokskaidu palešu kluču, tomēr tā neļauj saražot dažāda izmēra kokskaidu palešu klučus vienlaicīgi. Šim nolūkam nepieciešama atsevišķa presēšanas līnija, kā arī lielākai produkcijas izmēru variēšanai var izmantot vienstāvu kokskaidu palešu kluču presi.



1.96. att. Kokskaidu palešu kluču preses:

pa kreisi – ekstrūzijas prese; pa labi – vienstāvu prese.

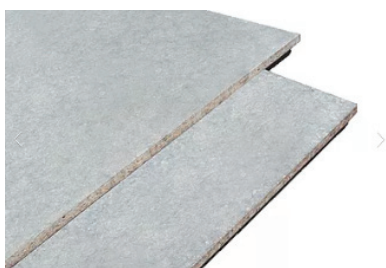
Avots: http://www.imalpal.com/pdf_download/catalogo_generale.pdf.

Arī šī tehnoloģiskā plūsma, līdzīgi kā visas pārējās mūsdienīgās līnijas, ir pilnībā automatizētas un vadāmas attālināti.

1.14.5. Koksnes minerālmateriālu plātnes

Mēģinājumi salīmēt koksnes skaidas ar neorganiskām saistvielām tika veikti jau 20. gadsimtā. Tika izgatavota tā saucamā akmens koksne, koksnes skaidas savienojot ar magnēzija cementu. Pēc tam tika izgatavotas koksnes vilnas vieglās celtniecības plātnes, koksnes vilnu sasaistot ar magnēziju vai portlandcementu.

20. gadsimta beigās atkārtoti kā saistvielas tika izmantots cements un šķidrās stikls. Ar portlandcementu kā saistvielu (skat. 1.97. att.) izgatavotās kokskaidu plātnes plaši lieto pasaulē. To sastāvā ir apmēram 20 masas daļas koksnes skaidas, bet pārējo daļu veido portlandcements, papildvielas un ūdens.



1.97. att. Koksnes portlandcimenta plātne.

Avots: <https://www.vivaboard.com/viva-wood-cement-board>.

Portlandcimenta plātņu ražošanā koksnes skaidu sagatavošana tiek veikta kā parasti, taču presēšana tiek īstenota aukstā veidā – plātnes vienu virs otras paketē ar distanci padod presē, un tādā veidā tiek fiksēts, lai, izņemot no preses, tās nemainītu izmērus. Portlandcements ārpus preses sacietē 24 stundu laikā. Pēc tam plātnes iztur noliktavā izolēti 28 dienas maksimālas stiprības sasniegšanai. Pirms nosūtīšanas izmantošanai plātnes klimatizē, lai sasniegtu optimālu mitruma līmeni. Jāpiebilst, ka ir veikti pētījumi, izmantojot ogļskābes injekcijas, lai paātrinātu sacietēšanas ātrumu.

Kokskaidu plātņu, kurās kā saistviela tiek izmantots portlandcements, blīvums ir 1300 līdz 1600 kg m⁻³, bet statiskās lieces stiprība 8,0 līdz 12 MPa.

Šīs plātnes var lietot mainīgos klimatiskos apstākļos, tās ir izturīgas pret sēņu iedarbību, un tām piemīt laba ugunsizturība.

Uzbriešana biezumā šīm plātnēm, izturot ūdenī, ir krietni zemāka nekā kokskaidu plātnēm, kurās kā saistviela izmantoti sintētiskie sveķi, bet uzbriešana garumā un platumā ekstrēmos klimatiskos apstākļos ir 0,3 % jeb tāda pati kā kokskaidu plātnēm, kurās par saistvielu lieto sintētisko sveķu līmes.

Kokskaidu plātnes, kurās kā saistviela tiek izmantots portlandcements, būvniecībā izmanto sienu, griestu un fasādes apdarē. Šīs plātnes tiek izmantotas vienkāršās būvēs valstīs ar ļoti mainīgiem klimatiskajiem apstākļiem, kā arī vietās, kur novērojama sēņu iedarbība.

Eiropā šīs plātnes izmanto telpās, kas pakļautas mitrumam, vai vietās, kur ir noteiktas augstas prasības pret ugunsizturību.

Plātnes, kurās kā saistviela izmantots magnēzija cements, sastāv no apmēram 40 masas daļām kokskaidu, pārējais ir cements. Šo plātņu blīvums ir 850 kg m⁻³. Tā kā magnēzija cements siltuma iedarbībā strauji cietē, tad šo plātņu izgatavošanā izmanto karsto presēšanu. Presēšanas ilgums plātnē, kuras biezums ir 20 mm un presēšanas temperatūra 180 °C, ir apmēram 10 minūtes. Šādu plātņu izgatavošanā izmanto tikai izturētu skujkoku koksni, kas vēl jāmineralizē, lai tā nesaturētu miecvielas, it īpaši cukurus, kas kavē cementa sacietēšanu.

Portlandcementu kā saistvielu neietekmē miecvielas, tāpēc plātņu izgatavošanā ar šo saistvielu var lietot lapkoku koksni un nav nepieciešama skaidu mineralizēšana. Kokskaidu plātnes, kurās kā saistviela izmantots magnēzija cements, ir izturīgas vāroša ūdens ietekmē, un tās izmanto kuģu būvē, kā arī daudzstāvu ēku iekšējā apdarē. Tām raksturīga laba ugunsizturība, taču šīs kokskaidu plātnes ir grūtāk mehāniski apstrādāt. Uzbriešana un rukšana biezumā ir līdzīga kā plātnēm, kurās par saistvielu izmanto portlandcementu.

Kokskaidu plātnes, kurās par saistvielu lieto izdedžus, iegūtas Ķīnā no papeles koksnes izejmateriāla. Šādu plātņu izgatavošanā ir svarīgi astoņi parametri – koksnes attiecība pret izdedžiem, ūdens attiecība pret izdedžiem, nātrija hidroksīda daudzums, plātnes biezums, izdedžu daļiņu konfigurācija, silikāta līmes daudzums, presēšanas temperatūra, presēšanas ilgums. Izšķirošs ir izdedžu ķīmiskais sastāvs. Pie blīvuma 1220 kg m⁻³ plātņu statiskās lieces stiprība ir 17 MPa, savukārt stiprība perpendikulāri plātnes plaknei veido 0,5 MPa. Šādas plātnes izmanto celtniecībā speciālos gadījumos.

Kokskaidu plātnēs, kurās par saistvielu izmanto silikāta līmi, apsveķojot koksnes skaidas, silikāta līme sacietē ātri, taču plātnēm raksturīga maza stiprība un nepietiekama mitrumizturība. Joprojām tiek veikti intensīvi pētījumi, lai iegūtu silikāta līmi, ar kuru kā saistvielu varētu izgatavot pietiekami stipras un mitrumizturīgas kokskaidu plātnes.

Kokskaidu plātnēs, kurās ģipsis ir saistviela, sacietēšanas procesā tiek izmantots koksnē esošais ūdens. Presēšanas ilgums, salīdzinot ar plātnēm, kur par saistvielu lieto portlandcementu, ir mazāks. Optimālas mehāniskās īpašības tiek sasniegtas pie masas attiecībām – 30 % koksne un 70 % ģipsis. Šādi izgatavotu plātņu statiskās lieces stiprība veido 50 % no plātņu, kuru izgatavošanā par saistvielu lieto sintētiskās līmes, stiprības.

Lineārās izmaiņas mitruma ietekmē atrodas starp kokskaidu plātņu un ģipškartona plātņu lineārām izmaiņām.

Runājot par ugunsizturību, skaidu plātnes, kurās saistvielas funkcijas veic ģipsis, 30 % koksnē skaidu atbilst celtniecības klasei „grūti uzliesmojošs”. Lielāka ģipša daudzuma gadījumā tās atbilst A2 materiālu ugunsreakcijas klasei.

2. Orientēto kokskaidu plātņu ražošana

2.1. OSB vispārīgs raksturojums

Apzīmējums OSB cēlies no jēdziena *Oriented Strand Board* un nozīmē – orientēto skaidu plātnes. Tās ir izgatavotas no liela izmēra šaurām un plānām, tomēr salīdzinoši garām kokskaidām, kuru virziens tiek specifiski noorientēts (skat. 2.1. att.).

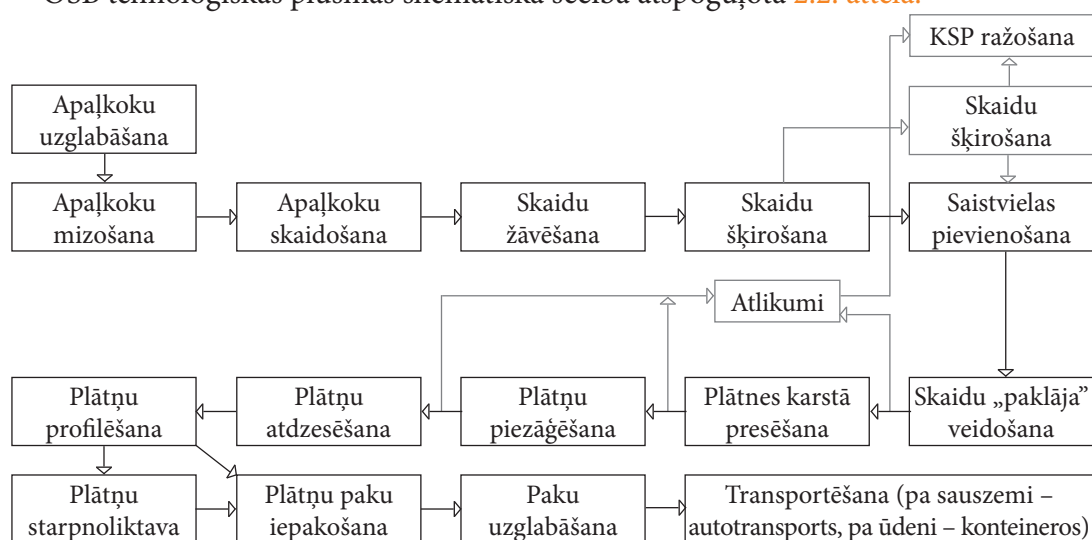
OSB plātnes šobrīd veido lielu konkurenci būvsaplāksnim. Skaidu izmērs un orientācija vienā virzienā kaut kādā mērā padara šo plātņu īpašības līdzīgākas masīvkoksnes attiecīgajām īpašībām – tām piemīt augstāka stiprība tieši orientēto šķiedru garvirzienā. OSB plātnēm izšķir galveno asi jeb plātnes garumu (koksnes šķiedru virziens), kas sakrīt ar plātņu tehnoloģisko ražošanas garumu un perpendikulāro jeb plātnes platumu (perpendikulāri šķiedru virzienam).

OSB ražošanas tehnoloģiskajā procesā skaidu orientācija katrā slānī tiek veidota nedaudz citādāk – ārējās kārtās skaidu orientācija sakrīt ar plātņu „paklāja” kustības virzienu un plātnes garumu, savukārt iekšējos slāņos skaidas orientētas šķērsām plātnes garumam. Šāds skaidu saklājums tiek veidots līdzīgi kā saplākšņu ražošanā – katrs nākamais slānis ir novietots perpendikulāri iepriekšējam slānim (skat. 2.1. att.).



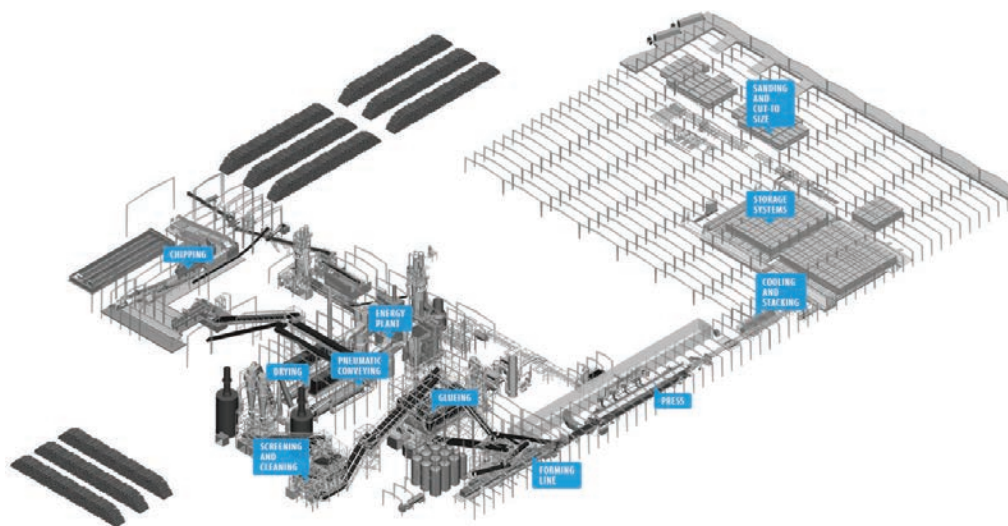
2.1. att. OSB plātnes konstrukcija (četrus „paklāju” formēšanas iekārtu izmantošanas gadījumā) (Volinskis, 2007).

OSB tehnoloģiskās plūsmas shematiskā secība atspoguļota 2.2. attēlā.



2.2. att. OSB ražošanas principiālā shēma: galvenie OSB ražošanas tehnoloģiskie procesi; palīgoperācijas tehnoloģiskajos procesos OSB ražošanā.

OSB plātņu ražošanas process būtiski neatšķiras no kokskaidu plātņu ražošanas tehnoloģiskajām operācijām, tomēr atsevišķos OSB ražošanas posmos eksistē dažas atšķirības. OSB tehnoloģiskās plūsmas tehnoloģisko iekārtu vizualizāciju iespējams aplūkot **2.3. attēlā**.



2.3. att. OSB ražošanas tehnoloģijas vizualizācija: *CHIPPING* – šķeldošana;

SCREENING AND CLEANING – skaidu frakcionēšana un attīrīšana;

DRYING – skaidu žāvēšana; *PNEUMATIC CONVEYING* – skaidu pneimatiskā transportēšana;

GLUEING – saistvielas pievienošana skaidām;

FORMING LINE – skaidu „paklāja” formēšanas līnija; *PRESS* – plātņu presēšana;

COOLING AND STACKING – plātņu atdzesēšana un krautnēšana;

SANDING AND CUT-TO SIZE – plātņu slīpēšana un piezāģēšana pēc izmēriem;

STORAGE SYSTEMS – plātņu noliktava; *ENERGY PLANT* – koģenerācijas stacija.

Avots: <http://products.siempelkamp.com/en/holzwerkstoffe/uebersicht/typ/osb>.

2.2. Koksnes izejmateriāli OSB ražošanā

Orientēto kokskaidu plātņu (OSB) izgatavošanai tehnoloģiskās šķeldas tiek iegūtas tikai no svaigi cirstas koksnes. Netiek izmantota otrreizēji pārstrādājamā koksne (*Recycled Wood*), jo ražošanas procesa īstenošanai nepieciešamas plakanas skaidas, kuras tiek iegūtas no salīdzinoši lielu dimensiju izejmateriāliem ar speciāli šāda veida šķeldu iegūšanai paredzētām darbmašīnām. Labākais izejmateriāls šo šķeldu iegūšanai ir priedes, egles, dažviet nelielos apjomos arī dižskābarža un ozola koksne. Lai gan OSB plātņu ražošanai līdz šim pārsvarā tika izmantota skujkoku apaļkoksne, pēdējo gadu laikā Eiropā ražošanas procesā arvien vairāk lieto arī apses apaļkoksni. Tas saistīts ar arvien pieaugošu skujkoku koksnes resursu trūkumu. Jāatzīst, ka šī koksne nepārsniedz 50 % no kopējā plātnes masā izmantojamā apjoma, taču, piemēram, Ziemeļamerikā OSB ražošanai pamatā izmanto tikai apses koksni.

Cieto lapkoku koksne nav īpaši piemērota OSB izgatavošanai, jo pārstrādes laikā rodas pārāk liels smalkās frakcijas apjoms. Plašāku informāciju par koku sugu ietekmi uz plātņu īpašībām iespējams lasīt **1.3. nodaļā**.

2.3. Koksnes izejmateriālu sagatavošana

Izejmateriālu pieņemšanas brīdī koksnes materiālus šķiro pēc koku sugas, nešķiro pēc apaļkoku caurmēra un to garums ir viens un tas pats. Apaļos kokmateriālus, pirms to padeves OSB tehnoloģiskajā plūsmā, uzglabā koklaukumā, sakrautus grēdās. Uz tehnoloģisko plūsmu tos nogādā, izmantojot lielizmēra un lielas kravnesības autoiekrāvējus (skat. 2.4. att.).



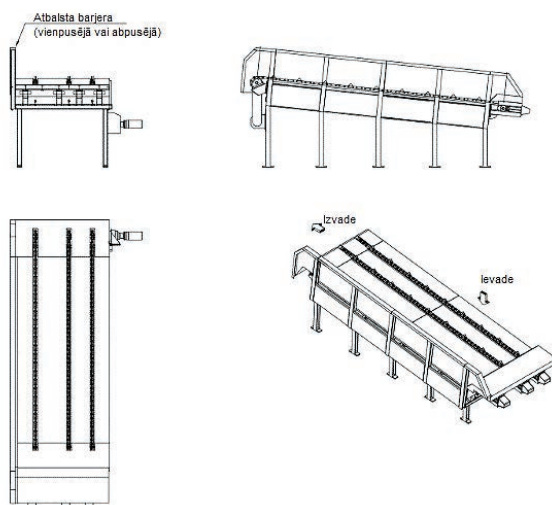
2.4. att. Apaļo sortimentu padošana ar autoiekrāvēju OSB tehnoloģiskajā plūsmā.

Avots: http://www.imalpal.com/pdf_download/catalogo_generale.pdf;
<https://www.holtec.de/en/applications/wood-based-panel-industry/logyards-for-the-osb-industry>.

2.4. Apaļo kokmateriālu uzglabāšana, mizošana un sagatavošana šķeldošanai

Apaļkoku sagatavošana smalcināšanai tehnoloģiskajā līnijā sastāv no šādām operācijām: mizošanas, metālieslēgumu skenēšanas un nomizoto apaļo sortimentu noskaļošanas. Pēc tam kokmateriālus atsevišķās porcijās virza uz smalcināšanu jeb tehnoloģisko skaidu ieguvu.

Baļķu padevei uz mizošanas iekārtām izmanto šķērstransportierus (skat. 2.5. att.).



2.5. att. Apaļo sortimentu padeve ar šķērstransportieri.

Avots: http://www.imalpal.com/pdf_download/catalogo_generale.pdf.

Izejmateriālu mizošana ir obligāta prasība OSB ražošanā. Apaļo sortimentu mizošanai visplašāk izmanto veltņveida mizotājus (skat. 2.6. att.). Veltņveida apaļkoku nomizošanas iekārta ir piemērota darbam ziemas sezonā. Tiek rekomendēts veikt kokmateriālu atsaldēšanu/atlaidināšanu, jo sasaluša koksne var saturēt minerālpie maisījumus, piemēram, smiltis un akmeņus. Mizošanu nodrošina rotējoši veltņi, kas atrodas iekārtas apakšējā daļā. Uz tiem izveidotie izciļņi nodrošina vienmērīgu apaļkoku rotēšanu, un tie savstarpējā saskarē, vienlaikus berzējoties, tiek nomizoti vēl kvalitatīvāk.

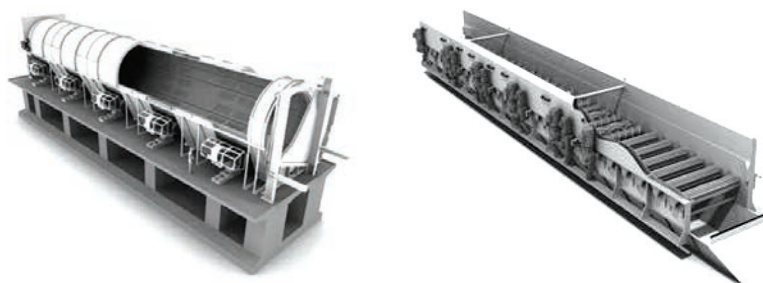


2.6. att. Apaļkoku veltņveida mizošanas agregāts:

pa kreisi – kopskats; vidū – mizošanas veltņi to uzstādīšanas laikā;
pa labi – apaļkoku mizošanas procesā.

Avots: <https://www.holtec.de/en/applications/wood-based-panel-industry/logyards-for-the-osb-industry>.

Tāpat ļoti izplatīti ir trumuļveida mizošanas agregāti (skat. 2.7. att.).



2.7. att. Apaļkoku trumuļveida mizošanas agregāts un profilēto veltņu garentransportieris.

Avots: http://www.imalpal.com/pdf_download/catalogo_generale.pdf.

Trumuļveida mizošanas iekārtas ir robustas un ļoti izturīgas, turklāt tehniskās apkopes tām ir jāveic reti. Agregāta uzstādīšanai ir nepieciešamas lielas celtniecības būvniecības iekārtas. Iekārtas enerģijas patēriņš ir zemāks, salīdzinot ar veltņveida mizošanas iekārtām. Apaļkoku mizošanas apjoms vienā stundā var sasniegt no 30 līdz 400 m³. Mizojamo kokmateriālu garums var būt no 1 līdz 6 metriem. Šie mizošanas agregāti spēj noņemt līdz pat 98 % mizas.

Ruļļveida garentransportieris, kas var būt apvienots ar kādu no iepriekš aplūkoto iekārtu mizošanas agregātiem vai atsevišķos gadījumos var tikt lietots atsevišķi, nodrošina atlikušās mizas noņemšanu no apaļkokiem un transportē nomizotus apaļkokus no mizotāja. Tā kā garentransportiera veltņi ir novietoti nelielā attālumā viens no otra, nomizotus apaļkokus transportējot, starp transportiera veltņiem lejā krīt mizas un maza izmēra koka gabali, kas salūzuši mizošanas procesā. Tas, protams, ir atkarīgs no koku sugas un likumainības. Šāds ruļļu novietojums atvieglo iekārtas attīrīšanu no mizas apaļkoku mizošanas laikā. Iekārtas tehniskā apkope ir viegli

veicama. Šīs iekārtas lieto, ja nepieciešams nodrošināt ļoti augstu mizošanas kvalitāti neliela apjoma OSB ražotnēs, jo arī iekārtas darbībai nepieciešamais enerģijas patēriņš ir salīdzinoši neliels. Nomizotos kokmateriālus uzreiz pēc to mizošanas pārvieto ar diskveida, veltņveida garentransportieriem, lai veiktu mizas un citu piemaisījumu atdalīšanu (skat. 2.8. att.).



2.8. att. Diskveida, veltņveida apaļkoku garentransportieri mizas un piemaisījumu atdalīšanai.

Avots: <https://www.dieffenbacher-maier.de/en/products/products/wood-yard/rs-cleaning-zone/index.html>.

Uzreiz pēc mizu un citu piemaisījumu atdalīšanas apaļkokus tālāk pārvieto ar lentes garentransportiera palīdzību (skat. 2.9. att.).



2.9. att. Lentes transportieris apaļkoku pārvietošanai pēc mizošanas.

Avots: <https://www.dieffenbacher-maier.de/en/products/products/wood-yard/fbc-feeding-belt-conveyor/index.html>.

Pēc tam nomizotie apaļkoki var tikt transportēti uz atsaldēšanas iekārtu (skat. 2.10. att.), kas ļauj paaugstināt skaidotāju ražīgumu OSB ražošanas procesā ziemas periodos.



2.10. att. Apaļkoku atsaldēšanas iecirknis, kas izmantojams ziemas periodā.

Avots: <http://www.wbpionline.com/features/strong-links-to-a-lines-success/>.

Atsaldēšanas iekārtas darbības princips ir nepārtraukti smidzināt ūdeni, kura temperatūra ir 20 līdz 50 °C, uz koksnes, lai to atsaldētu, atbrīvotos no sniega, ledus un minerāļpiemaisījumiem. Atsaldēšanas iekārtas tiek izmantotas tādās valstīs, kur ziemas ir ilgstošas un aukstas.

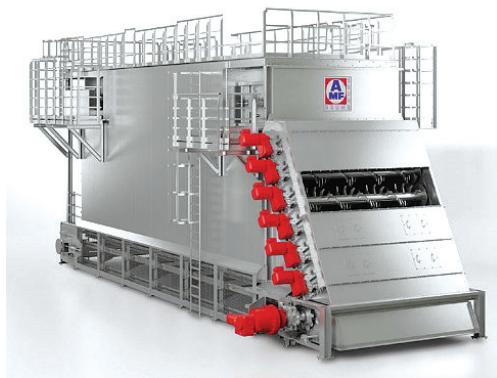
Skaidas, kas paredzētas OSB plātnēm, izgatavo, izmantojot trumuļveida šķeldotājus (skat. 2.11. att.). Šajā gadījumā, atšķirībā no šķeldu sagatavošanas KSP, ir jāiegūst garākas šķeldas-skaidas. 2.11. attēlā labajā pusē ir redzams šķeldu jeb OSB izpratnē skaidu ieguves darbības princips. Rotējošajā diskā ir iestiprināti 30 līdz 100 griezējnaži, kuriem ir arī šķērgriežņi, kas paredzēti skaidu attiecīgā garuma iegūšanai. Lai nodrošinātu vieglāku koksnes griešanas procesu, šķeldošanas procesā šķeldotājā var iesmidzināt ūdeni. Tas padara koksni plastiskāku, samazina berzi un paildina griezējinstrumentu darbības laiku. Šādu iekārtu darbības īstenošanai ierīko elektrodzinējus, kuru jauda ir, sākot no 150 kW līdz 2 MW, savukārt skaidu saražošanas veiktspēja vienā stundā ir no 2 līdz 40 tonnām.



2.11. att. Trumuļveida šķeldošanas iekārta.

Avots: <https://produkte.pallmann.eu/en/holzwerkstoffe/detail/typ/osb/id/19>
(Volinskis, 2007).

Pēc tam mitrās skaidas tiek transportētas uz mitro skaidu bunkuru (skat. 2.12. att.), kas nodrošina starpnoliktavas funkciju. Bunkura tilpums jāizvēlas tāds, lai nodrošinātu turpmāku ražotnes darbību laika periodam no 20 līdz 60 minūtēm.



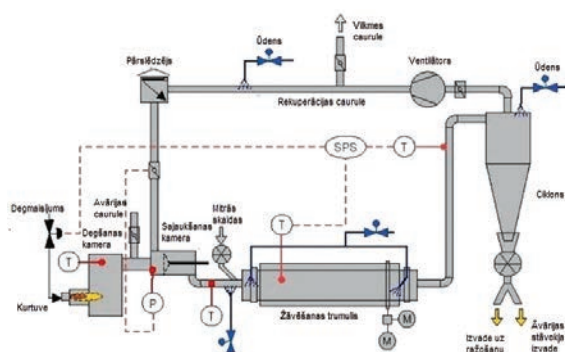
2.12. att. Mitro skaidu uzglabāšanas bunkurs.

Avots: <https://www.amf-foerderanlagen.de/en/products/chain-bunkers/>.

Secīgi pēc tam skaidas tiek transportētas uz to žāvēšanas agregātiem.

2.5. Kokskaidu žāvēšana

OSB ražošanā izmanto vienpakāpes žāvēšanas sistēmu, kuras kopskats un principiālā darbības shēma atainota 2.13. attēlā.



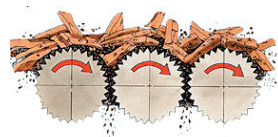
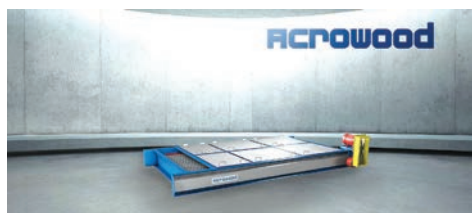
2.13. att. Kopskata shēma vienpakāpes žāvēšanas sistēmai OSB ražošanai izmantojamām skaidām (Volinskis, 2007).

Kokskaidas žāvē ar žāvēšanas aģentu – karstās gāzes-gaisa maisījumā. Žāvēšanas aģents vienmērīgi tiek padots un cirkulē ap kokskaidām, kas pārvietojas žāvēšanas trumulī, tās uzkarstē un absorbē no tām mitrumu. Žāvēšanas iekārtas izejā izžāvētās skaidas tiek transportētas tālāk uz šķirošanas iecirkni. Žāvēšanas procesā radušās smalkās skaidas un putekļus no karstā gaisa atdala, atšķiro ar ciklonu palīdzību. Sasildītās gāzes siltuma ekonomijas dēļ daļēji novirza atpakaļ žāvētavā, gāzu samaisīšanas kamerā. Šādu žāvētavu ūdens iztvaikošanas apjoms vienā stundā var sasniegt no 10 līdz 70 tonnām. Žāvētavas galvenā cilindra diametrs ir no 4 līdz 9 metriem un garums – līdz 50 metriem.

Kokskaidu priekšžāvēšanu sistēmās ar pneimatiskām caurulēm neīsteno, jo žāvēšanas masā ir salīdzinoši liels apjoms lielizmēra daļiņu, kas apgrūtinā to transportēšanas iespējas.

2.6. Izžāvēto kokskaidu šķirošana

Izžāvētās skaidas tiek šķirotas ar veltņveida (skat. 2.14. att.) vai diskveida (skat. 2.15. att.) šķirošanas iekārtām, kurās skaidas šķiro trīs frakcijās: rupjās skaidas – plātnes ārējam slānim; vidējās skaidas – plātnes iekšējam slānim; smalkās skaidas.



2.14. att. Veltņveida skaidu frakcionēšanas iekārta.

Avots: <https://acrowood.com/diamondroll-screens/diamondroll-fine-screens/>.

Šajā gadījumā šķirojamo daļiņu lieluma regulēšanai izmaina attālumu starp blakusesošajiem veltņiem vai diskiem.

Šķirošanas iekārtu ražotājs *Acrowood* ir izstrādājis un patentējis OSB skaidu šķirošanas iekārtu ar darbības principu *Trillium*^a (skat. 2.15. att.).



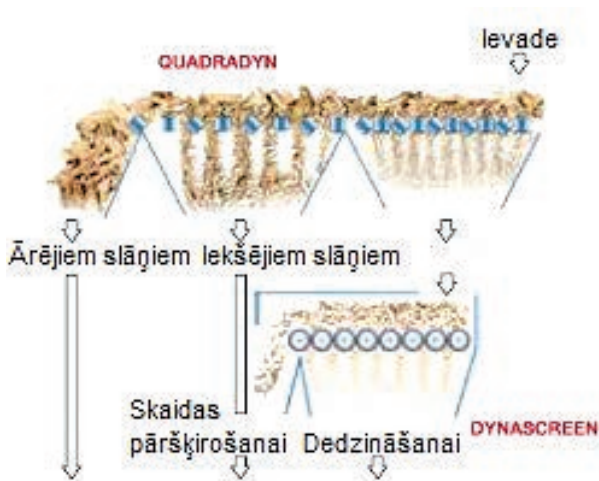
2.15. att. Veltņveida skaidu frakcionēšanas iekārta.

Avots: <https://acrowood.com/screening/trillium-osb-strand-screen/>.

Diskveida un veltņveida šķirošanas metožu priekšrocība ir tā, ka skaidas to šķirošanas laikā netiek mehāniski izteikti bojātas.

Būtiski samazinot skaidu izmērus, sarūk arī šo plātņu materiālu mehāniskās īpašības. Ja nepieciešams paaugstināt plātnes īpašības, maksimāli jāsauglabā koksnes šķiedru garums, kas palielina plātnes īpašības šo šķiedru virzienā. Par optimāliem tiek uzskatīti šādi daļiņu izmēri: garumā > 110 līdz 120 (160) mm; platumā – 10 līdz 50 mm; biezumā – 0,4 līdz 0,9 mm.

2.16. attēlā atspoguļota frakcionēšanas agregāta vizualizācija skaidu sadalīšanai pa frakcijām *IMAL PAL* ražotajiem agregātiem *QUADRADYN* un *DYNASCREEN*.



2.16. att. Skaidu sadalīšanai frakcionēšanas iekārtā vizualizācija:

FACE – ārējiem slāņiem; CORE – iekšējiem slāņiem; FRS – pāršķirošanai;
FUEL – dedzināšanai.

Avots: http://www.imalpal.com/pdf_download/catalogo_generale.pdf.

Attēlā redzams, ka atdalītās rupjās frakcijas, izmantojot agregātu *QUADRADYN*, ir paredzētas izmantošanai plātnes ārējos slāņos, savukārt vidējās frakcijas piemērotas lietošanai plātnes iekšējos slāņos. Vissmalkākā frakcija, sijājot ar agregātu *DYNASCREEN*, tiek sadalīta divās frakcijās – turpmākai plātņu ražošanai paredzētās, iekšējiem slāņiem izmantojamās skaidas un skaidas, kas var tikt izmantotas KSP ražošanā (ja nepieciešams), kā arī smalkās koksnes daļiņas, kuras paredzētas lietot tikai kā materiālu enerģijas ieguvei.

Radušos smalko skaidu šķirošanai tiek izmantotas arī sietveida oscilējošās šķirošanas iekārtas (skat. 2.17. att.).

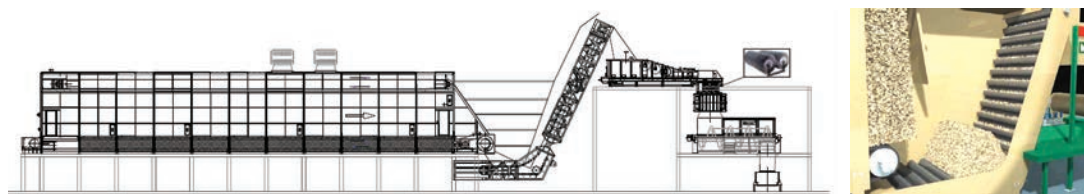


2.17. att. Sietveida skaidu frakcionēšanas iekārta.

Avots: http://www.imalpal.com/pdf_download/catalogo_generale.pdf.

2.7. Kokskaidu uzglabāšana pirms apsveķošanas

Izžāvētu skaidu uzglabāšanu OSB ražošanas procesā veic horizontālā novietojuma uzkrāšanas bunkuros (skat. 2.18. att.).



2.18. att. Horizontālā novietojuma bunkurs.

Avots: http://www.imalpal.com/pdf_download/catalogo_generale.pdf.

2.18. attēla kreisajā pusē redzams bunkura kopskats, savukārt labajā pusē – vairāku veltņu mehānisms un lentes transportieris pie izejas no bunkura skaidu turpmākai transportēšanai uz apsveķošanas iekārtu.

2.8. Skaidu apsveķošana

Pirms skaidu apsveķošanas ir jāveic precīza skaidu dozēšana padevei uz iestatītā skaidu apjoma lielumu. To īsteno, izmantojot svēršanas-dozēšanas agregātu (skat. 2.19. att.).



2.19. att. Skaidu svēršanas-dozēšanas agregāts padevei uz apsveķošanu.

Avots: http://www.imalpal.com/pdf_download/catalogo_generale.pdf.

2.19. attēlā redzamā iekārta tiek izmantota precīzai skaidu dozēšanai. Katrā uzņēmumā ir izstrādātas skaidu un saistvielu masu attiecības, lai īstenotu kvalitatīvu plātņu ieguvu. Svaru iekārta ir nepieciešama, lai noteiktu iestatītā skaidu apjoma lieluma kontroli, jo, pamatojoties vien uz tilpuma rādītāju, to nav iespējams veikt. Ja plātnes kvalitātes rādītāji neatbilst, tiek izmantoti svari skaidu dozētā apjoma plūsmas caurlaides palielināšanai vai samazināšanai. Iekārtas transportiera lente ir antistatiska.

Tā kā OSB skaidas izmēra ziņā ir lielākas, attiecīgi arī apsveķošanas iekārtas ir apjomīgākas. Tādējādi trumuļa diametrs var veidot 2,5 līdz 3,5 metrus, savukārt garums var sasniegt pat 8 metrus (skat. 2.20. att.).



2.20. att. Skaidu apsveķošanas iekārta:

pa kreisi – kopskats; pa labi – skats no iekšpuses apkopes laikā

(Thoemen u.c., 2010).

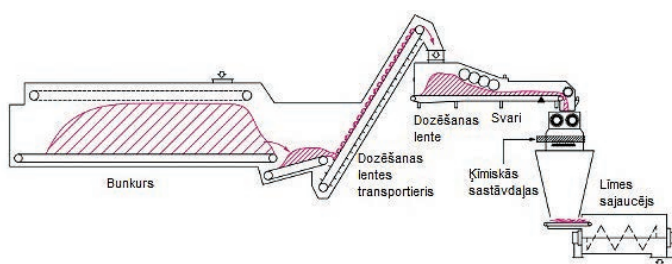
Visbiežāk maisītājiem nav centrālās darba vārpstas. Maisītāja trumuļa rotācijas frekvence ir mazāka (10 līdz 20 apgriezieni vienā minūtē), lai nesamazinātu skaidu izmērus, tādēļ skaidu apsveķošanai ir nepieciešams 5 līdz 7 reizes ilgāks laika posms.

Trumuļa piepildījuma apjoms ir atkarīgs no kopējā ražošanas apjoma un skaidu, saistvielu padeves ātrumiem, galvenā konveijera kustības ātruma u.c. tehnoloģiskajiem rādītājiem.

Parasti OSB ražošanai izmanto divus trumuļus. Viens paredzēts iekšējo slāņu skaidu apsveķošanai, bet otrs – ārējo slāņu apsveķošanai. Saistvielas ievadei var izmantot augstspiediena ievades sprauslas. Bieži tiek lietoti sapārotie diski, kuru rotācijas ātrums vienā minūtē veido 5000 līdz 10 000 apgriezienu.

Maisītājā var izmantot sveķu limes gan šķidrā, gan pulvera veidā.

Ražotājs *IMAL* speciāli OSB skaidu apsveķošanai ir izstrādājis augstspiediena saistvielu, piemēram, MDI, MUF, PF vai MUPF (melamīna-karbamīda-fenola-formaldehīda) ievadei. Saistviela tiek pievienota skaidām brīdī, kad tās krīt pagaidu bunkurā (skat. 2.21. att.) padevei uz skaidu-saistvielu maisītāju (angļu val. – *Blender*).



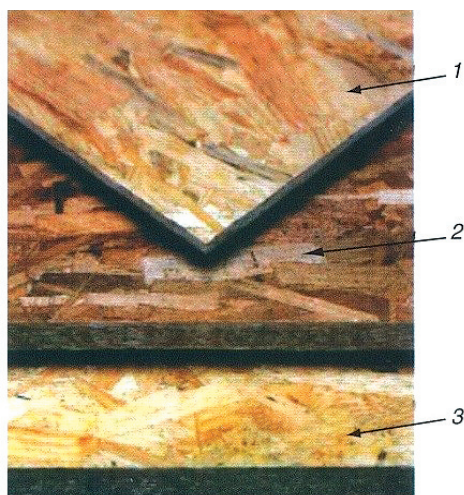
2.21. att. Skaidu apsveķošanas iekārta krītošām skaidām:

pa kreisi – kopskats; pa labi – procesa shēma.

Avots: http://www.imalpal.com/pdf_download/catalogo_generale.pdf.

Papildu vielas var tikt pievienotas maisītājā. Šāda veida sistēmas galvenais ieguvums ir saistvielu izmantotā apjoma samazinājums pat līdz 20 % apmērā.

Par saistvielu skaidu sasaistei var izmantot arī izocianātu bāzes, fenola-formaldehīda vai melamīna-karbamīda-formaldehīda sveķu limes, kurām pievienojot parafīnu, iegūst OSB, kam piemīt paaugstināta mitrumizturība. Tādējādi to iespējams plaši izmantot ēku būvniecībā. Atkarībā no saistvielas OSB ir arī dažādās krāsās (skat. 2.22. att.).



2.22. att. OSB plātnes krāsa atkarībā no izmantotās saistvielas:

1 – izocianātu bāzes lime; 2 – fenola-formaldehīda sveķu lime;
3 – melamīna-karbamīda lime (Volinskis, 2004).

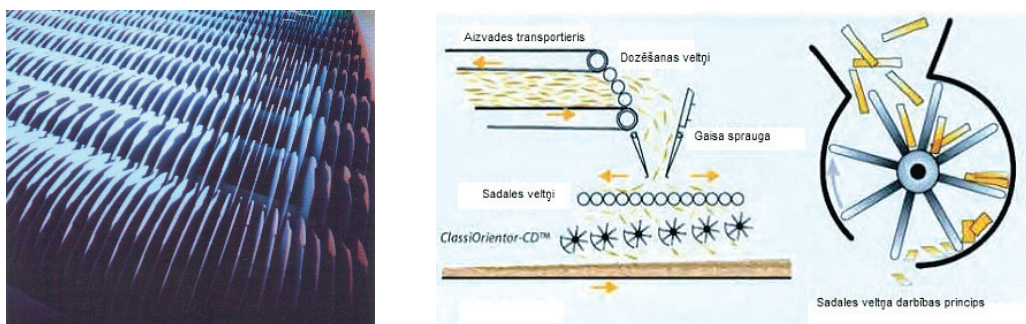
Šobrīd visplašāk tiek izmantotas PMDI līmes – ārējo slāņu skaidu apsveķošanai no 3 līdz 6 % un iekšējiem slāņiem no 4 līdz 10 % masas daļas no sausu skaidu masas daļas. Tādējādi tiek iegūtas zemas brīvā formaldehīda emisijas, paaugstinātas mitrumizturības OSB plātnes. Šo līmju izmantošana ir dārgāks risinājums, jo, pirmkārt, līmes cena ir diezgan augsta, un, otrkārt, ir jāizmanto speciāla iekārta galvenā konveijera lentu apsmidzināšanai, lai presējamais materiāls pie tās nepieliptu (skat. 1.67. att.).

2.9. Galvenais konveijers

Ražojot OSB, galvenā konveijera darbības princips ir līdzīgs KSP ražošanas procesam. Vispirms apsveķotais skaidu „paklājs” tiek formēts, izmantojot formēšanas agregātus, un tad izveidoto paklāju presē.

Skaidu „paklāja” galvenais veidošanas princips ir skaidu noorientēšana, respektīvi, „paklāja” kustības virziens sakrīt ar ārējo „paklāja” slāņos izvietoto skaidu virzienu. Tādējādi plātnēm šajā virzienā tiek nodrošināta līdz pat 50 % augstāka stiprība, savukārt perpendikulāri plātnes galvenajam virzienam mehānisko īpašību rādītāju samazinājums var sasniegt pat 10 %.

Aptuveni 80 % no visām kokskaidām ir noorientētas paralēli „paklāja” veidošanas konveijeram. Atstarpī starp formējošiem diskiem var pielāgot tā, lai paklāja iekšējos slāņos būtu lielāks apjoms mazāko frakciju skaidu un ārējās kārtās būtu vairāk lielāko (garāko) frakciju skaidu (skat. 2.23. att.). Iekšējā slānī skaidu noorientēšana netiek īstenota tik precīzi, dažos gadījumos tā pat ir nejauša.



2.23. att. Skaidu „paklāja” formēšanas iekārtu darbības princips:

skaidu noorientēšanas diski „paklāja” ārējos slāņos; skaidu „paklāja” formēšanas veltnī iekšējā slānī (Thoemen u.c., 2010).

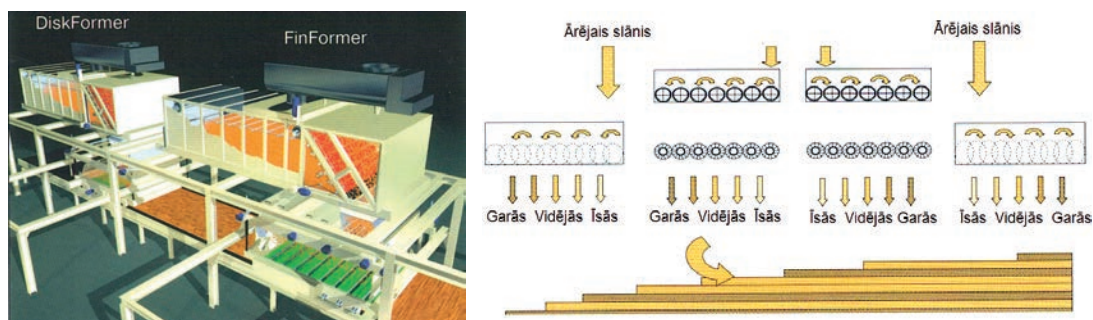
Skaidu orientēšanas iekārtas galvenais mehānisms ir plāni, sapāroti diski, kuri griežas krītošo daļiņu virzienā.

Sekmīgāku skaidu noorientēšanas kontroli var veikt, mainot formēšanas veltna un disku augstumu virs „paklāja”. Jo augstāk tie ir novietoti, jo zemāka iespējamība skaidas noorientēt. Skaidas, kuras ir pārāk lielas platumā un garumā, tiek savāktas un ar lentes transportieri aizvadītas to turpmākai pārstrādei.

Iekšējos slāņos skaidas noorientē perpendikulāri skaidu „paklāja” kustības virzienam, lai nodrošinātu augstāku mehānisko stiprību.

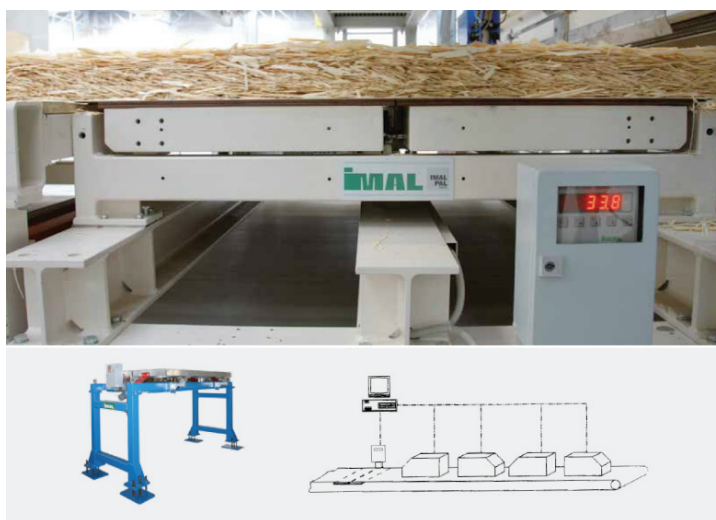
Imal Pal Group ražotā *DYNAFORMER* skaidu „paklāja” formēšanas agregāti OSB ražošanas tehnoloģiskajā plūsmā var būt no 3 līdz 7 gabaliem.

Pirmais un pēdējais veido ārējos plātnes slāņus, sadalot skaidas paklāja kustības virzienā, bet pārējie daļiņas vidējā slānī klāj perpendikulāri. Skaidu smalko un rupjo frakciju sadalījums „paklāja” biezumā patiesībā ir vēl sarežģītāks (skat. 2.24. att.).



2.24. att. Skaidu frakcionālais sadalījums formētā „paklāja” biezumā *DiskFormer* un *FinFormer* iekārtās (ražotājs *Siempelkamp*)
(Volinskis, 2007).

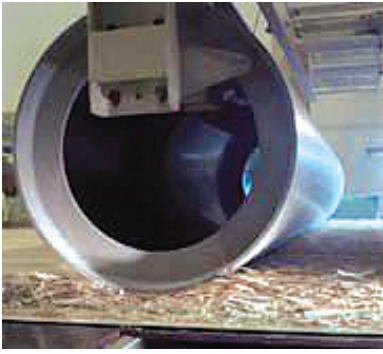
Trīs skaidu „paklāja” formēšanas agregātu gadījumā gan abu ārējo, gan arī iekšējo slāņu formēšanā smalkākās skaidas tiek novirzītas zemākajos slāņos. Abas formējošās iekārtas ir aprīkotas ar plātnes attiecīgā slāņa augstuma un masas (skat. 2.25. att.) kontroles mehānismu.



2.25. att. Lentes transportiera svāri.

Avots: http://www.imalpal.com/pdf_download/catalogo_generale.pdf.

Tā kā skaidu „paklāja” izveides procesā skaidas, sabirstot mehāniski, gravitācijas spēka ietekmē novietojas plakaniski, šādā gadījumā nav nepieciešams veikt piepresēšanu. Lai nodrošinātu skaidu „paklāja” atbilstošu biezuma līmeni (skat. 2.26. att.), pietiek vien ar smaga tērauda veltna izmantošanu. Presēšanā neizmantojot, ar saistvielu apsveķotās skaidas var realizēt plātnes iekšējā slāņa veidošanu. Šajā tehnoloģiskajā posmā, pirms skaidu „paklāja” turpmākas padošanas karstajā presē, ir jāveic metāla ieslēgumu izņemšana, ja tādi tiek konstatēti. Šim nolūkam izmanto rūpnieciskos magnētus (skat. 2.26. att.).

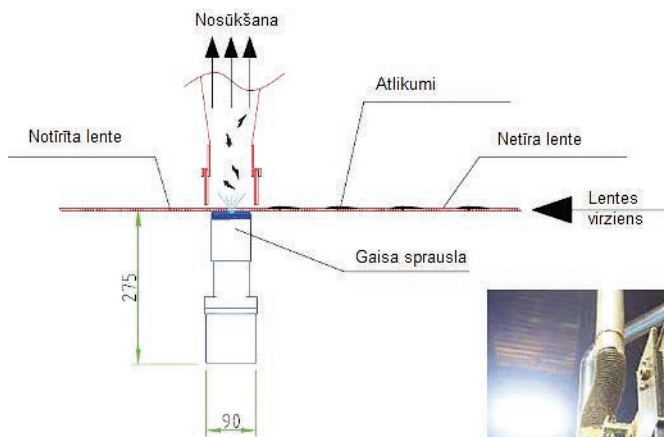


2.26. att. Skaidu „paklāja” veltna biezuma līmeņošana, apmalošana un magnēts metālieslēgumu likvidēšanai

(Thoemen u.c., 2010).

Metālieslēgumu likvidācija ir jāveic, lai neradītu neatgriezeniskus iespaidumus presēšanas tērauda lentē, kas samazina tās pilnvērtīgu izmantošanas laiku.

Piepresēšanas preses lentes attīrīšanai no dažāda veida ieslēgumiem var izmantot *IMAL PAL* grupas ražotu, ar saspīestu gaisa darbināmu palīgaprīkojumu *DYNACLEANER* (skat. 2.27. att.).



2.27. att. Preslentes atbrīvošanas no ieslēgumiem palīgaprīkojums.

Avots: http://www.imalpal.com/pdf_download/catalogo_generale.pdf.

Šī attīrīšana nodrošina preslentes ilgāku kalpošanas laiku un ļauj izvairīties no riska, ka gatavajās OSB plātnēs varētu rasties biezuma atšķirības.

Plātnes virsmas porozitātes samazināšanai izmanto ūdens un piedevu maisījuma izsmidzināšanas palīgapriekojumu (skat. 2.28. att.).

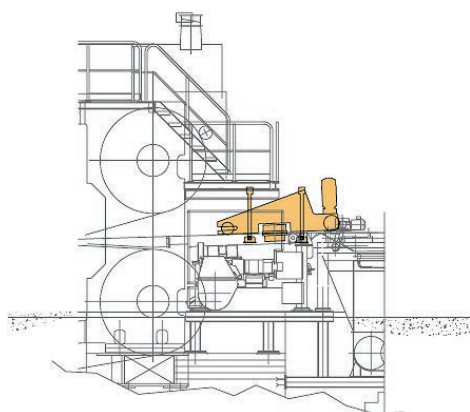


2.28. att. Izsmidzināšanas palīgapriekojums plātnes virsmas kvalitātes paaugstināšanai.

Avots: http://www.imalpal.com/pdf_download/catalogo_generale.pdf.

Veicot šādu skaidu „paklāja” virsmas pirmapstrādi pirms tā presēšanas, tiek atvieglots arī pats presēšanas process.

Lai skaidu paklāja ārējie slāņi nepāržūtu pirms presēšanas, tiek izmantots tvaika ievades palīgapriekojums *DYNASTEAM* (skat. 2.29. att.).



2.29. att. Tvaika iesmidzināšanas palīgapriekojums.

Avots: <http://www.wbpionline.com/features/something-for-everyone-4367905/image/something-for-everyone-4367905-458732.html>.

Tvaika pievade pirms presēšanas atvieglo plātnes presēšanas procesu un ļauj izvairīties no iespējamā „tvaika sprādziena”, presēšanas noslēguma posmā samazinot presēšanas spiedienu.

OSB presēšanai tiek izmantotas nepārtrauktas darbības preses. To plašāks apraksts lasāms 1.10.3.3. nodaļā.

Iekārtu ražotājs *IMAL PAL* piedāvā nepārtrauktas darbības presi ar iebūvētu tvaika ievadi *DYNASTEAMPRESS* (skat. 2.30. att.).



2.30. att. Nepārtrauktas darbības prese ar iebūvētu tvaika iesmidzināšanas sistēmu.

Avots: http://www.imalpal.com/pdf_download/catalogo_generale.pdf.

Šīs preses darbības ir vieglāk kontrolējamas, jo tvaika ievades sistēmas *Imal Dynasteam* vadība ir tieši sasaistīta ar preses vienoto vadības bloku. Šīs preses garums ir salīdzinoši mazāks, pateicoties tvaika ievades sistēmas iebūvei, kas nodrošina augstāku OSB plātņu virsmas kvalitāti, samazinot virsmas porozitāti, paaugstinot plātnes virsējā slāņa blīvumu, kā arī mehānisko īpašību rādītājus – elastību un stiprību statiskajā liecē. Ņemot vērā, ka plātnei ir cieša saskare ar preses lentēm, rodas berzei, tvaika ievade virskārtā samazina arī plātnes virsmas nodilumu tās transportēšanas laikā.

2.10. OSB pēcapstrāde

Pēc plātnes presēšanas, līdzīgi kā KSP apzāģēšanas gadījumā, arī OSB plātnes apzāģē gan platumā, gan pēc tam arī garumā. Tehnoloģiskajā plūsmā tiek veikta plātņu atdzesēšana. Ja nepieciešams, tiek īstenota arī plātņu virsmu slīpēšana.

2.11. OSB kvalitātes prasības

Saskaņā ar LVS EN 300 standarta prasībām OSB iedala:

- OSB 1 – vispārīgās nozīmes plātnes, piemērotas izmantošanai interjerā, tai skaitā mēbeļu ražošanā;
- OSB 2 – konstrukcijas plātnes izmantošanai iekšējās sausas ekspluatācijas apstākļos;
- OSB 3 – konstrukciju plātnes izmantošanai mitros ekspluatācijas apstākļos;
- OSB 4 – paaugstinātas slodzes konstrukciju plātnes izmantošanai mitros ekspluatācijas apstākļos.

Lai nodrošinātu atbilstošas kvalitātes OSB plātņu ražošanu, līdzīgi kā tas ir KSP ražošanā, veic dažādu plātnes raksturojošo parametru noteikšanu:

- elastības modulis un lieces stiprība (LVS EN 310:2001);
- uzbriešana biezumā pēc iegremdēšanas ūdenī (LVS EN 317:2000);
- stiepes stiprības noteikšana perpendikulāri pret plātnes plakni (LVS EN 319:2000);
- mitrums (LVS EN 322:1993);
- blīvums (LVS EN 323:2000);
- formaldehīda izdalīšanās (LVS EN 717-1:2005; LVS EN 717-3:1996; ISO 12460-3:2015; ISO 12460-4:2016; ISO 12460-5:2015).

OSB plātnēm var noteikt arī citas īpašības, kas būs atkarīgas no šo plātņu izmantošanas veida.

2.12. OSB turpmākas izmantošanas virzieni

Nemot vērā, ka OSB pamatā izmanto būvniecībā, kas pēc Eiropas un Latvijas būvniecības normatīvās vides pakļaujas tā saucamajai reglamentētajai jomai, tad uz OSB attiecas harmonizētais standarts (LVS EN 13986:2019), kas nosaka nosacījumus CE marķējuma un kvalitātes noteikšanas prasībām. Būvelementu projektēšanas brīdī ir jāņem vērā plātņu raksturlielumi (LVS EN 12369-1:2002), kas tiek aprēķināti saskaņā ar standarta LVS EN 1058:2010 prasībām.

Konstrukciju plātnes tiek izmantotas sienu, grīdu un pārsegumu izveidei iekštelpās, lietojot OSB 2 (skat. [2. pielikumu](#)), mitros ekspluatācijas apstākļos, izmantojot OSB 3 (skat. [2. pielikumu](#)), un paaugstinātas slodzes mitros ekspluatācijas apstākļos, lietojot OSB 4 (skat. [2. pielikumu](#)). Konstrukcijās, kurās projektētāji paredzējuši ierīkot tvaika necaurlaidīgas sienas vai grīdas būvkonstrukciju elementus, ieteicams izmantot OSB *Airstop* (skat. [2. pielikumu](#)). Savukārt paaugstinātas materiālu ugunsizturības būvelementos izmantojamas OSB *Firestop* plātnes. Šo plātņu apraksts pieejams [2. pielikumā](#).

2.12.1. I veida būvniecības sijas un kolonnas

Pasaulē lielu popularitāti iemantojuši siju un kolonnu būvelementi – I veida sijas (skat. [2.31. att.](#)).



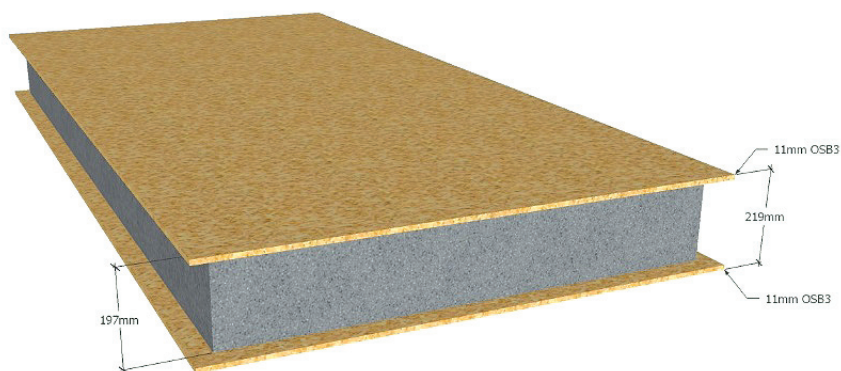
2.31. att. I veida sijas ar OSB sienīņu un masīvkoksnes plauktiņiem.

Avots: <https://www.metsawood.com/global/Products/finnjoist/applications/Pages/default.aspx>.

Sijas sastāv no plauktiņiem (augšējā un apakšējā horizontālā novietojuma), kuru izveidē parasti izmanto konstrukciju kokmateriālus vai arī garenšķiedru finieru plātnes jeb LVL (*Laminated Veneer Lumber*). Sieniņas (vertikālā novietojuma) izveidē izmanto saplāksni vai visbiežāk – OSB.

2.12.2. Būvpaneļi

Ņemot vērā būvniecības attīstības tempus un tehnoloģiskās iespējas, ir izstrādāts būvniecības paneļa risinājums (skat. 2.32. att.), kura vidējais slānis var būt izgatavots no putupolistirola jeb EPS (*Expanded Polystyrene Foam*), ekstrudēta putupolistirola jeb XPS (*Extruded Polystyrene Foam*), polizocianāta putām, poliuretāna putām vai koksnes šūnveida materiāla jeb HSC (*Composite Honeycomb*). Vidējo jeb siltumizolācijas slāni abpusēji aplīmējot ar OSB, tiek iegūts siltināts būvniecības panelis jeb SIP (*Structural Insulated Panel*).



2.32. att. Siltināts būvniecības panelis jeb SIP.

Avots: <https://www.sipsdirect.co.uk/>.

IZMANTOTO INFORMĀCIJAS AVOTU SARAKSTS

1. Dolacis J. Mežtehnikas, mežsaimniecības un kokrūpniecības terminu vārdnīca. Antera, Rīga, 1998., 672 lpp.
2. Geimer, R.L. Steam Injection Pressing. In Proceedings of the 16th International Particleboard Symposium, Washington State University, USA, 1982., 115-134.
3. *IMAL PAL* tehnoloģisko iekārtu katalogs, pieejams:
http://www.imalpal.com/pdf_download/catalogo_generale.pdf, skatīts 23.09.2019.
4. LVS EN 300:2006. Orientētu kokskaidu plātnes (OSB). Definīcijas, klasifikācija un specifikācijas.
5. LVS EN 309:2005. Kokskaidu plātnes. Definīcijas un iedalījums.
6. LVS EN 310:2001. Koka skaidu plāksnes. Elastības moduļa un lieces spēka noteikšana.
7. LVS EN 311:2003. Koksnes plātnes. Virsmas izturība. Pārbaudes metode.
8. LVS EN 312:2011. Kokskaidu plātnes. Specifikācijas.
9. LVS EN 317:2000. Koka skaidu plāksnes un kokšķiedru plāksnes. Uzbrīšanas noteikšana pēc iegremdēšanas ūdenī.
10. LVS EN 318:2003. Koksnes plātnes. Izmēru izmaiņu noteikšana, mainoties relatīvajam mitrumam.
11. LVS EN 319:2000. Koka skaidu plāksnes un kokšķiedru plāksnes. Stiepes stiprības noteikšana perpendikulāri pret plāksnes plakni.
12. LVS EN 320:2011. Kokskaidu un kokšķiedru plātnes. Pretestības noteikšana skrūvju aksiālai izraušanai.
13. LVS EN 321:2002. Koksnes plātnes. Mitrumizturības noteikšana cikliskā testa apstākļos.
14. LVS EN 322:1993. Koksnes plātnes. Mitruma satura noteikšana.
15. LVS EN 323:2000. Koka skaidu plāksnes. Blīvuma noteikšana.
16. LVS EN 324-1:2000. Koka skaidu plāksnes. Plākšņu izmēru noteikšana.
1. daļa: Biezuma, platuma un garuma noteikšana.
17. LVS EN 324-2:2000. Koka skaidu plāksnes. Plākšņu izmēru noteikšana.
2. daļa: Perpendikularitātes un malu taisnlīnijas noteikšana.
18. LVS EN 325:2012. Koksnes plātnes. Testēšanas paraugu izmēru noteikšana.
19. LVS EN 326-1:2000. Koka skaidu plāksnes. Paraugu ņemšana, griešana un pārbaude.
1. daļa: Paraugu ņemšana, griešana un testa rezultātu noformēšana.
20. LVS EN 326-2+A1:2014. Koksnes plātnes. Paraugu ņemšana, izžāģēšana un pārbaude.
2. daļa: Sākotnējā tipa testēšana un ražošanas kontrole rūpnīcā.
21. LVS EN 326-3:2004. Koksnes plātnes. Paraugu atlase, sagatavošana un pārbaude.
3. daļa: Atsevišķas plātņu partijas pārbaude.
22. LVS EN 717-1:2005. Koksnes plātnes. Formaldehīda izdalīšanās noteikšana.
1. daļa: Formaldehīda emisijas noteikšana ar kameras metodi.
23. LVS EN 717-3:1996. Koksnes plātnes. Formaldehīda izdalīšanās noteikšana.
3. daļa: Formaldehīda noteikšana ar kolbas metodi.
24. LVS EN 1058:2010. Koksnes plātnes. 5 procentīlu raksturvērtību un raksturīgo vidējo vērtību noteikšana.
25. LVS EN 1087-1:2002. Skaidu plāksnes. Mitruma izturības noteikšana. 1. daļa: Vārīšanas tests.
26. LVS EN 12369-1:2002. Koksnes plātnes. Raksturlielumi konstrukciju aprēķiniem.
1. daļa: OSB, koka šķiedru un koka skaidu plāksnes.

27. LVS EN 13501-1:2019. Būvuzstrādājumu un būvelementu ugunsreakcijas klasifikācija.
1. daļa: Klasifikācija pēc ugunsreakcijas testos iegūtiem datiem.
28. LVS 13986+A1:2019. Celtniecībā lietojamās koksnes plātnes. Īpašības, atbilstības novērtēšana un marķēšana.
29. LVS EN14279+A1:2009. Garenšķiedru finieru plātnes (LVL).
Definīcijas, klasifikācija un specifikācijas.
30. LVS EN 14322:2017. Koksnes plātnes. Ar melamīnsveķiem pārklātas plātnes lietošanai iekštelpās.
Definīcijas, prasības un klasifikācija.
31. LVS EN 14323:2017. Koksnes plātnes. Ar melamīnsveķiem pārklātas plātnes lietošanai iekštelpās.
Testēšanas metodes.
32. ISO 16893:2016. Wood-based panels Particleboard.
33. ISO 17064:2016. Wood-based panels Fibreboard, particleboard and oriented strand board (OSB)
Vocabulary.
34. LVS EN ISO 12460-3:2016. Koksnes plātnes. Formaldehīda satura noteikšana.
3. daļa: Gāzu analīzes metode (ISO 12460-3:2015).
35. LVS EN ISO 12460-4:2016. Koksnes plātnes. Formaldehīda izdalīšanās noteikšana.
4. daļa: Eksikatora metode (ISO 12460-4:2016).
36. LVS EN ISO 12460-5:2016. Koksnes plātnes. Formaldehīda satura noteikšana.
5. daļa: Ekstrakcijas metode (saukta par perforatora metodi) (ISO 12460-5:2015).
37. LVS EN 15534-1+A1:2018. Kompozītmateriāli no celulozes bāzes materiāliem un termoplastmasas
(parasti saukti par koksnes-polimēru kompozītmateriāliem (WPC) vai dabīgo šķiedru
kompozītmateriāliem (NFC)). 1. daļa: Testēšanas metodes materiālu un izstrādājumu raksturošanai.
38. LVS CEN/TS 15534-2:2007. Kompozītmateriāli no celulozes bāzes materiāliem un termoplastmasas
(parasti saukti par koksnes-polimēru kompozītmateriāliem (WPC) vai dabīgo šķiedru
kompozītmateriāliem (NFC)). 4. daļa: Grīdas segumu profilu un plāksņu specifikācijas.
39. LVS EN 15534-5:2014. Kompozītmateriāli no celulozes bāzes materiāliem un termoplastmasas
(parasti saukti par koksnes-polimēru kompozītmateriāliem (WPC) vai dabīgo šķiedru
kompozītmateriāliem (NFC)). 5. daļa: Apšuvuma profilu un plāksņu specifikācijas.
40. LVS EN 15534-6+A1:2018. Kompozītmateriāli no celulozes bāzes materiāliem un termoplastma-
sas (parasti saukti par koksnes-polimēru kompozītmateriāliem (WPC) vai dabīgo šķiedru
kompozītmateriāliem (NFC)). 6. daļa: Žogu profilu un elementu specifikācijas.
41. Moslemi, A.A. (1974). Particleboard. Vol. 1 – Materials. Particleboard. Vol. 2 – Technology.
Southern Illinois University Press (TS 875.M6).
42. Thoemen H., Irle M., Sernek M. Wood Based Panels, pieejams: [https://www.researchgate.net/
publication/301355302_Wood-Based_Panels_An_Introduction_for_Specialists](https://www.researchgate.net/publication/301355302_Wood-Based_Panels_An_Introduction_for_Specialists), skatīts 25.03.2019.
43. Волинский В. Н. Волинский В.Н. Технология стружечных и волокнистых плит.
Учебное пособие для ВУЗов. Таллин, Дезидерата, 2004., 192 с.
44. Волинский В.Н. Технология древесных плит. Учебно-справочное пособие. –
Архангельск: АГТУ, 2007., 300 с.

PATEICĪBAS

Autori izsaka pateicību AS “Latvijas valsts meži” par finansiālu atbalstu, SIA „KRONOSPAN RIGA” vadībai par morālu un praktisku atbalstu studiju materiāla tapšanā, atļauju iesaistīt tā sagatavošanā profesionālu, kompetentu personālu, dalīšanos ar praktiskajā darbībā uzkrātajām zināšanām un atļauju to nodošanai topošajiem kokapstrādes inženieriem un citiem interesentiem. Pateicību izsakām Latvijas Lauksaimniecības universitātes Meža fakultātes biedrībai „Šalkone” par organizatorisku darbību, Latvijas Republikas Zemkopības ministrijas izveidotajam Meža attīstības fondam par finansiālu atbalstu, kā arī pasakāmies teksta korektorei, sagatavotā materiāla maketētajam un visiem citiem iesaistītajiem.

Saturīgu un noderīgu lasīšanu!

1. pielikums

SIA „KRONOSPAN Rīga” ražotās kokskaidu plātnes

Avots: <https://lv.kronospan-express.com/lv/products>.

P2 tipa kokskaidu plātne ir nenesošo konstrukciju plātne, kas paredzēta izmantošanai iekštelpās jeb sausos apstākļos.

Raksturojums

- Izgatavota no videi draudzīgiem un pārstrādājamiem koksnes materiāliem.
- Zema uzbriešana plātnes biezumā.
- Viegla apstrādājamība, izmantojot tradicionālās koksnes mehāniskās apstrādes iekārtas un instrumentus.
- Gluda plātnes virsma.
- Piemērota virsmu pārklāšanai jeb laminēšanai ar melamīna un dabisko finieru pārklājumiem.
- Vienādi stiprības rādītāji dažādos plātnes virzienos.

Izmantošanas iespējas

- Mēbeļu sagataves.
- Starpsienu konstrukcijas.
- Grīdas apakšklājs.
- Iepakojamie materiāli.
- Kārtainu paneļu kārtas.

Standartu prasību izpilde

Saskaņā ar EN 312: P2 klases plātne; saskaņā ar EN 13501-1: D-s1, d0 klases plātne.

Gaistošo vielu emisijas klase

Saskaņā ar EN ISO 12460-5: E1 klases plātne.

Plātnes vizualizācija



P3 tipa kokskaidu plātne ir nenesošo konstrukciju plātne, kas paredzēta izmantošanai gan iekšējās mitros apstākļos, gan arī ārējās apstākļos segtās konstrukcijās.

Raksturojums

- Piemērota virsmu pārklāšanai (melamīna, folija, finiera pārklājums utt.).
- Izgatavota no videi draudzīgiem un pārstrādājamiem koksnes materiāliem.
- Zema uzbriešana plātnes biezumā.
- Viegla apstrādājamība, izmantojot tradicionālās koksnes mehāniskās apstrādes iekārtas un instrumentus.
- Gluda plātnes virsma.
- Vienādi stiprības rādītāji dažādos plātnes virzienos.

Izmantošanas iespējas

- Mēbeļu sagataves.
- Starpsienu konstrukcijas.
- Grīdas apakšklājs.
- Kārtainu paneļu kārtas.

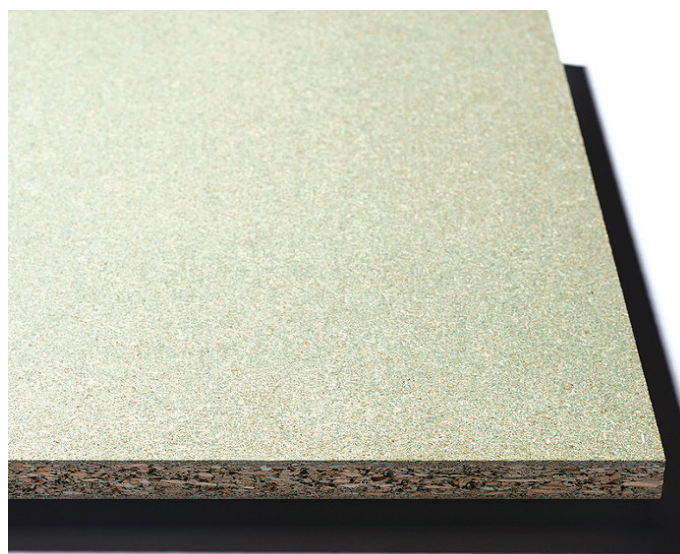
Standartu prasību izpilde

Saskaņā ar EN 312: P3 klases plātne; saskaņā ar EN 13501-1: D-s1, d0 klases plātne.

Gaistošo vielu emisijas klase

Saskaņā ar EN ISO 12460-5: E1 klases plātne.

Plātnes vizualizācija



P5 tipa kokskaidu plātne ir nesošo konstrukciju elementu plātne, kas paredzēta izmantošanai kā iekštelpās sausas, tā arī ārtelpās mitros apstākļos nosegtās konstrukcijās.

Raksturojums

- Izgatavota no videi draudzīgiem un pārstrādājamiem koksnes materiāliem.
- Zema uzbriešana plātnes biezumā.
- Viegla apstrādājamība, izmantojot tradicionālās koksnes mehāniskās apstrādes iekārtas un instrumentus.
- Gluda plātnes virsma.
- Īpaši piemērota horizontālām un vertikālām virsmām konstrukciju elementos.
- Paaugstināta noturība pret mitrumu.

Izmantošanas iespējas

- Starpsienu konstrukciju elementi.
- Vietas, kurās nepieciešama mitrumizturība (vannas istabas un virtuves).
- Jumta un ārsienu apakšklāja segums.
- Sagataves būvniecībā un transporta rūpniecībā.

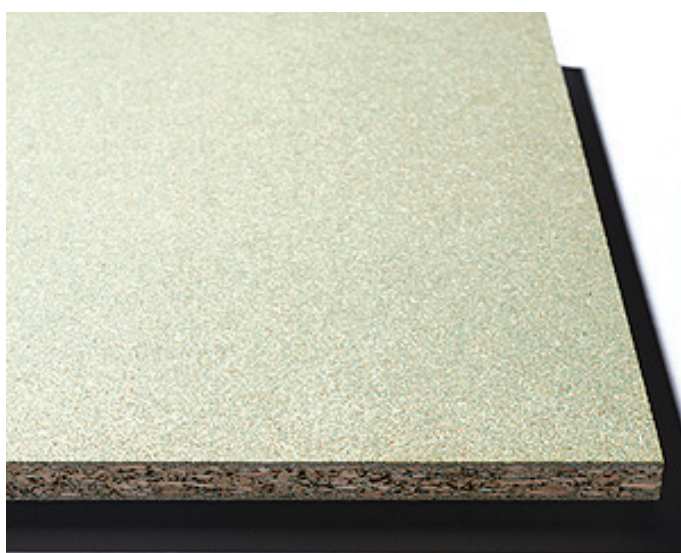
Standartu prasību izpilde

Saskaņā ar EN 312: P5 klases plātne; saskaņā ar EN 13501-1: D-s1, d0 klases plātne.

Gaistošo vielu emisijas klase

Saskaņā ar EN ISO 12460-5: E1 klases plātne.

Plātnes vizualizācija



Kokskaidu plātne ar uzlabotām materiāla ugunsreakcijas īpašībām. Plātnes atšķiršanai ir pievienots sarkanās krāsas pigments.

Plātnes raksturojums

- Izgatavota no videi draudzīgiem un pārstrādājamiem koksnes materiāliem.
- Paaugstināta ugunsnoturība.
- Zema uzbriešana plātnes biezumā.
- Viegla apstrādājamība, izmantojot tradicionālās koksnes mehāniskās apstrādes iekārtas un instrumentus.
- Gluda plātnes virsma.
- Īpaši piemērota horizontālām un vertikālām virsmām konstrukciju elementos.

Izmantošanas iespējas

- Mēbeļu sagataves.
- Sabiedrisko ēku konstrukciju elementos nodrošina atbilstošu ugunsdrošības prasību izpildi.
- Iekštelpu nenesošo sienu, griestu un starpsienu apšuvums.
- Izstādes standu konstrukciju elementi.

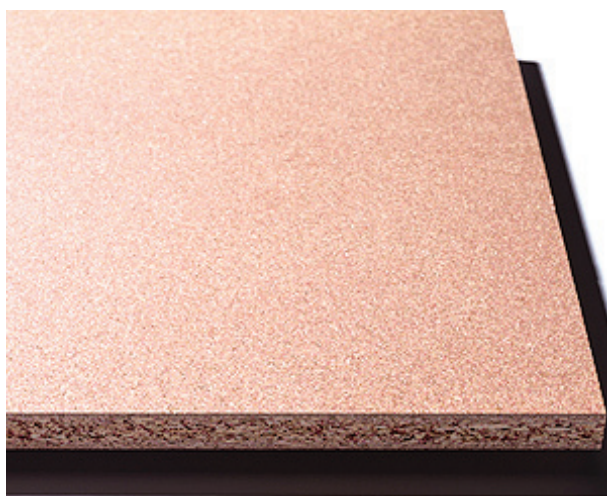
Standartu prasību izpilde

Saskaņā ar EN 312: P2 klases plātne; saskaņā ar EN 13501-1: B-s1, d0 klases plātne.

Gaistošo vielu emisijas klase

Saskaņā ar EN ISO 12460-5: E1 klases plātne.

Plātnes vizualizācija



Laminētas kokskaidu plātnes ir standarta plātnes un pamata materiāls korpusa mēbeļu ražošanas un interjera dizaina nozarēs. Kokskaidu plātne ir abpusēji aplīmēta ar melamīna sveķiem piesūcinātu papīru. Laminētām kokskaidu plātnēm var būt paaugstinātas mitruma un ugunsreakcijas īpašības.

Laminētas kokskaidu plātnes ar glancētu, matētu, viegli teksturētu (koksnes imitācija) virsmu ir pieejamas trīs kolekcijās – *Color*, *Standard* un *Contempo*.

Plātnes raksturojums

- Izgatavotas no videi draudzīgiem un pārstrādājamiem koksnes materiāliem.
- Piemīt noturība pret ultravioleto staru ietekmi.
- Viegli kopjamas virsmas.
- Virsmas noturīgas pret dažādu vielu iedarbību.

Izmantošanas iespējas

- Iekštelpu interjera fasādes elementi.
- Iekštelpu interjera virsmas sagataves.

Standartu prasību izpilde

Saskaņā ar EN 312: P2 klases plātne; saskaņā ar EN 14322 prasību izpilde.

Gaistošo vielu emisijas klase

Saskaņā ar EN ISO 12460-5: E1 klases plātne.

Plātnes vizualizācija



SIA „KRONOSPAN RIGA” ražotās orientēto kokskaidu plātnes

Avots: <https://lv.kronospan-express.com/lv/products>.

OSB 2 klases orientēto skaidu plātne ir videi draudzīgs (ražošanas preču zīme – *Superfinish*) plātņu materiāls, kas paredzēts izmantošanai iekšējās, sausos apstākļos.

Plātnes raksturojums

- Izgatavota no videi draudzīgiem un pārstrādājamiem koksnes materiāliem.
- Augsta plātnes nestspēja un stingums izmantošanai būvniecībā.
- Augsta izmēru precizitāte un formas stabilitāte.
- Viegla apstrādājamība, izmantojot tradicionālās koksnes mehāniskās apstrādes iekārtas un instrumentus.

Izmantošanas iespējas

- Būvkonstrukciju elementu noseģšanai iekšējās: sienām, grīdām, kāpņu elementiem.
- Dizaina elementiem iekšējās: mēbeļu sagataves, mīksto mēbeļu karkass, durvju bloki, dekoratīvie sienu apšuvuma paneļi un starpsienu elementi.
- Iepakojuma materiāls: transportēšanai kastēs, konteineros, paliktņu izveidei.
- Noliktavu un izstāžu aprīkojums (plaukti, norobežojuma elementi utt.).

Standartu prasību izpilde

Saskaņā ar EN 300: OSB 2 klases plātne; saskaņā ar EN 13501-1: D-s1, d0 klases plātne; EN 13986+A1 prasību izpilde.

Gaistošo vielu emisijas klase

Saskaņā ar EN ISO 12460-5: E1 klases plātne.

Plātnes vizualizācija



OSB 3 klases orientēto skaidu plātne ir konstrukciju plātņu materiāls, videi draudzīgs (ražošanas preču zīme – *Superfinish*) materiāls, kas paredzēts izmantošanai gan iekšējās sausus apstākļos, gan arī ārējās jeb mitros apstākļos segtās konstrukcijās.

Plātnes raksturojums

- Paaugstināta mitruma noturība.
- Izgatavota no videi draudzīgiem un pārstrādājamiem koksnes materiāliem.
- Augsta plātnes nestspēja un stingums izmantošanai būvniecībā.
- Augsta izmēru precizitāte un formas stabilitāte.
- Viegla apstrādājamība, izmantojot tradicionālās koksnes mehāniskās apstrādes iekārtas un instrumentus.

Izmantošanas iespējas

- Būvkonstrukciju elementu noseģšanai iekšējās un ārtelpās segtās konstrukcijās: sienām, grīdām, jumta apakšklājam.
- Iepakojuma materiāls: transportēšanai kastēs, konteineros, paliktņu izveidei.
- Noliktavu un izstāžu aprīkojums (plaukti, norobežojuma elementi utt.).

Standartu prasību izpilde

Saskaņā ar EN 300: OSB 3 klases plātne; saskaņā ar EN 13501-1: D-s1, d0 klases plātne; EN 13986+A1 prasību izpilde.

Gaistošo vielu emisijas klase

Saskaņā ar EN ISO 12460-5: E1 klases plātne.

Plātnes vizualizācija



OSB 3 klases orientēto skaidu plātne ir konstrukciju plātņu materiāls, videi draudzīgs (ražošanas preču zīme – *Superfinish*) materiāls, kas paredzēts izmantošanai gan iekšējās saucos apstākļos, gan arī ārā jeb ļoti mitros apstākļos segtās konstrukcijās.

Plātnes raksturojums

- Ļoti paaugstināta mitruma noturība.
- Izgatavota no videi draudzīgiem un pārstrādājamiem koksnes materiāliem.
- Augsta plātnes nestspēja un stingums izmantošanai būvniecībā.
- Ļoti augsta izmēru precizitāte un formas stabilitāte.
- Viegla apstrādājamība, izmantojot tradicionālās koksnes mehāniskās apstrādes iekārtas un instrumentus.

Izmantošanas iespējas

- Būvkonstrukciju elementu noseģšanai ārtelpās: sienām, jumta apakšklājam.
- Iepakojuma materiāls: transportēšanai kastē, konteineros, paliktņu izveidei.
- Noliktavu un izstāžu aprīkojums (plaukti, norobežojuma elementi utt.).

Standartu prasību izpilde

Saskaņā ar EN 300: OSB 4 klases plātne; saskaņā ar EN 13501-1: D-s1, d0 klases plātne; EN 13986+A1 prasību izpilde.

Gaistošo vielu emisijas klase

Saskaņā ar EN ISO 12460-5: E1 klases plātne.

Plātnes vizualizācija



OSB Airstop orientēto skaidu plātne ir videi draudzīgs (ražošanas preču zīme – *Superfinish*), neslīpēts plātņu materiāls, abpusēji aplīmēts ar fenola sveķu filmu, kas ir tvaika necaurlaidīga. Plātne ir paredzēta izmantošanai zema enerģijas patēriņa būvobjektos, arī pasīvajām koka ēkām.

Plātnes raksturojums

- Gaisa un tvaika necaurlaidīga.
- Ļoti paaugstināta mitruma noturība.
- Izgatavota no videi draudzīgiem un pārstrādājamiem koksnes materiāliem.
- Augsta plātnes nestspēja un stingums izmantošanai būvniecībā.
- Ļoti augsta izmēru precizitāte un formas stabilitāte.
- Viegla apstrādājamība, izmantojot tradicionālās koksnes mehāniskās apstrādes iekārtas un instrumentus.

Izmantošanas iespējas

- Iekšējais nenesošo sienu, griestu un starpsienu apšuvuma materiāls.
- Būvkonstrukciju elementu noseģšanai ārtelpās: sienām, jumta apakšklājam.
- Ēku mansarda vai bēniņu sienu apšuvuma materiāls.

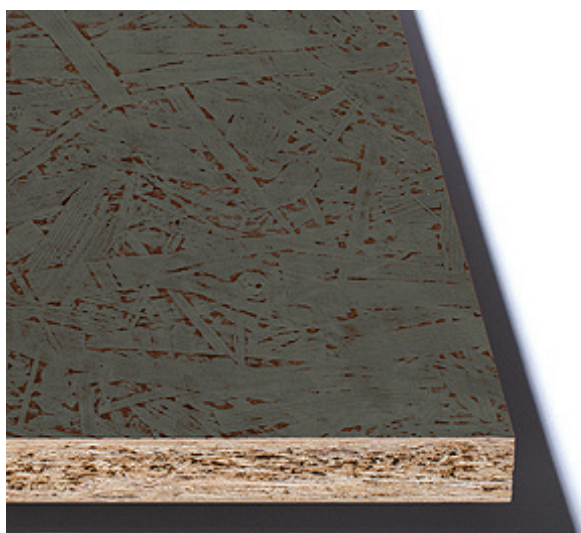
Standartu prasību izpilde

Saskaņā ar EN 300: OSB 3 klases plātne; saskaņā ar EN 13501-1: D-s1, d0 klases plātne; EN 13986+A1 prasību izpilde.

Gaistošo vielu emisijas klase

Saskaņā ar EN ISO 12460-5: E1 klases plātne.

Plātnes vizualizācija



OSB Firestop orientēto skaidu plātne ir videi draudzīgs (ražošanas preču zīme – *Superfinish*), neslīpēts plātņu materiāls, abpusēji aplīmēts ar patentēto *Pyrotite* (magnija oksīda sasaistē ar stikla šķiedru) apdares materiālu, kam piemīt paaugstinātas ugunsreakcijas un ugunsnoturības īpašības. Plātne ir paredzēta izmantošanai zema enerģijas patēriņa būvobjektos, arī pasīvajām koka ēkām.

Plātnes raksturojums

- Slikti uzliesmojoša virsma, samazina uguns izplatīšanos ugunsgrēka laikā.
- Viegļākas nekā ģipškartona plāksnes.
- Vienkārša fiksācija, izmantojot parastos stiprinājumus (skrūves, naglas, skavas).
- Izgatavota no videi draudzīgiem un pārstrādājamiem koksnes materiāliem.
- Augsta plātnes nestspēja un stingums izmantošanai būvniecībā.
- Ļoti augsta izmēru precizitāte un formas stabilitāte.
- Viegla apstrādājamība, izmantojot tradicionālās koksnes mehāniskās apstrādes iekārtas un instrumentus.
- Paaugstinātas plātnes mehāniskās īpašības.

Izmantošanas iespējas

- Būvkonstrukciju elementu noseģšanai ārtelpās: sienām, jumta apakšklājam.
- Iepakojuma materiāls: transportēšanai kastē, konteineros, paliktņu izveidei.
- Noliktavu un izstāžu aprīkojums (plaukti, norobežojuma elementi utt.).
- Ēku mansarda vai bēniņu sienu apšuvuma materiāls.
- Iepakojuma materiāls: transportēšanai kastē, konteineros, paliktņu izveidei.
- Noliktavu un izstāžu aprīkojums (plaukti, norobežojuma elementi utt.).

Standartu prasību izpilde

Saskaņā ar EN 300: OSB 3 klases plātne; saskaņā ar EN 13501-1: B-s1, d0 klases plātne; EN 13986+A1 prasību izpilde.

Gaistošo vielu emisijas klase

Saskaņā ar EN ISO 12460-5: E1 klases plātne.

Plātnes vizualizācija



