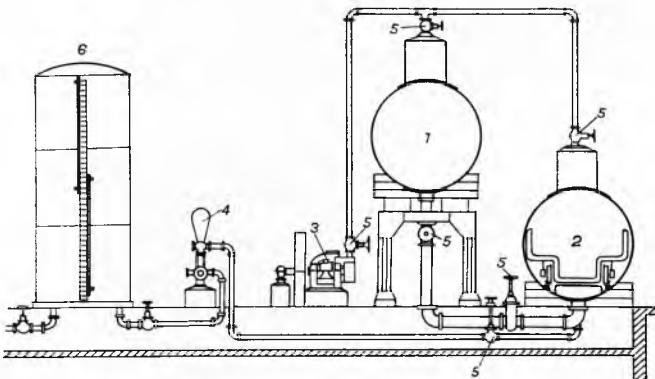


se impregnacija vrši najprije pod pritiskom, a tek zatim se provodi evakuacija radi isisavanja suviška impregnansa. Na ovaj način se može uštedjeti 50...70% antiseptika. Kao takvi se upotrebljavaju većinom katranska ulja, kreozoti i druga uljasta sredstva. Postrojenje (sl. 14) za oba postupka skoro je jednako: sastoji se uglavnom od cilindra (kotla) za impregnaciju, agregata za proizvodnju vakuum-a i pritiska, rezervoara za impregnans, mjerne posude, pumpe za tekućinu, predgrijača, vagoneta za drvo i armature.



Sl. 14. Impregnacija drva po postupku vakuumom i pritiskom. 1 Predgrijac za impregnaciono sredstvo, 2 kotao za impregniranje, 3 pumpa za tlak i vakuum, 4 pumpa za impregnaciono sredstvo, 5 ventili, 6 posuda za odmjeravanje impregnacionog sredstva

Postupak po Rütgersu provodi se kako je kratko navedeno u nastavku.

U kotao se doprema drvo natovareno na vagonetima, pa se zatvore svi otvori. Onda se uspostavlja vakuum od 600 mm Hg i u njemu se drvo drži kroz najmanje 30 minuta prije nego se — uz održavanje vakuma — pušta u kotao otopina konzervansa. Zatim se uspostavlja natpritisak od ~7 at i pod njime se drži borovina 60 minuta, a bukovina i hrastovina 90 minuta. Poslije toga vremena otpušta se pritisak i njime se izbacuje ostatak impregnacione tekućine, kotao se ponovo evakuira na 400 mm Hg vakuma i drvo drži u njemu kroz 10 minuta, nakon toga se impregnirano drvo izvlači iz kotla i uskladištuje radi sušenja i fiksiranja konzervansa. Solna otopina grie se u predgrijaču na 50...60°C prije nego se prebacuje u impregnacioni prostor. Često prethodi pravoj impregnaciji još i parenje drva. Ovo parenje neobično povoljno djeluje na tok impregniranja.

Postupak po Rüpingu postao je prototip mnogobrojnih načina impregnacije koji idu za tim da se štede konzervansi. Pri napajanju drva katranskim uljem po ovom postupku drvo se uvozi u kotao, zatvore se svi otvori kotla, uspostavlja se natpritisak 1...4 at i drži kroz 5...10 minuta; uz zadržavanje pritiska crpe se impregnaciono ulje u kotao, a natpritisak se povisuje na 7...8 at. Temperatura ulja u predgrijaču treba da iznosi 105...110°C a u kotlu ne više od 105°C. Uljni pritisak drži se tako dugo dok drvo nije primilo željenu količinu impregnansa, što se ustanovljuje pomoću mjerne posude; onda se otpušta pritisak i njime istiskuje iz kotla sav višak ulja, uspostavlja se vakuum od ~600 mm Hg i održava kroz najmanje 10 minuta; impregnirano drvo izvlači se iz kotla, suši i uskladištuje. Količina ulja koju drvo treba da primi pod pritiskom određuje se empirijski tako da se količini ulja koju drvo treba da na kraju sadrži doda količina koja se dobije natrag prilikom otpuštanja pritiska i uspostavljanja vakuma. Proces traje 3...5 sati. Drvo koje dolazi u dodir sa zemljom ili je izloženo ekstremnim vremenskim prilikama treba napajati sa 120...160 kg/m³, a ostalo drvo sa 80...120 kg/m³. Vlažnost drva koje se natapa po ovom postupku treba da bude 17...20%.

Istiskivanje soka po Boucherieu se upotrebljava isključivo za impregnaciju neoguljениh svježih i sočnih debala. Postupak se vrši bez naročite aparature pod hidrostatskim pritiskom koji se uspostavlja time

što se dosta visoko smjesti rezervoar u kojem se nalazi impregnaciona tekućina. Trupci se smještaju na podnožju 10...15 m visoke skele na nosače tako da su njihovi krajevi viši (sl. 15). Ležeći trupci se zatim opremaju prikladnim drvenim kapama koje čine komore nepropusne za zrak, pa se cijevima povezuju s rezervoarom. Pod hidrostatskim pritiskom konzervans prodire u unutrašnjost debla i na svom putu istiskuje drvn Sok. U pogledu penetracije konzervansa ovaj stari postupak još do danas nije nadmašen. Nedostatak mu je što je proces razmjerno dugotrajan (8...14 dana). Najčešće se utiskuje 1,5% tna otopina modre galice. Budući da bakar-sulfat ne pruža efikasnu zaštitu u vapnenastim tlima (stvaraju se netoplivi bazni karbonati), uzmaju se danas radije U-soli. Svršetak procesa određuje se mjerljiv koncentracije tekućine što izlazi. Tako impregnirano neokoreno drvo odmah se slaže u vitlove radi sušenja i fiksiranja konzervansa, a tek kasnije se skida kora.

Drugi postupci zaštite drva. Osim opisanih postupaka ima još priličan broj drugih, koji se upotrebljavaju u manjoj mjeri ili samo mjestimično, npr. postupno utiskivanje, dvostruki Rüping, dvojako natapanje, isisavanje soka, difuzioni postupak, metoda injekcije, metoda izbušenih rupa i dr.

Na kraju treba se dodatači tzv. *naknadne zaštite*, koja ima svrhu da produži trajnost ugradene impregnirane grade. U toku vremena djelovanje konzervansa slabiti uslijed različnih procesa kemijske i fizikalne prirode. Zbog toga je potrebno da se od vremena na vrijeme, ali najkasnije nakon 6 godina, kontrolira stanje ugradenog materijala i količina antiseptika ranijeg impregniranja nadopuni ili pojača drugim efikasnim zaštitnim sredstvima. To se naročito odnosi na sortiman masovne potrošnje, kao jamska i brodska grada, piloti, stupovi i željeznički pragovi. *R. Stricker*

LIT.: M. Klar, Technologie der Holzverkohlung, Berlin 1922. — M. Véres, G. Dupont, Résines et térbenthines, Paris 1924. — H. M. Bumbury, W. Elsner, Die trockene Destillation des Holzes, Berlin 1925. — L. F. Hawley, A. Schreiber, Holz-Destillation, Berlin 1926. — G. Bugge, Industrie der Holzdestillationsprodukte, Dresden-Leipzig 1927. — Н. И. Никитин (ред.), Лесохимические производства, Ленинград 1938. — F. C. Mariotte, C. Graeves, Utilisation chimique du bois, Ottawa 1940. — Н. А. Буценко, Огнезащитные материалы, Москва-Ленинград 1944. — Я. В. Этиштейн, Получение и очистка гидролизатов из древесины, Ленинград 1945. — Э. К. Нордштрем, Смолоккинидарное производство, Москва 1946. — А. Угренович, Употреба дрвета и споредних продуката шуме, Zagreb 1948. — С. Станковић, Основи хемиске прераде дрвета, Beograd 1948. — А. Novak, Holzschutz, Wien 1950. — В. И. Шарков, Гидролизное производство, 3 ч., Москва 1945/50. — В. С. Васечкин, Технология экстрактивных веществ дерева, Москва-Ленинград 1953. — Н. Глазер, F. Flügge, H. Scholler, P. Praetorius, Chemische Technologie des Holzes, München 1954. — Н. Глазер, Verwendung des Holzes unter Auflösung seines Gefüges, Stuttgart 1954. — Ф. А. Медников, Подсочка леса, Москва-Ленинград 1955. — Е. Трибнер, Das Holz als Rohstoff, München 1955. — W. Sandermann, Grundlagen der Chemie und chemischen Technologie des Holzes, Leipzig 1956. — W. Pohl, Holzverkohlung, u djelu: W. Foerst, Herausg., Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie, Bd. 8, München-Berlin 1957. — К. Н. Клемм, Neuzeitliche Holzschlifferezeugung, Wiesbaden 1957. — Р. О. Н. Рункел, К. Ф. Патт, Halbzellstoffe, Biberach/Riß 1958. — А. Горјановић, Дестилација дрвета, u djelu: Сумарска енциклопедија, sv. 1, Zagreb 1959. — W. Sandermann, Naturharze, Terpentiny, Tallol, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960. — Н. Марковић, Хемија дрвета, Beograd 1960. — G. Langendorf, Handbuch für den Holzschutz, Leipzig 1961. — В. И. Коржикин, Термическое разложение древесины, Москва 1962. — W. Sandermann, Chemische Holzverwertung, München-Wien 1963.

A. Gorjanović R. Stricker

DRVO, MEHANIČKA PRERADA. Pod ovim naslovom obradit će se u nastavku proizvodnja piljenog drva, izrada furnira, proizvodnja šperovanog drva i proizvodnja lakih građevinskih ploča, iverica i vlaknatica.

PROIZVODNJA PILJENOG DRVA

Proizvodnja piljenog drva jedna je od najstarijih i danas još uvijek, po količini preradenog industrijskog drva, jedna od najvažnijih grana drvene industrije.

Osnovna operacija u proizvodnji piljenog drva, piljenje, sastoji se u rastavljanju oblog drva (trupca) na više dijelova, po pravilu prizmatiskog oblika, pomoću posebnog oruđa (alata) koji se zove pila. Pila se može pokretati ručno ili mehanički; u pilanskoj preradi upotrebljavaju se isključivo pile koje se pokreću mehanički. O vrstama pile koje se upotrebljavaju za obradu i preradu drva v. članak *Alatni strojevi za obradu drveta*, TE 1, str. 177...182.

Do danas još nije posve tačno utvrđeno gdje i kada je podignuta prva pilana s mehanički pokretanim pilama. To su bile pilane pokretane kinetičkom energijom vode, a list pile bio je upregnut u drveni jarav. Prema nekim autorima, prve pilane potocare u Evropi pojavile su se u IV st., a prema drugima potocare početkom XI st. (u nas su prve pilane potocare podignute polovinom XIV st.) Veće značenje u preradi drva pilane potocare dobivaju tek krajem XVII st. Sve do početka XIX st. pilane su pokretane isključivo snagom vode. Pronalažak parnog stroja (Watt, 1770) izazvao je revoluciju i u drvenoj industriji. Prva evropska parna pilana podignuta je 1803 u Engleskoj, a u nas 1849 u Prezidu (Gorski Kotar).



Sl. 15. Impregnacija drva istiskivanjem soka po Boucherieu

Svjetska proizvodnja piljenog drva u periodu od 1925/27 do 1965 porasla je od 190 miliona na 362 miliona kubnih metara, tj. za 90%. Proizvodnja piljenog drva u Evropi u istom periodu porasla je od 52,4 miliona na 72 miliona kubnih metara ili za 37%. U nas proizvodnja piljenog drva u periodu od 1939 do 1965 porasla je od 1,9 miliona na 2,8 miliona kubnih metara ili za 47%. Učešće piljenog drva četinjača u ukupnoj proizvodnji piljenog drva u navedenom periodu u svjetskoj proizvodnji ostalo je isto (78%), u evropskoj proizvodnji smanjilo se je od 84 na 79%, a u nas od 81 na 57%.

Vrste piljenog drva. U pilanskoj preradi kao sirovina služe pilanski trupci, a proizvod je piljeno drvo. Sortimenti piljenog drva definirani su, kao i pilanski trupci, nacionalnim standardima za drvo.

Sistem klasifikacije piljene grada vrlo je složen zbog više razloga: piljena grada proizvodi se iz vrlo velikog broja vrsta, dimenzija i kvaliteta pilanskih trupaca; piljena grada upotrebljava se na različite načine i u različite svrhe; tehnički propisi o preuzimanju piljene grada, tj. trgovачke uzanse i standardi, razvijali su se empirijski, a običaj i navike na tom području ozbiljna su smetnja svakom pokušaju da se pojednostavni sistem klasifikacije piljene grada.

Osnovni kriteriji za razvrstavanje piljene grada i opća klasifikacija piljene grada prikazani su u članku *Drvo* (str. 440). Ovdje je samo još dat pregled opće klasifikacije piljene grada četinjača (tabl. 1) i listača (tabl. 2), prema propisima našeg nacionalnog standarda.

Tablica 1
PILJENA GRADA ČETINJAČA

Skupina piljene grada	Vrste piljene grada jela/smreka	bor
Normalna	obrubljena, kom. dužine obrubljena, kratice i kratke neobrubljena — samice brodarski pod težinska roba gredice letve	obrubljena neobrubljena kladarke samice — težinska roba gredice letve
Specijalna	rezonantno drvo (smreka) grada za željeznička kola podnice za gradevinske skele gredice	grada za željeznička kola letve za rolete gredice kocke za tarac
Sporedni proizvodi	kolje za vinograd okorci	kolje za vinograd okorci

Piljena grada četinjača i listača razvrstava se po kvalitetu na osnovu propisa našeg nacionalnog standarda ili na osnovu posebnih specifikacija, koje su sastavni dio ugovora o kupoprodaji piljene grada (naročito piljene grada za izvoz). Broj klase kvaliteta znatno varira po vrsti drva i vrsti piljene grada. Općenito sva piljena grada može se podijeliti u dvije skupine: piljenu gradu za neposrednu upotrebu i piljenu gradu za daljnju preradu. Unutar prve skupine izdvaja se posebna podskupina piljene grada za gradevne potrebe. Za klasifikaciju gradevnog piljenog drva na pojedinu klase kvaliteta važna su mehanička svojstva drva (čvrstoća, elastičnost). U novije vrijeme čine se napori da se izradi dovoljno pouzdan sistem klasifikacije gradevnog piljenog drva na bazi poznavanja mehaničkih svojstava toga drva i utjecaja pojedinih grešaka i ostalih nepravilnosti drva na ta svojstva.

Načini mjerjenja piljene grada propisani su standardima i trgovackim uzansama. Cilj mjerjenja je utvrđivanje drvene mase (kubature) piljene grada. U praksi se mjerjenje prosušene piljene grada zove »suhoo« mjerjenje, za razliku od »sirovog« mjerjenja piljene grada, koje se vrši odmah nakon raspiljivanja ili u toku sortiranja »sirove« piljene grada.

Sva piljena grada mjeri se po pravilu jedinicama zapremine, jedino kategorija težinske robe mjeri se jedinicama težine. Osnovna jedinica mjerjenja piljene grada prema našem nacionalnom

Tablica 2
PILJENA GRADA LISTAČA

Skupina piljene grada	Vrsta piljene grada	Vrsta drveta
Neobrubljena piljena grada	kladarke samice	hrast, (bukva), javor, jasen, brijest, orah, voćkarice sve vrste listača
Poluobrubljena piljena grada	engleska piljena grada: — polovnjaci — isp. polovnjaci — srednjače — engl. popruge	hrast hrast, bukva hrast, bukva hrast
Obrubljena piljena grada	listovi daske i planke	hrast
— obična	grada za kace grada za pivske bačve grada za vinske bačve grada za bačve za krute i polukrute tvari četvrtića	hrast, bukva, brijest, voćkarice, topola, vrba
— bačvarska grada	gredice letve držala za metle popruge	hrast hrast
— četvrtića, gredice, gredice	gredice	bukva
— letve	letve	hrast, bukva, jasen, grab, orah, voćkarice
— držala za metle	držala za metle	bukva, topola i vrba
— popruge	popruge	bukva (smeda srž)
— bjeljika i dekla- sirana roba	bjeljika	hrast, bukva, jasen, brijest
— težinska roba	deklasirana roba težinska roba	hrast hrast bukva

standardu jest kubni metar. U trgovini drvom upotrebljavaju se još kao osnovne jedinice za mjerjenje piljene grada standard i board foot; 1 standard = 165 cu. ft. = 4,672 m³; 1 board foot = = 1/12 cu. ft. = 2,36 dm³ (volumen daske površine 1 sq. ft. i debole 1 inch). Veća jedinica je 1 Mille board feet (M. b. ft.) = = 1000 b. ft. = 2,36 m³.

Proces proizvodnje piljenog drva može se podijeliti na nekoliko osnovnih operacija: a) raspiljivanje trupaca u neobradenu piljenu gradu i daljnja obrada te grade kako bi dobila definitivni oblik i dimenzije; to je *primarno raspiljivanje*, koje obuhvata raspiljivanje trupaca, okrađivanje piljene grada na definitivnu širinu i prikrćivanje piljene grada na definitivnu dužinu; b) raspiljivanje krupnije piljene grada u različite sitne sortimente i daljnja obrada krupnijih otpadaka nastalih u fazi primarnog raspiljivanja (*sekundarno raspiljivanje*); c) sortiranje piljene grada prema vrsti, dimenzijama i kvalitetu; d) sušenje piljene grada; e) blanjanje piljene grada.

U nas je primarno i sekundarno raspiljivanje prostorno i tehnološki usko povezano. U nekim drugim evropskim zemljama, naročito u planama koje su mehanizirane, primarno i sekundarno raspiljivanje obično čine dva posebna tehnološka procesa. Daljnja mehanička prerada otpadaka četinjača iz faze primarnog raspiljivanja u nekim zemljama se često i ne vrši, nego se takvi otpaci dalje preraduju u ploče (iverice, vlaknatice), drvenjaču, polucelulozu, celulozu, i dr.

Ako je primarno i sekundarno raspiljivanje (proizvodnja normalne i sitne piljene grada) usko prostorno i tehnološki vezano, zнатно je otežan proces mehanizacije i racionalizacije, to više što se veći broj vrsta piljene grada proizvodi. Broj vrsta piljene grada naročito je velik kad se preraduju bukovi i hrastovi trupci. U novije vrijeme, radi racionalizacije proizvodnje bukove i hrastove piljene grada, uvodi se tzv. dvoafazna prerada bukovih i hrastovih trupaca. U prvoj fazi trupci se preraduju u neobradenu piljenu gradu, u drugoj fazi jedan dio te neobradene piljene grada (sirova ili nakon hidrotermičke obrade) preraduje se u normalnu piljenu gradu, a drugi dio na elemente koji su po svojem obliku, dimenzijama i kvalitetu podesni za neposrednu upotrebu. Normalna piljena grada po pravilu je definirana propisima nacionalnog standarda, a oblik, dimenzije i kvalitet elemenata piljene grada i obim njihove proizvodnje utvrđuju se kupoprodajnim ugovorima između proizvođača i kupca, ugovorima o kooperaciji između pilanske industrije i ostalih finalnih grana drvene industrije, stan-

dardizacijom i tipizacijom proizvoda finalne drvne industrije. U proizvodnji piljenog drva ide se za tim da se primjeni tehnika piljenja kojom će se najracionalnije iskoristiti drvna masa pilanskih trupaca. Ta tehnika piljenja ovisi o mnogo faktora, od kojih su najvažniji: vrsta primarnog stroja, vrsta drva, dimenzije i kvalitet pilanskih trupaca, vrsta i dimenzije piljene građe.

Prema vrsti *primarnog radnog stroja* razlikuju se pilane s jarmačama, s tračnim pilama, s kružnim pilama i s kombiniranim primarnim radnim strojevima. *Pilane s jarmačama* kao primarnim radnim strojem karakteristične su za niz zemalja, osobito u centralnoj Evropi, Skandinaviji i Sovjetskom Savezu. Puna vertikalna jarmača je pila za proizvodnju serijske građe i za trupce manjih promjera. U Evropi se najčešće upotrebljava za raspiljivanje trupaca četinjača. S obzirom na veći broj sortimenata i dimenzija, te veće zahtjeve u pogledu kvaliteta piljene građe listača, vertikalne pile jarmače manje su pogodne za raspiljivanje trupaca listača. U nas su u velikoj većini pilane s jarmačama.

Osnovna karakteristika *tračnih pila* jest mogućnost individuallnog piljenja i piljenja trupaca najvećih promjera. (To su ujedno pile uskog raspiljka, pa se stoga tračnim pilama trupčarama raspiljuju vredniji trupci listača.) Budući da mogu piliti vrlo debele trupce, glavni su radni strojevi u područjima s prašumskim tipom šuma. Tračne pile su glavni radni stroj u većim pilanama u USA, a u Evropi osobito u pilanama koje prerađuju trupce eggota (npr. u Francuskoj). U novije vrijeme postoji u Evropi jaka tendencija da se tračne pile uvedu svadje gdje svojim prednostima mogu povećati ekonomičnost pilanske prerade drva. U nas su se tračne pile počele šire primjenjivati poslije drugog svjetskog rata, osobito za preradu krupnijih bukovih trupaca.

Na sjeveru Europe i u USA upotrebljavaju se kao glavni radni strojevi u pilanama i *kružne pile* trupčare. Često postoji mišljenje, osobito u zemljama gdje se kružne pile trupčare nisu udomačile, da ih, prvenstveno zbog širine raspiljka, treba eliminirati iz pilana. Tačno je da je raspiljak kružnih pila znatno širi od raspiljka tračne pile, ali se s određenom organizacijom tehničkog procesa taj nedostatak može ublažiti. Novijim konstrukcijama evropskih kružnih pila trupčara postižu se velik efekt i velika produktivnost rada. U Americi se upotrebljavaju kružne pile s listovima čiji se zupci mogu izmjeniti (pile s umetnutim zupcima). U nas nema pilana s kružnim pilama trupčarama kao glavnim radnim strojem.

Zbog različitih razloga u novije vrijeme se grade pilane s kombiniranim glavnim radnim strojevima: pilama jarmačama i tračnim pilama, ili kružnim pilama trupčarama i pilama jarmačama. I u nas se u novije vrijeme podižu pilane s pilama jarmačama i tračnim pilama trupčarama.

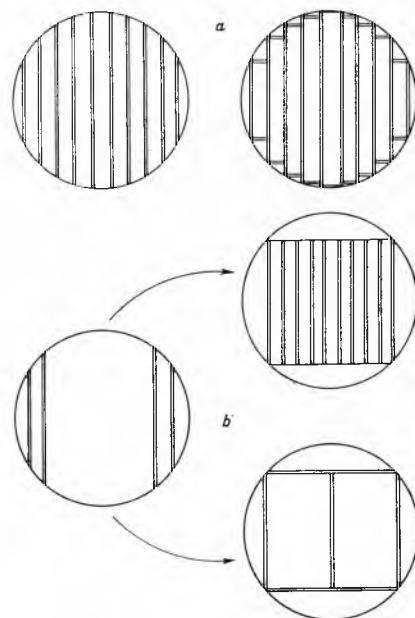
Pored primarnih radnih strojeva u pilani se upotrebljavaju i sekundarni radni strojevi za sekundarno raspiljivanje (paranje), za prikraćivanje i za okrajčivanje. Shematski raspored strojeva u jednoj modernoj mehaniziranoj pilani s dvije vertikalne jarmače prikazan je na sl. 1.

Tehnika piljenja. Razlikuju se ovi postupci raspiljivanja trupaca: piljenje ucijelo, prizmiranje, tehnika kartje i slavonska tehnika.

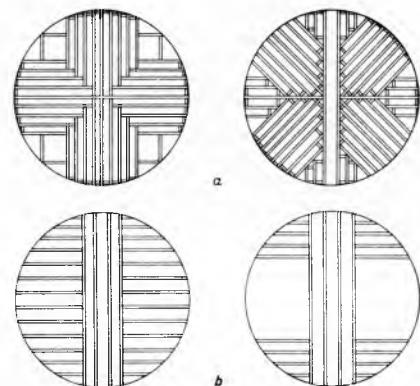
Piljenje ucijelo (sl. 2a) je način piljenja kojim se prirodnji oblik trupca rastavlja paralelnim uzdužnim rezovima u lamele (piljenice) jednakne ili različite debljine. Piljenje ucijelo može biti simetrično i asimetrično, a broj piljenica paran ili neparan; kad je broj nepa-

ran, centralna piljenica je s uklopljenim srcem, a kad je paran, dvije srednje piljenice su s propiljenim srcem.

Prizmiranje (sl. 2b) je način piljenja kojim se prirodna forma trupaca raspiljuje na prizmu i na bočni ili postrani piljeni materijal.

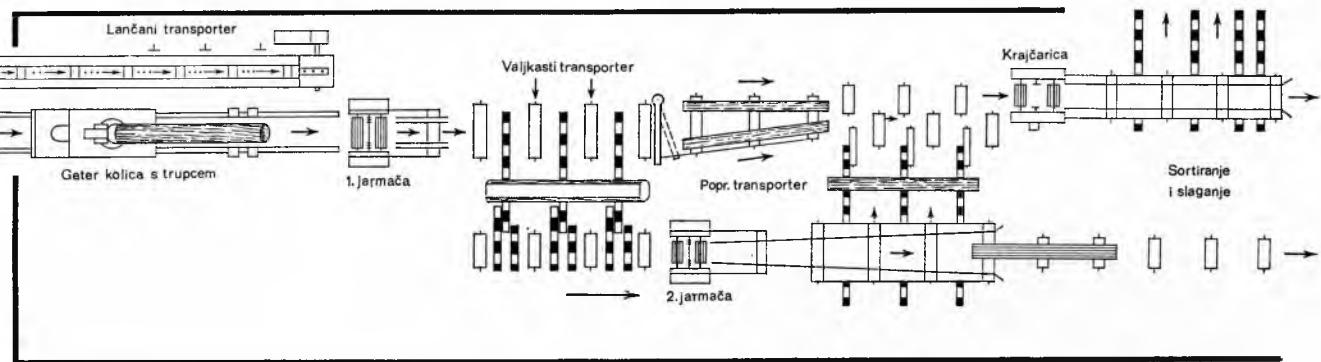


Sl. 2. Tehnika piljenja. a Piljenje ucijelo, b tehnika prizmiranja



Sl. 3. Tehnika piljenja. a Kartje, b slavonska tehnika piljenja

Raspiljivanjem prizme dobivaju se piljenice jednakne širine. Dakle, kod prizmiranja trupac se raspiljuje na piljenice u dva maha. Kod drugog piljenja obrće se prizma na bok (ležište), dakle za 90°, i raspiljuje na piljenice. Visina prizme ili, što je isto, širina piljenice uslovljena je promjerom i kvalitetom trupca te propisima trgovaca uzansa (ili standarda) o maksimalnoj širini piljene građe.



Sl. 1. Tlocrt mehanizirane pilane s dvije vertikalne jarmače

Tehnika piljenja kartje dijeli se na običan i čist kartje (sl. 3a). Trupci se u tehnički kartje najprije raspolažaju a zatim učetvrtaju. Svaka takva četvrtina (quartier) dalje se prerade. Kod čistog kartje-piljenja u svakoj su četvrtini smjerivo piljenja paralelni s njenom simetralom i među sobom. Raspiljivanje se vrši pilom jarmačom ili tračnom pilom. Kod običnog kartje-piljenja, sa svake četvrtine pile se piljenice paralelno s njenim ravnim stranicama naizmjence s jedne pa s druge strane. Piljenice postaju sve uže, dok na kraju ne ostane jedna četvrtica.

Slavonski način piljenja (sl. 3b) sastoji se u tom da se iz trupca promjera 65 cm ili više najprije pilom jarmačom ispili jedna krupnija ili više tanjih srednjaca. Preostalim polovinama otpile se bokovi pa se dobiju kompaktne polovnjaci kojima su tri strane obrađene pilom a četvrta je zadržala prirodnu oblinu. Ako se kompakti polovnjaci raspilji pilom jarmačom na piljenice, po pravilu jednakne debljine, dobiva se ispljeni polovnjak. Krupnim srednjacama odstranjuje se srce tehnikom okrajčivanja, a takve krupne srednjace bez srca ostaju ili kompaktne ili se raspile na tanke piljenice (listove, feuilles).

Pilanski trupci četinjača raspiljuju se vertikalnim pilama jarmačama učijelo i tehnikom prizmiranja. Iznimno se na smrekove trupce kvaliteta R (rezonantno drvo) primjenjuje tehnika kartje. Tehnika prerade trupaca listača nešto je složenija nego tehnika prerade trupaca četinjača. Hrastovi pilanski trupci predstavljaju najvredniju pilansku sirovину, pa su se u hrastovim pilanama — da bi se proizvela što veća količina radijalnih i poluradijalnih piljenica (blistića i polublistića) — i razvile specijalne tehnike piljenja, kartje i slavonski način. Učijelo se raspiljuju po pravilu samo tanji hrastovi pilanski trupci. Bukovi pilanski trupci obično se raspiljuju učijelo ili slavonskim načinom, učijelo po pravilu tanji trupci. Ako srednjekrupni bukovi pilanski trupci imaju veliku nepravu srž (smedu jezgru, crveno srce), iznimno se prerade tehnikom prizmiranja, da bi se odvojila bijela bukovina od bukovine sa smedom jezgrom. Iz neprave srži bukovine izrađuju se određeni sortimenti (danas po pravilu metlenjaci, ranije grada za sanduke i kutije). Krupniji bukovi trupci (promjera 65 cm i više) prerade se slavonskim načinom piljenja. Bukovi trupci se ili jednim rezom raspolažaju ili se iz sredine vadi jedna krupnija ili više tanjih srednjaca. Polovine se raspiljuju u piljenice po pravilu jednakne debljine, i to su bukovi ispljeni polovnjaci (bokovi tih polovnjaka su odstranjeni). Pilanski trupci ostalih tvrdih listača i trupci mekih listača po pravilu se prerade tehnikom piljenja učijelo.

Raspored ili dispozicija pila u jarmu je broj pila, njihov medusobni razmještaj i njihov položaj prema simetrali jarma. Taj raspored ovisi o vrsti drva, tehnički piljenja, promjeru trupaca na tanjem kraju, kvalitetu trupaca te vrsti i debljini piljenica koje će se dobiti raspiljivanjem.

Raspored pila treba da je takav da se piljenjem što racionalnije iskorističava drvna masa trupca. Prema tome da li se pri određivanju rasporeda pila ide za što većim kvantitativnim ili za što većim kvalitativnim iskorističenjem drvne mase trupca, govoriti se o rasporedu pila maksimalnog kvantitativnog iskorističenja ili o rasporedu pila maksimalnog kvalitativnog iskorističenja. Teoriju rasporeda pila maksimalnog kvantitativnog iskorističenja razvili su ruski istraživači H. L. Feldman 1932, D. F. Šapiro 1935, G. G. Titkov 1939, M. N. Guterman 1950, V. A. Zalgaller 1956, N. A. Batin 1959 i dr. Sačinjavati raspored pila samo s ciljem maksimalnog kvantitativnog iskorističenja ima nekog opravdanja ako su posrijedi pilanski trupci četinjača do srednjeg promjera. Varijacije u kvalitetu drva unutar krupnijih pilanskih trupaca četinjača i pilanskih trupaca listača znate su, pa je potrebno pri utvrđivanju rasporeda pila voditi računa o kvalitetu trupaca, odnosno o kvalitetnom iskorističenju. Za kompleksno (integralno) iskorističenje drvne mase trupca razvila se je sve više tehnika piljenja koja vodi računa o maksimalnom kvalitetnom iskorističenju (drvnoindustrijski kombinat za mehaničku i kemijsku preradu drva proizvodi piljeno drvo, ploče iverice, ploče vlaknatice, celulozu i papir).

Trupac određene veličine može se raspiluti u piljenu građu vrlo velikog broja dimenzija. Kad tržište ne bi postavljalo никакva ograničenja u pogledu vrste i dimenzija piljene građe, svaki bi se trupac mogao preraditi rasporedom pila maksimalnog kvan-

titativnog ili kvalitativnog iskorističenja. Međutim, tržište piljene građe traži neke vrste odnosno neke dimenzije piljene građe više, a neke manje. Potrebno je zbog tih zahtjeva tržišta utvrditi način piljenja trupaca koji će osigurati određene proporcije vrsta i dimenzija piljene građe. Takav način utvrđivanja rasporeda pilja neki autori zovu racionalnim rasporedom pilja.

Raspored pilja može se pisati na više načina. Najčešće se piše u obliku razlomaka: brojnik označava broj piljenica, a nazivnik njihovu debljinu (po pravilu nominalnu debljinu, debljinu u prosušenom stanju).

Raspored pilja dijeli se na osnovnu i dopunska zonu. U osnovnoj zoni rasporeda pila piljenice uz minimalnu širinu treba da imaju dužinu trupca, a u dopunskoj zoni piljenice minimalne širine kraće su od dužine trupca. Širina osnovne zone rasporeda može se izračunati pomoću formule:

$$a_{kr} = \sqrt{1,5 d^2 - 0,5 D^2},$$

gdje je d promjer trupca na tanjem kraju, a D promjer trupca na debljem kraju. Širina osnovne zone rasporeda pila iznosi 0,90...0,92 d , pile izvan te širine nalaze se u dopunskoj zoni rasporeda pilja.

Pri određivanju rasporeda pila treba voditi računa o tome da li se pilanski trupci prerade u sirovom ili u provelom stanju. Piljena grada u prosušenom stanju treba da ima dimenzije (debljinu, širinu) prema propisima uzansa ili standarda. Usljed sušenja piljena grada se uteže; zbog toga se nominalnim dimenzijama dodaje određena nadmjera ili prid. Najvažnija je nadmjera na debljinu piljenica. Veličina nadmjerne ili prida ovisi o vrsti drva, položaju piljenice u trupcu, debljini piljene građe, odnosno toku godova, konačno vlazi piljene građe, a također o veličini vibracija lista pile.

Rad na sekundarnim strojevima. Krupnija piljena grada i krupniji otpaci mogu se preraditi raspiljivanjem u tanje lamele ili sitnije sortimente. Za to raspiljivanje ili *paranje* služile su u starijim većim pilanama specijalne pile jarmače za paranje s transportnim valjcima postavljenim vertikalno, a ne horizontalno. Danas u manjim pilanama za paranje služi kružna pila, a u srednjim i većim pilanama tračna pila. Tračne pile paralice zbog većeg učinka i ostalih prednosti sve više istiskuju kružne pile paralice.

Okrajčivanje ili obrubljuvanje ima zadatak da sa piljene građe odstrani prirodno zaobljeni dio s korom ili dio s lisičavim rubom i da piljeno gradi dade definitivnu širinu. U većim pilanama okrajčivanje se vrši kružnim pilama za okrajčivanje ili kružnim pilama krajčaricama. Ove pile su jednolisne, dvolisne ili višelisne. Najčešće se danas upotrebljavaju dvolisne kružne pile na kojima je redovno jedan list (lijevi) nepomičan a drugi pomičan po širini grade. Osnovni cilj okrajčivanja je dobivanje kvalitetne piljene građe i racionalno korišćenje drvne mase.

Prikraćivanjem se postiže da su čela piljene građe paralelna i upravna na uzdužnu os piljene građe, da piljena grada ima određenu dužinu i da se iz građe uklanjuju greške. Za prikraćivanje se upotrebljavaju pile s jednim listom, a u velikim pilanama automatske kružne pile za prikraćivanje s više listova. Često su u upotrebi kružne pile za prikraćivanje s dva lista na jednom vratilu; jedan list je nepomičan, a drugi je pomičan, tako da se može regulirati dužina piljene građe. To su tzv. kružne pile za egaliziranje dužine piljene građe, a često se upotrebljavaju neposredno pred otpremu, ako treba da se otprema piljena grada određenih dužina.

Sortiranje piljene građe obuhvaća, prvo, provjeravanje kvalitetna drva i obrade određenih sortimenata i, drugo, razvrstavanje piljene građe po vrsti, sortimentima, kvalitetu i dimenzijama. Pri provjeravanju kvaliteteta izlučuje se sva grada koja po kvalitetu drva ili obrade ne odgovara propisima uzansa ili standarda. Tu fazu sortiranja praksa naziva »škartiranjem«. Razvrstavanje po vrsti, sortimentima, kvalitetu i dimenzijama predstavlja sortiranje piljene građe u užem smislu riječi.

Piljena grada može se sortirati ručno ili mehanički. U starijim, nemehaniziranim pilanama sortiranje se vrši ručno, u novijim, mehaniziranim pilanama grada se sortira mehanički u sortirnicama koje su opremljene posebnim uređajem za taj posao. Sortiranje piljene građe po dimenzijama može se automatizirati, dok sortiranje piljene građe po kvalitetu moraju danas još obavljati radnici. Uredaji za sortiranje piljene građe, kojih ima više vrsta,

u načelu se sastoje od transporterata (uzdužnih i poprečnih) koji piljenu građu prenose do odgovarajućih žlebova ili otvora.

Bljanje piljene građe predstavlja operaciju kojom se više ili manje hrapava površina piljene građe (ravna, zaobljena ili profilirana) učini glatkom, ili kojom se iz piljene građe izrađuju elementi (obratci) određene debljine. Vrši se ručno ili mehanički. Za ručno bljanje služe ručne bljanje, a za mehaničko bljanje posebni strojevi, bljalice (v. članak *Alatni strojevi za obradu drveta*, TE 1, str. 177).

U nas, kao i u mnogim drugim evropskim zemljama, proizvodnja bljanjanog drva odvojena je od proizvodnje piljenog drva. U skandinavskim zemljama obavezno je bljanje određenih kategorija piljene građe u toku procesa proizvodnje piljenog drva. Osnovni razlog tome je razlika u brzini kojom se drvo pomici u toku procesa piljenja. U nas i u srednjoevropskim zemljama ta je brzina u granicama koje omogućuju da se proizvodi piljeno drvo koje s obzirom na kvalitet površine piljenja odgovara zahtjevima tržišta; u skandinavskim zemljama, uslijed veće brzine pomicanja drva, kvalitet površine piljenja nekih vrsta piljene građe ne odgovara zahtjevima tržišta, pa se ta građa prije otpreme mora blađnjati u pilani.

Iskorišćenje i produktivnost rada pri piljenju. Pri proizvodnji piljene građe nastaje veća ili manja količina otpadaka. Pilanski otpaci dijele se po vrsti na krupne (okorci, okrajci, porupci) i sitne otpatke (piljevina), a njihova količina kreće se u širokim granicama. U nas je u prosjeku za 1 m³ piljene građe četinjača potrebno 1,56 m³ pilanskih trupaca, a za 1 m³ piljene građe listača 2,00 m³ pilanskih trupaca. Granice su 1,35 i 1,71 m³ pilanskih trupaca za 1 m³ piljene građe četinjača a 1,34 i 2,80 m³ pilanskih trupaca za 1 m³ piljene građe listača. Velike količine otpadaka negativno su djelovale i djeluju na ekonomski uspjeh proizvodnje piljenog drva u našim pilanama. Zbog toga se u novije vrijeme nastoji da se drvana masa sirovine što potpunije iskoristi. Krupni pilanski otpaci mogu se upotrijebiti u proizvodnji ploča (iverica, vlaknatica), drvenjače, poluceluloze i celuloze. Predložena tehnička rješenja korišćenja piljevine ekonomski još za sada ne zadovoljavaju.

Opća je karakteristika svjetske industrije piljene građe da je porast produktivnosti rada u njima, usporeden s porastom produktivnosti u drugim industrijskim, vrlo malen. Produktivnost rada u pilanama slabije razvijenih evropskih zemalja kreće se od 7 do 14 radnika-sati za 1 m³ piljenog drva četinjača, i to 10...14 radnika-sati u pilanama kapaciteta od 10 000 do 15 000 m³ godišnje, a u pilanama kapaciteta 20 000 do 35 000 m³ godišnje 7...10 radnika-sati. U modernim pilanama istog kapaciteta u razvijenijim evropskim zemljama produktivnost rada iznosi 2...4 radnika-sati po 1 m³ piljenog drva četinjača. Mjerena produktivnost rada izvršena 1960 u 105 pilana četinjača i 71 pilani listača pokazala su da u nas za proizvodnju 1 m³ piljene robe iz drva četinjača treba od 6,0 do 29,1 radnika-sati (prosjek 13,3) a iz drva listača 8,1 do 54,5 (prosjek 36,6) radnika-sati. Produktivnost rada na pilanama može se povisiti povećanjem učinka rada, povećanjem iskorišćenja sirovine, boljim korišćenjem investiranog kapitala i poboljšanjem kvaliteta piljene građe.

Danas u Jugoslaviji postoji oko 350 industrijskih pilana. (U taj broj nisu uračunate još postojeće pilane potocare i druge sitne pilane.) Struktura naših industrijskih pilana po veličini vrlo je nepovoljna, jer broj malih pilana iznosi skoro 3/4 broja svih industrijskih pilana (72%), a njihov kapacitet nešto je malo veći od 2/5 kapaciteta svih pilana (41%). Kapacitet naših pilana znatno je veći (oko 30%) od mogućnosti normalnog snabdijevanja, pa nije dovoljno iskorišten.

Industrija piljene građe ulaže krajne napore da bi se racionalizacijom i specijalizacijom proizvodnje, horizontalnom i vertikalnom integracijom, mehanizacijom i automatizacijom te uvođenjem nove tehnologije poboljšalo ukupno korišćenje drvne mase sirovine, povisila produktivnost rada i snizili troškovi proizvodnje. Taj proces evolucije piljenog drva karakterističan je danas za sve zemlje svijeta.

Kao ilustracija tog procesa evolucije pilanske industrije može se navesti izgradnja (krajem 1967) pilane u Švedskoj, koja ima tračne pile kao osnovne radne strojeve i godišnji kapacitet od 15 000 standarda (~ 70 000 m³) piljene građe. Od toga otpada na piljenju gradu četinjača 10 000 standarda, a na hrastovu piljenju gradu 5000 standarda. U toj pilani preraduju se trupci četinjača isključivo u neobrabljenu piljenu gradu, a hrastovi trupci isključivo na obrabljene daske!

mosnice. Pilana je automatizirana i elektronički upravljana. Kvalitet svakog pojedinog trupca utvrđuje se na osnovu rendgenske snimke i snimke televizijskom kamerom. Dužina i promjer trupca utvrđuju se automatski. Elektroničko računalo na osnovu informacija o kvalitetu i dimenzijama trupca izrađuje za svaki trupac optimalni program piljenja i prema tom programu upravlja radom strojeva za piljenje. Piljena građa sortira se tako da se na osnovu automatski izmjerene debljine i informacije o kvalitetu, dobivene iz računala, automatski ubacuje u odgovarajuće žlebove, otvore ili kanale. U toj pilani utroši se 2,7 radnika-sati po standardu (0,58 radnika sati po kubnom metru) neobrabljene piljene građe četinjača i 5,1 radnika sati po standardu (1,06 radnika sati po kubnom metru) hrastove piljene građe.

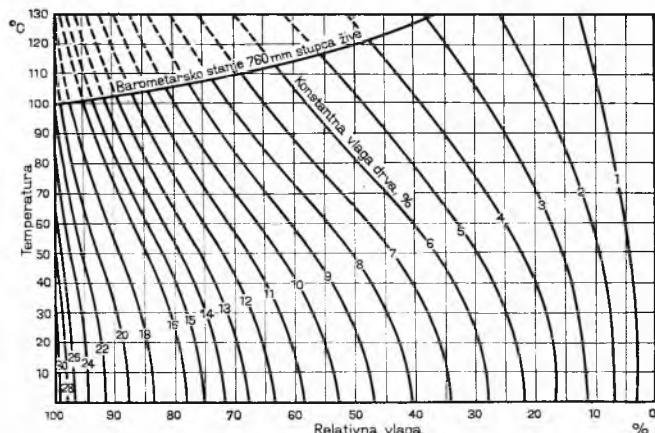
I. Horvat

Sušenje piljenog drva. Pod sušenjem drva razumijeva se smanjivanje sadržaja vode u njemu s pomoću topline, i to na takav način da mu se ne pogoršava kvalitet. Toplina se može prenositi konvekcijom, kondukcijom (vođenjem) i zračenjem, pa se s obzirom na to razlikuje sušenje konvekcijom, sušenje na dodir i sušenje zračenjem. Za praksu je najvažnije sušenje konvekcijom; prema sredstvu kojim se prenosi toplina može se razlikovati sušenje toplim vlažnim zrakom, sušenje pregrijanom vodenom parom, sušenje tekućinama, sušenje dimnim plinovima i sušenje organskim parama. Drvo se najviše suši toplim vlažnim zrakom.

Uobičajeno je dijeljiti sušenje drva na prirodno sušenje i sušenje u sušionici (umjetno, tehničko) iako su za oba načina sušenja mjerodavni isti faktori: temperatura, relativna vлага i brzina strujanja zraka. U sušionici ti se faktori mogu po potrebi mijenjati, a u prirodnom sušenju to nije moguće.

Sušenjem se smanjuje težina drva, okončava se utezanje i pucanje koje ga prati, drvo se zaštićuje od gljiva, povećava mu se čvrstoća i tvrdoća, osposobljava se za impregnaciju, poboljšavaju mu se toplinska i električna svojstva, osposobljava se za površinsku obradu i lijepljenje, postaje sposobnije za gorenje ako je namijenjeno upotrebi kao gorivo.

O vlazi drva i njezinoj ravnoteži s vlagom zraka v. *Drvo*, str. 425. Sl. 4 prikazuje ravnotežnu vlagu drva u zavisnosti od relativne vlage i temperature zraka.



Sl. 4. Vlagu higroskopske ravnoteže (K. Loughborough prema R. Keylwerthu)

Pri sušenju drva toplim vlažnim zrakom, s drva prelazi u jedinicu vremena u struju zraka količina vode koja ovisi o temperaturi i relativnoj vlazi zraka, o razlici između trenutačne i ravnotežne vlagi drva na površini, o veličini površine i o brzini strujanja zraka. Uslijed gubitka vode s površine drva, u njemu se poremećuje ravnoteža tekuće vode, te uslijed toga dolazi do njezinog kretanja iz unutrašnjosti prema površini pod djelovanjem kapilarnih sila. Vlagu u drvu kreće se kroz stanične šupljine, jažice i provodne kapilare staničnih stijenki, a u znatno manjoj mjeri takoder i kroz stanicu sržnih trakova i medustanične prostore. (Od ukupne količine vode koja se kreće kroz drvo, kroz stanicu sržnih trakova kreće se samo ~2%, a kroz medustanične prostore još i manje.) Za kretanje vode raspoloživo je od 25 do 85% volumena drva, to manje što mu je veća volumna težina. Budući da je kretanje vode u drvu po pravilu znatno sporije od isparavanja vode s površine, brzina tog kretanja određuje ukupnu brzinu sušenja drva. Ona ovisi, osim o brzini kojom se gubi voda s površine, o brojnim faktorima, kao što je volumna težina i struktura drva (v. *Sušenje*).

Prirodno sušenje piljenog drva. Velike količine piljenog drva suši se prirodno na slobodnom prostoru ili u natkritim otvorenim

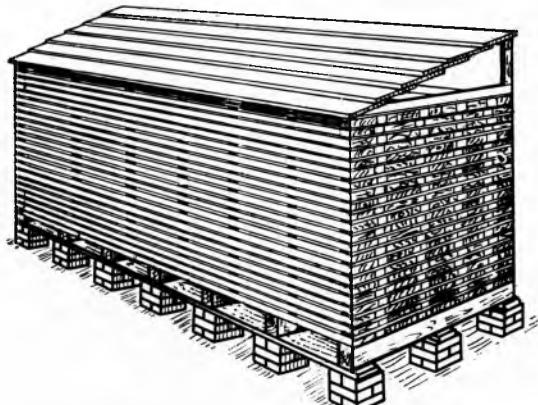
ili zatvorenim sušama. Na taj način osušeno drvo pogodno je za vanjsku upotrebu; za unutarnju upotrebu treba ga dosušivati u sušionici. U nas se drvo, u većini slučajeva, može prirodno osušiti na 9 do 18% vlage. Za vrijeme prirodnog sušenja drvo je dugo izloženo djelovanju atmosferilija i gljiva, pa mogu nastati štete. Cijeni se da gubici na prirodnom sušenju iznose od 5 do 8% (u sušionici 2...3%). U kvalitetu drva sušenog prirodno i u sušionici nema razlike.

Stovarište za prirodno sušenje treba da je na otvorenom prostoru. Tlo mora biti ravno, tvrdo i suho, bez korova i otpadaka. Može biti malo nagnuto radi boljeg otjecanja oborinske vode. Stovarište treba da je dovoljno udaljeno od proizvodnih zgrada, stambenih i drugih objekata, da se ne bi ometalo strujanje zraka. Dijeli se uzdužnim i poprečnim putovima na polja na koja se slaže drvo. Velika stovarišta dijele se na manje dijelove širokim prugama (25 m) da se drvo zaštiti od požara. Ako se drvo transportira i slaže viljuškarima, putovi ili cijelo stovarište asfaltiraju se ili betoniraju.

Na prirodno sušenje i gubitke koji pri tom nastaju utječu, pored spomenutih faktora, još i oborine, sijanje sunca, gljive, mehaničko opterećenje i prašina.

Vrijedno drvo, naročito ako je osjetljivo prema suncu i obozinama, slaže se u suše da se zaštiti.

Složaj piljenog drva (sl. 5) izrađuje se na stupićima od betona, opeke ili drva, ili na pločama od betona dimenzija $30 \times 30 \times 20$ cm ili $40 \times 40 \times 20$ cm. Na te ploče stavljaju se impregnirani komadi drva, a na njih uzdužne i poprečne gredice ili tračnice tako da složaj bude izdignut iznad tla ~ 50 cm, da se ne navlažuje iz tla i od snijega i da se omogući strujanje zraka ispod složaja.



Sl. 5. Složaj piljenog drva

Daske se slažu na letvice debele 20, 25 i 30 mm, prema debljini. Letvice su široke do 50 mm.

Ljeti se daske mogu osušiti do otpremne suhoće (25 do 30%) za 2 do 3 tjedna, a u drugo godišnje doba za 2 do 3 mjeseca. Sušenje dasaka na 12 do 15% vlage može trajati i do 18 mjeseci, prema vrsti i debljini, klimi i pažnji koja mu se posvećuje. Kad se drvo osuši do vlage ravnoteže, treba ga složiti bez letvica, jer dalnjim držanjem u složajima na slobodnom prostoru gubi na vrijednosti i nepotrebno zauzima prostor na stovarištu.

Prirodno sušenje može se ubrzati isušivanjem stabala, vertikalnim slaganjem, nijhanjem, povećavanjem brzine strujanja zraka iskoristavanjem vjetra i pomoću ventilatora, boljim iskoristenjem zračene topline sunca.

Sušenje piljenog drva u sušionici. Drvo se u sušionici brže osuši do postotka vlage koji je potreban u upotrebi, obično 8 do 12%, nego prirodnim sušenjem. Na klasičan način drvo se suši u sušionici vlažnim zrakom pri temperaturi ispod 100 °C i uz brzinu strujanja zraka kroz složaje 2 do 3 m/s.

Daske se slažu na kolica u prizmaste složaje pomoću letvica. Pri tom se nastoji da se što bolje iskoristi unutarnji volumen sušionice. Složaji su široki 1,2...1,5 m i visoki 1,6 ili 1,7 m. Daske debele do 20 mm slažu se na letvice debele 13 mm, daske debele 20...40 mm na letvice debele 20 mm, daske debele 40...60 mm na letvice debele 25 mm, daske debele 60...80 mm na letvice debele 30 mm, a daske debele 80...120 mm na letvice debele 40 mm.

Daske ne smiju stršiti izvan složaja, da se ne bi otklanjala zračna struja, jer nejednolično strujanje ima za posljedicu nejednolično sušenje pojedinih dijelova složaja, a potrebno je da se svi dijelovi složaja suše jednolično.

Pod *režimom sušenja* razumijeva se brižno sastavljen skup temperature suhog i mokrog termometra (tj. temperatura i vlažnost zraka) kod kojih se drvo može dovoljno brzo sušiti a da ne nastanu veće greške kod sušenja. Do režima za pojedine vrsti drva dolazi se istraživanjem i na osnovi iskustva industrijske prakse. U sušenju tvrdog drva mijenjaju se temperature suhog i vlažnog termometra prema vlasti drva, a u sušenju mekog drva prema vlasti ili prema vremenu. Zbog toga je potrebno pratiti promjene vlage drva u složajima za vrijeme sušenja, procjenjujući ih na osnovi promjena vlage u pokusnim komadima koji se suše u složajima, a koji treba da su reprezentativni uzorci drva u složajima. U toku sušenja temperatura se postepeno povećava a relativna vлага zraka smanjuje.

Ukupno trajanje sušenja sastoji se od perioda zagrijavanja, perioda sušenja, perioda izjednačenja i perioda kondicioniranja. Za period zagrijavanja se uzima da traje 1 sat po 1 cm debljine drva. Period sušenja piljenog drva u sušionici ovisi o mnogo faktora; on se ne može tačno izračunati. Ima više formula za računanje perioda sušenja, ali sve daju samo približne rezultate. Proračunsko trajanje perioda sušenja može se računati po Kollmannovoj formuli

$$z = \frac{1}{\alpha} (\ln u_p - \ln u_k) \left(\frac{d}{25} \right)^{1/28} \cdot \frac{65}{t}, \quad (1)$$

u kojoj je z trajanje sušenja u satima, α koeficijent za meko drvo 0,048, a tvrdvo 0,026, u_p početni a u_k konačni postotak vlage drva, d debljina drva u mm i t temperatura sušenja u °C. (Za proračun vremena sušenja v. i članak *Sušenje*.)

Na kraju perioda izjednačenja, koji traje 12 do 24 sata, sve daske treba da imaju istu srednju konačnu vlagu. U periodu kondicioniranja treba da se izjednači vlagu u pojedinom komadu drva, da bi se drvo oslobođilo naprezanja nastalih sušenjem; za daske mekog drva debele 25 mm taj period može trajati 4 sata, za daske tvrdog drva iste debljine 16 do 24 sata, a drva debelog 50 mm 48 sati.

Za vrijeme sušenja na drvu nastaju greške: površinske i unutarnje pukotine, kolaps, skorjelost, vitoperenje, pucanje i ispadanje kvrga i promjena boje. Većina tih grešaka je u vezi s utezanjem drva. Drvo nije moguće sušiti bez grešaka od sušenja, ali one treba da ostanu u podnošljivim granicama.

Po 1 kg vode isparene iz drva troši se 2...4 kg vodene pare, prema vrsti i debljini drva, početnoj i konačnoj vlagi, godišnjem dobu i drugim faktorima. Zimi se za isparivanje 1 kg vode iz drva troši 20...40% vodene pare više nego ljeti. Potrošnja pare najveća je na početku sušenja.

Ubrzano sušenje piljenog drva. Piljeno drvo može se ubrzano sušiti pregrijanom vodenom parom, tekućinama, organskim parama, visokofrekventnom strujom, pomoću kemikalija i u vakuumu. U praksi je najznačajnije sušenje pregrijanom vodenom parom na temperaturi 110...130 °C. (Svakoj temperaturi pregrijane pare odgovara određeni postotak vlage u drvu.) Najveća prednost sušenja pregrijanom parom jest kratko trajanje. Drvo se grijе 3 do 4 sata zasićenom parom, a nakon toga suši pregrijanom parom. Pri tom se mijenja boja drva, pa zbog toga ovaj način sušenja dolazi u obzir samo gdje nije važna boja drva. Osim toga iz drva četinjača istječe smola, raspucavaju se i ispadaju kvrge koje nisu čvrsto srasle, a korozija oštećuje sušionice koje se izrađuju od metala. Pregrijanom vodenom parom može se sušiti prvenstveno drvo četinjača, a drvo listača samo kad mu je vlagu na početku sušenja manja od tačke zasićenosti. Hrastovina puca već na temperaturi 110 °C.

IZRADA FURNIRA

Furniri ili oplatice su tanki listovi drva dobiveni piljenjem, rezanjem ili ljuštenjem. Debljina listova furnira iznosi od 0,2 do 10,0 mm; najčešće su debljine 0,5...3,5 mm.

Ručna proizvodnja furnira stara je nekoliko tisuća godina, ali se industrijski furnir proizvodi tek stotinjak godina. Furnir je bio poznat starim Egipćanima (oko 1500 god. prije naše ere) a poznавali su ga i upotrebljavali za furniranje takoder stari Grci i Rimljani. Po Pliniju za proizvodnju furnira najbolja je klenovina, šimširovina, jasenovina i limunovo drvo (tako su Rimljani nazivali drvo

atanskog čempresa, *Callitris quadrivalvis*). Prvi strojevi za izradu furnira javljaju se oko 1800. god., a prvi patent za stroj za ljuštenje furnira izdan je u USA 1840. U Njemačkoj je 1843 podignuta prva tvornica za proizvodnju piljenih furnira. Današnji tip strojeva za rezanje furnira počeo se primjenjivati oko 1875. Prva tvornica furnira u nas počela je radom 1913 u Slavonskom Brodu.

Furniri se mogu klasificirati na osnovu tehnike izrade, ravnine reza, načina obrade, načina slaganja, debljine, načina primjene.

Prema tehnološkom procesu proizvodnje furnir se dijeli na piljeni, rezani i ljušteni. Danas se proizvodi i polukružno ljušteni furnir, koji je po svojoj tehnologiji proizvodnje između rezanog i ljuštenog furnira. Od ukupne svjetske proizvodnje furnira otpada na piljeni furnir 4%, na rezani furnir 6%, na ljušteni furnir 90%.

Prema ravnini reza furniri se dijele na blistače, polublističe bočnice (v. *Drvo*, str. 441). Prema načinu obrade furniri se dijele na obrubljene i neobrubljene, odnosno okrajčane i neokrajčane. Prema načinu slaganja furniri se dijele na kladarke (bulove) i povezana robu. U kladarkama listovi i svežnjevi poredani su onim redom kojim su bili poredani u trupcu, a listovi povezane robe također su poredani istim redom kao u trupcu, ali svežnjevi nisu. Prema debljinu furniri se dijele prema zagrebačkim uzansama (1929) na tanke furnire (do 0,6 mm), normalne furnire (0,7 i 0,8 mm), debele furnire (0,9...1,1 mm), dvostrukе furnire (1,2...1,9 mm). Debljinu od 2 mm naviše treba posebno ugovoriti.

Prema načinu primjene furniri se dijele na plemenite i slijepce. Piljeni i rezani furniri upotrebljavaju se uglavnom za oplemenjivanje lica namještaja, za opločenje dvorana, za intarzijske radove i sl. To su *pllemeniti furniri* kojim se iskorističavaju estetska svojstva drva: boja, tekstura i sjaj. Debljina ovih furnira iznosi 0,5...1,0 mm, a izuzetno 2,0 mm. Polukružno ljušteni furniri upotrebljavaju se također za furniranje. *Slijepi furniri*, ili unutrašnji, ili donji furniri, zovu se furniri koji služe kao podloga plemenitom furniru. Da bi se površina koju treba furnirati plemenitim furnirom učinila što gladom i da bi se sprječilo raspucavanje plemenitog furnira, površina se pokriva slijepim furnirom. Kao što samo ime kaže, pri upotrebni slijepog furnira ne iskorističavaju se estetska svojstva drva. Debljina slijepog furnira redovito je veća od debljine plemenitog furnira. Za slijepi furnir upotrebljava se lošiji furnir relativno homogene strukture, i to od topolovine, lipovine, bukovine, javorovine i drugih vrsta.

Zaštita i priprema trupaca za preradu na furnire.

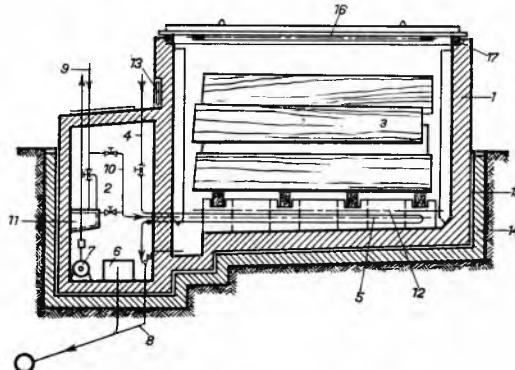
Nakon što su posjećeni pa sve dok ne dodu u preradu, trupci za furnire treba zaštititi od pucanja, promjene boje, gljiva i insekata. Čela se premazuju tvarima koje sprečavaju isušivanje a time i pucanje. Povećavanje pukotina na čelima sprečava se zabijanjem S-željeza, valovitih limova ili skoba tupih šiljaka (da se ne lome kod vadenja, jer bi metalne krhotine zaostale u trupcu mogle oštetići nož pri rezanju ili ljuštenju). Hrastovi trupci za furnire prskaju se po plaštu karbolineumom da ih ne napada mušica. Najefikasnija, ali i najskuplja, jest zaštita trupaca potapanjem u jezersku ili riječnu vodu. Morska voda nije pogodna jer trupce napadaju morski štetnici. Jefstini se trupci zaštićuju tako da se slože u hrpe i prskaju vodom kroz sapnice. Prskaju se kad je toplo i to na prekide, a preko podne nekoliko sati bez prekida.

Prije ljuštenja i rezanja trupci i prizme (polovnjaci, fličevi) omekšavaju se vodenom parom ili toploom vodom da im se poveća elastičnost, kako bi rez bio gladak, furniri neispucani i da se lakše skida kora. Pomoću vodene pare ili tople vode može se, ako treba, promijeniti boja drva; bukovina npr. može dobiti crvenu boju. Kuhanje u vodi opasnije je za radnike, pa se, gdje je moguće, trupci zagrijavaju u vodenoj pari (parenje). U vodi se kuhanje: borovina da se odstrani smola, brezovina i jasenovina da se uklone masti, drvo osjetljivo na parenje, npr. hrastovina i kestenovina, drvo koje treba djelomično izlužiti, vrlo tvrdo drvo, npr. ebanovina i sve vrste drva s nepravilnom strukturu (mazerasto, dževeravo, ikričavo drvo).

Drvo se omekšava u jamama koje se nalaze ispred ljuštilice i furnirskog noža, obično izvan tvorničke zgrade da je ne oštećeje vodena para i da se ne navlažuju osušeni furniri. Oprema jame se sastoji od cijevi s ventilima koji mogu biti u predjami, termometra, eventualno pumpe za kondenzat, i greda na koje se slaže drvo. Trupci i polovnjaci se ne smiju bacati u jamu jer se time jama oštetiće a drvo puca, pa se stoga jama puni i prazni pomoću dizalice. Radi jednolikog zagrijavanja jamu treba puniti drvom jednakim

debljine. Od unutarnjeg volumena jame iskorišćuje se od 35 do 75%, ovisno o obliku drva.

Prevladava indirektno zagrijavanje vodenom parom koja nastaje isparivanjem sloja vode na dnu jame (sl. 6). Taj sloj vode je visok ~ 500 mm, a grijje se indirektno vodenom parom ili toploom vodom koja struji kroz cijevi. Na ovaj način drvo se blago obraduje vodenom parom i relativno malo puca. Kondenzat se vraća u kotao, a s njim ~ 15% od ukupno potrebne količine topline.

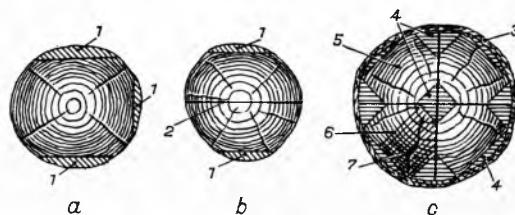


Sl. 6. Poprečni presjek jame za indirektno parenje trupaca. 1 Glavna jama, 2 predjama, 3 trupci, 4 dovod pare ili vruće vode, 5 cijev za grijanje, 6 sabiruški kondenzator, 7 pumpa, 8 odvod kondenzata u kanal (eventualno pumpom), 9 dovod svježe vode, 10 direktni dovod vode, 11 spremište vode s uređajem za automatsko podešavanje visine razine vode u jami, 12 najviše stanje vode u jami, 13 daljinski termometar, 14 sloj od betona ili opeke, 15 izolacioni sloj, 16 poklopac, 17 drvo na obodu radi boljeg zatvaranja jame

Tvrdo drvo male volumne težine, npr. topolovina, može se ljuštitи nezagrijano, tvrdo drvo srednje volumne težine dobro se ljušti ako je zagrijano na 60...70 °C, a tvrdo drvo velike volumne težine, npr. hrastovina, reže se zagrijano na 93 °C. Za indirektno zagrijavanje 1 m³ bukovih trupaca troši se, prema F. Kollmannu i B. Haussmannu, 142 kg, a za direktno 188 kg vodene pare.

Izrada furnira piljenjem. Furniri se mogu izradavati piljenjem na furnirskom jarmu ili segmentnoj kružnoj pilji. Furnirski jaram ima pomak u vertikalnom smjeru. Pila je debela ~ 0,9 mm, zubi su joj trokutasti, razvraćeni izmjenično na obje strane, na svaku od 0,25 do 0,30 mm, a mogu piliti u oba smjera. Na propiljke se gubi i do 140% od debljine furnira. Segmentna kružna pila ima metalnu ploču sa segmentima debelim 1,2 mm. Promjer pile je 2050 mm, broj okretaja 480/min, a brzina piljenja 52 m/s. Ima veći kapacitet nego furnirski jaram. Prije piljenja drvo ne treba omekšavati, pa mu se ne mijenja boja. Furnirima od drva koje sadrži treslovinu zadrži se boja tako da se odmah nakon piljenja vlaže pogodnim kemikalijama. Piljeni furniri su kvalitetniji od ljuštenih i rezanih zato što nemaju pukotina i što im nije izmjenjena boja. Ipak je izrada furnira piljenjem napuštena jer se preko polovine skupog drva pretvara u piljevinu. U nekim zemljama se u malim količinama još izrađuju piljenjem, kad se traži naročit kvalitet a cijena nije važna, npr. hrastovi furniri za vanjska vrata i unutarnja uređenja, limbovi furniri (*Pinus cembra*) za unutarnja uređenja, johovi i javorovi za muzičke instrumente, kruškovi za proizvodnju klavira.

Izrada furnira rezanjem. Trupci za furnire raspiljuju se tračnom pilom ili na horizontalnoj jarmaci (v. *Alatni strojevi za obradu drveta*, TE 1, str. 177 i 179) kako je to prikazano na

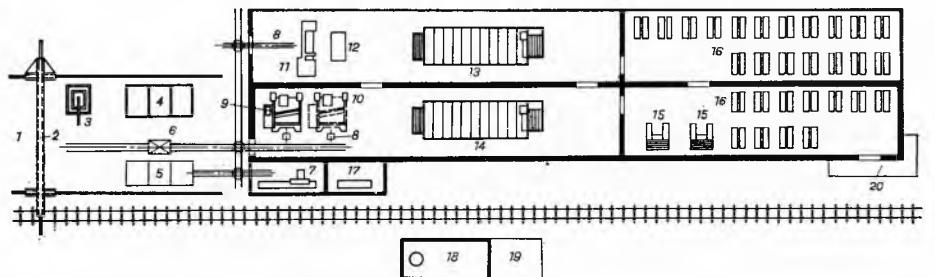


Sl. 7. Priprema trupaca za furnire: a) piljenjem sa tri strane, b) piljenjem s gornje i donje strane i kroz srce, c) unakrsnim piljenjem kroz srce i odstranjivanjem uglova piljenjem. 1 Okorci, 2 rez kroz srce, 3 kora, 4 otpaci, 5 godovi, 6 rezovi u smjeru sržnih trakova za furnire zrcalnog reza, 7 sržni traci

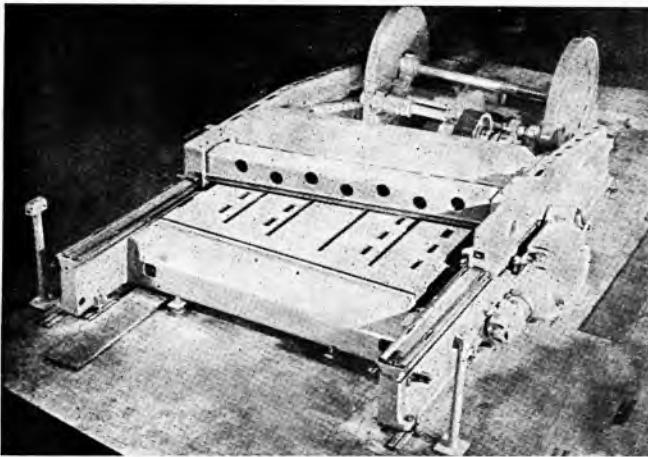
DRVO, MEHANIČKA PRERADA

slici 7. Dobiveni komadi zagriju se, okoraju, očiste četkama i iz njih se uklone strana tijela, npr. komadi kamenja ili metala, a zatim se preradeju na furnir u stroju s furnirskim nožem. U njemu nož pravocrtnim kretanjem odvaja bez skidanja strugotine s površine piljenice tanki list, furnir. Pri tom se materijal na mjestu rezanja podržava pritisnom letvom (analogno kao pri ljuštenju, v. dalje). Stroj za proizvodnju furnira rezanjem može biti horizontalan ili vertikalni.

U horizontalnom stroju (sl. 8) nož i pritisna letva kreću se u horizontalnom smjeru preko drva koje je učvršćeno na stolu stroja. Pri svakom kretanju naprijed nož odreže list furnira, a pošto se nož vrati na izlazni položaj, stol se automatski podiže za debljinu furnira. Za vrijeme rezanja drvo se može promatrati, pa se stroj može zaustaviti ako se u drvu opazi neko strano

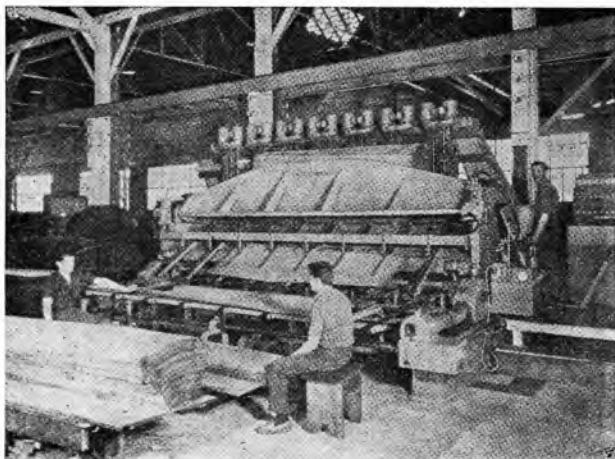


Sl. 10. Tlocrt tvornice furnira. 1 Stovarište trupaca, 2 dizalica, 3 pila za prikracivanje, 4 jame za parenje, 5 proširenje jama za parenje, 6 kolica, 7 tračna pila, 8 električna dizalica, 9 stroj za rezanje furnira, 10 proširenje za te strojeve, 11 ljuštilica za ekscentrično ljuštenje, 12 stol za odlaganje furnira, 13 i 14 sušionica za furnire, 15 patke škare, 16 složaji furnira, 17 stroj za oštrenje noževa, 18 kotlovnica, 19 strojarnica (elektrogenerator). 20 utovarna rampa



Sl. 8. Horizontalni stroj za rezanje furnira

tijelo koje bi moglo oštetiti nož. Prvi horizontalni nož s pogonom pomoću remenja vršio je 3 ili 4 reza u minuti, a s elektromagnetskom spojkom 8...10 rezova. God. 1951 konstruiran je laki horizontalni brzohodni stroj sa 18, zatim sa 24, 36, 40, a 1963 sa 45 rezova u minuti. Konstruiran je i teški brzohodni stroj koji se smatra univerzalnim jer može rezati tanke i debele furnire (7 i 8 mm) duge do 5100 mm. Dugi furniri upotrebljavaju se npr. za vrata (2 x 2100 mm). Laki horizontalni brzohodni stroj ima veći kapacitet nego teški, ali je ograničen s obzirom na debljinu furnira (do 5 mm) i dužinu (do 4000 mm).



Sl. 9. Vertikalni stroj za rezanje furnira

Vertikalni stroj za rezanje furnira (sl. 9) ima dužinu reza 4600 mm. Najveći broj rezova u minuti iznosi ~ 70. Prerađuje drvo najveće širine 800 mm, a najveće debljine 700 mm. Najveća debljina furnira iznosi 3 mm.

Sl. 10 prikazuje tlocrt tvornice furnira koja pored strojeva za proizvodnju furnira rezanjem ima i ljuštilicu.

Rezani furniri mogu se sušiti prirodno kad su povoljni uvjeti (ljeti) u češljivima u natkrivenim prostorijama, a preko cijele godine u sušionicama za furnire.

Postotak iskorišćenja trupaca za furnire varira prema vrstama drva, promjerima i kvalitetu trupaca, a i od pogona do pogona, i iznosi (orientaciono) za bukovinu od 30 do 45%, hrastovinu 30 do 37%, orahovinu i jasenovinu oko 30%, favorovinu 40%.

Izrada furnira ljuštenjem. Sirovina za proizvodnju ljuštenog furnira su trupci za ljuštenje od drva bukve, favora, lipa, breze, johe, topole, jasike i vrbe, a i od nekih vrsta četinjača.

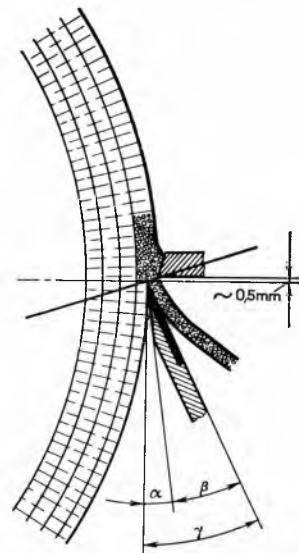


Sl. 11. Ljuštilica

Ljušteni furnir proizvodi se na ljuštilicama, konstruiranim na principu teških tokarskih klupa.

Ljušteni furnir služi pretežno za proizvodnju šperovanog drva (furnirskih i stolarskih ploča). Ponekad se taj ljušteni furnir naziva i konstrukcionalni furnir jer služi za konstrukciju ploča. Ljušteni furnir je ujedno i slijepi furnir, jer se ploče redovno oplemenjuju plemenitim furnirom (u proizvodnji namještaja, za unutarnje uređaje i sl.).

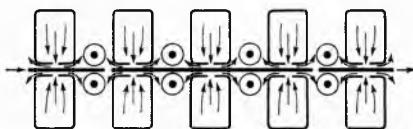
Sl. 11 pokazuje ljuštilicu za furnir. Teška je da se ne trese za vrijeme ljuštenja. Gradi se u različitim veličinama s obzirom na promjer trupca koji može ljuštitи (od 400 do 2000 mm) i njegovu dužinu (od 800 do 3300 mm). Zagrijan, očišćen, pregledan i prikraćen trupac namjesti se pomoću dizalice ili automatski u ljuštilicu, obradi se na oblik valjka, a zatim ljušti. Najveći dio trupca ljušti se brzinom 120 m/min. Za vrijeme ljuštenja trupac se okreće oko svoje uzdužne osi, a k središtu mu se približava nož. Horizontalni otvor za ljuštenje između



Sl. 12. Postavljanje noža i pritisne letve za ljuštenje trupaca različitog promjera

noža i pritisne letve iznosi za meko drvo 0,7, a za tvrdo 0,8 od debljine furnira, da drvo bude pod pritiskom za vrijeme ljuštenja pa da furniri ne pucaju. Nož se otklanja od vertikalne ravnine koja tangira trupac za tzv. slobodni kut $\alpha = 0\text{--}5^\circ$ (sl. 12), koji se na modernim ljuštilicama smanjuje automatski i na kraju ljuštenja trupca postaje jednak nuli. Nož se otklanja od trupca da na njega ne naližeži velikom površinom, jer bi se brzo trošio i djelovao poput kočnice, pa bi se za ljuštenje trošilo previše energije. Naoštren je pod kutom $\beta = 15\text{--}23^\circ$. Slobodni kut i kut pod kojim je naoštren nož čine zajedno kut rezanja ($\gamma = \alpha + \beta$) različit za različite vrste drva. Pritisna letva namješta se malo iznad oštice noža u vertikalnom smjeru. Ona se zaoblji, više za meko drvo i za debele furnire nego za tvrdo i za tanke furnire, da ne reže drvo. Središnji valjak promjera od 160 do 180 mm ostaje neizljušten. Ako se prepili u polovini dužine da se ne izvija, može se dalje ljuštitи до promjera 80 ili 90 mm na maloj ljuštilici ili na velikoj ljuštilici pomoću nastavka.

Furnir od drva oko srca trupca lošijeg je kvaliteta.



Sl. 13. Shematski prikaz strujanja kroz sapnice i valjaka za transportiranje furnira u sušionici s valjcima

U članku *Alatni strojevi za obradu drveta*, TE 1, str. 188, na sl. 46 shematski je prikazano automatsko smanjivanje slobodnog kuta zakretanjem grede noža i grede pritisne letve za vrijeme ljuštenja trupaca promjera od ~ 400 mm naviše.

Polukružno ljušteni furnir proizvodi se na ljuštilici sa ekscentrično smještenom napravom na kojoj se nalazi pričvršćen flič ili polovnjak. Dva su načina ljuštenja polukružno ljuštenog furnira. Prvi je kada je srce polovnjaka na samoj napravi, a drugi je kada srce polovnjaka leži na protivnoj strani od ležišta naprave. Na prvi način dobivaju se furniri bočnice, a na drugi način furniri blistače i polublističe.

Na tzv. mokrim škarama izrežuju se iz trake furnira dijelovi s greškama, a ako ih nema, odrezuju se cijeli listovi veličine budućih ploča s nadmjerom koja će otpasti u daljnjoj preradi. Prije su furniri ručno namatanici iza ljuštilice i odmatani na mokrim škarama; poslije se prešlo na poluautomatsko namatanje i odmatanje da se uštedi na radnoj snazi i da se ubrza rad.

Furniri se suše da im se sadržaj vlage svede na 6...8% kako bi se mogli lijepiti. Ako su furniri presuhni, upijaju vodu iz ljepila, a ako su previše vlažni, nastaju greške za vrijeme lijepljenja. U tunelskoj sušionici s valjcima suše se furniri debljine od 1 mm naviše. Sušionica je duga do 30 m, a široka od 3,5 do 4 m. Ima od 2 do 6 etaža. Furniri se suše pri temperaturi od 130 °C a neke vrste drva i 170 °C. Zrak struji brzinom od 2 do 8 m/s uzdužno suprotno smjeru kretanja furnira ili poprečno okomito na smjer kretanja furnira. Za sušenje tanjih i kraćih furnira bolje odgovara sušionica s beskonačnim vrpcama od pletene žice.

Sušionica za furnire može biti opremljena sapnicama (sl. 13) kroz koje struji brzinom 5...50 m/s zrak zagrijan na 170...180 °C skoro okomito s obje strane na površinu furnira. Budući da je za sušenje tankih furnira mjerodavna brzina prelaza topline sa zraka na drvo, a ne kretanja vode u drvu, sušenje na taj način mnogo je kraće nego u običnoj sušionici s valjcima ili beskonačnim vrpcama (u omjeru 4 : 1, a za tanke furnire i većem) pa sušionica opremljena sapnicama može imati manje etaža i biti kraća nego obična sušionica za furnire. U sušionici opremljenoj sapnicama mogu se sušiti trake furnira (protočno sušenje). Time se eliminira prerada sirovog furnira, štedi radna snaga i ljepilo jer otpada nadmjera, a sušenje je kvalitetnije.

Kvrge se mogu odstraniti iz furnira ručno ili strojem i na njihovo mjesto umetnuti i zaliđepiti komadić zdrava furnira od iste vrsti drva, jednake debljine, podjednake boje i teksture. Raimannov automat za krpjanje furnira (sl. 14) može u minutu isjeći i zakrpati 20...30 krvga najveće dužine 100 mm i najveće širine 50 mm, što odgovara učinku 10 radnika koji ručno krpaju kvrge.

PROIZVODNJA ŠPEROVANOG DRVA

Šperovan (ukočeno, vezano) drvo dobiva se lijepljenjem furnirske listove ili piljenog drva i furnirske listove; dijeli se na *furnirske ploče* (šperploče) i *stolarske ploče* (panel-ploče).

Šperovan drvo je proizvod novijeg datuma. Industrijska proizvodnja šperovanog drva počela je u Americi drugoj polovici XIX st. (furnirske ploče) odnosno u Evropi počela je radom 1885 u Tallinnu (Revalu) u Estoniji, a u nas je prva tvornica šperovanog drva osnovana 1930. Može se pretpostaviti da je ručna proizvodnja šperovanog drva stara isto koliko i tehnika izrade intarzija.

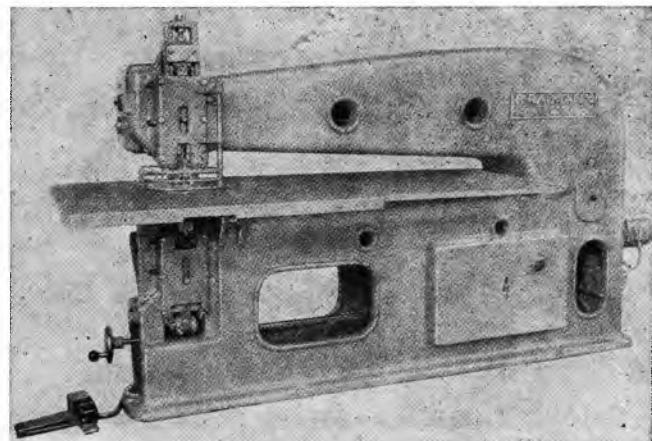
Šperploče (furnirske ploče) sastavljene su od neparnog broja unakrst slijepljениh furnirske listova. Dijele se na obične, brodske i avionske. Obične šperploče po pravilu se izrađuju od ljuštenih furnirske listova. Listovi se lijepe tako da je ploča s obzirom na centralni furnirske list u svakom pogledu simetrična, tj. listovi iznad i listovi ispod centralnog lista moraju se lijepti istim redoslijedom s obzirom na vrst drva, smjer vlakanaca, fizička svojstva, debljinu i sadržaj vlage. Obične šperploče debljine 3, 4, 5 i 6 mm izrađuju se od tri furnirske liste, ploče debljine 7 mm od 3 ili 5 furnirske liste, ploče debljine 8, 10 i 12 mm od 5, a eventualno i više furnirske liste. Brodske šperploče izrađuju se jednako kao i obične, ali ljepilo treba da je otporno prema vodi, tako da ploče odgovaraju i za vlažni ambijent kakav je na brodovima. Vrsta drva, debljina i broj listova isti su kao kod običnih šperploča, ali brodske šperploče mogu se izradivati i deblje od običnih. Avionske šperploče izrađuju se od vrlo tankih furnirske listova, a lijepe se redovito ljepilima na bazi umjetnih smola. Ove ploče, kao što im i ime kaže, upotrebljavaju se za gradnju aviona i jedrilica.

Osnovne prednosti šperploča u odnosu na puno (masivno) drvo jesu: postojanost (stabilnost) oblike, jednolika čvrstoća, veća savitljivost, ekonomičnost i mogućnost proizvodnje velikih površina, otpornost prema pucanju pri zabijanju čavala i bušenju.

U nas se obične šperploče izrađuju uglavnom od bukovine, a u manjim količinama od ostalih vrsta drva: topoline, lipovine, johovine, brezovine i javorovine. Prema našem standardu dimenzije običnih šperploča jesu: dužina 160...250 cm (raste po 5 cm); širina 55...115 cm (raste po 5 cm), 117 i 122 cm, 125...150 cm (raste po 5 cm); debljina 3...12 mm. Osnovne dužine i širine ploče su 160/122 cm, 180/122 cm, 200/122 cm, 220/122 cm, 230/150 cm i 250/150 cm. Dužina ploče mjeri se uvijek u smjeru vlakanaca vanjskih listova ploče. Šperploče razvrstavaju se prema vanjskom izgledu na I, II, mercantil i III klasu i težinsku robu.

Dužina i širina brodskih šperploča jednaka je kao i običnih šperploča, a debljina iznosi 6...16 mm. Tehnološki proces proizvodnje brodskih ploča sličan je tehničkom procesu proizvodnje običnih šperploča. Kao ljepilo upotrebljavaju se fenol- ili krezel-formaldehidna ljepila u obliku filma nanesenog na tanku foliju papira (tzv. tegofol).

Za proizvodnju avionskih šperploča nekad se isključivo upotrebljavala brezovina. Danas se ova vrsta ploča proizvodi i od bukovine, johovine, javorovine, a u nekim zemljama i od smrekovine. Naša industrija šperovanog drva počela je nakon drugog svjetskog rata proizvoditi bukove, javorove i johine avionske šper-



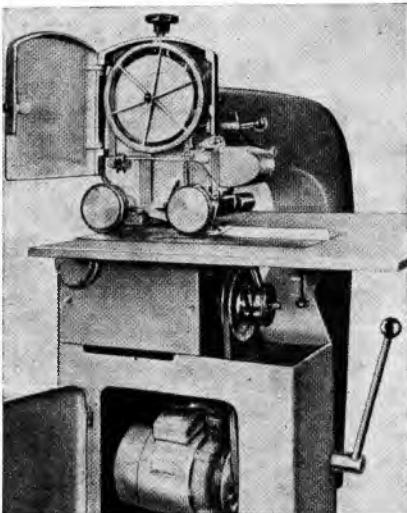
Sl. 14. Raimannov automat za krpjanje furnira

ploče. Brezovina se ne upotrebljava jer je nemamo u odgovarajućem kvalitetu, a ne proizvode se ni smrekove šperploče.

Debljine furnira za proizvodnju avionskih šperploča iznose od 0,22 do 0,80 mm. Veličina avionskih šperploča je od 800/1000 mm naviše, a debljina 0,6–12 mm. Za lijepljenje avionskih ploča upotrebljava se tegofilm. Avionske ploče razvrstavaju se na dvije klase: I klasa (aviatic special) i II klasa (normal).

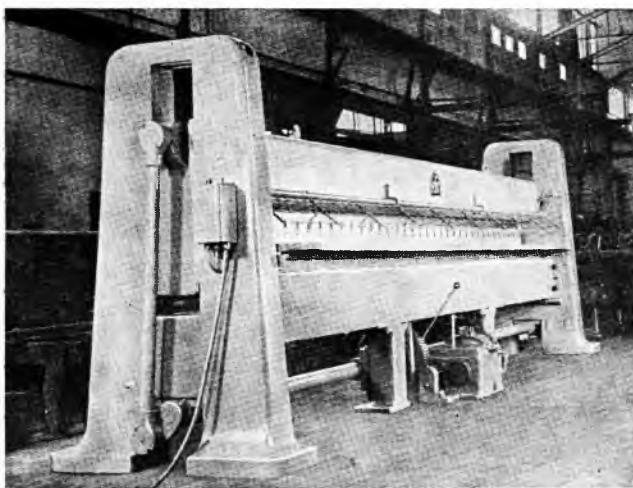
Šperploče se razvrstavaju prema vrsti lijepljenja na šperploče za unutarnju upotrebu (U) i šperploče za vanjsku upotrebu (V).

Furniri se sastavljaju po širini papirom ili spajanjem pomoću ljepila. Prije sastavljanja papirom na tzv. teping- (engl. taping) -stroju (sl. 15) suhi furniri obrezuju se škarama za furnire. Spoj



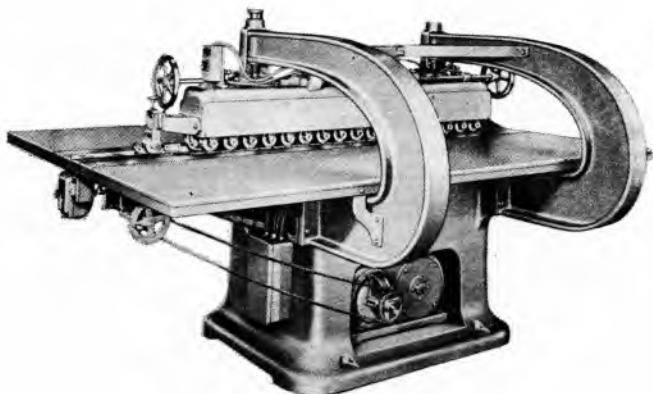
Sl. 15. Stroj za sastavljanje furnira papirom

s papirom nije dovoljno čvrst, troši se znatna količina papira, nastaju prekopi i šupljine u srednjici zbog trganja papira za vrijeme manipulacije prije lijepljenja, pa se sastavljanje furnira papirom napušta. Pri sastavljanju ljepilom furnirima se najprije uske stranice obraduju u glodalici ili paketnim škarama (sl. 16), a onda mažu kožnim, koštanim ili sintetskim ljepilom. Furniri se mogu mazati ljepilom i u stroju za sastavljanje furnira (spajačici, sastavljačici). Kroz spajačicu za uzdužno sastavljanje (sl. 17) furniri se transportiraju u smjeru vlakanaca brzinom od 3 do 38 m/min, a kroz spajačicu za poprečno sastavljanje (sl. 18) okomito na taj smjer brzinom od 1–5 m/min. Ljepilo veže za vrijeme transportiranja furnira kroz stroj.



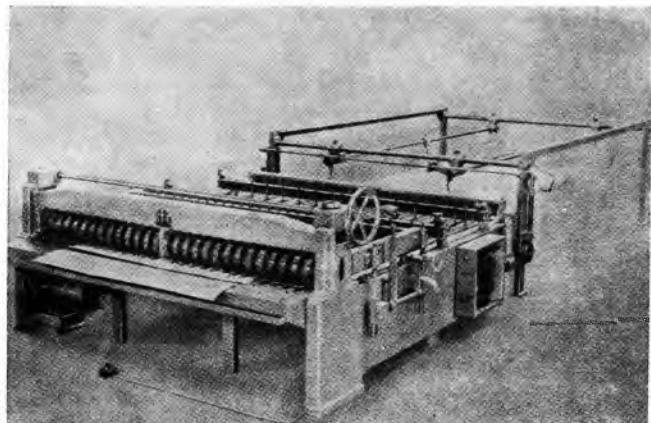
Sl. 16. Paketne škare

Ranije se šperovano drvo proizvodilo pomoću kazeinskih ljepila i ljepila od krvnog albumina; danas se šperovano drvo za unutarnju upotrebu lijepi najviše karbamid-formaldehidnim ljepilom, a



Sl. 17. Spajačica za uzdužno sastavljanje furnira

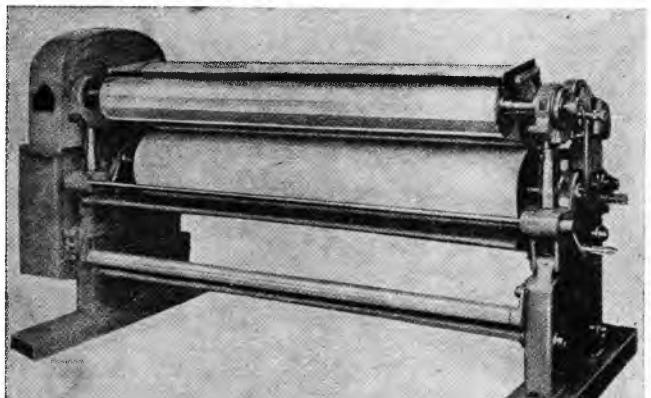
drvo za vanjsku upotrebu melamin-formaldehidnim ili fenol- ili krebol-formaldehidnim ljepilom (v. *Ljepila*). Na 1 m² rasprostire se s jedne strane od 100 do 300 g ljepila. Lijepi se pod pritiskom od 6 do 25 kp/cm² na temperaturi od 90 do 100 °C. Temeljno vrijeme prešanja iznosi prema iskustvu 4 ili 5 minuta, a dodatno po 1 minutu za svaki milimetar debljine drva do najdubljeg sloja ljepila. Povišenjem temperature skraćuje se prešanje, npr. ako se lijepi na temperaturi 130 °C, lijepljenje traje samo 2 minute.



Sl. 18. Spajačica za poprečno sastavljanje furnira

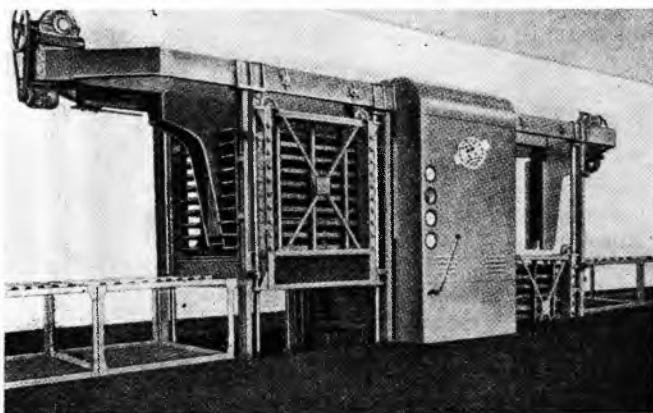
Karbamid-formaldehidnom ljepilu mogu se dodavati različne količine biljnog, npr. raženog, brašna da se poboljša viskozitet i pojeftini ljepilo. Što se više dodaje biljnog brašna to je spoj manje otporan prema vlazi. Melamin-formaldehidna i fenol- ili krebol-formaldehidna ljepila otpornija su protiv vlage, vode i visoke temperature nego karbamid-formaldehidno, ali su skuplja, pa im je primjena ograničena na šperploče za vanjsku upotrebu.

Listovi furnira razvrstavaju se prije lijepljenja na listove za lica, naličja i srednjice ploča. Za to je potreban dovoljno velik prostor, pogotovo ako se proizvode šperploče različnih dimenzija od više vrsta drva.



Sl. 19. Stroj za nanošenje ljepila (mazalica) sa četiri valjka

U proizvodnji šperploča ljepilo se nanosi na obje strane srednjice pomoću stroja koji ima 2 ili 4 valjka (sl. 19). Valjci imaju površinu od gume ili metala, a izbrazdani su na različite načine. Furniri se transportiraju između valjaka brzinom 10...30 m/min. Ljepilo naneseno na srednjicu kasnije se u preši prenosi na susjedne furnire. Radi jednostavnijeg rada i bolje preglednosti nastoji se da broj debljinu furnira bude što manji.



Sl. 20. Hidraulična preša za šperploče

Neprešane šperploče unose se ručno ili pomoću uređaja za punjenje u hidrauličnu prešu (sl. 20) između limova od aluminijuma debelih 1,8...2 mm. Prešu treba napuniti što brže da ljepilo ne bi vezalo prije djelovanja pritiska koji pridržava furnire jedan do drugog dok ljepilo ne prede u čvrsto stanje. Ručno se može puniti preša s najviše 15 etaža, a rad se ubrzava pomoću stola koji se podiže od etaže do etaže. Uredajem za punjenje pune se istovremeno sve etaže, pa preša može imati veći broj etaža nego kad se puni ručno. [V. Presovanje (Prešanje).] Razmak između ploča preše iznosi 60...90 mm. Šperploče od mekog drva lijepe se pod pritiskom 6...13 kp/cm², od tvrdog mekog drva 13...18 kp/cm², a od tvrdog 18...25 kp/cm². Ako se šperploča sastoji od više vrsta drva, odabire se pritisak za najmekšu vrstu. Pod djelovanjem pritiska smanjuje se volumen furnira za 3...5%.

Šperploče se krajče kružnim pilama na pravokutan oblik i na konačnu dužinu i širinu. Stroj za krajčenje šperploča može imati 3 ili 4 kružne pile, dvije za uzdužno i jednu ili dvije za poprečno piljenje.

Šperploče se bruse ili struži s obje strane da im se očisti površina, zaravnaju neravnine i da budu jednako debele na svim mjestima. Brusilica obično ima tri valjka promjera ~ 300 mm, smještena s gornje ili s donje strane; na njima je spiralno namotan i posebnom napravom učvršćen brusni papir. Brzina kojom se šperploča transportira kroz brusilicu, pomoću valjaka ili beskonačne

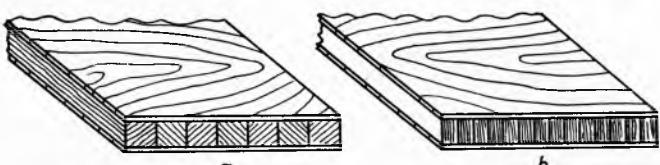
gumene trake, može se mijenjati obično u 3 stupnja (6, 8 i 10, u nekim slučajevima i 18 m/min.). Valjci rotiraju oko uzdužne osi, a mogu se, ako je potrebno, kretati i aksijalno za nekoliko milimetara da se zaravnaju tragovi zrnaca brusnog papira. Na jednoj brusilici brusi se šperploča s jedne strane, zatim se bilo okrene i brusi s druge strane na istoj ili drugoj brusilici, bilo brusi bez okretanja na brusilici koja ima valjke s protivne strane. Brušenjem se sa svake strane šperploče odstranjuje sloj drva debeo ~ 0,15 mm. Šperploče se mogu brusiti i tračnim brusilicama. Za svaku stranu potrebne su dvije tračne brusilice koje se obično postave u stazu jedna iza druge. Tanje šperploče mogu se i strugati na stroju za struganje (strugačici) koja ima nož sa povinutom oštrom. Stroj ima više valjaka za transportiranje i jedan za pritiskivanje šperploče na nož. Šperploče se mogu strugati u smjeru vlakanaca ako nije velika razlika u tvrdoći ranog i kasnog drvogoda. Struganjem se skida jednak debelo sloj drva kao i brušenjem, a strugotine se mogu upotrijebiti za pakovanje. Ovaj postupak nije prikladan za debele ploče jer se njima teško rukuje pri struganju. Strugane ploče imaju tupi sjaj. Šperploče se mogu strugati pa brusiti, da se troši manje brusnog papira.

Šperploče se razvrstavaju prema kvalitetu i uskladištavaju do otpreme u suhe i zračne prostorije. Slažu se jedna na drugu u složaje izdignute oko desetak centimetara iznad poda da zrak može strujati ispod njih.

Postotak iskorišćenja trupaca za ljuštenje varira prema vrsti drva, promjerima i kvalitetu trupaca. Prema F. Kollmannu iznosi za bukovinu 33...37...42%, a za topolovinu 35...40...45%.

Tlocrt tvornice šperploča s rasporedom strojeva i postrojenja prikazan je na sl. 21 (prema Grobshennigu).

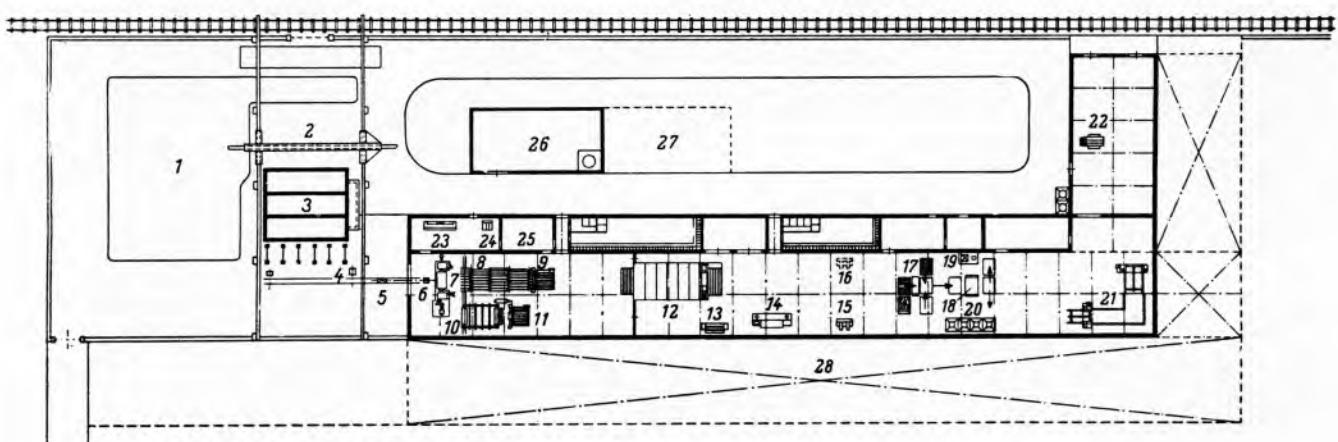
Panel-ploča (stolarska ploča) sastoji se od srednjice saставljene od letvica ili ljuštenih furnira i od obložnih furnira kojima je smjer vlakanaca okomit na smjer vlakanaca letvica. Letvice i obložni furniri spojeni su ljepilom. Panel-ploče debele su od 13 do 45 mm. Za ploče debele od 13 do 20 mm iznosi tolerancija ± 0,5 mm, a za ploče od 22 do 45 mm ± 0,8 mm.



Sl. 22. Poprečni presjeci panel-ploča sa srednjicom a od letvica, b od ljuštenog furnira

Duge su od 1220 do 1830 mm, a široke 1730 do 5100 mm. (Duljina je dimenzija u smjeru vlakanaca, a širina okomito na nj.) Tolerancija za dužinu, kao i za širinu, iznosi ± 5 mm. Razvrstavaju se prema kvalitetu obložnih furnira na klase I/II i II/II. (Brojnik oznake odnosi se na lice ploče, a nazivnik na naličje.)

Sl. 21. Shematski tlocrt tvornice šperploča. 1 Skladište trupaca, 2 dizalica, 3 jame za zagrijavanje, 4 pila za prikrživanje, 5 transportna kolica za trupce, 6 dizalica, 7 ljuštilica, 8 uređaj za furnire koji se dobiju pri zaoštravanju trupca, 9 škare za te furnire, 10 uređaj za namatanje i odmatavanje, 11 škare za furnirsku vrpču, 12 sušionica za furnire, 13 škare za suhe furnire, 14 glodalica, 15 i 16 spačalice furnira, 17 mazalica, 18 hidraulična preša, 19 pumpni agregat, 20 postrojenje za hlađenje limova, 21 kružne pile za krajčenje šperploča, 22 cilindrična brusilica, 23 stroj za oštrenje noževa, 24 stroj za oštrenje pila, 25 radionica, 26 kotlovnica, 27 strojarnica, 28 prostor za proširenje



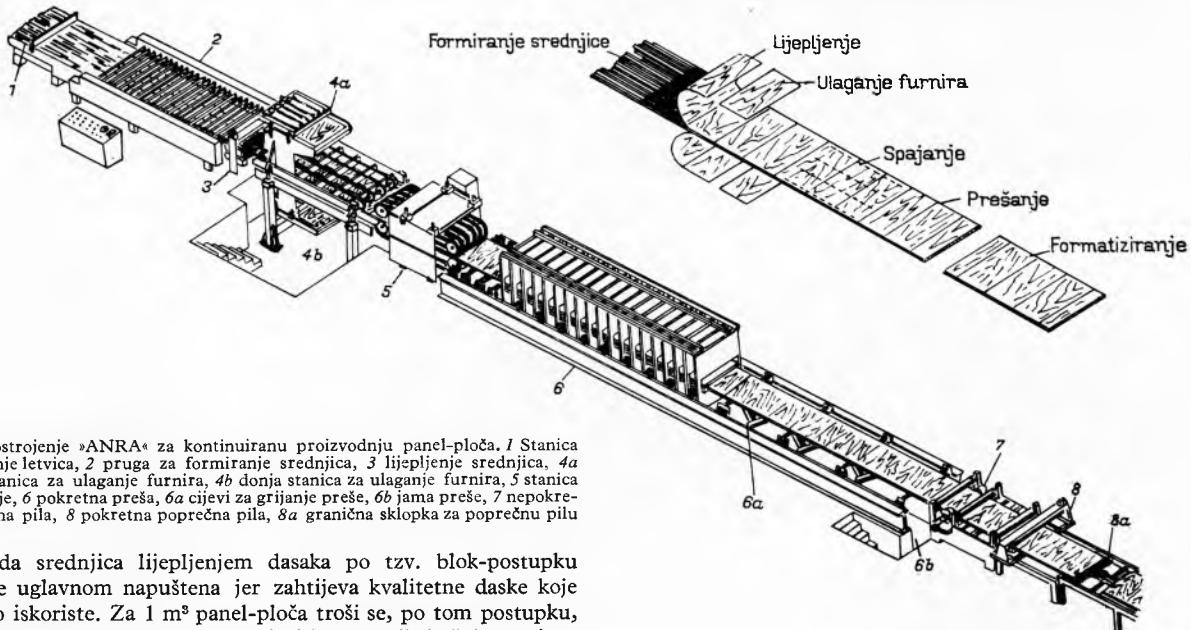
Sl. 22 pokazuje poprečni presjek panel-ploče sa srednjicom od letvica i panel-ploče sa srednjicom od ljuštenog furnira. Širina letvica iznosi od 13 do 25 mm. Uske letvice imaju jednoličniju strukturu nego široke. Da bi utezanje po debljini bilo jednolično, godovi letvica treba da budu ili okomiti na ravninu ploče ili prema njoj nagnuti na suprotne strane u susjednim letvicama. Srednjice od ljuštenih furnira kvalitetnije su nego srednjice od letvica, ali i skuplje, jer su furniri skupljii od piljenog drva.

Za panel-ploče upotrebljavaju se jelove, smrekove ili topolove daske bez većih grešaka, široke od 12 cm naviše, duge od 1 m naviše, s tim da mali dio od ukupne količine može imati dužinu i od 0,5 do 1 m. Dobro odgovaraju daske od starijih jelovih stabala, jer malo »rade«. Mjesto dasaka mogu se upotrijebiti okrajci i okoci spomenutih vrsta, krupniji pilanski otpaci ili ljušteni furniri od topole ili okuméa. Za oblaganje srednjica upotrebljavaju se rezani ili ljušteni furniri od topolovine, lipovine, vrvovine, parene bukovine ili okuméa.

Za izradu panela zadovoljavaju ljepila koja se upotrebljavaju za proizvode za unutarnju upotrebu, kazeinska ljepila, ljepila krvnog albumina, karbamid-formaldehidna i druga. Za popravljanje stavaka furnira izrađenih ljepilom upotrebljava se perforirana papirna vrpca. Za brušenje panel-ploča upotrebljavaju se brusni papiri kao i za šerploploče.

strojevi, s tim da za proizvodnju panel-ploča treba imati još i sušionice za daske i strojeve za izradu srednjica.

Pred desetak godina počeo se razvijati kontinuirani postupak za proizvodnju panel-ploča. Prvi takav pogon s ručnim ulaganjem letvica proradio je 1960 u Finskoj. U Finskoj je proradio i prvo postrojenje zvano »ANRA« (naziv prema švedskom pronalažcu N. R. Alniusu) s automatskim ulaganjem letvica. Moderno postrojenje »ANRA« za kontinuiranu proizvodnju panel-ploča prikazano je na sl. 23. Oblovina se krati na komade duge 2 m koji se automatski transportiraju do jarmače gdje se raspiljuju na daske debele 26 mm. Za vrijeme transportiranja odvajaju se komadi s metalom i komadi s velikim greškama, pa se zasebno prerađuju u piljeno drvo. Sirove daske se suše u složajima u komori 28 sati na temperaturi 120°C da im se vлага svede na 6–8%, zatim se kondicioniraju i krate na 1 m dužine. Letvice se izrađuju na višeslinskim kružnim pilama koje su potpuno iskoristene ako se proizvode ploče debele 25 mm, a djelomično ako se proizvode ploče debele 13 mm. Letvice se razvrstavaju ručno, a kontinuirana proizvodnja počinje sa stanicom za ulaganje letvica. Letvice se pritiskuju da budu jedna do druge, a manjkave se zamjenjuju. Sloj letvica transportira se kroz stroj za nanošenje ljepila, koji ima po dva valjka s gornje i donje strane. Upotrebljava se ljepilo od umjetne smole, koje otvrdnjava pod djelovanjem topline. Ono



Sl. 23. Postrojenje »ANRA« za kontinuiranu proizvodnju panel-ploča. 1 Stanica za ulaganje letvica, 2 pruga za formiranje srednjice, 3 lijepljenje srednjice, 4a gornja stanica za ulaganje furnira, 4b donja stanica za ulaganje furnira, 5 stanica za spajanje, 6 pokretna preša, 6a cijevi za grijanje preše, 6b jama preše, 7 nepokretna kružna pila, 8 pokretna poprečna pila, 8a granična sklopka za poprečnu pilu

Izrada srednjica lijepljenjem dasaka po tzv. blok-postupku danas je uglavnom napuštena jer zahtijeva kvalitetne daske koje se slabo iskoriste. Za 1 m³ panel-ploča troši se, po tom postupku, od 1,0 do 1,6 m³ jelovih, smrekovih ili topolovih bočnica, ovisno o njihovu kvalitetu. Po blok-postupku mogu se izradavati srednjice i od ljuštenih furnira debelih 6–8 mm. Ekonomičnije je izradavati srednjice od pilanskih otpadaka. Otpaci se osuši i zatim ispile na kružnim pilama u letvice iz kojih se odstrane krupnije krvge. Postotak iskoristenja ovisi o vrsti i kvalitetu otpadaka i kreće se oko 30%. Letvice se slažu ručno ili strojevima jedna do druge u srednjice. Na strojevima letvice se spajaju mjestimičnim lijepljenjem, pomoću papirne uzice ili lijepljenjem u konvejernoj preši pod djelovanjem pritiska i topline. Pomoću papirne uzice letvice se spajaju tako da se slože jedna do druge i u njih poprečno u odnosu na njihovu dužinu zapili utor u koji se upreša papirna uzica koja pridržava letvice jednu do druge. U USA se srednjica za vrijeme lijepljenja grije visokofrekventnom strujom, čime se štedi radna snaga, ali je oprema skupa.

Obje strane srednjice namažu se ljepilom, oblože rezanim ili ljuštenim furnirima mekih listača, parene bukovine ili okuméa debelim 2–4 mm i prešaju u hidrauličnoj preši, gdje ljepilo otvrdnjava uslijed djelovanja topline pod pritiskom. Nakon prešanja ploče treba da odleže bar 2 tjedna; za to vrijeme završi se vezanje ljepila i vlaga se u pločama jednolično raspodijeli.

Ploče se krajče kružnim pilama na definitivne dužine i širine i na pravokutan oblik, a zatim bruse kao i šerploploče. Pri isporuci iz tvornice ploče treba da imaju ~ 10% vlage. Često se u istoj tvornici proizvode panel-ploče i šerploploče jer se primjenjuju isti

prodire između letvica, pa nije ni potrebno mjestimično lijepljenje. Furniri se ulažu s gornje i donje strane. Spaja se ljepilom u prugama širokim ~ 10 mm na razmacima 35–45 cm. Preša sa 135 klipova duga je 13,5 m, a cijelo postrojenje za prešanje je 26 m. Lijepi se pod pritiskom 6–9 kp/cm², ali ako je potrebno, moguć je i veći pritisak. Preša se grije vodenom parom, topлом vodom ili uljem na 135°C. Pokretna preša određuje kapacitet cijelog postrojenja. Pomak se može podešavati u granicama 1,5–8 m/min. Na kraju je polje za hlađenje. Prešana traka se pili na ploče potrebne dužine, ploče se pregledaju, dotjeraju time što se kitom zapune pukotine i otvorena mjesta, i onda automatski slažu u pakete i prenose u prostor za kondicioniranje. U njemu ostaju 12 do 14 dana. Nakon brušenja na tračnoj brusilici ploče se još jednom pregledaju i zatim razvrstavaju.

Panel-ploče se upotrebljavaju u proizvodnji namještaja, vrata, oplate i za slične upotrebe koje traže velike ravne plohe stabilnih dimenzija i oblika.

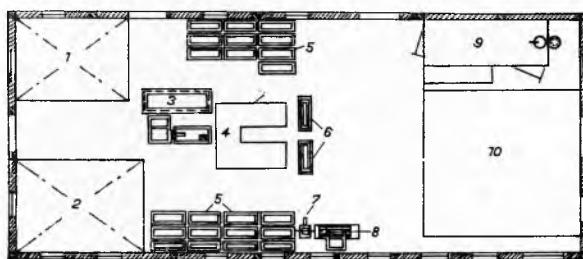
PROIZVODNJA LAKIH GRAĐEVINSKIH PLOČA, IVERICA I VLAKNATICA

Lake građevinske ploče od dryne vune i mineralnog veziva (cementna, magnezita i sadre) duge su, prema njemačkim standardima, 2000 mm, široke 500 mm i debele 15, 25, 35, 50,

75 i 100 mm. Najtanje treba da imaju volumnu težinu 570 kg/m^3 i čvrstoču na savijanje 17 kp/cm^2 , a najdeblje volumnu težinu 360 kg/m^3 i čvrstoču 4 kp/cm^2 . Koeficijent vodljivosti topline zračno suhih ploča, osim najtanjih, treba da iznosi na temperaturi 20°C najviše $0,08 \text{ kcal/m h }^\circ\text{C}$.

Sl. 24 pokazuje tlocrt tvornice lakih građevinskih ploča od drvne vune (prema Kollmannu).

Budući da na vezanje cementa nepovoljno djeluju u vodi topljive tvari (šećer u tragovima, treslovine i druge tvari), kao sirovina za lake građevinske ploče najbolje odgovara smrekovina, koja



Sl. 24. Shema tlocrta tvornice lakih građevinskih ploča od drvne vune i mineralnog veziva, 1 Vezno sredstvo, 2 drvna vuna, 3 posuda s lužinom, 4 radni stol, 5 kalupi, 6 složaji, 7 pumpa, 8 hidraulična preša, 9 sušionica, 10 prostor za slaganje

sadrži samo 1,12% u vodi topljivih tvari, zatim jelovina i topolovina, manje borovina, dok arisjevina ne odgovara jer sadrži 10,6% u vodi topljivih tvari. Ne odgovaraju ni bukovina i hrastovina, ali se bukova drvna vuna može dodavati u manjim količinama drvnog vuni od vrsta koje su prikladne za lake građevinske ploče. Drvo iz zimskih sječe bolje odgovara nego drvo iz ljetne sjeće, jer sadrži manje u vodi topljivih tvari. Tvari topljive u vodi mogu se ekstrahirati kuhanjem u vodi ili parenjem, ali to poskupljuje proizvodnju, pa jedva i dolazi u obzir.

Lake građevinske ploče proizvode se od drvne vune duge najmanje 80 mm, široke od 3 do 6 mm i debele od 0,2 do 0,5 mm. Za 1 m^3 lakih građevinskih ploča potrebno je 190 kg drvne vune debele 0,33 mm.

Drvna vuna se mineralizira vapnenim mlijekom, kalcijum-kloridom ili vodenim stakлом. Vodenog stakla, npr., troši se 9 kg/m^3 ploča. Sredstvo za mineraliziranje ubrzava vezanje cementa, pa ne dosegaju djeļovati tvari koje na to nepovoljno utječu. Upotrebljava se cement koji brzo veže i siromašan je vapnom, jer vapno izbjega na površinu ploče. Vezanje treba da počne za 1 sat i da završi najkasnije za 12 sati da ne bi bilo potrebito mnogo kalupa u koje se nabija drvna vuna. Za 1 m^3 lakih građevinskih ploča troši se 200 kg cementa i isto toliko magnezita. Ploče od drvne vune i sadre suše se na temperaturi $60\text{--}65^\circ\text{C}$; na višoj temperaturi sadra gubi kristalnu vodu. Za 1 m^2 ploče debele 25 mm troši se 6...8 kg sadre.

Postoji više postupaka za izradu lakih građevinskih ploča. Po Gasparjevom postupku prethodno mineralizirana drvna vuna napraši se cementom, nabija u drvene kalupe i preša pod pritiskom $1,5\text{--}3 \text{ kp/cm}^2$. Tehnički je razvijeniji heraklitski postupak prema kojem se mineralizirana drvna vuna miješa sa Sorel-cementom. Sorel-cement dobiva se zagrijavanjem magnezita na $700\text{--}900^\circ\text{C}$ i dodavanjem otopine magnezijum-klorida ili 23,5% magnezijum-sulfata (gorke soli, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Formirana traka se preša između dva valjka, zatim suši u kanalu dimnim plinovima na temperaturi 400°C i na kraju pili na ploče. Proces proizvodnje od drva do gotovih ploča traje ~ 15 min.

Lake građevinske ploče otporne su protiv smrzavanja, vatre, glijiva i insektata, ne utječu nepovoljno na građevne materijale s kojima dolaze u dodir (drvo, željezo, beton, kamen, opeku), manje su hidroskopne nego drvo od kog su izradene jer sadrže nehidroskopno vezno sredstvo. Bubre i utežu se kad upijaju i gube vodu, pa zbog toga može pucati žbuka na sastavcima ploča u zidovima montažnih kuća i baraka. Ožbukane su otpornije protiv vatre nego neožbukane. Na otpornost protiv vatre utječe vrsta i otpornost žbuke.

Lake građevinske ploče služe za izolaciju zvuka i topline, za gradnju pregradnih zidova, montažnih kuća i baraka.

Iverica (ploča iverica) je ploča od iverja drva ili drugih lignoceluloznih tvari slijepljjenog organskim vezivom pod djelovanjem topline, pritiska, vlage i katalizatora.

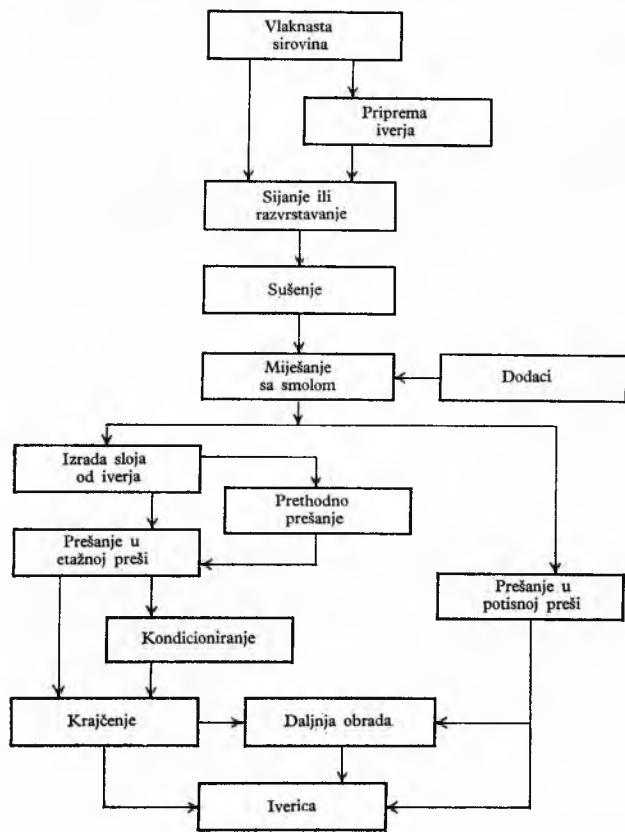
Patenti za proizvodnju ploča iverica javljaju se od 1889., ali se do 1940. nije nijedan mogao ostvariti jer za to nije bilo tehničkih uvjeta. Od te godine počeli su se graditi poluindustrijski pogoni u kojima su provjeravani rezultati laboratorijskih istraživanja i sticanja iskustva, a 1946. počinje industrijska proizvodnja ploča iverica. 1948. i 1949. razvio je O. Kreibaum postupak za proizvodnju punih i šupljih iverica. Oko njih u kojima je iverje pretežno orijentirano okomito na ravninu ploče. Nakon 1952. proizvode se troslojne ploče iverice, a zatim i građu u kojima se kontinuirano smanjuje debljinu iverje od sredine prema površini ploče. Razvojni period iverica završava sa 1955.; od tada se širu tehničke i ekonomiske osnove u vezi s postupcima i ekonomikom sirovina, usavršavaju se postupci i kvalitet iverica, proširuje područje upotrebe i povećava proizvodnju. U Jugoslaviji su se 1959. počele proizvoditi iverice od pozderala po postupku de Mets, a zatim od drva po postupcima Behr, Schnitzler i Kreibauma.

Ploče iverice se razvrstavaju prema volumenoj težini na lake, srednjeteške i teške. Lake ili izolacione iverice imaju volumnu težinu od $0,25$ do $0,40 \text{ g/cm}^3$. Malo se proizvode. Upotrebljavaju se za izolaciju zvuka i topline i kao srednjice koje se oblažu furnirom ili drugim materijalom. Najviše se proizvode srednjeteške iverice koje mogu biti jednoslojne ili višeslojne. Imaju volumnu težinu od $0,40$ do $0,80 \text{ g/cm}^3$. Srednji sloj troslojnih ploča izrađuje se od grubljeg i jeftinijeg, a vanjski od finijeg i skupljeg iverja. Srednjeteške iverice proizvode se pod pritiskom koji djeluje ili okomito na ravninu ploče (kad se proizvode diskontinuirano ili polukontinuirano prešanjem u prešama) ili paralelno s njom (kad se proizvode kontinuirano utiskivanjem iverja u kalup gdje se obrazuje pokretni sloj). Proizvedene ovim posljednjim načinom one su homogenije. Upotrebljavaju se za namještaj, vrata, unutarnja uređenja, pregradne zidove, unutrašnjost brodova i gradnju kuća. Mogu se upotrijebiti i za sanduke, ako za to nisu preskape. Teške ili tvrde iverice imaju volumnu težinu od $0,80$ do $1,20 \text{ g/cm}^3$. Proizvode se pod pritiskom koji djeluje okomito na ravninu ploče. Debele su kao i tvrde vlaknaticice, od kojih se razlikuju samo po tome što se proizvode s ljepilom, a tvrde vlaknaticice mogu se proizvoditi i bez ljepila. Izrađuju se od sitnog iverja. Malo se proizvode.

Ispunjene ploče iverice debele su od 4 do 30 mm, a šuplje od 24 do 50 mm. Za brušene ploče tolerira se kolebanje debljine $\pm 0,3$ mm, a za nebrušene ± 1 mm. Pod određenim okolnostima postoji debljina koja je u proizvodnji ekonomski optimalna. Ako se proizvode tanje ploče, proizvodnja se smanjuje po volumenu, aako se proizvode debele ploče, toliko se povećava ciklus prešanja, zbog povećavanja vremena prenošenja topline, da proizvodnja može postati neekonomična. Ploče su široke od 1220 do 1830 mm, a duge od 2000 do 3600 mm. Tolerancije za širinu i dužinu iznose $+5$ i -2 mm.

Iverice se izrađuju od drva četinjača i mekih listača kojima se može dodati težeg tvrdog drva. Iverje od tvrdog drva treba da je tanje nego iverje od četinjača i treba mu dodavati više ljepila. U iverice se preradije oblovina koja se ne upotrebljava za druge svrhe; cjepanice i oblice koje ne služe za proizvodnju celuloze; rašljasti i drugi komadi koji otpadaju kod prikrjanja oblovine u šumi; grane, ovršine i otpaci iz prerađe drva; srednji valjci koji preostaju nakon ljuštenja; okrajci, porupci, blanjevina i otpaci furnira. Piljevina je loša sirovina jer troši mnogo ljepila a daje ploče lošeg kvaliteta, ali se može dodavati u manjim količinama iverju. Sa šumskih sortimenata odstranjuje se kora. Za 1 m^3 iverica potrebno je $2,2\text{--}2,5$ prostornih metara drva. Iverice se izrađuju i od pozderala konopljije i lana i vlakanaca od šećerne trske. Ne izrađuju se od slame i otpadaka jednogodišnjih biljaka jer zbog velike voluminoznosti tih materijala nastaju poteškoće s transportom i uskladištenjem. Kad bi se riješili ti problemi, znatno bi se proširila sirovinska baza za iverice.

Preko 95% od cijelokupne proizvodnje ploča iverica izrađuje se s karbamid-formaldehidnim ljepilom. Upotreba melamin-formaldehidnog i fenol-ili krezol-formaldehidnog ljepila ograničena je na iverice za vanjsku upotrebu, jer su ta ljepila skuplja od karbamid-formaldehidnog. Iverju se dodaje 6...9% ljepila (računato kao čista smola) od težine standardno (apsolutno) suhog drva. Ljepilu se dodaje 0,3...1% parafinske emulzije da se poboljša otpornost iverica protiv vode, a radi zaštite od glijiva i insektata može se dodati i pentaklorfenola u količini 1...2% od težine standardno suhog iverja. Rijetko se dodaju sredstva koja štite od vatre (npr. ivericama koje se upotrebljavaju u brodogradnji).

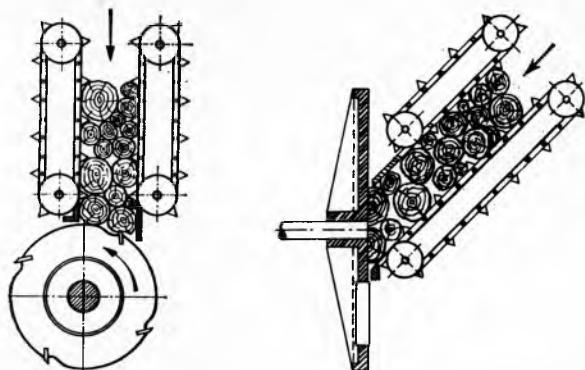


Sl. 25. Shema proizvodnje iverica (prema FAO)

Tehnološki proces proizvodnje iverica prikazan je shematski na sl. 25. Zaliha sirovina koja se uskladištava na stovarištu tvornice ne treba da je veća nego što je potrebno za proizvodnju od 3...6 mjeseci, jer ako je veća, drvo trune pa se lošije iskorišćuje, sirovina se mora visoko slagati pa je proizvodnja skupljala, elastičnost nabavke sirovina se smanjuje i odbrana od požara je teža. Drvo za vanjske slojeve može se uskladištavati odvojeno od drva za unutrašnje slojeve, drvo četinjača odvojeno od drva listača, cjevance i oblice odvojeno od otpadaka.

Kora se skida ručno ili strojevima koji su opisani u člancima *Celuloza i Drvo, kemijska prerada* (TE 2, str. 568 i TE 3, str. 444). Prije skidanja kore drvo se omekšava hladnom ili toploim vodom ili vodenom parom da se lakše skida kora i da se lakše preradi u iverje. Hladnom vodom se ne omekšava koliko treba, ali se čisti od nečistoće. Drvo se omekšava prskanjem vodom u jamama iskopanim u tlu ili u komorama koje se grade iznad tla.

Neki iveraći preraduju drvo dugo i do 5 m, a za neke ga treba prikracivati na 0,33, 0,38, 0,5 ili na 1...1,16 m. Komade deblje od 24 cm treba rascijepati rukom ili strojem. Prikraci komadi



Ortmannov iverać s noževima na vratilu

Wiggerov iverać s noževima na vertikalnoj ploči sa stalnim kosim dovodenjem drva

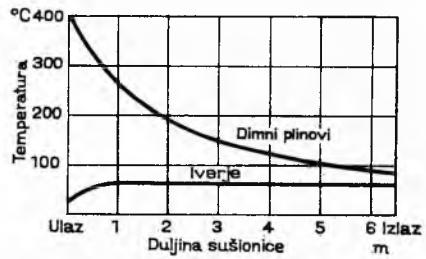
Sl. 26. Iveraći

transportiraju se na vrpcu. Vrpuču zaustavlja magnetski uredaj kad se na njoj nađe komad koji sadrži metal. Takve komade treba odstraniti da ne oštete iveraće i mlinove.

Iverje iz prerade drva nije idealno za proizvodnju kvalitetnih iverica. Zbog toga se iverje mora izradavati na strojevima. Za proizvodnju iverja razvile su se dvije vrsti strojeva, jedni ga izraduju rezanjem noževima, a drugi mljevenjem. Plosnato iverje za vanjske slojeve ploča debelo je $0,15\cdots0,20\cdots0,25$ mm, a za srednje $0,30\cdots0,40\cdots0,50$ mm. Noževi stroja za izradu iverja rezanjem, koji određuju dužinu iverja, razmaknuti su $20\cdots40$ mm. Sl. 26 pokazuje dva iveraća s noževima.

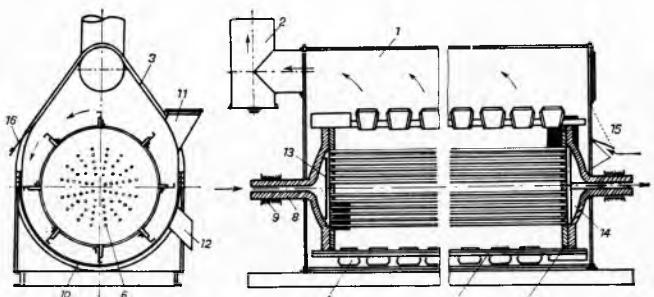
Frikcionalni mlin ima dvije horizontalne ili vertikalne izbrazdane ploče ili ploče s koncentrično poredanim zubima. Drvo se melje za vrijeme kretanja od sredine prema periferiji ploča kao žito u žrvnju s mlinskim kamenom. Mlin sa sitom koje ograničava prostor za mljevenje proizvodi čestice određene veličine. U mlinu čekićaru rotira vratilo na koje su učvršćeni udarači koji usitnjavaju drvo udaranjem. Iverje proizvedeno mljevenjem ima nepravilan oblik. U mlinu se usitnjava i iverje koje ima prevelike dimenzije. Sirovina se sije prije mljevenja da se rasterete mlinovi.

Iverje se suši od $30\cdots120\%$ na $3\cdots6\%$ vlage. Podnosi velike brzine sušenja, ali je osjetljivo na visoke temperature i može se zapaliti. Ako vrući plin kojim se iverje suši (zrak ili dimni plinovi) struji u smjeru suprotnom smjeru kretanja iverja, može se



Sl. 27. Tok temperature dimnih plinova i iverja od drva u bubnju konstrukcije B. Schilde

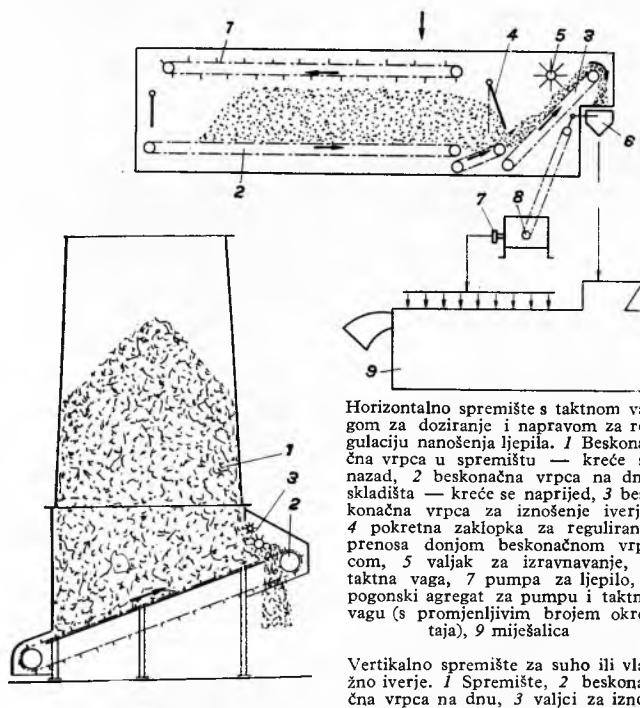
sušiti na temperaturi 250°C , a ako struji u istom smjeru i ako je iverje vrlo vlažno, može temperatura plina iznositi 500 pa i 700°C jer u tom slučaju uslijed isparivanja vode temperatura brzo opada (sl. 27, v. i članak *Sušenje*). Ako iverje sadrži sitnih čestica, može biti opasna i temperatura 120°C , jer se iverje može zapaliti i nastati eksplozija. Ako se ne suši inertnim plinovima, ne preporuča se grijati iverje preko 270°C , da se ne zapali.



Sl. 28. Sušionica iverja sa snopom cijevi, poprečni i uzdužni presjek (sistem Ponndorf K. G., Kassel). 1 Gornji vanjski dio, 2 dimnjak, 3 izolacija, 4 lopatice, 5 nosač lopatica, 6 cijevi, 7 ceona stijenka, 8 rukavac, 9 ležaj, 10 čelično korito, 11 dovod sirovog iverja, 12 ispustanje osušenog iverja, 13 i 14 razdjeljiva ogrevnog sredstva, 15 dovod svježeg zraka, 16 poklopac otvora za promatranje

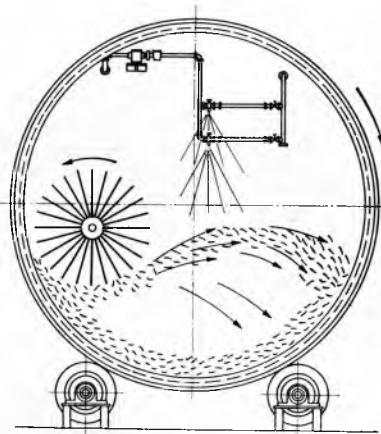
Sušionice za iverje mogu se razvrstati na sušionice s prenošenjem topline dodirom (bubanj), sušionica sa snopom cijevi koje rotiraju, sl. 28, sušionica s lopaticama od cijevi i tanjurasta sušionica); sušionice s prenošenjem topline konvekcijom, bez efekta sijanja iverja (sušionica s beskonačnim vrpčama i sušionica za sušenje u struji ugrijanih plinova); sušionice s prenošenjem topline konvekcijom, s efektom sijanja iverja (sušionica u kojoj se iverje suši za vrijeme lebdenja u sredstvu za sušenje, sušionica sa sapnicama i sušionica s rotorom).

Iz iverja se odstrane krupniji komadići drva sijanjem na situ ili u zračnoj struci. Radi kontinuirane proizvodnje, potrebno je da uvijek bude uskladištena količina iverja dovoljna za nekoliko sati rada. Skladište iverja je horizontalno ili vertikalno (sl. 29).



Sl. 29. Spremišta iverja

Volumna težina iverja u natresenom stanju iznosi $60\text{--}80 \text{ kg/m}^3$. Iverje se transportira beskončnim vrpcam, pužnim transporterima, drugim vrstama transporterima ili strujom uzduha.



Sl. 30. Bubanj za miješanje iverja i ljepila (izvedba Drais, sistem Holig-Homogen) s valjkom i prskanjem ljepila kroz sapnice

U miješalici (sl. 30) ljepilo i dodaci jednolično se raspodjeljuju prskanjem kroz sapnice (od 150 do 400 g/min) u obliku magle kroz koju se kreće iverje.

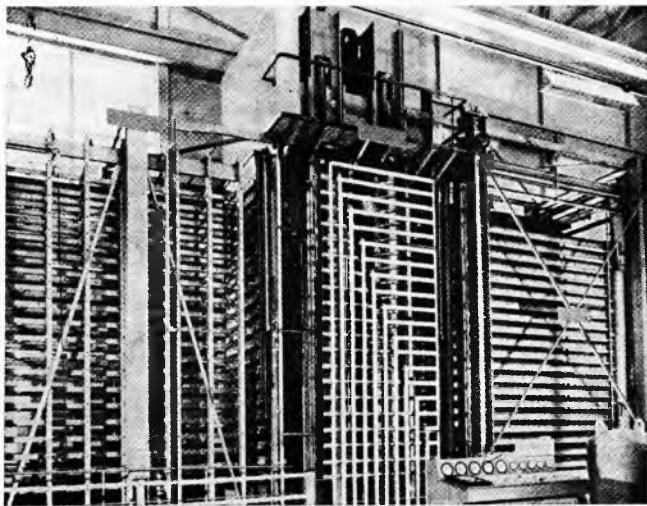
Iverje na koje je raspodijeljeno ljepilo natresa se strojevima na transportni lim u sloj iz kojeg se prešanjem dobiva iverica. Natresanje treba da je jednolično kako bi ploča imala na svim mjestima jednaku težinu po jedinici površine, jer o tome ovise volumna težina, čvrstoća i bubrežne ploče. Osim jednoslojnih izrađuju se i više-slojne ploče, obično troslojne. Više-slojna ploča ima slojeve raspoređene simetrično. Iverje treba da leži paralelno s ravninom transportnog lima. Sloj od iverja može se izradivati i kontinuirano.

U većoj proizvodnji prethodno se preša sloj iverja pod pritiskom $10\text{--}20 \text{ kp/cm}^2$, da se ugosti.

Da se skrati vrijeme prešanja, prethodno se transportni lim i gornja strana sloja iverja prskaju vodom (od 100 do 150 g/m²). Vodena para temperature od 140 do 150 °C naglo prodire u srednji sloj i onamo prenosi toplinu, pa ljepilo brzo otvrđnjava. Klauditz je ovaj postupak nazvao udar pare.

Kapacitet preše može se povećati uređajem za istovremeno punjenje i pražnjenje preše (sl. 31). Otkad je udarom pare skriveno prešanje, preša s jednom etažom dobila je na značenju.

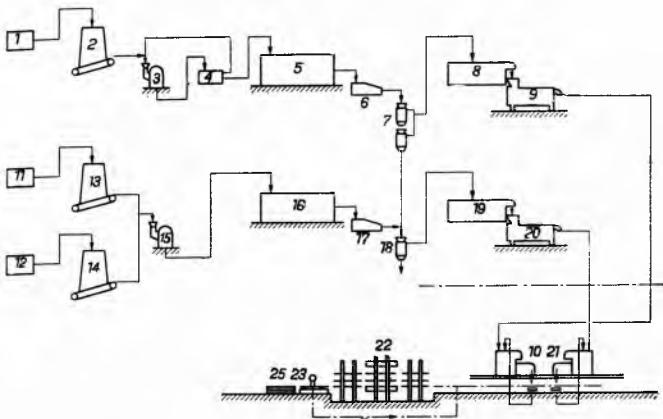
Kružnim pilama iverice se krajče na definitivne dužine i širine i pravokutan oblik, a zatim bruse da im se poboljša kvalitet površine i da im bude jednaka debljina. Iverice za namještaj treba da imaju površinu priredenu tako da se na nju mogu lijepiti najtanji furniri. U maloj proizvodnji zadovoljava brusilica sa dva valjka, a u velikoj brusilica sa četiri valjka. Na prvi valjak, koji



Sl. 31. Postrojenje za prešanje iverica kapaciteta do 400 t/dan, s 20 etaža, s uređajem za simultano zatvaranje i tablet-sistemom za punjenje

se uključuje samo kad treba znatno smanjiti debljinu ploče, stavlja se brusni papir najgrubljeg zrna, na ostale se meće sve finiji brusni papir. Kvalitet brušenja može se poboljšati tračnim brusilicama.

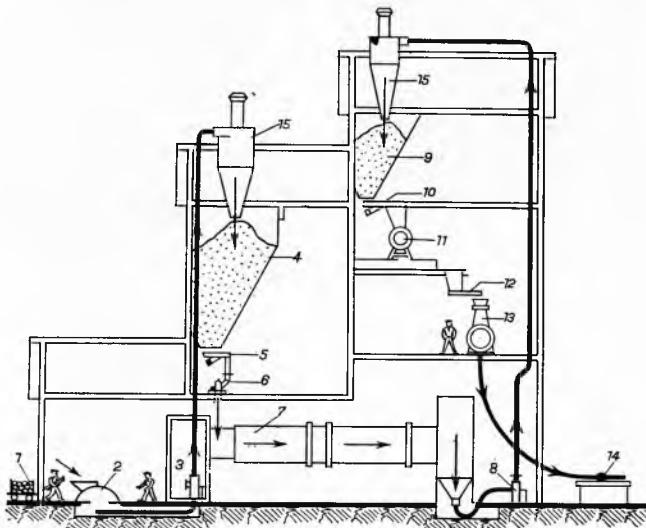
Po Schnitzlerovu postupku za proizvodnju ploča iverica (sl. 32) odvojeno se izrađuje iverje za vanjske i za srednje slojeve ploče. Iverje za vanjske slojeve izrađuje se na iveraču 1 i pneumatski transportira u spremište 2 iz koga se dcdaje u mlin 3. Poslije mljevenja sije se na situ 4 i suši u sušionici 5. Prah se odvaja na situ 6. Krupnije iverje izlazi se za srednje slojeve na postrojenju 7, a finije se sabire u spremištu 8 i zatim dcdaje stoju 9 s ljepilom koje se rasprostire na iverje. Dozirna pumpa za ljepilo povezana je s taktnom vagom radi održavanja određenog cmjera ljepila.



Sl. 32. Shema postrojenja za malu do srednju proizvodnju iverica po Schnitzlerovu postupku s odvojenom pripremom iverja za vanjske i srednje slojeve. 1, 11 i 12 iverači, 2, 13 i 14 spremišta, 3 i 15 mlinovi, 4 sit za frakcioniranje, 5 i 16 sušionice, 6 i 17 sita za odvajanje praha, 7 i 18 postrojenja za odvajanje iverja, 8 i 19 spremišta, 9 i 20 miješalice, 10 i 21 strojevi za natresanje, 22 preša s napravama za punjenje i pražnjenje, 23 vaga, 24 povrat limova, 25 složaj ploča

pila i iverja. Iverje na koje je raspodijeljeno ljepilo doprema se u stroj 10. Na isti način izrađuje se i iverje za srednje slojeve, samo se ne prosijava nakon mljevenja. Na iveraćima 11 i 12 može se izradivati iverje dviju vrsti drva i posebno uskladištavati u spremišta 13 i 14, pa pomiješano dodavati u mlin 15. Stanica za natresanje ima dva stroja 10 i 21. Natresanje je reverzirajuće. Iverice se prešaju u hidrauličnoj preši 22 koja ima uređaje za punjenje i pražnjenje. Na vagi 23 važu se iverice i bilježi proizvedena količina. Povratni transport i hlađenje limova označeni su sa 24. Dovršni radovi (krajanje, brušenje i razvrstavanje ploča) slijede na poznati način; mogu se i automatizirati.

Kreibaumov postupak za proizvodnju okal-ploča prikazan je shematski na sl. 33. Drvo četinjača i listača u obliku oblovine ili otpadaka (1) usitnjava se na usitnjaču 2. Usitnjeno drvo otprema se pneumatskim transporterom 3 (s ciklonom 15) u spremište 4 iz koga se preko vibratora 5 doprema u mlin 6. Iverje se suši u rotacionoj sušionici 7 od 40–80% na 4–6% vlage i pneumatskim transportnim uređajem 8 (s ciklonom 15) doprema u spremište za suho iverje 9 iz kojeg preko vibratora 10 odlazi u stroj za rasprostiranje ljepila na iverje (miješalicu) 11. Ljepila se dodaje 3,5–5% (računato kao suha smola) u obliku vodene otopine. Preko vibratora 12 doprema se iverje na koje je raspodijeljeno ljepilo i nabija u prešu 13. Preša ima oblik kanala grijanog vodenom parom ili topлом vodom. Prešanje traje ~30 s, a ploča ostaje u vrućoj zoni još 40–60 s. Ugradnjom cijevi u prešu mogu se izrađivati ploče sa šupljinama kružnog presjeka.



Sl. 33. Shema postrojenja za proizvodnju okal-iverica po postupku O. Kreibauma.
1 oblovina ili otpaci, 2 usitnjač, 3 pneumatski transport, 4 skladište krupnog iverja, 5 vibrator, 6 mlin, 7 sušionica, 8 pneumatski transport, 9 spremište suhog iverja, 10 vibrator, 11 miješalica, 12 vibrator, 13 specijalna preša, 14 pila za prikraćivanje, 15 ciklon

Priješana traka iverica prikraćuje se na ploče na kružnoj pili 14. Iverje je pretežno orientirano okomito na ravnninu ploče pa stoga ploča ima u poprečnom smjeru veliku čvrstoću na vlak, a malenu na savijanje. Takve ploče služe kao srednjice koje treba oblagati furnirom da im se poveća čvrstoća na savijanje. Za ovaj postupak potreban je mali broj radnika, samo 4 ili 5, ne računajući radnike na stovarištu sirovine i predradnika.

U velikim tvornicama postotak iskorišćenja drva u proizvodnji ploča iverica iznosi 75–83%.

Oplemenjivanje iverica. Radi dekoracije i/ili tehničkog poboljšanja, ploča iverica se može oplemeniti s jedne ili obje strane furnirom, dekorativnim pločama, folijama i papirima impregniranim umjetnom smolom. Oplemenjena iverica je mehanički, fizički i kemijski otporna. Ploče iverice se mogu oplemeniti također oštampavanjem i površinskom obradom.

S jedne ili obje strane iverice mogu se nalijepiti furniri debeli 0,6–0,8 mm, i to karbamid-formaldehidnim ljepilom (140–160 g/m²) pod pritiskom od 5,5–8 kp/cm², ovisno o volumnoj težini ploča. Ako se furnirom oblaže samo jedna strana ploče, druga se namaže ljepilom da se s obje strane unese jednaka količina vode

i da se nefurnirana strana zaštići od upijanja vode, kako se ploča ne bi vitoperila u upotrebi.

Iverice se oplemenjuju i dekorativnim pločama. Dekorativna ploča sastoji se od natronskog papira impregniranog umjetnom smolom, ili od papira alfa-celuloze impregniranog melaminskom smolom pod djelovanjem topline i pritiska, ili od tvrde vlaknatice prešane s alfa-celulozom impregniranom melaminskom smolom. Posebnu vrstu dekorativnih ploča čine folije u kojima je nosač vulkan-vlakno (hidrat celuloze) ili pergament-papir slijepljen umjetnom smolom. Debljina iverice mora biti konstantna unutar granica ± 0,3 mm, što se postiže brušenjem. Dekorativna ploča lijepi se na ivericu carbamid-formaldehidnim ljepilom na temperaturi koja se, ovisno o upotrijebljrenom učvršćivaču, može kretati od sobne temperature pa do 100 °C. Tanke dekorativne ploče mogu se nalijepiti na ivericu i filmom na temperaturi 140 °C. Lijepi se pod pritiskom 1–6 kp/cm². Ako se samo jedna strana iverice oblaže dekorativnom pločom, s drugom stranom postupa se kao i kod furniranja s jedne strane. Površinska svojstva oplemenjene iverice odgovaraju površinskim svojstvima dekorativne ploče. Oplemenjivanjem dekorativnim pločama sprečava se da iverica upija vodu i bubri, osim na uskim stranicama, a i one se mogu oplemeniti kao i široke.

Površina ploče iverice se poboljšava ako se na nju nalijepe folije polivinilklorida debele 0,4–0,5 mm. Iverica treba da je homogenja jer su folije tanke. Folije se lijepe disperzionim ljepilom na temperaturi 50 °C pod pritiskom 2–8 kp/cm² ili neoprenskim ljepilom za koje je dovoljan pritisak trljanja rukom. Oplemenjene ploče imaju dekorativan izgled, površina im je otporna prema mehaničkim i kemijskim utjecajima, ali ne prema povišenoj temperaturi (npr. žaru cigarete). Primjenjuju se gdje je ploča izvrgnuta temperaturi nižoj od 80 °C.

Papir impregniran različnim umjetnim smolama služi za oplemenjivanje iverica u obliku imitacije furnira na pločama za namještaj i unutarnja uređenja i za proizvodnju oplemenjenih dekorativnih ploča. Imitacija furnira je papir od alfa-celuloze na koji je otisnuta tekstura drva, impregniran je poliesterskom smolom i lijepi se na ivericu na temperaturi 125–180 °C i pod pritiskom 8 kp/cm² ako impregnacija sadrži i ljepilo (samoljepljive imitacije), a 3 kp/cm² ako se lijepe dodatim ljepilom. Za namještaj i unutarnja uređenja upotrebljavaju se i iverice oplemenjene jednim ili više slojeva papira impregniranog dialiftalatnom poliesterskom smolom i priljepljenog na ploču pritiskom 10–14 kp/cm² na temperaturi 150–175 °C ili poliesterskim filmom na 120–160 °C.

Ploče iverice volumne težine 0,65–0,75 g/cm³ mogu se oplemeniti dekorativnim papirom koji je impregniran umjetnim smolama a nalijepi se na temperaturi 150 °C pod pritiskom 18–22 kp/cm². Tih papira ima više vrsta. Jedna je npr. dekor-film, papir od alfa-celuloze oštampan ili obojen bojom postojanom prema svjetlu i impregniran melaminskom smolom (100–140% težine sirovog papira). Kad god se traži iole veća otpornost ploča, ispod dekor-filma na ivericu se najprije prilijepi tzv. barijerni film (underlay), bijeli papir od alfa-celuloze impregniran fenolnom smolom (70–80% od težine suhog papira), a kad površina iverica ima slab kvalitet, ispod barijernog filma prilijepi se čvrsti natronski papir impregniran istom količinom fenolne smole kao barijerni film. Na pločama namijenjenim montiranju u vodoravnom položaju od kojih se traži najveća otpornost površine sloj dekor-filma pokrije se još zaštitnim filmom (overlay), laganim papirom od alfa-celuloze bez punila, impregniranim melaminskom smolom (200–300% od težine sirovog papira). Pri prešanju taj film postaje proziran. Melaminskom smolom oplemenjene ploče otporne su prema mehaničkom oštećenju grebenjem, protiv trošenja, protiv topline i kemikalija, neupaljive su i odolijevaju žaru cigarete.

Iverice se mogu oplemeniti također oštampavanjem i lakiranjem. Površina iverice ugrije se na 70–80 °C, premaže umjetnom smolom, dvaput grundira i nakon toga se na njoj odštampa tekstura drva ili šta drugo u jednoj, dvije ili tri boje, a potom se površina iverice lakira. Otpornost površine ovisi o kvalitetu laka. Ovaj način oplemenjivanja može biti jeftiniji nego furniranje.

Vlaknatica (ploča vlaknatica, lesonit) je ploča od vlakanaca drva ili drugih lignoceluloznih tvari slijepljenih u prvom redu adhezivnim silama koje djeluju medu njima. Vezna sredstva ili druge tvari mogu se dodavati za vrijeme izrade da se poveća čvrsto-

ća, otpornost prema vlazi, vatri, insektima ili gljivama, ili da se poboljšaju neka druga svojstva ploča.

Japanci su u šestom vijeku prije naše ere proizvodili neku vrst papira za zidove kuća. God. 1772 pronašao je Clay tzv. »papier māché«; on je ukazao na mogućnost njegove primjene u gradnji kuća i kola. Lyman je 1858 otkrio postupak za proizvodnju ploča od drvenih vlakanaca koji je primijenjen u praksi kad ga je usavršio Mason. Asplund je razvio postupak defibratorom.

Postupci za proizvodnju ploča vlaknatice uglavnom su slični postupcima za proizvodnju papira, s tom razlikom da se u proizvodnji vlaknatice ne odstranjuje lignin.

Ploče vlaknatice dijele se prema volumnoj težini na neprešane (izolacione) i prešane (tvrde). Izolacione (neprešane) vlaknatice dijele se dalje na polukrute, volumne težine $0,02\cdots0,15 \text{ g/cm}^3$ i na krute, volumne težine $0,15\cdots0,40 \text{ g/cm}^3$, a tvrde (prešane) vlaknatice na polutvrde, volumne težine $0,40\cdots0,80 \text{ g/cm}^3$, tvrde, volumne težine $0,80\cdots1,20 \text{ g/cm}^3$, i naročito otvrđnute, volumne težine $1,20\cdots1,45 \text{ g/cm}^3$.

Polukrute ploče vlaknatice upotrebljavaju se za izolaciju zvuka i topline. Savitljive su i odgovaraju na mjestima gdje su izvrgnute nativnim vibracijama. Proizvode se malo.

Krute vlaknatice proizvodile su se ranije u većoj količini nego bilo koja druga vrsta ploča vlaknatice. Upotrebljavaju se za izolaciju zvuka i topline u stanovima i drugim prostorijama i za vanjska oblaganja. Ploče vlaknatice za vanjska oblaganja moraju biti otporne prema vodi, što se postiže dodavanjem zaštitnih tvari u toku proizvodnje ili izradom zaštitnog sloja na površini. Debele su $7\cdots25 \text{ mm}$; deblje se mogu izrađivati slijepljivanjem tanjih. Široke su $1,22 \text{ m}$ i duge do 5 m .

Polutvrde vlaknatice malo se proizvode. Upotrebljavaju se za iste svrhe kao i tvrde.

Tvrde vlaknatice dijele se na standardne i otvrđnute toplinom ili uljem. Sloj vlakanaca iz kojeg se prešanjem proizvode tvrde vlaknatice izrađuje se pomoću vode (mokri postupak) ili zraka (suhi postupak). Sloj vlakanaca izrađen po mokrom postupku sadrži veliku količinu vode, pa se s jedne strane sloja stavlja mreža od žice da bi pri toplom prešanju mogla iz ploče izlaziti vodena para. Stoga je ploča vlaknatica izrađena mokrim postupkom s jedne strane glatka, a s druge ima otisak od žičane mreže. Ako se preša suhi sloj vlakanaca, glatke su obje strane ploče. Tvrde vlaknatice mogu se obradivati toplinom ili mješavinom sušivih ulja da im se poboljša čvrstoća i otpornost protiv vode. Debele su $2\cdots8 \text{ mm}$, široke 2 m i duge do $5,5 \text{ m}$. Upotrebljavaju se za namještaj, oblaganje zidova, vrata, oblaganje u vozilima i u druge svrhe kao i šerploče. Mogu se piliti, brusiti, zakivati čavlima, pričvršćivati vijcima, lijepiti, savijati i površinski obradivati.

Naročito otvrđnute vlaknatice malo se proizvode. Vlakancima se dodaje znatna količina umjetne smole, pa se ta masa preša pod visokim pritiskom. Upotrebljavaju se za razvodne ploče i u neke druge svrhe.

Za izradu ploča vlaknatica pogodne su sve vrsti drva, ali zahtjev ekonomičnosti proizvodnje u konkurenциji s drugim proizvodima smanjuje broj vrsta drva koje dolaze u obzir za proizvodnju vlaknatica. U Evropi se proizvode od četinjača: jele, smreke, bijelog bora i pseudoučuge, i od listača: topole, johe, vrbe, breze, kestenja i bukve. Za vlaknaticu je upotrebljivo drvo volumne težine $0,4\cdots0,6 \text{ g/cm}^3$, ali u nekim zemljama upotrebljavaju se i vrste drva veće volumne težine. Drvo vrlo male volumne težine nije pogodno zbog velikih troškova transporta i uskladištenja, a drvo velike volumne težine, opet, troši mnogo energije za usitnjavanje. Za izolacione ploče bolje odgovara drvo četinjača, kome se može dodavati nešto drva listača male volumne težine. Tvrde ploče izrađuju se od drva četinjača i listača male i veće volumne težine.

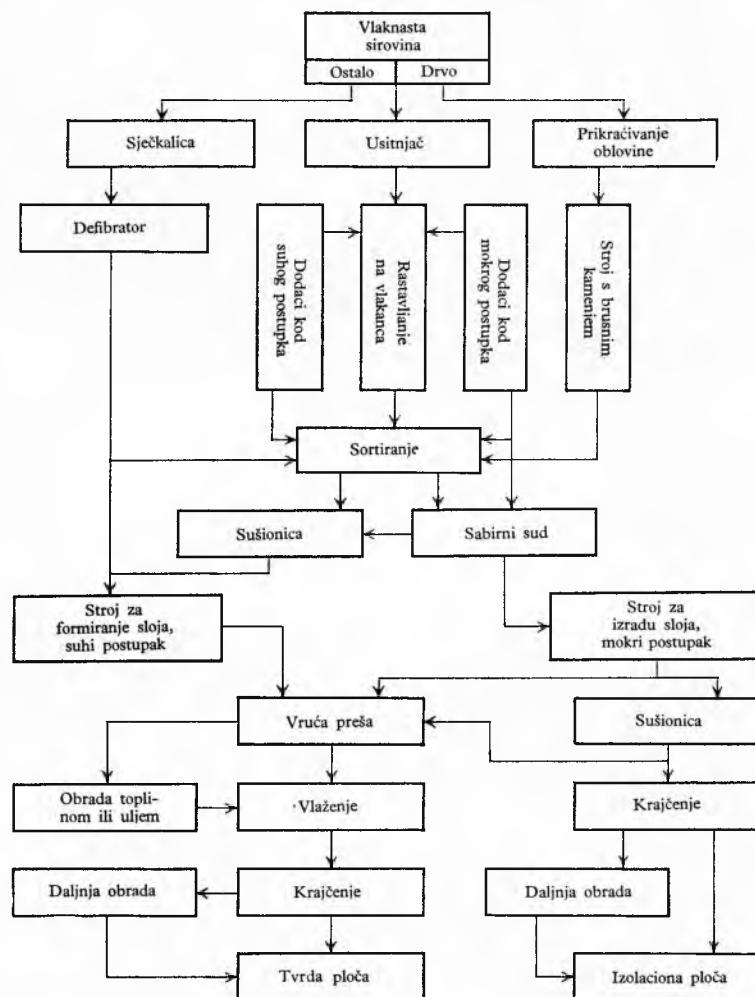
S obzirom na ekonomičnost proizvodnje, sortimenti drva za vlaknatice mogu se poredati redom navedenim u nastavku.

Najekonomičniji su otpaci iz prerade drva: pilanski, furnirski, iz proizvodnje namještaja i drugi, jer su za njih već plaćeni troškovi sječe i izrade, transporta i primarne prerade. Nečisti otpaci nisu dobra sirovina za vlaknatice. Na drugo mjesto dolaze šumski otpaci

dobiveni pri sjeći drveća, uključivši i grane. Na trećem mjestu je prezrelo drvo koje ne odgovara za građu i ne podnosi troškove sječe, izrade i transporta ako se prerađuje u primarnoj preradi. Na četvrtom mjestu je drvo koje se ne koristi za građu, celulozu i gorivo (npr. pajasen), tj. drvo koje se smatra »korovom«. Konačno, za vlaknaticu može se upotrijebiti i drvo iz prorede, ukoliko se ne prerađuje u celulozu.

Okorano drvo bolje odgovara nego neokorano jer daje ploče bolje izgleda. Bulkva ima 7%, smreka 9%, jela 11%, a bor 15% kore. Sirovina se uskladišta na stovarištu tvornice, tako da se održava u sirovini postotak vlage koji najbolje odgovara u proizvodnji, s time da transport na stovarištu bude što jeftiniji i da je sirovina zaštićena od požara.

U proizvodnji ploča vlaknatica dodaje se 3…20% od težine ploča karbamid-formaldehidnog ili fenol-formaldehidnog ljepila da bi ploče bile čvršće i otpornije protiv vode. Vlaknaticama može se dodavati kolofonija, parafina i asfalta 1…2% od težine ploča da budu otpornije protiv vode, a pentaklorfenola ili arsenskih soli da se zaštite od napada gljiva i insekata. Ako se sloj vlakanaca iz kojeg se prešanjem dobiva vlaknatica izrađuje po mokrom postupku i suhi prije prešanja, može se dodavati 1…8% ulja da se poboljša čvrstoća i otpornost ploče protiv vode. Parafin ili voskovi mogu se dodavati na sloj vlakanaca da se za vrijeme prešanja ploča ne lijepe za limove. Kod daljnje obrade tvrdih ploča dodaje se laneno ulje, sojino ulje ili alkidna smola. Tehnološka shema



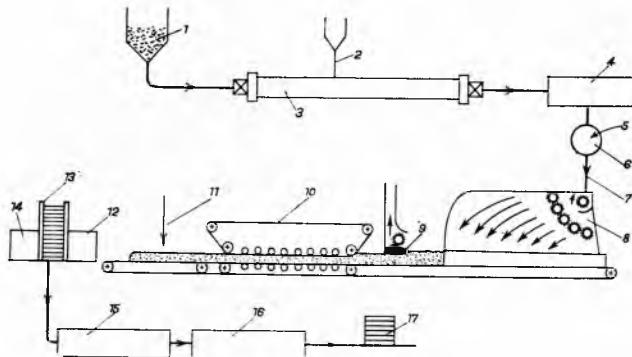
Sl. 34. Shema proizvodnje izolacionih i tvrdih vlaknatica (prema FAO)

proizvodnje izolacionih i tvrdih vlaknatica prikazana je na sl. 34. Vlaknica se mogu izrađivati mehanički, termo-mehanički, kemijsko-mehanički i eksplozijom pare. Mehanički se drvo rastavlja na vlaknaca i snopice vlakanaca pritiskivanjem sirovih oblica četinjača i mekih listača na brusni kamen koji rotira (v. proizvodnju drvenjače u članku *Drvo, kemijska prerada*, str. 444). Krupniji

komadići odvajaju se na situ i melju u mlinu. Suho drvo se pari od 3 do 12 sati pod pritiskom od 3...6 at. Postotak iskorišćenja iznosi 90...95%. Nedostatak je mehaničkog postupka što se vlakanca oštećuju i skraćuju na 1/6 do 1/2 svoje prirodne dužine. Iz sloja takvih vlakanaca teško otiče voda, pa nisu pogodna za tvrde ploče, a malo se upotrebljavaju i za izolacione. Termo-mehaničkim postupkom drvo se najprije omekša parom ili vodom, a zatim u mlinu mehanički rastavlja na vlakanca. Ako se omekšava vodom, vlakanca su gruba. Ima više termo-mehaničkih procesa od kojih je najvažniji postupak defibratorom. Iverje veličine $\sim 25 \times 19 \times 9,5$ mm doprema se u predgrijač koji se grije parom pod pritiskom 10 kp/cm² (177 °C) do 12 kp/cm² (188 °C), ovisno o vrsti drva i kvalitetu vlakanaca koje treba proizvesti. Iverje se melje u mlinu pod jednakim pritiskom pare. Postotak iskorišćenja iznosi, prema trajanju parenja i vrsti drva, 90...95%. Prednosti su procesa s defibratorom što je proces kontinuiran, što je potrošnja električne energije relativno mala, što je postotak iskorišćenja visok i što je postupak primjenljiv na sve vrste lignoceluloznih sirovina. Kemijsko-mehaničko rastavljanje drva na vlakanca malo se primjenjuje jer je postotak iskorišćenja svega 70...85%. Iz istog razloga malo se u Evropi primjenjuje i postupak eksplozije pare.

Izrada izolacionih (neprešanih) vlaknatice. Sloj vlaknatice izrađuje se mokrim postupkom uglavnom na Fourdrinierovu stroju preuzetom iz proizvodnje papira (v. *Celuloza*, TE 2, str. 580, i *Papir*). Kašasta masa vlakanaca suspendiranih u vodi teče preko valjka na dugo sito. Voda se odstranjuje gravitacijom, vakuumom i pritiskom valjaka. Sloj vlakanaca razrezuje se na komade koji odgovaraju dužini ploče. Sloj vlakanaca, koji ima 100...300% vlage u odnosu na težinu standardno suhih vlakanaca, suši se u sušionici s valjcima 2...4 sata na temperaturi od 120...180 °C, pa se vлага svede na 1...3%. Sušionica je duga do 90 m a iznimno i više, široka je 3,66 m, obično ima 8 etaža. Ploče koje treba zaštитiti od manjeg napada insekata uranjuju se u zaštitno sredstvo ili prskaju zaštitnim sredstvom. Zaštitno sredstvo se može i dodavati vlakancima da se jednolično raspodijeli u ploči. Ploče se mogu i različitim sredstvima zaštiti od vatre.

Izrada tvrdih (prešanih) vlaknatice. Sloj vlakanaca za tvrde vlaknatice izrađuje se mokrim postupkom na sličan način kao za izolacione ploče. Sloj vlakanaca za tvrde vlaknatice može se izradivati i suhim postupkom (sl. 35). Prednosti suhog postupka



Sl. 35. Shema suhog i polusuhog postupka »Plywood Research Corp.« za proizvodnju tvrdih vlaknatica formiranjem sloja vlaknatica pomoću zraka. 1 Iverje, 2 vosak, 3 parna cijev, 4 Bauerov mlin, 5 smola i očvršćivač, 6 mješalica, 7 transport vrućim zrakom, 8 natresanje iverje, 9 izjednačenje debljine sloja iverje, 10 prepreša, 11 pila za krajčenje i prikraćivanje, 12 uređaj za punjenje preše, 13 preša, 14 uređaj za pražnjenje preše, 15 klimatiziranje, 16 krajčenje, 17 uskladištenje i otprema

su u tom što nije potrebna voda i otpada čišćenje vode od fenola prije puštanja u vodotok. U suhom postupku iverje se melje nasuho i polusuho. Ako treba, vlakanca se mogu sušiti u kanalnim ili drugim sušionicama, a fine čestice se odstranjuju zračnim separatorom. Dodaje se $\sim 2,5\%$ voska i 0,5...5% fenolne smole od težine suhih vlakanaca. Što je manji sadržaj vode u vlakancima to se više dodaje umjetne smole. Povećani izdaci za smolu nadoknuju se skraćenjem vremena prešanja; kako prešanje traje kraće, preša može za isti obim proizvodnje imati manje etaže pa je jeftinija.

Tvrde ploče vlaknatice prešaju se namokro ili nasuho, prema tome koliko vode sadrži sloj vlakanaca. Preša se namokro kad sloj vlakanaca sadrži toliko vode da ga je potrebno prešati sa žičanom mrežom. Prešanje traje 6...15 min, temperatura prešanja iznosi 185 °C, a u nekim tvornicama i 210 °C, da se skrati prešanje. Na slijepljivanje vlaknatice znatno utječe voda; ako ima previše vode, nastaju u ploči mjejhuri, a ako je premalo vode, vlakanca se ne slijepe kako bi trebalo. Preša ima 20...30 etaža. Po kilogramu tvrdih vlaknatica troši se 950...1047 kcal topline. U prešama koje se griju topлом vodom može se sniziti potrošnja topline na 900 kcal/kg tvrdih vlaknatica, dok starije preše troše 1300...1500 kcal za 1 kg tvrdih vlaknatica. Za prešanje se troši oko 2/3 ukupne količine topline potrebne za izradu tvrdih vlaknatica. Tvrde vlaknatice mogu se prešati i nasuho. Sloj vlakanaca osuši se na 1% vlage i preša 2,5...3 min pod pritiskom od 70...105 kp/cm² na temperaturi od 150...230 °C. Vlakanca moraju biti finija nego za mokro prešanje. Preša ima manje etaže i jeftinije uređaje za punjenje i pražnjenje, ali je potreban predgrijач. Limovi se stavljuju s obje strane ploče bez žičane mreže, pa se dobivaju ploče gлатke s obje strane.

Tvrde ploče mogu se izložiti djelovanju topline u preši ili obično izvan nje da im se poveća čvrstoća i otpornost protiv vode. Ploče debele 3,2 mm griju se 5...6 sati na temperaturi od 155...165 °C. Grijanjem im se poveća čvrstoća za 25%, pa i više, i postaju otpornije prema vodi. Ploče se slažu na kolica ili vješaju na beskonačni lanac i transportiraju kroz tunel u kojem strui ugnjivo zrak, uzdužno ili poprečno.

Tvrde vlaknatice mogu se nakon prešanja najprije impregnirati uljem i zatim izložiti djelovanju topline da im se poveća čvrstoća i otpornost protiv vode, vremenskih utjecaja i trošenja na površini. Impregniraju se sa 4...8% lanenog ili sojina ulja ili alkidne smole, a upotrebljavaju se i naftni produkti, fenolne smole i sastojci lignina. Ploče se provlače kroz zagrijano ulje i griju 6...9 sati na temperaturi od 160...170 °C u sušionici u kojoj struji zrak.

Tvrde ploče vlaknatice nakon prešanja, djelovanja topline i impregniranja uljem imaju manji postotak vlage od vlage ravnoteže koju bi trebale imati u upotrebi, pa se vlaže na 5...8% vlage da se ne bi vitoperile.

Nakon toga ploče se krajče, pri čemu se dobiva 6...7% otpadaka, koji se upotrebljavaju za gorivo, a u nekim tvornicama se ponovo preraduju u vlakanca, samo što su takva vlakanca lošijeg kvaliteta nego vlakanca od iverja, pa je potrebno dodavati više veznog sredstva.

U istoj tvornici može se prema zahtjevu tržišta kombinirati proizvodnja izolacionih i tvrdih ploča. Slojevi vlakanaca za izolacione i tvrde ploče mogu se izradivati na istom stroju, a zatim se suše u proizvodnji izolacionih i prešaju u proizvodnji tvrdih ploča. U tom slučaju stroj za izradu slojeva od vlakanaca može imati znatno veći kapacitet nego preša.

Oplemenjivanje tvrdih vlaknatice. Tvrde ploče vlaknatice mogu se oplemeniti s jedne ili obje strane folijama melaminske smole ili na neki drugi način, da im se poboljšaju svojstva. Melaminske folije djeluju zaštitno i dekorativno, a površina ploče je otporna prema habanju, temperaturi, kiselinama i alkajama, alkoholima, uljima i žaru cigarete. Oplemenjene vlaknatice upotrebljavaju se za namještaj, oblaganja u trgovinama i javnim zgradama, laboratorijsima i u razne druge svrhe. *J. Krpan*

LIT.: *J. H. Flatscher*, Handbuch des Sägebetriebes, Berlin 1929. — *A. D. Wood, T. G. Linn*, Plywoods. Their development, manufacture and application, Brooklyn 1943. — *L. H. Meyer*, Plywood, what it is — what it does, New York-London 1947. — *T. D. Perry*, Modern plywood, New York 1948. — *E. Irschik*, Furnier und Sperrholz und ihre fabrikmäßige Herstellung, Stuttgart 1949. — *J. Krpan*, Furniri i šperovano drvo, Zagreb 1951. — *V. J. Rine*, The manufacture of veneer and plywood, Kuopio 1952. — *H. Neusser*, Die Faserplatte, ihre Bedeutung und Herstellung, W. Klautz, Die Holzspanplatte, ihre Entwicklung und Herstellung, u djelu: Holzwirtschaftliches Jahrbuch Nr. 4, Stuttgart 1954. — *R. M. Zollinger*, Die Holzfaserdämmplatten, ihre Verwendung und Verarbeitung, Stuttgart 1954. — *W. Priester, H. C. A. Thielmann*, Spanholz, Köln-Braunsfeld 1954. — *F. Kollmann*, Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, 2 Bde, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1951/55. — *E. S. Johnson, A. A. Carlyle, L. B. McGee, R. A. McLean*, Wood particle board handbook, Raleigh, N. C. 1956. — *E. Zodel*, Neuzeitliche Sägewerkstechnik, Wiesbaden 1956. — *B. C. Лебедев*, Фанерное производство, Москва-Ленинград 1956. — *Н. Л. Новосельский, В. М. Кунин, И. Дроздов*, Строительные плиты из органического волокна, Москва 1956. — *И. А. Шейдин, А. В. Смирнов, К. А. Демидова*, Технология древесных пластиков, Москва-Ленинград 1956. — *М. Н. Хухранский*, Прессование и гибка древесины, Москва-Ленинград 1956. — *H. Sawall*, Die Holzspanplatte, Fertigung und Verwendung, Berlin 1957. — *Th. Kristen, W. Westhoff, H. Rüsch, A. Stoß, J. Hierl*, Holzwolleichtbauplatten, Eigenschaften, Feuchtigkeits- und Frostbeanspruchung, Berlin 1957. — FAO, Fibreboard and particle board, Rome 1958. — *W. Scheibert*, Spanplatten, Leipzig

zig 1958. — *H. T. Нысенко, С. В. Генель*, Пластификация цельной древесины, Москва-Ленинград 1958. — *N. C. Brown, J. S. Bethel*, Lumber, New York-London 1958. — *J. Zvara i dr.*, Mechanické spracovanie listnatého dreva, Bratislava 1958. — *A. H. Отливчик*, Производство древесно-стружечных плит на лесопильных и деревообрабатывающих предприятиях, Москва-Ленинград 1959. — *Н. Я. Солечник*, Производство древесно-стружечных плит, Москва-Ленинград 1959. — *G. M. Шварцман*, Производство древесно-стружечных плит, Москва 1959. — *L. Putna*, Výroba třískových desek, Praha 1961. — *M. Knežević*, Prerada drveta na strugarama, Beograd 1961. — *F. Kollmann*, Furniere, Lagenhölzer und Tischlerplatten, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1962. — *P. E. Калининский*, С. Б. Юдин, Л. Е. Шевелев, Оборудование и технологические процессы ленточнопильных потоков, Москва 1962. — *А. Н. Песоцкий*, Лесопильное производство, Москва 1963. — *П. Л. Аксенов*, Технология пиломатериалов, Москва 1963. — *P. E. Калининский*, Автоматизация технологических процессов лесопиления, Москва 1964. — *K. Fronius*, Organisation, Planung und Kalkulation des Sägebetriebes, Stuttgart 1964. — *H. J. Deppe, K. Ernst*, Technologie der Spanplatten. Ein Ratgeber für die Praxis, Stuttgart 1964. — *F. Kollmann* (Herausg.), Holzspanwerkstoffe, Berlin-Heidelberg-New York 1966. — *I. Horvat, J. Krpan*, Dryno-industrijski prirūčnik, Zagreb 1967. — *M. Knežević*, Furniri i šperirano drvo, Beograd 1967. — *Г. Д. Власов, В. А. Кулаков, С. А. Родионов*, Технология деревообрабатывающих производств, Москва 1967.

I. Horvat J. Krpan

DUHAN (DUVAN), име биљке из рода *Nicotiana*, familije pomoćnica (*Solanaceae*); takođe име сушеног i обраденог lišća te biljke i nekih produkata koji se dobivaju njegovom preradom.

DUVANSKA BILJKA I NJEZINA KULTURA

Duvanska biljka. Rod *Nicotiana* obuhvata šezdesetak do sada poznatih vrsta, od kojih najveći broj vodi poreklo iz Južne i Severne Amerike, a manji iz Australije, Sundskih otoka i otoka Tihog oceana. Za kulturu su od značaja obični duvan (*N. tabacum*) i krdža ili hržak (*N. rustica*). Ostale vrste rastu u spontanoj flori, manji se broj uzgaja kao ukrasno bilje.

Obe kulturne vrste, duvan i krdža (hržak, mahorka) potiču iz Južne Amerike (Peru, Bolivijska, Čile), i to se običan duvan razvijao istočno, a krdža zapadno od planinskog lanca Anda. Obe ove vrste gajili su južnoamerički Indijanci već u davnoj prošlosti. Iz centra svog postanka one su se širele na sever do Kanade, a na jug do kraja južne obale Argentine. Prvi opis duvana i njegove upotrebe dao je moreplovac i istraživač Amerigo Vespucci (1507). Ne zna se tačno kada je i ko je donesen duvan u Evropu. Prema nekim izvorima prvo seme krdža preneto je u Portugaliju 1518., prema drugima doneo je prvo seme duvana iz Brazilia u Francusku franevac André Thévet (1555). Tokom druge polovice XVI st. gajenje se duvana rasširilo na gotovo svu Evropu; na prelazu iz XVI u XVII st. Španci su preneli duvan u Kinu, Japan i Filipine, a Portugalci u svoje kolonije u Zapadnoj Africi i Indoneziji. U isto vreme prenet je duvan u Tursku, a odatle ubrzno na Balkan (Grčku, Bugarsku, južne delove Jugoslavije). Prema pisanim dokumentima u Dubrovačkom arhivu može se pretpostaviti da je u Dalmaciju i Hercegovinu duvan prenet preko Venecije, verovatno 10.-15. godina pre nego što je prenet iz Turske na Balkan. Interesantno je da se istakne da su Indijanci u Severnoj Americi pretežno gajili krdžu i da je običan duvan, prenet iz Južne Amerike, počeo da se širi u upotrebi i gaji za tržiste tek po dolasku Evropljana kao osvajača i naseljenika (1612).

Blagodareći svojoj labilnoj genetskoj konstituciji i velikoj plastičnosti, kroz mutacije i spontane hibridizacije, a kasnije smišljenim selekcionim radom, dodavši tome i vrlo raznoliki uticaj ekoloških uslova zemalja u koje je uveden u kulturu, nastale su nove forme i sorte duvana, posebni ektotipovi određenih bioloških i tehnoloških osobina. Tako se duvan iz svoje prvobitne postojbine u sputropskoj zoni, kroz stoteća kulture, prilagodio sasvim novim uslovima, izmenivši svoju prirodu u znatnoj meri.

Duvan je u uslovima umerene klime jednogodišnja zeljasta biljka, a u tropskoj i sputropskoj klimi je ograničeno višegodišnja. Visina njegovog stabla varira u širokim granicama, od 0,50 do 3 m, zavisno od sorte, a delom i od ekoloških uslova i primenjene agrotehnike. Stablo je člankovito i broj članaka, kao i dužina internodija, do izvesne su granice sortna osobina. Krajem vegetacionog ciklusa donji deo stabla odrvenjava.

Lišće, radi kojeg se duvan proizvodi, varira u vrlo širokim granicama po broju, krupnoći, obliku, položaju prema stablu, debljini liske i karakteru nervature. Ono je naizmenično poredano na stablu, pod različitim uglom (od 20° do 90°). U nekojih forama i sorata je sedeće, a u drugih na dužim ili kraćim peteljkama koje mogu biti obrasle zalisticima ili su gole. Dužina lista prema pojedinim sortama i uslovima gajenja varira od 5 do 100 cm, a širina od 2 do 50 cm. Broj listova na biljci u većine sorata varira od 20 do 30, ali postoje i tzv. mamut (gigas) forme u kojima broj listova može dostići i do 100. Oblik lista može biti srast, jajast, eliptičan, kopljast. Na jednoj istoj biljci lišće je različito kako po obliku, tako i po krupnoći, a i po rasporedu i broju bočnih rebara, kao i po uglu koji zaklapaju sa glavnim rebrom. Broj bočnih rebara povećava se idući od donjeg ka gornjem lišću. Obično je lišće koje se razvija na srednjem delu stablike najkrupnije, a lišće sa donjeg i gornjeg dela stablike sitnije. Površina liske pokrivena

je višećeljnim žlezdastim dlačicama; one luče etarska ulja i smolaste materije koje su nosioci mirisljavosti i aromatičnosti duvana.

Lišće varira i po svome hemijskom sastavu ne samo po pojedinim sortama, već i u okviru iste sorte saobrazno promenama uslova gajenja. Lišće jedne iste biljke razlikuje se po hemijskom sastavu, pa prema tome i po svojoj upotreboj vrednosti. Iz pazuha matičnog lišća razvijaju se zaperci koji nisu poželjni sa stanovišta proizvodnje jer oduzimaju hranu matičnom lišću, smanjujući mu kvalitet, a i ukupan prinos. Na vrhu stabla razvijaju se cvetovi skupljeni u više ili manje rastresitu cvast.

Duvan reaguje vanredno izrazito na promenu uslova spoljne sredine i primenjene tehnike u gajenju, u prvom redu svojim porastom i dinamikom razvića. To je naročito izraženo u krupnoći i teksturi lišća kao i njegovom hemijskom sastavu. Ova okolnost pruža mogućnost da se u tehnički proizvodnji odgovarajućim postupcima deluje u određenom pravcu, a čini duvanskim biljku i vanredno pogodnom za selekcija i genetska istraživanja.

Kultura duvana. S obzirom na vrlo sitno seme (10...15 hiljada semeni na gram), proizvodnja duvana obuhvata dva osnovna perioda: period razvića rasada i period razvića biljke na njivi-duvaništu. Rasad, čije razviće traje 30...50 dana, proizvodi se u toplim, polutoplim ili hladnim lejama (prema klimatskim uslovima). Na pripremljeno duvanište duvan se rasadije — ručno ili naročitim mašinama — u proleće, kad prestane opasnost od mrazova. Nega duvana na duvaništu obuhvata niz mera koje su jednake kao i kod drugih okopavanih kultura (pršenje, prihranjivanje, navodnjavanje i zaštita od bolesti i štetočina), ali i neke koje su u izvesnoj meri specifične (zakidanje zaperaka i zalamanje cvasti).

Tehnička zrelost lišća određenih insercija (spratova) pojedinih sorata duvana, pri određenim uslovima spoljne sredine, manifestuje se nizom karakterističnih pojava i promena jer se pojedine insercije (spratovi) obrazuju pri različitom stepenu delovanja pojedinih činilaca spoljne sredine. Pre svega ugao pripojila lista prema stablu povećava se; lišće postaje ljepljivije sa karakterističnim sjajem i mirisom. Karakteristična je pojava bledozelene ili žučkaste boje po ivici liske ili u vidu većih ili manjih polja po čitavoj površini (nazvano u praksi »brokanje«).

Tehnička zrelost lišća nastupa postupno, počev od onog sa donjem dela stablike, preko srednjeg i završno sa onim na gornjem delu. Tim redom obavlja se i berba.

Berba se mahom vrši ručno, otkidanjem tehnički zrelog lišća koje se slaže u manja povesma. Pokušaji da se berba mehanizuje nisu dali zadovoljavajuće rezultate. Istog dana po završenoj berbi obrano se lišće niže ručno ili mašinski na kanap u nize, da se omogući pravilna dalja obrada. Prilikom nizanja, lišće se klasira po branjima (insercijama), po veličini i stepenu oštećenja.

Prinos sitnolisnih, aromatičnih duvana po hektaru na tipičnim staništima kreće se između 700 i 1200 kg, a krupnolisnih od 1200 do 1300 kg. Variranje prinosa zavisi od sorte, ekoloških uslova reona, vremenskih prilika svake godine i primenjene tehnike u proizvodnji.

Upotreba duvana. Iz duvana (odn. krdže) bogatog nikotinom dobivaju se izluživanjem vodom ili destilacijom s vapnenim mlekom duvanski lugovi koji služe kao pesticidi za zaštitu bilja i kao »osovin« za impregniranje duvana za žvakanje. Ponovljenoj etarskom ekstrakcijom takvog luga dobiva se čist niotin, koji se upotrebljava u farmaceutskoj i hemijskoj industriji za proizvodnju insekticidnih preparata, kao sirovina za sintezu amida nikotinske kiseline (PP-faktora iz kompleksa B-vitamina), koramina, hidrazida nikotinske kiseline i dr., u štavljenju kože itd. Iz duvana mogu se ekstrahirati takođe limunska, jabučna i oksalna kiselina, pektini i dr. Iz duvanskog cveta dobivaju se specifična etarska ulja; duvansko seme sadrži 34...44% masnih ulja, koja se mogu ekstrahirati i služe u proizvodnji firmisa, sapuna i grafičkih boja. Od prerađenog semena dobivaju se uljne pogače bogate belančevinama i pogodne za ishranu stoke. Celuloza dobivena iz duvanskih stabljika pogodna je za izradu ambalažnog materijala. U kudikamo najvećoj meri, međutim, upotrebljava se duvansko lišće za proizvodnju preradevinu koje služe za uživanje duvana pušenjem, žvakanjem ili šmrkanjem. U nastavku ćemo imati u vidu samo tu primenu kad ćemo govoriti o sortama duvana i o njegovoj obradi i preradi.