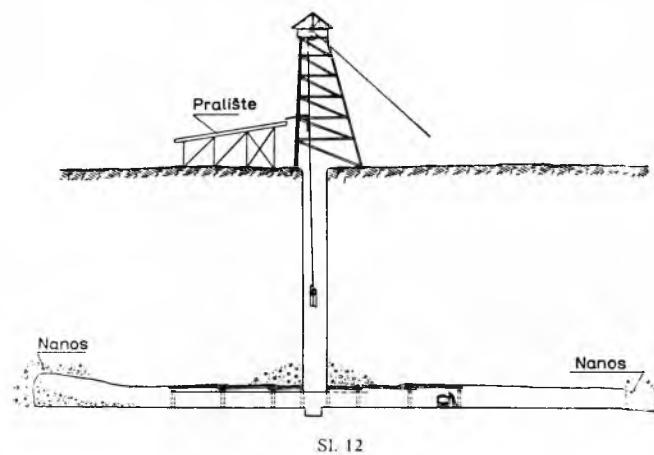


pranim materijalom (sl. 11). Troškovi proizvodnje jednog takvog bagera kreću se od 100 do 220 d za 1 m<sup>3</sup> izbagerovanog nanosa.

*Jamske metode* (drift-mining, sl. 12) primenjuju se za otkopavanje dubokih nanosa koji se nalaze na dubini od 50...60 m; a moćnost im je od 1,30 do 2 m. Nalazište se obično otvara oknom



Sl. 12

kojim se aluvij probija do podloge. Na podlozi se razvijaju horizontalne galerije s izvoznim hodnicima po dužini i širini ležišta. Okno se obično stavlja u sredinu polja, a otkopavanje ide od granice polja ka izvoznom oknu. Ostale operacije, kao što su podgradivanje, odvodnjavanje, ventilacija i izvoz, izvode se kao pri normalnom radu u horizontalnim slojevima. Troškovi eksplotacije, uključujući i pralište, iznose 900...1300 d za 1 m<sup>3</sup> nanosa pri učinku od 6...8 m<sup>3</sup> na nadnicu.

LIT.: E. B. Wilson, *Hydraulic and placer mining*, New York 1918. — R. Peele i J. A. Church, *Mining engineers' handbook*, New York 1941. — B. R. Нескит, *Обогащение россыпей*, Москва 1947. — H. L. H. Harrison, *Valuation of alluvial deposits*, London 1954. Dr. T.

**AMALGAMACIJA**, oplemenjivački postupak za rude zlata i/ili srebra kojim se ovi plemeniti metali, stvaranjem legure (*amalgama*) sa živom, izdvajaju iz jalove rudne mase i tako dobijaju čisti. Postupak se zasniva na pojavi da u četvorokomponentnoj pulpi voda/zlato/živa/jalovina imamo dvojako selektivno kvašenje: živa kvasi zlato i srebro a voda kvasi nemetalnu jalovinu. Pri kontinuiranom odvođenju osiromašene vodene struje preostaje zlatom i/ili srebrom obogaćeni amalgam. Suština te pojave nije potpuno objašnjena. Taggart (1951) smatra da je selektivno kvašenje posljedica diferencijalnih intermolekularnih privlačnih sila: veće su atraktivne sile između molekula žive i vode nego između molekula zlata i vode; Pryor (1955) uzima u obzir razlike između površinskih napetosti vode, žive i zlata, od kojih je površinska napetost zlata najjača pa zato ono kao adsorptiv penetrira u živu. Ipak, prema Pryoru, glavni će faktor biti gravitacija, sila teže, uslijed koje čestice zlata tonu u (tečnoj) živi; u prilog tome ide okolnost da se veoma sitne čestice zlata ne mogu amalgamirati.

U praksi se primjenjuju različiti uređaji za amalgamaciju, u zavisnosti od svojstava preradivog plemenitog metala. Za zlato sitnije od 35 meša (0,4 mm) uglavnom dolaze u obzir *amalgamacioni stolovi*. To su drvene ploče pokrivene bakrenim limom obično od 3 mm, prevućenim tankim slojem žive. Veličina stolova je oko 4,5...5,5 m × 1,5 m, odnosno 0,1...0,5 m<sup>2</sup>/t rude. Fino samlijevena ruda teče preko nagnutog stola u pulpu s približnim odnosom čvrstog prema tečnom kao 1 : 4. Rad je diskontinuiran, zlatni amalgam se povremeno (svakog dana, mjeseca ili čak kvartala) skida strugačem, pa se ploča nanovo prevlači živom. Za krupnije čestice zlata (npr. pulpu već jednom preradenu na stolu) upotrebljavaju se *amalgamacioni lonci* ili *amalgamatori*, kojih ima različitih oblika. Sastoje se od posude sa živom (3...6 g Hg/g Au) u koju direktno ulazi pulpa (~ 10% čvrstog); zlato, kao teže, tone u živi a jalovina ostaje na površini pa je voda odnosi. Radi li se o »zardalom« zlatu (zlatu s opnom od željeznih oksida) ili o veoma srasloj rudi, materijal se mora »raščiniti«, bilo prije amalgamacije (rjeđe) bilo istovremeno s njom (obično), što se čini u *amalgamacionim mlinovima*. To su obični ili specijalni rotacioni

bubnasti mlinovi s kuglama ili s palicama, mahom bez obloge ili pak s gumenom oblogom. Redovno se mljevenje vrši istovremeno s amalgamacijom (najmanje 1 kg žive na 35 kg koncentrata), pa proces traje od 50 min do nekoliko sati. Radi sprečavanja onečišćenja žive (osobito je štetno onečišćenje već i neznatnim količinama ulja za podmazivanje, npr. od rudarskog alata), u mlin se moraju dodavati razni reagenti (alkalije, salmjak, cijanidi). Gubici žive s jalovinom u vodenoj struji zavise od mnogih faktora, prvenstveno od vrste i svojstava rudnog minerala, i mogu iznositi i do 25%, ali obično idu do nekoliko procenata, ponekad i manje od 1%.

Dobijeni amalgam se rastavlja u sastavne dijelove filtracijom i destilacijom. Filtrira se pomoću pritiska prešom (u sitnim pogonima se amalgam ručno gnjeći kroz kakvu tkaninu). Obogaćeni kolač sadrži 60...70% Au. Destilacija se vrši u prostim retortnim pećima. Dobijeno sirovo zlato sadrži od 0,1 do 1,5% Hg, te se još mora rafinirati.

Amalgamacija, poznata već Rimljanim (Vitruvius, ← 13), bila je još na početku ovog stoljeća glavna metoda koncentracije i za zlato i za srebro. Međutim, iscrpenjem bogatijih nalazišta s krupnijim česticama zlata i pronalaskom postupka cijanizacije (v. *Cijanizacija*), koji je omogućio i preradu ruda s fino dispergiranim zlatom, amalgamacija gubi od važnosti i danas se kao samostalni postupak primjenjuje veoma rijetko i samo u malim pogonima (»placerima«). Tome je pridonijela i okolnost što se njome može postići iskorijenje, u prosjeku, od samo 70...75% (moguće su oscilacije od 50 do 97%) dok drugi postupci (cijanizacija, flotacija) imaju prosjek od 90 do 95%. Donekle se ovaj slab tehnološki učinak amalgamacije kompenzira niskim pogonskim troškovima (svega oko jedne trećine troškova cijanizacije). Zato se amalgamacija još uvijek može korisno primjeniti, naročito u kombinaciji s drugim postupcima, kako se to danas mahom i čini.

U našim krajevima radila je potkraj prošlog i početkom ovog vijeka amalgamacija zlata u Fojnici. Tamošnji zlatonosni pirit sadržavao je tada 25...50 g/t zlata i 80...150 g/t srebra. Za raščin i prethodnu amalgamaciju služile su stupe, a glavni amalgamacioni uređaj bili su stolovi (4 komada veličine 4 m × 0,5 m), dok su za odvajanje jalovine (odmuljivanje) služili pokretni žlebovi (»Frue Vanner«). Nominalni kapacitet postrojenja iznosio je 70 t/dan. Fojnička separacija potpuno je odgovarala tadašnjem stanju tehnike (imala je i vlastitu električnu hidrocentralu), ali je rad obustavila, kako izgleda, još prije Prvog svjetskog rata, vjerovatno zbog opadanja sadrzine zlata u rudi.

LIT.: A. F. Taggart, *Handbook of mineral dressing*, New York 1945. — J. V. N. Dorr i F. L. Boquie, *Cyanidation and concentration of gold and silver ores*, New York 1950. — E. J. Pryor, *Mineral processing*, London 1962. R. Ma.

**AMBALAŽA**, neoblikovan materijal kojim se roba omotava ili predmet unutar kojeg se smješta da bi se zaštitila i sigurno transportirala i da bi se njome lako i bez opasnosti rukovalo. Ambalažom se roba zaštićuje od mehaničkog oštećenja, od promjene osobina, od gubitaka na količini i od nedopuštenih manipulacija, od utjecaja atmosferilija, kemijskih i fizičkih djelovanja, mikroorganizama itd. Ambalažom se zaštićuje okolina od štetnih utjecaja od strane robe, kao npr. od djelovanja jetkih, zapaljivih, eksplozivnih i otrovnih tvari; ona često omogućava povoljnije uskladištanje i lakšu upotrebu robe, a vrlo često služi i reklami, svraćajući pažnju na robu i pobudjući želju da se ona kupi. Suvremeni proces proizvodnje redovito završava ambalažiranjem (pakovanjem) pro-

Tablica 1  
VIJEDNOST AMBALAŽE PROIZVEDENE U ČETIRI ZEMLJE 1959

Zemlja	Vrijednost	Udeo od ukupnog narodnog dohotka
USA	10 973 012 000 \$	4,15 %
Zap. Njemačka	4 643 000 000 DM	7,9 %
Austrija	2 397 775 000 šilinga	2,3 %
FNRJ	39 000 000 000* Din	2,1 %

\* Procjena Koordinacionog odbora za ambalažu FNRJ u 1958 godini. Vrijednost je veća jer se nije mogla uzeti u obzir vrijednost ambalaže provedene za vlastitu potrebu.

izvoda i za mnoge proizvode široke potrošnje ambalaža je pre-sudni faktor pri plasmanu na tržištu; odатle je razumljiv vanredan značaj ambalaže (paketanja) za suvremenu privredu. Za ilustraciju navedena je u tabl. 1 vrijednost ambalaže proizvedene u jednoj

Tablica 2  
VRIJEDNOST GLAVNIH VRSTA AMBALAŽE PROIZVEDENIH U USA  
1954  
(u milionima dolara, zaokruženo)

Papir, ljepenka i celofan	
Transportna ambalaža od valovite ljepenke	1 200
Transportna ambalaža od ravne ljepenke	45
Komercijalna ambalaža od ljepenke i kartona	850
Transportne vreće od papira	250
Kesice od papira, celofana i sl.	400
Ambalaža za mlijeko, nealkoholna pića i namirnice	400
Omotni papir i laminati	235
Cilindrična ambalaža od ljepenke	145
Celofanska folija	190
Drvo	
Ambalaža za voće i povrće	25
Čavlima zabit sanduci i okviri	150
Žicom vezani sanduci i okviri	100
Elementi sanduka i okvira	150
Palete, saonice i sl.	35
Bačve	85
Metal	
Limenke	1 300
Bubnjevi i vedra	200
Krunski čepovi i sl.	80
Tube	35
Staklena ambalaža	650
Tekstilna ambalaža	250
Pomoći materijali za pakovanje	600
Ostalo obuhvaćeno kao glavna ambalaža	455
U k u p n o	7 830

godini (1959) u četiri zemlje, a u tabl. 2 (u zaokruženim brojkama) vrijednost glavnih vrsta ambalaže proizvedenih 1954 u USA.

Već primitivni čovjek je umatrao namirnice u lišće i služio se šupljim plovdoma za čuvanje i transport tekućina. Uporedi s podizanjem kulturnog nivoa čovjeka nastala je živilja izmjena raznovrsnih proizvoda među udaljenijim naseljima, pa je tehniku pakovanja proizvoda morala nužno doživjeti slijedeću višu fazu razvoja, karakteriziranu širokom skalom materijala za to upotrebljeno i većom diferencijacijom u pogledu namjene ambalaže. U početku historijskog doba susrećemo se s košarama od pletenog pruća, krčazima i amforama od pećene gline, a kasnije i sa staklenim posudem, vrećama od vlakanaca i kože, mješinama i bačvarama. Mnogo su unaprijedili ambalažu sajmova u Srednjem vijeku, na koje je trebalu robu dopremati iz velikih udaljenosti primitivnim prevoznim sredstvima i po lošim cestama. Industrijska revolucija u XIX st., pa naglo povećanje broja gradskog stanovništva kao njena posljedica, unijeli su i u proizvodnju ambalaže i u korištenje njome temeljit obrat. Rodila se suvremena mašinska proizvodnja ambalaže i mašinsko pakovanje; izbor materijala za pakovanje stalno se širio, a isto tako i tehnikе obrade, što je omogućilo diferenciranje ambalaže i njeno prilagodavanje uvjetima transporta, uskladištanja i distribucije robe. Mašinska proizvodnja omogućila je tipiziranje ambalaže, te je na taj način nastao pojam „artikla“, koji znači ne samo tačno određeni sadržaj nego i određeni oblik i izgled ambalaže u koju je roba pakovana. Za neke industrijske grane — prvenstveno u prehrambenoj industriji — rješenje pitanja pravilnog ambalažiranja bio je jedan od preduvjeta za prelaz od zanatskog na industrijski način proizvodnje.

**Podjela ambalaže.** Ambalaža se može *prema namjeni* podijeliti na komercijalnu i transportnu ambalažu.

U komercijalnu ambalažu pakuje se roba u malim količinama potrebnim direktnom potrošaču. Ona zaštićuje proizvod, garantira njegovu istovrsnost i količinu i omogućuje pismeno obavještenje potrošača o vrsti robe, njenom sastavu, načinu upotrebe i cijeni. Ona se proizvodi u raznolikim oblicima — kao vrećice, kutije, boce, limenke, aerosol-raspšršivači, tube itd., itd. — od vrlo različitih materijala: papira, kartona, ljepenke, celofana, raznih umjetnih plastičnih masa, stakla i metala, u manjoj mjeri od drveta i tekstila.

Transportna ambalaža služi za skupno pakovanje manjih jedinica tereta, ili za pojedinačno pakovanje velikih tereta, radi transporta na mjesto upotrebe ili distribucije. Ona pri transportu i s njime spojenim manipulacijama iskrčavanja, ukrčavanja i usklađivanja štiti od oštećenja sam teret, druge terete, sredstva transporta i osobe koje njime rukuju.

U neku ruku prelaz od transportne ambalaže ka sredstvima za transport bez ambalaže (željezničkim vagonima, kamionima, cisternama, šlepovima itd.) predstavljaju kontejneri, velika ambalaža koju redovito stavlja na raspolaganje transportno poduzeće, a takvih je standardiziranih dimenzija da se može racionalno smještiti na željezničke vagone i kamione ili u brodove (sl. 1).

Prema načinu upotrebe ambalaže se u najširim crtama može podijeliti u povratnu i nepovratnu. Povratna ambalaža se vraća

proizvođaču robe i on se njome opetovano služi za pakovanje. Redovito je to transportna ambalaža (kontejneri, bačve, baloni, košare, sanduci, vreće, čelične boce itd.), iznimno i komercijalna, i to većinom boce (pivske, za mlijeko i mlijecne proizvode, za bezalkoholna pića i dr.). Nepovratna ambalaža upotrebljava se samo jedanput za određeni artikl, a konačni potrošač je ili upotrebljava za drugu svrhu ili baca. Komercijalna ambalaža je većinom nepovratna, a nepovratna je i velik dio transportne ambalaže. Sakupljanje jednom upotrebljene (prvenstveno staklene) ambalaže za ponovnu upotrebu sve se manje isplati. Da bi troškovi vraćanja kabaste ambalaže ili prostor za njezino spremanje bili što manji, razvita je sklopiva ambalaža, tj. sanduci, kutije itd. koji se, kad su prazni, mogu na jednostavan način složiti, tako da zauzimaju najmanji mogući prostor.

Oblik ambalaže i tehnologija njezine proizvodnje zavise u znatnoj mjeri o *materijalu* od koga je napravljena, pa se s tog gledišta ambalaža dijeli u ambalažu od papira, drveta, stakla i drugih nemetala, od metala, od plastičnih masa, od tekstilnog materijala i od kombiniranih materijala.

Ponekad se ambalaža dijeli i *prema vanjskom obliku* u ambalažu pretežno pravokutnih presjeka (sanduci, kutije, kartoni itd.) i ambalažu kružnih presjeka (bačve, bubnjevi, vreda, baloni itd.). Ne smije se, konačno, u okviru ambalaže zaboraviti ni na različite *pomoćne materijale*, kao što je omotni materijal, materijal za ja-stučenje, za zatvaranje, za osiguravanje itd.

Sve navedene podjele ambalaže među sobom se tako presijecaju i isprepliću da u okviru jednog članka nije praktično strogo se držati jedne od njih. Stoga će se u ovom članku najprije dati o materijalima za izradu ambalaže neke dodatne informacije koje nisu sadržane u člancima o tim materijalima na drugom mjestu u ovoj enciklopediji, a onda će se na pogodan način obraditi različiti oblici ambalaže, bez obzira na neki strogi princip klasifikacije.

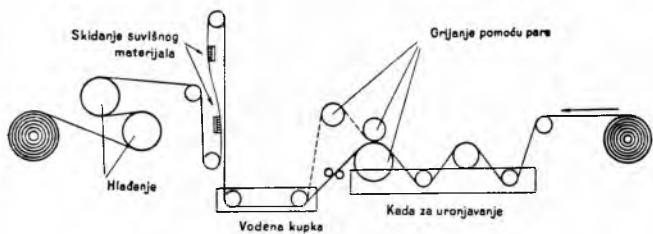
#### MATERIJALI ZA IZRADU AMBALAŽE

**Papir** čini više od polovice cjelokupne količine materijala koji se na svijetu upotrebljava za izradu ambalaže. Za omatanje i izradu vrećica i sl. upotrebljavaju se: a) jeftine vrste izradene pretežno od starog papira, i b) papiri izrađeni od celuloze s manjim ili većim dodacima starog papira ili drvenjače. Papiri izrađeni pretežno od starog papira služe samo za najgrublju zaštitu predmeta



Sl. 1. Prekrcavanje kontejnera s cestovnog vozila na brod

od nečistoća i oštećenja. Od sivog omotnog ili šrenc-papira, napravljenog isključivo od manje vrijednog (nesortiranog) starog papira, prave se npr. vrećice za voće i povrće; omotni papir (težina  $> 60 \text{ g/m}^2$ ) izrađuje se pretežno od boljeg starog papira, obično je smeđe boje i s jedne strane izgladen; papir za konzumno pakovanje sadržava uz bolji stari papir i 25...30% celuloze, a može služiti i za izradu jeftinijih svilenih papira. Sličan šrenc-papiru je papir izrađen od starog papira sa 60% i više slame. *Celulozni papiri* su čvršći i boljem izgledu nego papiri prve grupe te se upotrebljavaju za osjetljivije i skuplje articlje i kao omotni papiri za namirnice, npr. papiri od celuloze i drvenjače za pakovanje peciva, a bezdrvni ili gotovo bezdrvni, jednostrano ili obostrano zaglađeni papiri za kolonijalnu robu. Kao omotni papir, u slučajevima kad je potrebna veća čvrstoća, i za proizvodnju papirnatih vreća upotrebljava se *kraft-papir*, posebnim sulfatnim postupkom proizveden grubi čvrsti papir, redovito smeđe boje. Može se i više ili manje izbijeliti, ali time gubi na čvrstoći. Intenzivnim mljevenjem celuloze mogu se dobiti papiri nepropusni za masnoće (zamjena za pergament-papir, *pergamin*); pravi *pergament-papir*, dobiven dje-lovanjem sumporne kiseline na celulozni papir, u novije vrijeme sve se više nadomješta celofanom. Papiri otporni prema vlazi, odn. čvršći u mokrom stanju, dobivaju se dodatkom nekih umjetnih smola papirnoj masi. Kad je potrebno da se papir prilagodi ne-pravilnim oblicima pakovanog predmeta ili da omogućava manje deformacije ambalaže, upotrebljava se *krep-papir*. Papiri na koje treba štampati u više boja (npr. meko pakovanje za cigarete, za čokoladu, etikete itd.), tzv. *kromo-papiri*, imaju površinu pre-prihanu punilima i vezivima; mogu se izraditi bez sjaja ili s visokim sjajem. Nepropusnim za vodu i vodenou paru postaje papir prevla-čanjem parafinom ili bitumenom. Papirni materijal nepropustan



Sl. 2. Shema postupka parafiniranja papira u traci

za vlagu, paru, arome itd. dobiva se pokrivanjem papira folijom koja se na nj prilijepi (*kaširanjem*) ili se bez ljepila u toplom stanju pritiskom među valjcima spaja s papirom, odn. na samoj površini papira valjanjem toplim valjcima proizvodi iz granulata plastične mase. Takvi se materijali mnogo upotrebljavaju za preko-morsko pakovanje. Sl. 2 prikazuje prevlačenje papira parafinom ili bitumenom, a sl. 3 oplemenjivanje papira polietilenom.

U slučajevima kad se navedenim načinima ne može postići dovoljna čvrstoća papira upotrebljava se *armirani papir*. Kao armatura upotrebljavaju se vlakna pamuka, sisala, stakla, rajona ili najlona, već prema naprezanjima kojima će papir biti izvrgnut; vlakna su obično uložena u sloj bituma ili kaučukova lateksa na papiru, i to ili bez pravilnog rasporeda ili s pravilnom orijentacijom vlakana u određenim pravcima. Takvi armirani papiri služe, osim za svrhe pakovanja, također u građevinarstvu za izolaciju i dr.

**Ljepenka.** Razlikuje se *karton*, u stvari debeli papir težine obično između 150 i 250 g/m<sup>2</sup>, i *ljepenka* u užem smislu, težine

do 3500 g/m<sup>2</sup>. Karton je karakteriziran time da se može svinuti u brid pod kutom od 180° a da ne popuca, dok ljepenki u užem smislu pri takvom postupku popuca bar površinski sloj.

Ljepenka se proizvodi bilo diskontinuirano, tako da se vlažna traka papira namotava na valjak dok se postigne željena debljina, a onda ručno razreže na određeni format, presuje i suši (*ručna ljepenka*), ili kontinuirano, tako da se u stroju za izradu papira nekoliko mokrih traka kontinuirano presuje i osuši (*mašinska ili strojna ljepenka*). Na taj način može se proizvesti ljepenka kojoj površinski slojevi imaju drukčiji sastav i svojstva nego unutrašnji. Debele ljepenke mogu se proizvesti i slijepljivanjem tanjih. Primjenom naročitih ljepila mogu se tako proizvesti i ljepenke posebnih svojstava.

Karton se proizvodi od nesortiranog ili sortiranog starog papira uz dodatak celuloze, jednakog sastava u cijeloj masi (siv) ili sa svjetlijim površinskim slojem na jednoj strani. Ako je površinski sloj bijel i prepariran za štampanje, karton se može upotrijebiti kao nadomjestak za kromo-karton, tj. za kromo-papir težine iznad 400 g/m<sup>2</sup>.

Ljepenke u užem smislu koje se upotrebljavaju za ambalažu napravljene su redovito od otpadnog papira različitih kvaliteta, pri čemu su ponekad jedna ili obje površine od papira boljeg kvaliteta. Najkvalitetnije ljepenke prave se od drvenjače; ako je ljepenka napravljena od bijeljene drvenjače, ona je slabija nego ako je napravljena od smeđe, ali je ljepšeg izgleda. Ljepenka slabijeg kvaliteta pravi se i od celuloze iz slame, sa dodatkom ili bez dodatka starog papira.

**Valovita ljepenka.** Od svih materijala za pakovanje, valovita je ljepenka doživjela najveći razvoj u ovom stoljeću. U drugoj polovici prošlog stoljeća upotrebljavao se valoviti karton za pakovanje boca i žarulja; pred kraj stoljeća izrađena je (u USA) valovita ljepenka ukrućena oblogom, od koje su se naskoro počele praviti kutije; 1903 su za pokus prve kutije od valovite ljepenke otpremljene željeznicom, a 1906 — nakon tri godine parničenja s proizvođačima drugih materijala za pakovanje — američke su željeznicne konačno odobrile da se roba otprema u ambalaži od valovite ljepenke. God. 1920 već je u USA proizvedeno 7 milijardi kvadratnih stopa valovite ljepenke, 1950 — 78 milijardi, a 1958 skoro 100 milijardi. Danas se prema procjeni udruženja američkih željeznic 90...95% svih pakovanih pošiljaka prevozi u kutijama od valovite ljepenke. Masovna proizvodnja valovite ljepenke vrši se danas kontinuirano brzinom do 200 m u minuti.

Glavne vrste valovite ljepenke jesu: a) bez obloge, b) s oblogom s jedne strane (dvoslojna), c) s oblogom s obje strane (trošlojna), d) peteroslojna, e) sedmeroslojna. Kombiniranjem nekoliko višeslojnih traka mogu se dobiti i materijali sa još više slojeva (sl. 4).

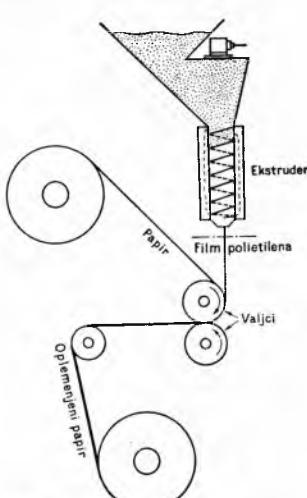
Valovita ljepenka sastoji se od: valovitog medija, obloge i ljepila kojim su valoviti mediji i obloga povezani.

**Obloga** je redovito od natronske (kraft-)celuloze, u manjoj mjeri se pravi i od starih kutija uz dodatak 25% svježe kraft-celuloze. **Valoviti medij** proizvodi se od natronske celuloze, polnatronske, raznih vrsta otpadnog papira i celuloze od slame. Kao **ljepilo** se upotrebljava škrab, vodenostaklo i kombinacija ovih dvaju ljepila. Navedeni materijali, broj slojeva i vrste valovitosti kombiniraju se prema zahtjevima opterećenja. Redovito se specifira tražena čvrstoća materijala i minimalna površinska težina valovitog medija i obloge; proizvođač ima mogućnost da raznim kombinacijama materijala, broja slojeva i vrste valovitosti udovolji tom traženju.

Postoje tri standardna tipa žljebova (valovitosti) valovitog medija, označena sa A, B i C:

Tip	A	B	C
Približna visina žlijeba, in.	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{5}{32}$
mm	4,8	3,2	4,0
Broj žljebova na stopu, ~	36	50	42

Tip A ima najveću čvrstoću na pritisak u smjeru žlijeba i najveću otpornost prema udarcima i bušenju u smjeru okomito na površinu ljepenke, ali se zbog visokih žljebova teško savija. Tip B ima najveću otpornost na pritisak okomito na površinu ljepenke (zbog većeg broja lukova na jedinicu površine) i u ravnini ljepenke u smjeru okomitom na smjer žljebova, a također i naj-



Sl. 3. Shema postupka oplemenjivanja papira polietilenom

veću otpornost prema trganju. Tip C leži po svojim svojstvima između tipova A i B. Ljepenka tipa A upotrebljava se za pakovanje materijala osjetljivog na udar i materijala koji sam ne podnosi opterećenje (prašci u kartonima pri slaganju jedne kutije na drugu, staklo), ljepenka tipa B za materijal koji bi mogao oštrim rubovima potrgati ljepenkiju i koji ima veliku specifičnu težinu (konzerve u limenim kutijama). Višeslojne ljepenke proizvode se sa svim kombinacijama valovitosti. Žljebovi svih slojeva višeslojnih ljepenki uvećaju su medu sobom paralelni.

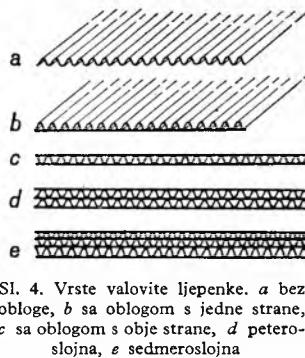
**Celofan** je prozirna folija od regenerirane celuloze bez vlakna i pora. Uz papir je najstariji materijal za omatanje i još se danas, pored snažnog razvoja primjene plastičnih masa, upotrebljava najviše od svih folija za ambalažiranje. Celofan nije plastična masa nego regenerirana celuloza; on je vrlo propustan za vodenu

paru i zaronjen u vodu može je apsorbirati do 100% svoje težine, u suhom stanju je vrlo nepropustan za plinove, u vlažnom stanju ih propušta u promjenljivoj i nešto većoj količini. Nepropustan je za masti i ulja i netopljiv u organskim otapalima, dimensijski nije tako stabilan kao plastične mase, neotporan je prema jakim kiselinama i alkalijama, zapaljiv je, toplinom se ne može spajati, lako je na njemu štampati anilinskim tiskom i bakrotiskom. Relativna gustoća mu je 1,45. Naknadnim lakiranjem običnog celofana može se postići da se dà spajati toplinom i da postane nepropustljiv za vodenu paru, a kombiniranjem s plastičnom folijom mu se apsorpcija vode znatno smanjuje i propusnost za plinove postaje vrlo malena.

**Drvno.** Drvena ambalaža jedna je od najstarijih; drveni sanduk bio je prvi tip moderne transportne ambalaže za sve moguće gotove proizvode i za mnoge sirovine. U prvim danima modernog transporta kvalitetno drvo bilo je raspoloživo u dovoljnoj količini i uz jeftinu cijenu; kako su se šume iscrpljivale a potražnja za ambalažom je rasla, tako je rasla i cijena drvetu i drugi materijali mogli su stupiti u konkurenциju s njime, naročito valovita ljepenka. Ova ima i prednost male težine, a to je također, zbog stalnog porasta transportnih troškova, postajalo sve važnije. Ipak i u tehnički naprednim zemljama drvena ambalaža još danas po vrijednosti zauzima značajno mjesto (evropski prosjek je 8% od ukupne vrijednosti ambalaže). U našoj zemlji još je 1955 bilo odgovarajuće učešće drveta 37%; do 1959 palo je na 29% i bez sumnje će i dalje opadati.

Svojstva drvene ambalaže zavise u velikoj mjeri o vrsti drveta od kojeg je napravljena. Sa gledišta ambalaže najvažnija su svojstva drveta njegovog čvrstoća na savijanje i otpornost prema udarima, a za čavlima zakovane sanduke još i otpornost prema pucanju pod čavljom i čvrstoća kojom se opire izvlačenju zabitog čavla. Drvo četinara i mekih lišćara mehanički je manje otporno od drveta tvrdih lišćara. Meko drvo manje čvrsto drži zabitu čavao nego tvrdo; a kako medu mekim tako i medu tvrdim vrstama ima drveta koja imaju veću tendenciju da se cijepaju kad se u njih zabiju čavli (od mekih: jela, topola, kesten, smreka, joha, bijeli bor, vrba; od tvrdih: bukva, breza, koprivić, hrast, bijeli jasen, gorski briješt i dr.) i drveta koji tu tendenciju imaju u manjoj mjeri (meka: duglazijevina, ariš; tvrda: jasen, javor, poljski briješt i dr.).

Za izradu ambalaže upotrebljava se piljeno, cijepano i ljušteno drvo. Piljenjem se dobivaju daske i letve prvenstveno od mekanog drveta; njime se iskorištava trupac prosječno svega sa 65%. U težnji da se poveća iskorištenje materijala i da se omogući upotreba tvrdih lišćara, za dobivanje drvenog materijala za ambalažu primjenjuju se cijepanje i ljuštenje. Slijepljivanjem više slojeva ljuštenog drveta (furnira) dobiva se ukočeno drvo koje se mnogo primjenjuje za izradu cilindričnih drvenih bačava i druge drvene ambalaže.



Sl. 4. Vrste valovite ljepenke. a) bez obloga, b) sa oblogom s jedne strane, c) sa oblogom s obje strane, d) peteroslojna, e) sedmerslojna

**Keramika i staklo.** Keramika, koja se u drevno doba mnogo upotrebljavala i kao transportna ambalaža (amfore), danas se samo iznimno upotrebljava za komercijalno ambalažiranje nekih artikala. Staklo se mnogo upotrebljava kao komercijalna ambalaža naročito u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji, a kao transportna ambalaža (baloni) u kemijskoj industriji (v. *Staklo*).

**Tekstilni materijal** koji se najviše upotrebljava za ambalažu je juta, i to u obliku jutenog platna, grube vrećevine s platnenim ili keperskim vezom, gustog jutenog kepera za pakovanje teže robe i jutene tkanine za hmelj. Osim jute upotrebljava se mnogo pamuk, naročito u USA, gdje se uzgaja, a u nas također kudelja i lan. Od ukupne vrijednosti materijala koji se upotrebljava za ambalažu, postotak tekstila u Evropi iznosi prosječno 4%, u našoj zemlji oko 13%. Da bi se pojačala zaštita pakovanog materijala, pojednostavljen proces pakovanja i/ili dotjerao izgled ambalaže, tekstilni se materijal ponekad kombinira s drugim materijalima u obliku laminata. Takav *kombinirani slojeviti materijal* predstavlja npr. papir-bitumen-tekstil. Tekstilni materijal se po potrebi i impregnira, npr. da odbriga vodu, da bude otporan prema pljesnici ili da mu se smanji zapaljivost.

**Metali.** *Čelik* se upotrebljava u obliku crnog ili dekapiranog čeličnog lima, također pocinčanog lima (za veću ambalažu), a bijelog (pokositrenog) lima i hladno valjanih traka za manje limenke. Bijeli lim sastoji se od čelične osnove koja može biti hladno ili toplo valjana, a na nju je obostrano nanesen sloj kositra, toplim postupkom ili elektrolitski. Prema zapadno-evropskoj nomenklaturi osnovna mjeru za količinu bijelog lima je bazni ili standardni sanduk (*base box*), koji sadrži 56 ploča dimenzija  $20 \times 28$  inča ili 112 ploča dimenzija  $20 \times 14$  inča, s ukupnom pokositrenom površinom od  $40,465 \text{ m}^2$ . U USA i Velikoj Britaniji kvalitet lima izražen je težinom kositra (u funtama) nanesenog na tu površinu; u Evropi kvalitet se izražava količinom kositra (u gramima) nanesenog na  $1 \text{ m}^2$  ploče obostrano.

Od ostalih metala upotrebljavaju se *aluminij*, *olovo* i *kositar*, kao lim i kao folija. Kao lim i kao folija upotrebljavaju se i kompozicija kositra i olova (sa 4% Sn). Najviše upotrebljavani metal za folije je aluminij. Budući da je aluminij neotrovan, ne apsorbira sastojine pakovane robe i robi ne mijenja miris i okus, a folija mu je fleksibilna te se može lako oblikovati prema potrebi, aluminiska se folija mnogo upotrebljava za komercijalnu ambalažu, naročito prehrambenih produkata. Vrlo mnogo se upotrebljava u kombinaciji s drugim materijalom: slojevita kombinacija aluminij-plastika, aluminij-papir i aluminij-celuloza ima veću čvrstoću, lakše se preradi na brzim strojevima za pakovanje i manje propušta vodenu paru nego tanka aluminiskska folija sama. Sloj termoplastičnog laka omogućava jednostavno spajanje (zatvaranje ambalaže) toplinom. Tipične laminacije jesu: aluminij-papir, termoplastična prevlaka-aluminij-papir, termoplastična prevlaka-aluminij-papir-pamučna tkanina, termoplastična prevlaka-aluminij-plastika, termoplastična prevlaka-aluminij-plastika-pamučna tkanina. Takav se materijal upotrebljava za pakovanje različite robe, počevši od farmaceutskih produkata do avionskih motora, preko kirurških instrumenata, električnog uređaja, rezervnih dijelova mašina i aparata itd.

**Plastične mase.** Brzi razvoj proizvodnje i primjene plastičnih masa u posljednjim decenijama ogledava se i u njihovoj primjeni kao materijal za ambalažiranje. Od njih se pravi komercijalna ambalaža naročito za proizvode prehrambene i farmaceutske industrije, za kosmetičke preparate, odjevne predmete, kućanske potrepštine, ali se to područje sve više proširuje na pretpakovanje za transport mašinskih dijelova, sastojaka električnih uređaja i drugih instrumenata.

Plastične mase sjedinjavaju u sebi, kao nijedan drugi materijal, razna pozitivna svojstva i mogućnost da se neka od tih svojstava zgodnim izborom i kombinacijom materijala prema potrebi modifikuju. Tako ambalaža od plastične mase može biti lagana, poput ambalaže od papira a uz to prozirna i nepropusna za plinove i pare poput staklene ambalaže, ali mogu se naći i plastične mase koje ne propuštaju plinove i aromu, a dopuštaju prolaz vodene pare ili, obrnuto, dopuštaju izlaz plinova iz ambalaže (npr.  $\text{CO}_2$  koji se stvara u pakovanom povrću), a nepropusne su za vodenu paru (sprečavaju sušenje). Insekti ih ne napadaju da bi se njima hrаниli (kao papirom), otporne su prema mnogim kemikalijama i

prema atmosferskim utjecajima, površina im je glatka i ona se može dekorirati štampanjem, mehanička svojstva im se mogu varirati tako da su krute, tvrde i žilave, elastične, meke i žilave ili plastične. Ambalaža od plastičnih masa može se nepropusno zatvoriti tako da je sadržaj savršeno zaštićen od prašine, vode itd; neke se plastične mase mogu primijeniti i na temperaturama od  $-60^{\circ}\text{C}$  do preko  $200^{\circ}\text{C}$ .

Plastične mase koje se najviše upotrebljavaju za izradu ambalaže jesu: celulozni acetat (acetilceluloza), kaučuk-hidroklorid (npr. Pliofilm), polivinilidenklorid (npr. Saran, Cryovac), polietilen, poliesteri (npr. Mylar), polivinilne mase i poliamidi (npr. Rilsan).

*Acetilceluloza* ima dobar dimensijski stabilitet, prozirna je, trajna, otporna prema benzинu, mastima i uljima i u znatnoj mjeri propušta plinove i vodenu paru. Skuplja je od celofana. Acetilcelulozni film se upotrebljava za prozore kartonske ambalaže i za pakovanje materijala koji se kvare ako su hermetski zatvoreni u ambalažu nepropusnu za vodenu paru. Od debljih acetilceluloznih ploča pravi se prozirna komercijalna ambalaža za mnoge proizvode. Temperaturni interval upotrebljivosti:  $\sim -15\text{...}150^{\circ}\text{C}$ .

*Kaučuk-hidroklorid* je proziran, otporan prema masnoćama, slabo propušta vlagu. Nije jako stabilan na ekstremnim temperaturama i na svjetlu. Skuplji je od celofana po jedinici težine, ali se zbog veće čvrstoće može upotrijebiti tanji film i time postići ušteda. Upotrebljava se sve više za pakovanje svježeg mesa, narоčito govedine, jer joj dulje čuva boju nego celofan. Relativna gustoća mu je 1,11. Iznad  $90^{\circ}\text{C}$  omešava.

*Polivinilidenklorid* odlikuje se najvećom nepropusnošću za vodu i plinove, kemijskom otpornošću, velikom čvrstoćom i žilavošću, gipkostu i na niskim temperaturama i savršenom prozirnošću. Relativna gustoća mu je razmjerno visoka: 1,68. Teško se preradije na normalnim mašinama za pakovanje te se upotrebljava razmjerno rijetko, kad su važna istaknuta iznimna svojstva. Suhomesnate preradevine, zaklana perad, sir itd. pakuju se u hermetski zatvorene vrećice iz kojih se evakuira uzduh; ako se tako zapakovana roba zaroni na neko vrijeme u vodu zagrijanu na  $95^{\circ}\text{C}$ , nakon vadenja vrećica smanji svoju površinu za  $\sim 30\%$  i potpuno prione uz pakovani materijal, tako da je skoro nevidljiva. Na  $130^{\circ}\text{C}$  omešava, na  $140^{\circ}\text{C}$  se tali.

*Polietilen* je mlijeko bijel i masna opipa kao parafin (a i jest sintetski visokomolekularni parafin). Fleksibilan je i na niskim temperaturama, otporan je prema kiselinama (također fluorodiočnoj i trikloroctenoj), prema alkalijama i anorganskim kemikalijama, netopljiv u svim otapalima na normalnoj temperaturi, slabo propušta vlagu, preradije se bez dodatka plastifikatora i razmjerno je jeftin. Prema mastima i uljima je razmjerno malo otporan. Od polietilena se masovno izrađuju folije, vrećice, posude, boce i druga komercijalna ambalaža za prehrambenu, farmaceutsku i kozmetičku industriju, također čepovi i poklopci za ambalažu od drugog materijala. U sve većoj mjeri se od njega pravi i transportna ambalaža za proizvode kemijske industrije i za druge tekućine, ali i za mašinske dijelove, srebrninu, aparaturu i sl. Slična svojstva kao polietilenima polipropilen. Od oba ta materijala prave se i filmovi s orijentiranim molekulama, koji pod djelovanjem topline smanjuju dimenzije. Temperaturni interval upotrebljivosti:  $-50\text{...}80^{\circ}\text{C}$ .

*Poliesterska folija* dobivena od etilenglikola i tereftalne kiseline upotrebljava se u izvjesnoj mjeri za ambalažu zbog njezine iznimne žilavosti i nepropusnosti za plinove i otpornosti prema kiselinama, alkalijama, mastima i otapalima. Tali se tek na  $250^{\circ}\text{C}$ , a mehanička joj svojstva ostaju sačuvana i na  $-80^{\circ}$ . Zbog visokog tališta, pri spajaju (zatvaranju) toplinom treba dodavati benzilalkohola ili foliju pokriti slojem materijala niže tačke taljenja. Poliesterska folija je dosta skupa, ali se zbog svojih iznimnih mehaničkih svojstava upotrebljava za pakovanje teških mašinskih dijelova oštih bridova i za ambalažu koja je pri transportu, na skladištu ili na tezgi izložena neobičnim mehaničkim opterećenjima. Relativna gustoća 1,38...1,39.

*Polivinilne mase* mogu se proizvesti bilo od samog (plastificiranog) polivinilklorida (PVC), ili od mnogih mogućih kopolimerizata vinilklorida, vinilacetata ili smjesa s drugim umjetnim smolama. Time se može dobiti širok dijapazon materijala različitih svojstava, od tvrdih i sjajnih do mekanih i gipkih. Polivinilni filmovi dimensijski su stabilni, prilično su nepropusni za aromu i vodenu

paru, osrednje propusni za plinove, otporni prema anorganskim kemikalijama, mastima i uljima, dobro se na njima štampa, lako se i čvrsto spajaju toplinom. Polivinilne smole topljive su u nekim organskim otapalima. Sporo gore. Na niskim temperaturama gube čvrstoću na udar. Relativna gustoća 1,23...1,29. Mnogo se upotrebljavaju i za kaširanje papira, ljepenke i aluminijske folije.

*Poliamidni filmovi* zadržavaju mehanička svojstva i na temperaturi od  $110^{\circ}\text{C}$ , te se u ambalažu od njih mogu puniti sterilizirani i pasterizirani proizvodi. Propusnost za vodenu paru im je znatna. Primjenjuju se npr. za pakovanje mesnih i ribljih preradevin. Relativna gustoća 1,14...1,15.

Cesto se dva ili više sloja od sličnog ili različitog materijala valjanjem spajaju u kombinirani film traženih svojstava. O kombinacijama s papirom, ljepenkom i aluminijskom folijom bilo je već naprijed govora. Druge tipične kombinacije jesu: acetilceluloza s kaučuk-hidrokloridom; tkanina, polietilen, kraft-papir i polivinilna masa s celofanom; celofan s kaučuk-hidrokloridom. Prva kombinacija, npr., sjeđinjuje prozirnost, stabilnost, otpornost prema vlazi i lakoću spajanja toplinom, druga predstavlja čvrst i prema vodenoj pari otporan materijal, npr. za vojne svrhe.

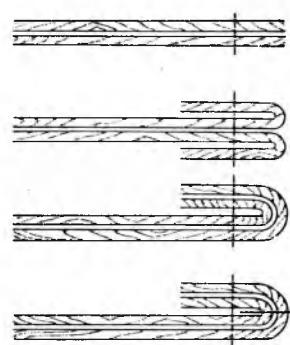
Za sastav, proizvodnju i preradu materijala upotrebljenih za ambalažu v. i članke: *Papir, Celuloza, Drvo, Keramika, Staklo, Čelik, Aluminijum, Kositar, Olovo, Plastične mase*.

#### GLAVNE VRSTE AMBALAŽE

**Vreće i kesice.** Vreća, valjda jedan od najstarijih oblika ambalaže, ima ove prednosti: malu težinu u odnosu na težinu sadržaja, gipkost, lakoću punjenja i rukovanja, malu potrebu prostora u praznom stanju i nisku cijenu. Može biti napravljena od svakog gipkog materijala ili kombinacije više takvih materijala (papira, metalne folije, tekstila, plastične mase) i može biti prevučena zaštitnim slojevima ili impregnirana da odgovara potrebama pakovanja, uskladištanja, transporta i raspodjele određenog proizvoda. Napreci u tom pogledu, kao i razvoj mašinerije za punjenje i zatvaranje vreća, učinili su da je vreća i danas u vrlo širokoj upotrebi za transportno pakovanje materijala koji se lako puni u vreću i iz njih vadi, koji podnosi udarce pri rukovanju i pritisak pri slagaju i nije tako dragocjen da bi povremeni gubici uslijed oštećenja ambalaže mogli biti ekonomski osjetljivi. Vreće se mnogo upotrebljavaju npr. za građevni materijal, kemikalije, umjetna gnojiva, minerali, poljoprivredne proizvode i prehrambene produkte.

Kao komercijalna ambalaža, vrećice (i od tekstila i plastike) dolaze u široj upotrebi narоčito pri prodaji sa samoposluživanjem, a u golemlim količinama upotrebljavaju se u maloprodaji kesice od papira.

*Vreće od tekstila*, samog ili kombiniranog s drugim materijalom, mogu imati veću čvrstoću nego papirnate vreće, pa se za neke proizvode radije upotrebljavaju. Slojevite kombinacije s tekstilom sastoje se npr. od papira bitumenom nalijepljenog na tekstil, ili sloja tekstila između dva sloja papira nalijepljenog bitumenom, ili slojeva polietilena, papira i tekstila slijepljenih pogodnim ljepljilom, itd. Papir je obično natronski (kraft), eventualno impregniran



Sl. 5. Metode šivenja tekstilnih vreća

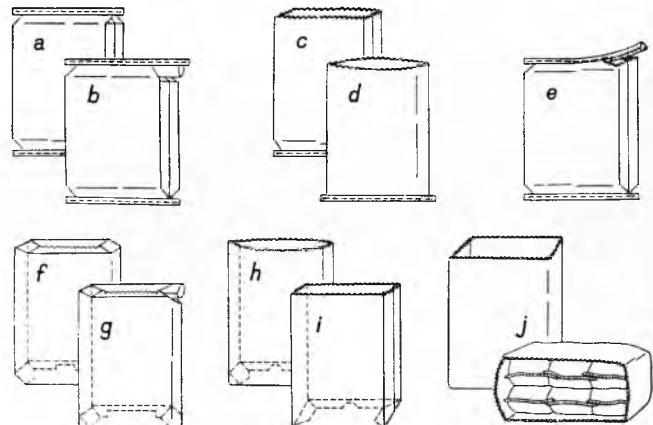
radi veće čvrstoće u mokrom stanju, nepropusnosti za vodu, masti, smole itd. Da bi se papir lakše rastezao i stezao s tekstilom, on može biti kreponiran ili nabran.

Tekstilne vreće se u nas prave uglavnom od konopljije i jute, drugdje se upotrebljava mnogo i pamuk, koji je ljepši, lakši, i otporniji prema atmosferilijama. Kao komercijalna ambalaža pamučne vrećice imaju prednost da se na njima može lako štampati.

Tekstilne vreće proizvode se šivenjem; kombinirane vreće koje treba da budu nepropusne za vodu lijepe se po dužini, a šav na dnu se prelijepi nepromočivom trakom. Četiri metode šivenja prikazane su na sl. 5. Na te načine sašivene vreće izvrću se tako da šav dode u unutrašnjost. Metode zatvaranja punjenih tekstilnih

vreća uglavnom su jednake kao za papirnate, pa će o njima tamo biti riječi.

*Papirnate transportne vreće* prave se šivenjem ili lijepljenjem od specijalnog čvrstog kraft-papira. Razlikuju se dva tipa: lagani od jednog ili dva sloja i višeslojni sa tri i više slojeva papira. Iskustvo je pokazalo da se postizava veća fleksibilnost i čvrstoća s većim brojem slojeva lakšeg papira nego s manjim brojem teškog. Ponekad se kombiniraju papiri različitih težina, a mogu se umetati i slojevi oplemenjenog papira, npr. voštanog, bitumenskog, čvrstog u mokrom stanju ili rastezljivog. Kao podstava ili zaštitni sloj mogu služiti takoder metalna folija, folije od plastične mase ili papir kaširan takvim materijalom. Vreće se prave u tvornicama od papirnatih traka slijepljenih po dužini u obliku cijevi. Na donjem kraju se vreća zaliđe ili sašije i zaštiti zaliđenjem vrpcom, a gornji kraj može ostati sasvim otvoren, biti djelomično otvoren ili biti snabdjeven ventilom kroz koji se vreća mašinski puni i



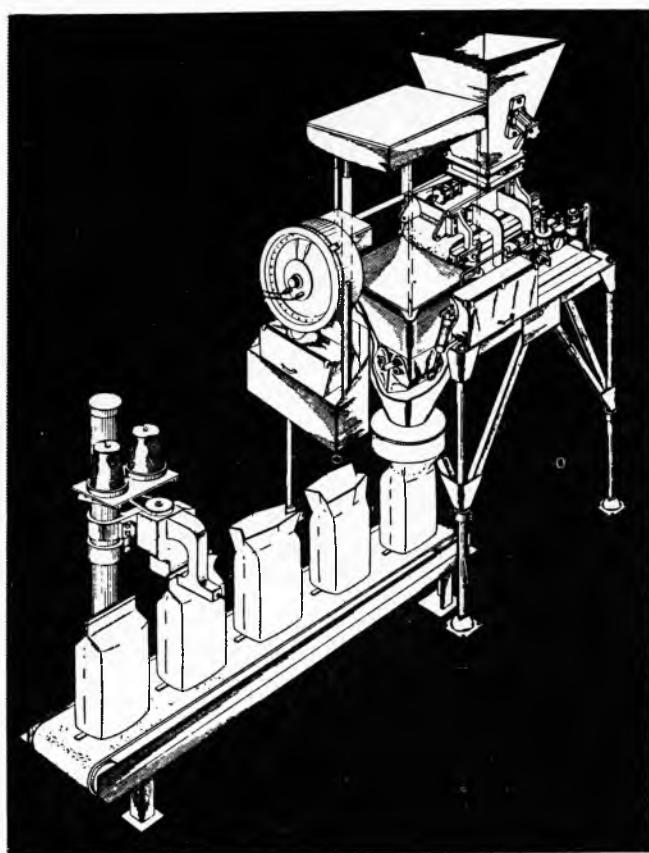
Sl. 6. Papirnate transportne vreće

koji punu vreću automatski zatvara. Na sl. 6 gore su šivenе vreće, dolje lijepljene. Vreće prema a i f imaju u jednom gornjem uglu ventil koji se zatvara pod pritiskom sadržaja kad je vreća puna, b i g pokazuju vreće s rukavcem kroz koji se vreća puni i koji se složen gurne u punu vreću, čime se ona zatvori. Vreće prema e



Sl. 7. Prenosiva mašina za zatvaranje vreća šivenjem

upotrebljavaju se najviše za punjenje (kroz dovodnu cijev) rastojenim masama. Kad je vreća puna, otvoreni dio se sašije i šav se zaštiti vrpcom već u tvornici zaliđenom preko sašivenog dijela otvora. Vreće c, d, h i i imaju otvoren vrh, koji se zatvara vezanjem ili šivenjem. Šije se redovito pamučnim koncem, prenosivim ili stacionarnim mašinama. Vreće d i h, za razliku od svih do sad spomenutih, nemaju bočne nabore, nego su napravljene time da je spljoštena cijev dolje sašivena ili na pogodan način slijepljena, j je vreća za transport robe pret pakovane u manje vreće. Vreće j kao transportna ambalaža prave se redovito za terete do 100 kg.



Sl. 8. Uredaj za punjenje, vaganje i zatvaranje vreća

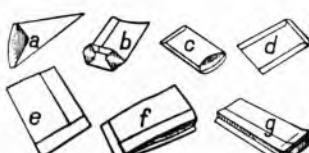
Sl. 7 pokazuje prenosivu mašinu za zatvaranje vreća šivenjem, sl. 8 tipičnu stanicu za punjenje, vaganje i zatvaranje vreća.

Papirnate vreće se najlakše pune i zatvaraju kad je sadržaj vlage u papiru 6...7%; papir koji sadržava manje vlage može postati krt. Prazne papirnate vreće treba stoga uskladištavati u prostorijama u kojima je relativna vlažnost uzduha 50...60% na 20°C.

*Papirnate kesice* proizvode od papira u listovima ili savitog u obliku cijevi posebni strojevi, koji ih istovremeno mogu i dekorirati štampom u jednoj ili više boja ili na njima stampati tekst. Sl. 9 prikazuje glavne vrste papirnatih kesica. Mašine za pravljenje kesica izrađuju na sat — prema veličini papira, vrsti kesice i načina štampanja — 5000 do 15 000 komada.

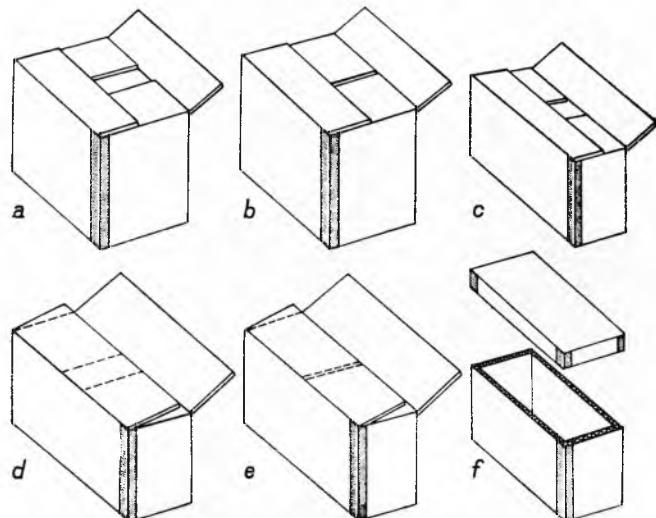
Sve se više širi pakovanje u kesice od celofana i plastičnih masa, prvenstveno od strane proizvođača robe i u trgovinama sa samoposluživanjem.

**Kutije od valovite ljepenke.** Jedna je od glavnih prednosti kutija od valovite ljepenke da se mogu proizvoditi u brojnim oblicima s različitim unutrašnjim dijelovima za odvajanje, imobiliziranje, jastučenje, izoliranje itd. Na sl. 10 prikazane su najvažnije



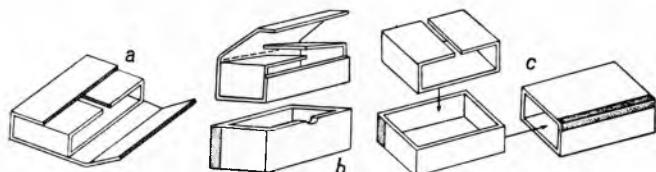
Sl. 9. Vrste papirnatih kesica. a fišek, b kesica s naborom na dnu, c, d i e plospnate kesice, f kesica s naborima sa strane, g kesica s naborima sa strane i na dnu

vrste kutija, a je najčešće upotrebljavana kutija jer je najekonomičnija u izradi. Zaklopci su joj jednake širine, te se spoljni sastaju a unutarnji ne. Na kutiji b i unutarnji se zaklopci sastaju pa je roba na cijelom vrhu i dnu zaštićena dvostrukim slojem ljepenke. Kutija c ima sve zaklopce jednake širine, te se unutarnji zaklopci ne sastaju a spoljni se dijelom preklapaju, ukrućujući time vrh i dno i stvarajući pogodnu podlogu za opasivanje čeličnom vrpcom.

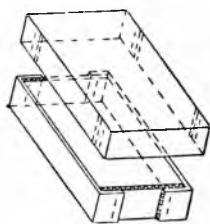


Sl. 10. Kutije od valovite ljepenke

Kutija d također ima zaklopce jednake širine, ali je tako uska da se vanjski zaklopci potpuno prekrivaju dajući vrlo čvrsti vrh i dno: četiri sloja ljepenke na velikom dijelu površine. Ako su za zaštitu sadržaja poželjna četiri sloja ljepenke na cijeloj površini, upotrebljava se kutija e sa zaklopčicima nejednake širine. f je kutija sa zaklopčicima samo na dnu i s posebnim poklopcem (koji može biti i pričvršćen na kutiju); pričvršćena dnom na drveni okvir, takva kutija služi mnogo za kućanske mašine, pokućstvo i sl. Kutija s poklopcom i na dnu i na vrhu upotrebljava se npr. za tekstil i za robu koja se transportira u promjenljivim količinama: ako roba ne ispunjava kutiju, od plašta se odreže što je suvišno.



Sl. 11. Omoti i kutije s umecima. a) dvodijelna, b, c) trodijelne



Sl. 12. Mala kutija od valovite ljepenke s poklopcom

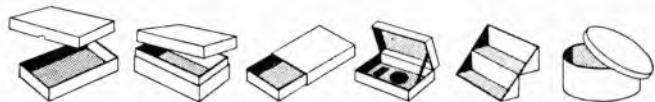


Sl. 13. Kutija od valovite ljepenke s umecima za jastućenje

Sl. 11 i 12 prikazuju manju ambalažu od valovite ljepenke, koja služi mnogo i za poštanske pošiljke. Kutija s poklopcom koji preklapa cijelu visinu ima čvrste bokove i zaštićuje sadržaj od pritiska složenih kutija. Omoti i kutije s umecima, sl. 11, pružaju zaštitu više slojeva ljepenke i potrebnu krutost bilo na bokovima, na vrhu i dnu, ili na krajevima, već prema opterećenju od pakovanja.

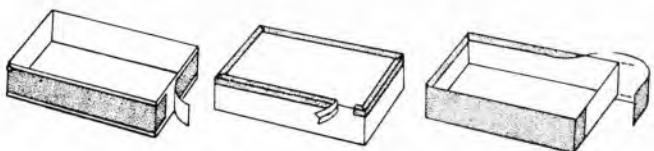
vane robe ili djelovanja izvana. Za specijalne svrhe izrađuju se kutije od valovite ljepenke u brojnim drugim oblicima (sl. 13). Kutije od valovite ljepenke se prave na posebnim strojevima u tvornicama i tamo se ev. po njima i štampaju natpis. Neke vrste se pri tom u tvornicama i sastavljaju i spajaju ljepljivim trakama ili prošivanjem čeličnim spojnicama, druge se dostavljaju potrošačima u složenom stanju, da ih sami sastave.

**Kartonaža** je komercijalna ambalaža od kartona i ljepenke. Kutije od tvrde ljepenke sastavljaju se u tvornici ljepljenjem ili



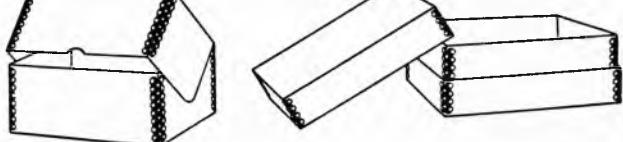
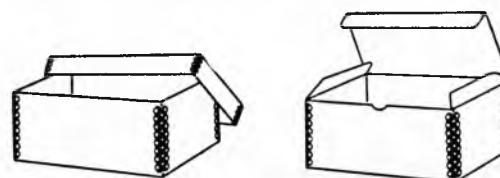
Sl. 14. Kutije od krute ljepenke

metalnim spojnim trakama, kartonske omotne kutije potrošač sam sastavlja od štancanih kartona a spojene su bilo odgovarajućim jezičcima koji se umeću u predvidene proreze ili naprsto trenjem utaknutih zaklopaca. Sl. 14 pokazuje razne izvedbe kutija od krute



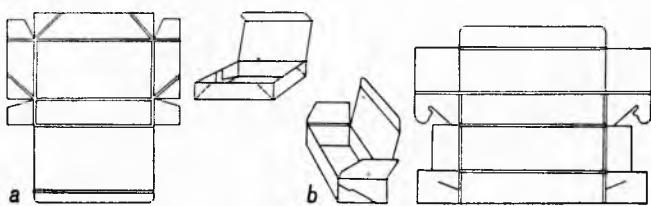
Sl. 15. Načini obljepljivanja

ljepenke, sl. 15 načine obljepljivanja, sl. 16 razne kutije sastavljene metalnim spojnim trakama. Sl. 17 pokazuje primjere izvedaba kartona od kojih se sastavljaju kutije-omotnice bez posebnog ma-



Sl. 16. Kutije sastavljene metalnim spojnim trakama

terijala za spajanje. Takvi kartoni-omotnice na veliko se upotrebljavaju npr. za cigarete, farmaceutske i kosmetičke proizvode i pakovanje u njima vrši se često automatskim mašinama.

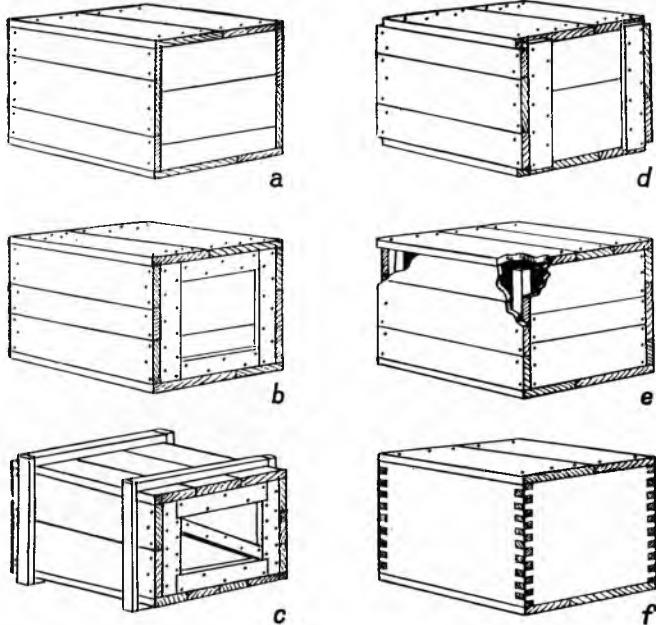


Sl. 17. Kartoni-omotnice. a) omotica spojena zaklopčicima, b) omotica spojena jezičcima i prorezima

**Drveni sanduci i okviri** (gajbe) od piljenog drveta spajaju se većinom čavlima. Duljina i debljina čavala zavisi o debljini dasaka i vrsti drveta, razmak čavala treba da je manji kad se zbijaju u čelo daske nego kad se zbijaju sa strane, jer čavao u čelu

slabije drži. Da se sprijeći pucanje drveta, treba održavati za svaku debljinu čavla i određeni minimalni razmak.

Sl. 18 pokazuje glavne tipove sanduka od piljenog drveta. Najjednostavniji sanduk prema *a* najslabiji je, jer su daske stranica prikovane čavlima na daske čela paralelno s vlaknima ovih. Gdje



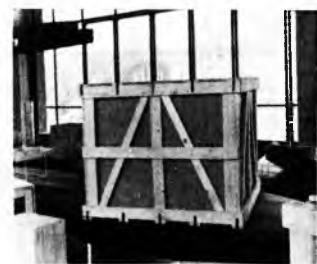
Sl. 18. Glavni tipovi drvenih sanduka

su zadovoljavali i sanduci te čvrstoće, danas se sve više zamjenjuju kutijama od valovite ljepenke ili od kombinacije drveta i ljepenke. Sanduci *d* i *e* se preporučuju za sadržaj težine do  $\sim 200$  kg, *b* i *c* za sadržaj težine do 500 kg. Sanduk *f* je naročito krut i nepropustan, često služi kao povratna ambalaža.

Okviri (gajbe) predstavljaju ambalažu u kojoj elementi od piljenog drveta preuzimaju teret, daju potrebnu krutost konstrukciji i pružaju zapakovanoj robi zaštitu samo od najgrubljih mehaničkih utjecaja, a dalja zaštita ili nije potrebna ili se postizava zamatanjem robe u tekstil, ljepenkama i sl., odn. prekrivanjem drvene konstrukcije ljepenkama i sl. (sl. 19).

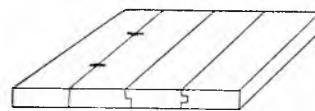
Za razliku od sanduka, koji obično može pri rukovanju i transportu zauzeti bilo kakav položaj, roba u okvirima redovito se transportira uvijek u uspravnom položaju, te se npr. strojevi i sl. često fiksno pričvršćuju za donji dio, koji je izrađen u obliku saonica. Elementi okvira ili se spajaju svornjacima (kad se isti okvir upotrebljava više puta) ili se zabijaju čavlima. U okvirima se transportiraju tereti težine i do 5000 kg, kao dijelovi aviona i sl.

Čvrstoća drvenih sanduka i okvira povećava se ponekad ugaonicima, trakama i unutrašnjim ukrućenjima od čelika. Za izradu sanduka i okvira od plijene grade upotrebljavaju se razne mašine: mašine koje pile drvo, mašine koje sastavljaju daske i letve prefabricirane u montažne elemente sanduka, mašine koje zabijanjem čavala sastavljaju elemente u sanduk, mašine koje bljanjuju, prave utore itd. Ako su stranice, čela, dno i poklopac sanduka sastavljeni od više dasaka, one mogu biti među sobom spojene na jedan od načina prikazanih na sl. 20.



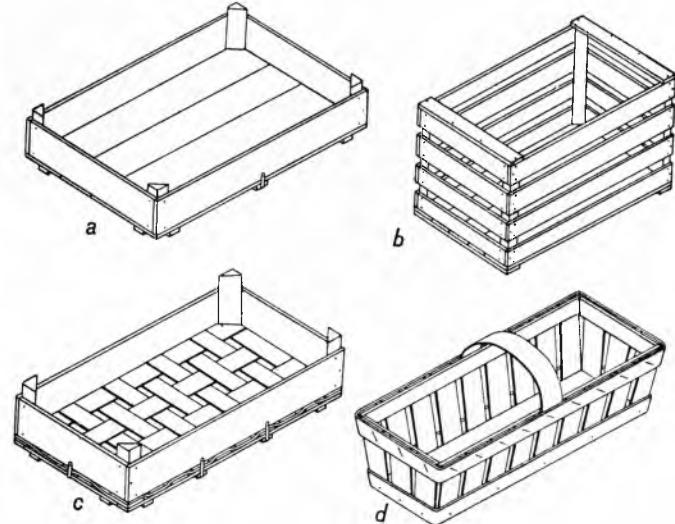
Sl. 19. Drveni okvir obložen ljepenkama

strojevi i sl. često fiksno pričvršćuju za donji dio, koji je izrađen u obliku saonica. Elementi okvira ili se spajaju svornjacima (kad se isti okvir upotrebljava više puta) ili se zabijaju čavlima. U okvirima se transportiraju tereti težine i do 5000 kg, kao dijelovi aviona i sl.



Sl. 20. Spojevi dasaka

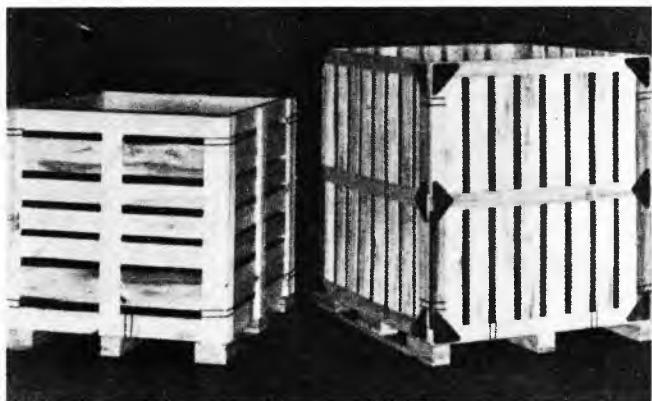
**Letvarice i druga drvena ambalaža za voće i povrće.** Sl. 21 prikazuje neke vrste ambalaža za voće i povrće, prema jugoslovenskim standardima. Letvarice *a* i *b* se izrađuju od jelova, smrčeva i topolove piljene grude, letvarica *c* od bukovine i mješavine lišćara, korpica *d* je dno od topolove, jelove i smrčeve piljene



Sl. 21. Ambalaža za voće i povrće. *a*, *c* platke letvarice, *b* jabučar, *d* korpica za jagode

grude a ostalo od otpadaka bukovih, javorovih i orahovih furnirskih traka.

**Boks-palete.** Racionalizaciji u manipuliranju robe pri transportu služe palete, platforme od drveta, čelika ili drugog materijala, uzdignute  $\sim 10$  cm od razine tla, tako da se zajedno sa robom na njih naslaganom mogu viljuškarom prenositi i slagati u skladištu, vagonu itd. Kombinaciju paleta sa sandukom predstavljaju tzv. boks-palete, kakve pokazuju sl. 22. To su sanduci kojima



Sl. 22. Boks-palete

je dno izrađeno kao paleta a stranice su konstruirane tako da se sanduci mogu slagati jedan na drugi i da se mogu sklopiti kad su prazni, s obzirom na to da su redovito povratni.

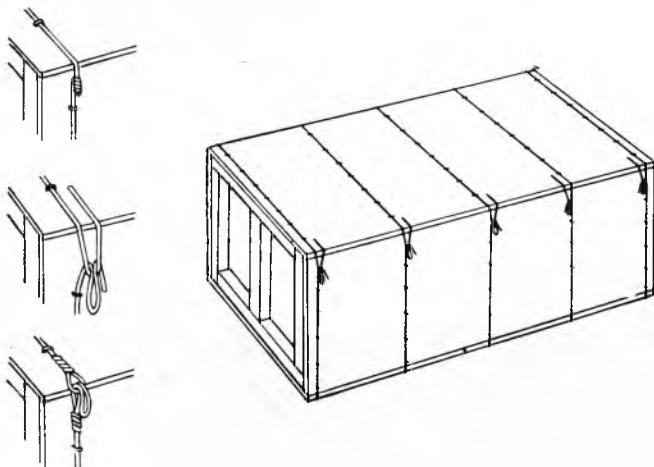
**Žicom vezani sanduci i okviri od drveta.** U težnji da se smanji količina drveta potrebna za drvenu ambalažu, da se omogući upotreba cijepanog drveta od tvrdih lišćara i da se smanji prostor potreban za transport i skladištenje prazne ambalaže, razvita je sklopljiva drvena ambalaža vezana žicom. Ta se ambalaža proizvodi kontinuiranim mašinama velike brzine i prevozi se potrošaču sklopljena. Ona se pravi najbolje od cijepanog drveta, ali također od (ponovno) piljenog (tako npr. u nas, gdje je prerada drveta cijepanjem još slabno uvedena). Takva je ambalaža kudikamo lakša nego čavlima zakovana ambalaža od rezane grude.

Žicom vezani sanduci mogu biti sasvim bez čavala, tj. i čela mogu, kao stranice, dno i poklopac, biti spojena žicom (sl. 23)



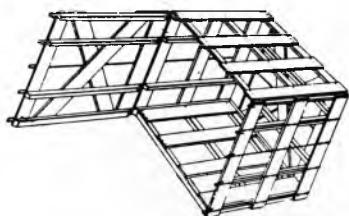
Sl. 23. Žicom vezana drvena gajba

ili su im čela pribita čavlima (sl. 24). Sanduci bez čavala se, dakako, brže i lakše sastavljaju i rastavljaju. Sl. 24 prikazuje i tri načina spašanja žica pri zatvaranju sanduka; posljednja dva načina sve se više upotrebljavaju jer dopuštaju brzo otvaranje i zatvaranje sanduka



Sl. 24. Zatvaranje sanduka žicom

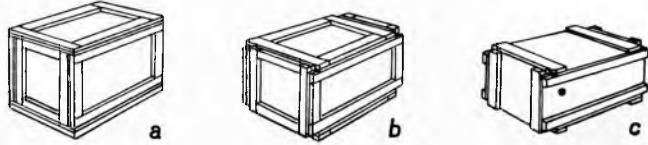
po više puta. Čela mogu biti ukrućena letvama, a rubovi im znaju biti ojačani tankim dašćicama pričvršćenim spojnicama tako da im se smjer vlakana križa sa smjerom vlakana dasaka čela. Stranice, dno i poklopac također su, po potrebi, ukrućeni čvršćim komadima drveta. Takva se ambalaža upotrebljava kad je za pakovanje potreban velik broj sanduka ili okvira jednake veličine. U njoj se transportiraju i veliki uređaji, kao transformatori, pumpe i sl.



Sl. 25. Žicom vezana gajba s pribitim vrhom i dnom

**Ambalaža od kombinacije drveta i ljepenke ili sl.** Sanduci i kutije kojima su stranice, čela, dno i vrh obrazovani od odvojenih ploča od ljepenke, furnira i sl., ojačanih drvenim letvama, odlikuju se, u poređenju s drvenim sanducima, malom težinom uz razmerno veliku čvrstoću, ekonomičnošću proizvodnje i glatkom površinom na kojoj se lako mogu štampati natpsi. Kad se njihovi elementi sastave čavlima, drvene letve obrazuju konstrukciju koja daje cijelom sanduku ili kutiji potrebnu krutost i tvore čvrste uglove

i bridove. Osnovni tipovi takvih konstrukcija prikazani su na sl. 26. a ima kao elemente ploče uokvirene letvama, pri čemu dno i poklopac prekrivaju stranice i čela; takvi se sanduci lako otvaraju. Letve na dnu i poklopцу mogu se i izostaviti. Konstrukcija prema b kruća je od ostalih, sanduk prema c je najekonomičniji jer ima najmanje letava. Postoje brojne moguće kombinacije tih osnovnih



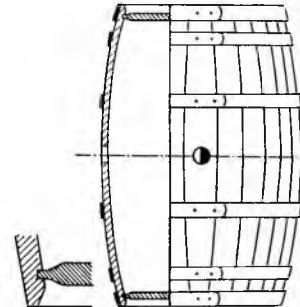
Sl. 26. Sanduci od kombinacije drveta i ljepenke

tipova, koje se primjenjuju da bi se u svakom pojedinom slučaju postigao optimum ekonomije, čvrstoće, lakoće otvaranja i zatvaranja itd. Kao materijal za ploče na koje se letve pribijaju čavlima ili spojnicama služe puna i valovita ljepenka, ukočene ploče od furnira ili furnir obljepljen obostrano kraft-papirom.

#### CILINDRIČNA AMBALAŽA

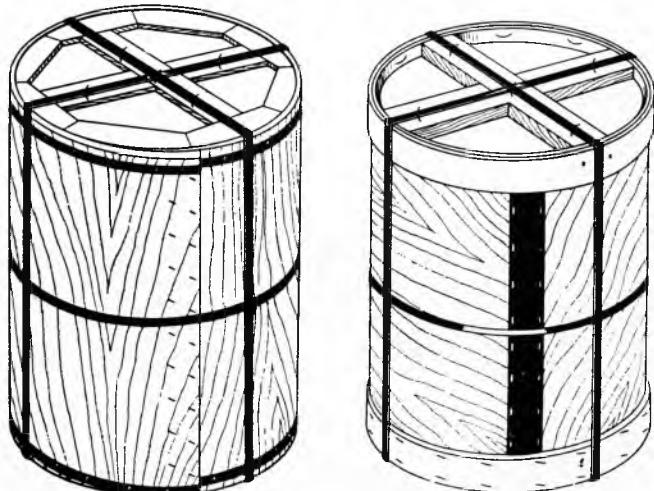
Nazivom »cilindrična ambalaža« označuje se ambalaža koja ima jedan kružni presjek; obuhvaća transportnu ambalažu, kao što su npr. burad, bubenjevi i baloni, i komercijalnu, kao npr. limenke, boce i staklenke.

**Baćva** (bure) je drvena posuda sastavljena od piljenih ili cijepanih duga stegnutih čeličnim obručima između dva dna (sl. 27). Baćve mogu biti nepropusne, za transport i uskladištanje tekućih i polutekućih materijala (takve su baćve redovito napravljene od hrastovine, jasenovine ili kestena) ili propusne, za transport čvrstih tvari (od jelovine, borovine, smrekovine ili bukovine). Iako se za neke svrhe još uvijek mnogo upotrebljava (npr. za pivo), općenito važnost drvene baćve kao ambalaže sve više opada i nju zamjenjuju bubenjevi od metala, drveta ili ljepenke i sl.



Sl. 27. Baćva

**Bubenjevi od ukočenog drveta** imaju odličnu čvrstoću u odnosu na njihovu težinu. Napravljeni su sa plaštem od ukočenog drveta, na jedan od načina prikazanih na sl. 28. Upotrebljavaju se prvenstveno kao ambalaža za suhe proizvode.



Sl. 28. Bubenjevi od ukočenog drveta

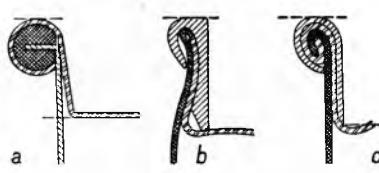
**Bubenjevi od ljepenke** imaju plašt napravljen omatanjem papira u više medu sobom slijepljenih slojeva oko neke jezgre. Pri tom prvi sloj može obrazovati podstavu od otpornijeg materijala

a u plaštu mogu se inkorporirati izolirajući slojevi, npr. bitumena, ili aluminijske folije, ili polietilena između dva sloja kraft-papira. Dno i poklopac im mogu biti od ljepenke, čelika, drveta i dr. Unutrašnjost može biti zaštićena folijama od pergament-papira, plastičnih masa ili metala spojenih s ljepenkom, a može biti i naknadno prevučena zaštitnim namazima od voska, smole itd. Bubnjevi od ljepenke prave se sa zapreminom od  $\sim 3\ldots 300$  litara, sa promjerima od 20 do 60 cm i visinama do 100 cm i više, za težine do  $\sim 200$  kg i iznimno više. Poklopac može biti teleskopski, pa se u tom slučaju zatvara ljepljivom trakom, ili se zatvara metalnom trakom koja se napne polugom, ili se pod pritiskom usaduje u otvor odn. preklapa preko njega; ima i drugih, manje često upotrebljenih načina zatvaranja.

Bubnjevi od ljepenke upotrebljavaju se za transport suhih prahova, suhe čvrste robe, polutekućih i nekih tekućih tvari, osim toga služe kao zaštitna ambalaža za staklene balone, za osjetljive instrumente kao što su elektronske cijevi, za rezervne dijelove mašina, za sitni materijal kao što su zakovice i sl., za lance, žicu itd., itd.

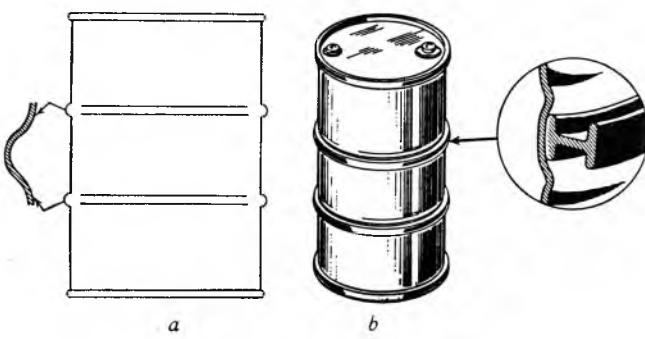
Cilindrične posude od ljepenke manjih dimenzija nego što su gore navedene za bubnjeve, valjkaste kutije od ljepenke, danas se prave mahom od cijevi sa dnem i poklopcem od metala ili nekog drugog materijala. U bezbrojnim varijacijama u pogledu materijala podstave, namaza, vanjskih zaštitnih slojeva, poklopca, načina zatvaranja itd., valjkaste kutije od ljepenke danas se upotrebljavaju kao transportna i komercijalna ambalaža za bezbroj produkata, suhih i viskoznih, kao i za zaštitu osjetljivih dijelova instrumenata i rezervnih dijelova mašina. Zbog mogućnosti da se roba u njima potpuno zaštići od djelovanja atmosferilija, agresivnih para, ekstremnih temperatura itd., mnogo se upotrebljavaju za transport vojne opreme. Cijevi od ljepenke bez dna i poklopca upotrebljavaju se inače mnogo za transport tekstila, papirnatih prerađevina, električnih i električnih uređaja i sl.

**Celični bubnjevi** također se mnogo upotrebljavaju ne samo za tekuće, sipke, grudaste i čvrste proizvode, već i za zaštitu osjetljivih dijelova aparature i mašina pri transportu. Tako su čeličnim bubnjevima riješeni i mnogi teški problemi transportnog pakovanja vojne opreme. Prave se od čeličnog lima raznih debljinama prema pakovanom materijalu (najtanji lim se upotrebljava za bitumen i sl. materijal koji očvrsne kad se ohladi; pri raspakivanju se lim odere s pakovanog materijala); mogu biti povratni i nepovratni. Razlikuju se također prema tome kako su dna pričvršćena uz plašt, imaju li obruče za valjanje i kako su oni konstruirani, i prema tome kako se buben otvara i zatvara. Za spajanje dna s plaštem postoje osnovni načini ilustrirani na sl. 29: lemljenje (a), zavarivanje (b) i ulančani spoj (c). Spojevi b i c prikazani su na slici s ojačanjem ruba koje je poželjno na bubnjevima od debljeg lima, da se sprječi oštećenje spoja i propuštanje sadržaja. U ulančani spoj umeće se radi bolje nepropusnosti smole za brtvljenje.



Sl. 29. Načini spajanja dna čeličnih bubnjeva s plaštom

Obruči olakšavaju valjanje i ukrućuju plašt. Prema veličini bubenja, debljini lima i drugim faktorima (povratnost-nepovratnost itd.) upravlja se broj, smještaj i način izvedbe obruča.



Sl. 30. Obruči na čeličnom buretu

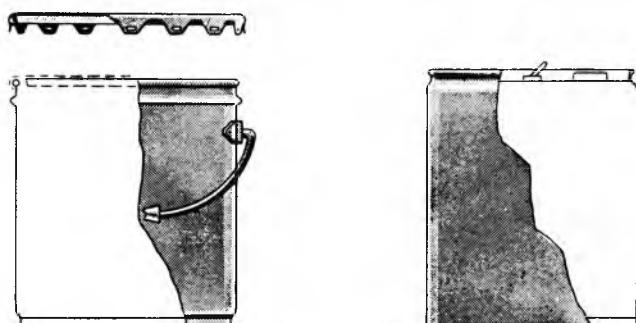
Obruči se obrazuju redovito odgovarajućom deformacijom lima (sl. 30 a) ili su od I-čelika i pričvršćeni za bure opet deformacijom lima ili su mjestimično privareni (sl. 30 b).



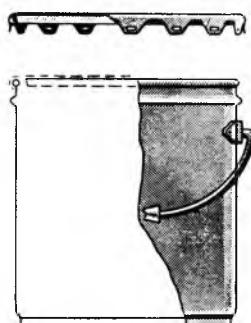
Sl. 31. Tlačni poklopci čeličnog bubenja

Kad je potreban velik otvor za punjenje i pražnjenje, bubenj ima poklopac koji se zatvara pritiskom (odn. trenjem, sl. 31), ili s pomoću vijaka, ili s pomoću obruča za zatvaranje (s polugom ili svornjakom, sl. 32), ili preklopnim uškama koje se zavrnu ispod ruba posebnim alatom. Za tekuće upotrebljavaju se bubenjevi sa čepovima na plaštu ili dnu ( $\frac{3}{4}$ ,  $1\frac{1}{2}$  i  $2$  in.). Osim otvora za ispuštanje često ima i manji otvor za ulaz užduha.

*Limene cilindrične posude srednje veličine*, od 5 do 50 litara, najčešće 5, 10, 20 i 25 litara, predstavljaju vedra. Oni imaju gлатke cilindrične bokove, eventualno s obručastim izbočinama na vrhu i na dnu. Mogu imati, kao i bubenjevi, poklopac s raznim sistemima zatvaranja ili čepove na fiksnom gornjem dnu. U prvom slučaju imaju ručku za nošenje pričvršćenu na stranama, u drugom slučaju pričvršćenu na gornjem dnu (sl. 33).



Sl. 32. Zatvaranje čeličnog bubenja s pomoću obruča sa svornjakom



Sl. 33. Vedra

Metalne posude srednje veličine izrađuju se i u neokruglim oblicima (kanistri i dr.).

Cilindrična čelična ambalaža može se upotrijebiti za mnoge artikle koji su se ranije pakovali u drvenu, staklenu ili aluminijsku ambalažu, ako se iznutra prevuče pogodnom zaštitnom prevlakom. Tako se čelična ambalaža s upečenim lakom upotrebljava za živežne namirnice, umjetne i prirodne smole, alkohole, masna ulja, formaldehid, glicerin, sapune i dr. proizvode. U novije vrijeme su prevlake od polivinilnih, fenolformaldehidnih, epoksidnih i drugih masa prošireile upotrebu čelične ambalaže. Za korozivne proizvodi se i cilindrična ambalaža od čelika otpornog prema rdi.

Osim od čelika, metalna se transportna cilindrična ambalaža, obično bačvasta oblika, proizvodi i od aluminijskih i lakih legura.

**Cilindrična transportna ambalaža od plastične mase.** U tu se svrhu upotrebljava prvenstveno polietilen, koji se odlikuje svojom gipkošću, neotrovnošću, malom težinom, trajnošću i kemijskom otpornošću. Moderne metode fabrikacije omogućuju da se od polietilena naprave glatki bubenjevi u jednom komadu bez šva. Zbog svoje male krutosti moraju se upotrebljavati u kombinaciji

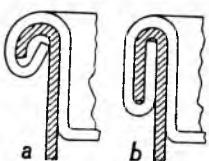
sa zaštitnom ambalažom, koja je za manju ambalažu od čelika ili od valovite ljepenke, a za veliku ambalažu predstavlja obične standardne čelične bubnjeve. Pri tom može plastični bubenj biti potpuno zatvoren u čeličnom, ili mu otvor za čepove mogu prolaziti kroz dno čeličnog bubenja (sl. 34). Od polietilenske mase može se u čeličnom bubenju napraviti i s unutarnjom površinom čvrsto spo-



Sl. 34. Cilindrična transportna ambalaža od metala i plastične mase. Palete.

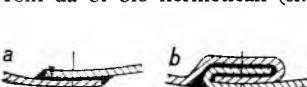
jeni podstava. Sve te vrste ambalaže našle su široku primjenu za transport prehrambenih proizvoda, osjetljivih materijala i korozivnih kemikalija.

**Metalne limenke** prave se najviše od bijelog lima, od hladno valjanih traka i od aluminija. Limenke od bijelog lima upotrebljavaju se pretežno za konzerviranje prehrambenih proizvoda, a nešto i u kemijskoj i farmaceutskoj industriji. Veličine limenki mogu biti od 100 grama pa do 20 litara sadržaja.



Sl. 35. Ulančani spoj plastičnog poklopca i metalne limenke. a početak, b završetak izrade spoja

Vrlo je važno da limenka bude hermetički zatvorena, kako u nju ne bi mogli prodrijeti uzduh i mikroorganizmi, što bi uzrokovalo kvarenje robe. Spoj plašta i poklopca, odnosno dna, izvodi se ulančanim spojem («falcovanjem»), u kojem je gumena brtva (sl. 35). Uzdužni spoj na plaštu limenke može se izvesti preklopno ili ulančanim spojem; taj spoj lemi se olovno-kositrenom legurom da bi bio hermetičan (sl. 36).



Sl. 36. Lemijeni spojevi limenki. a preklopni, b ulančani

je na poluautomatskim strojevima uobičajena brzina oko 2000 komada na sat, a na automatskim linijama 300 komada limenki

u minuti; najnoviji strojevi rade već sa kapacitetom od 500 komada limenki u minuti.

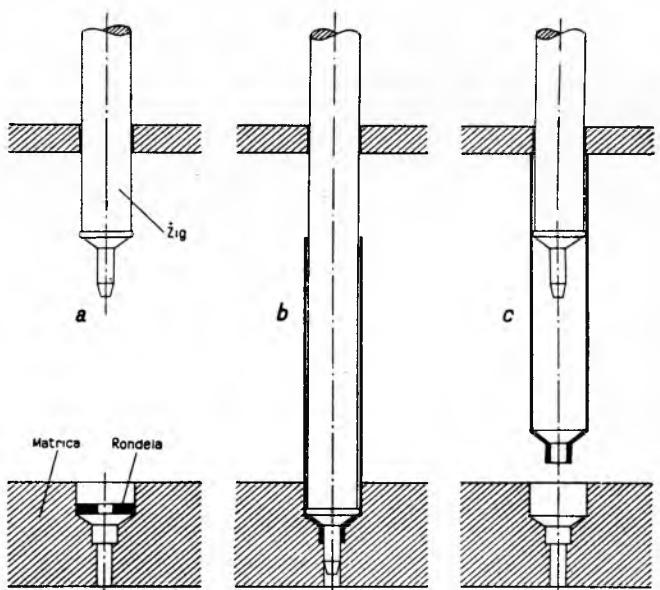
Limenke od hladno valjanih traka pretežno se upotrebljavaju u kemijskoj industriji (za premaze, boje i ljepila). Dno je pričvršćeno na plaštu kao i kod limenki od bijelog lima, dok poklopac može biti tlačni, što je češće, ili preklopni. Uzdužni spoj plašta limenke brtvi se lakom ili smolom. Osnovni materijal, hladno valjana traka, zaštićuje se redovito bezbojnim ili pigmentiranim lakom, a sa vanjske strane može biti litografiran u raznim bojama kao zamjena za papirnatu etiketu.

Limenke od aluminija i njegovih legura prave se ili na isti način kao one od bijelog lima, ili štancanjem, ili dubokim vučenjem. Lim za limenke od čistog aluminija — koje su najotpornije prema koroziji — treba da je 20% deblji nego bijeli lim za limenke; lim od čvršćih legura može biti iste debljine kao bijeli. Plitka limena ambalaža proizvodi se od aluminijskog lima štancanjem u jednoj operaciji, brzinom od 120...200 komada na minutu, a i više ako štanca ima više žigova. Limena traka se dekorira lakiranjem prije štancanja. Duboko vučena ambalaža od aluminija proizvodi se postepenim deformiranjem u nekoliko operacija; dekorirati se može tek kad je gotova.

Aluminijска ambalaža upotrebljava se u mnogim zemljama (naročito skandinavskim) za pakovanje produkata kao što su mlijecni prah, kava, kakao, duhan, cigarete, također za mnoge tekuće i polutekuće proizvode kao što su sirupi, boje i lakovi, politure i sl. Od namirnica naročito se mlijeko i mlijecni proizvodi često pakuju u aluminiju ambalažu. Široj upotrebi u nas stoji na putu njena viša cijena, a posred toga što naša zemlja aluminij proizvodi a bijeli lim mora uvoziti.

**Sitna metalna ambalaža.** Ovamo spadaju npr. tube od olova, kositra i aluminija, aerosol-boćice, ambalaža od aluminijске folije i dr.

**Tube** se izrađuju udarnim isprešavanjem (ekstruzijom). Oblik tube dobije se iz rondele jednim udarom alata (sl. 37), a prosječni je kapacitet strojeva za proizvodnju tuba ~ 60 komada u minuti. Na vanjskoj strani tuba se višebojno lakira radi boljeg izgleda, a na unutarnjoj strani lakira se lakom već prema namjeni (pretežno



Sl. 37. Izrada tube. a rondela umetnuta u matricu, b udarcem žiga istisnuta sirove tuba, c skidanje sirove tube sa žiga

za prehrambenu industriju). Prve tube izradivale su se od olova, nakon toga od pokositrenog olova (kositar je bio nanesen obostrano na rondelu od koje se izrađuje tuba). Danas se pretežno izrađuje tuba od aluminija čistoće 99,5%. Za farmaciju izrađuju se u malim količinama tube od čistog kositra. Tube se upotrebljavaju u raznim granama industrije: kozmetici, kemijskoj industriji, farmaciji i prehrambenoj industriji. Izrađuju se s promjerom od 9 do 45 mm.

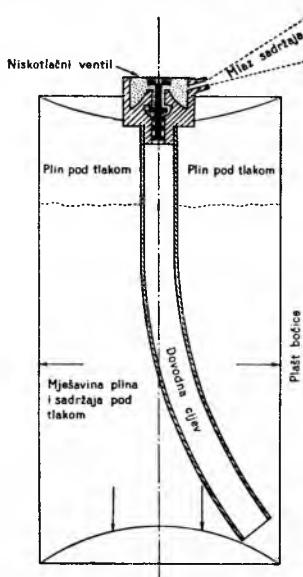
»Aerosol«-boćice predstavljaju novost u ambalažnoj tehnici. Posuda je napravljena od čeličnog lima, a na vrhu ima grlo u kome se nalazi ventil; sadržaj je u posudi pod tlakom, tako da pritiskom na ventil izlazi iz unutrašnjeg dijela boćice u vanjski prostor i pri tom se raspršava. Mnogo se upotrebljava za proizvode kozmetičke industrije, za sredstva protiv insekata itd. (sl. 38).

**Staklena ambalaža.** Transportnu ambalažu od stakla predstavljaju *baloni*, većinom sadržine 60 l, koji se danas još u razmjeru maloj mjeri upotrebljavaju za transport kiselina, a inače su zamjenjeni ambalažom od plastičnih masa ili čeličnom ambalažom podstavljenom plastičnim masama. Pri transportu su uvijek zaštićeni zaštitnom ambalažom od drveta, metala ili ljepenke, ili su umeđutni u košare.

U golemom opsegu upotrebljava se staklo kao komercijalna ambalaža. *Sina staklena ambalaža* pretežno se upotrebljava u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji, i to boćice, od 10 ml naviše, ampute i fiole. Boćice se izrađuju duhanjem od rastopljene mase stakla, a fiole i ampute proizvode se od gotovih staklenih cijevi. Ampute za injekcije prave se redovito automatiziranim mašinama u veličinama od 1 do 100 cm<sup>3</sup>; njihov sadržaj se lako sterilizira toplinom i održava se sigurno sterilnim jer je posuda zataljena. Fiole služe za pakovanje tableta, manje boćice za pakovanje draževa i pilula, a u veće se boćice pakaju razne tinkture, sirupi i sl.

*Srednja staklena ambalaža* ima vanredno široku primjenu za prehrambenu industriju u širem smislu i kemijsku industriju. Najvažniji proizvodi te ambalaže jesu: boce za pivo veličine 330 ml i 500 ml, vermut-boće sadržaja 1 litre, bordo-boće sadržaja 1 litra, boce za umjetna pića sadržaja 250 ml, boce za prirodna pića sadržaja 200 ml, staklene cilindričnog oblika sadržaja 250 ml, 580 ml i 800 ml, boce za mlijeko, boce za jogurt, boce za mineralnu vodu.

Grlo boca za piće može biti izvedeno na tri načina (sl. 39): kao grlo s vijencem (band), grlo za krunski čep i grlo na navoj. Grlo sa



Sl. 38. Aerosol-boca

sa većim promjerima, te je na taj način omogućeno pakovanje praškastih i zrnatih materijala.

Grla staklenki danas se izvode pretežno u tri oblika i to kao grlo na navoj, grlo za bajonet-poklopac, t.zv. »Omnia«-grlo i »PANO«. Grlo na navoj izvedeno je sa navojem na koji dolazi odgovarajući poklopac. Pri tom često dolazi do teškoća prilikom otvaranja staklenke. Razlog tome je loše izveden profil navoa na staklu ili zatvaraču. Bajonet-grlo po principu slično je grlu na navoj, samo je kut zaokretanja poklopca, potreban da se on odvoji od staklenke, svega nekoliko stupnjeva. On ima iste slabosti kao i grlo na navoj, no u nešto blažem obliku. »Omnia«-grlo i »PANO«-grlo s odgovarajućim poklopциma idu među najsvremenija rješenja zatvarenja staklenki (domaći poklopac po tom sistemu zove se »Alupo«). Ti su poklopci od tankog aluminijskog lima s gumenom brtvom, a hermetski se pritisnu uz rub staklenke uslijed vakuma koji se u njoj stvara kondenzacijom vodene pare. Otvaranje tog poklopca, koji potpuno hermetički zatvara staklenku, vrlo je lako: treba samo krutim predmetom koji se osloni na stakleni pojaz kao polugom podignuti poklopac. Jedina slabost tog poklopca je u tome što nakon prvog otvaranja više hermetski ne zatvara staklenku. Grla bocā za mlijeko i jogurt imaju široke otvore a zatvaraju se aluminijskom folijom.

Staklena ambalaža može biti povratna. To se odnosi osobito na boce za mlijeko, vrhnje, jogurt, pivo, ulje i voćne sokove. U novije vrijeme proizvodi se za neke od tih proizvoda staklena ambalaža s time da je nepovratna. Povratna ambalaža koja je oštećena na grlu ne može se temeljito oprati, stoga ne ispunjava higijensko-sanitarne uslove i ne smije se ponovo upotrijebiti.

Staklo za proizvodnju ambalaže može biti prozirno i bojadisano. Bojadisano staklo upotrebljava se da se spriječi štetan uticaj ultravioletnih zraka ili iz dekorativnih razloga. Od bojadisanog slakla prave se u novije vrijeme boce za ulje, mlijeko i mineralne vode.

Staklena ambalaža koja se sterilizira ili u koju se pune pasteurizirani proizvodi mora biti otporna protiv naglih promjena temperature koje nastupaju pri sterilizaciji i pasteurizaciji. Da bi se smanjile temperaturne razlike, staklo se može predgrijavati.

Dekoriranje staklene ambalaže vrši se pomoću papirnatih etiketa; etikete se mogu i stampati na staklu posebnim postupkom; ta dekoracija praktično ima istu trajnost kao i boca.

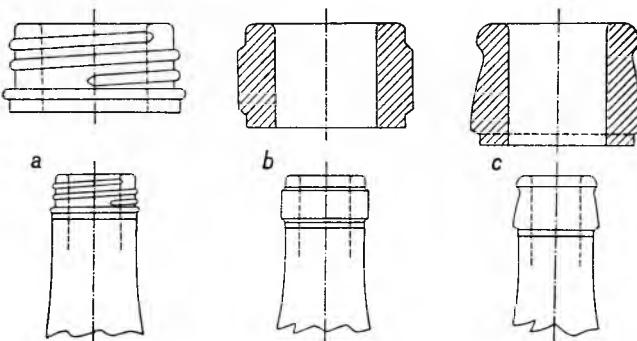
#### POMOĆNI MATERIJALI ZA PAKOVANJE

Dosad opisane glavne vrste ambalaže predstavljaju na neki način unaprijed stvoreni prostor unutar kojeg se smješta pakovana roba. Osim te ambalaže treba spomenuti materijal za omotavanje, koji nema unaprijed određeni oblik prema pakovanom proizvodu; upotrebljava se u transportnom pakovanju kao dodatna ambalaža, a u komercijalnom često kao jedina, naročito u prodaji na malo preko tezge. Nadalje treba spomenuti materijale za jastučenje i druge pomoćne materijale pri pakovanju: materijale za spajanje i zatvaranje ambalaže, materijale za ojačavanje ambalaže koja je izvrgnuta većim opterećenjima i za pričvršćivanje ili spajanje u zavežljaj robe koja se ne pakuje u zatvoren prostor.

**Materijal za omatanje i jastučenje.** Za *omatanje* upotrebljava se papir (papir za pakovanje), običan i oplemenjen ili armiran, tkanine, folije od plastičnih masa i metalna folija. O svim tim materijalima bilo je naprijed govorilo.

**Materijal za jastučenje** služi za podmetanje pod teške terete radi njihove imobilizacije, za zaštitu osjetljivih dijelova tereta od udarača i vibracija, i za ispunjavanje praznog prostora u ambalaži, kako se teret ne bi mogao pomicati unutar ambalaže i ovu oštetiti ili biti sam oštećen. Kao materijal za jastučenje upotrebljava se slama, celuloza, papir, sružvaste plastične i elastične mase, valovita ljepenka, talaška, strugotine od plastičnih masa, pust, životinjske dlake, staklena vuna, pluto, kokice od kukuruza, pilovina, vermkulit i dr.

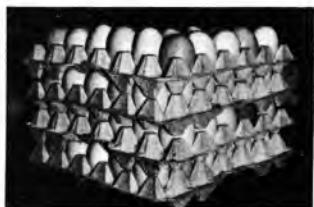
Jeftini celulozni materijal upotrebljava se u obliku vate, vatelinu (npr. za omatanje boca i velikih ampula prije umetanja u vrećice i sl.), netkanih gunjeva (za omatanje pokućstva), blokova itd. Celuloza, papir, papirmeša i ljepenka mogu se u mokrom stanju oblikovati u kalupima prema obliku pakovanog predmeta (sl. 40.). Jastuci od vune i životinjske dlake lagani su i ne daju prašine, uz to



Sl. 39. Grla bocā. a grlo na navoj, b grlo s vijencem, c grlo za krunski čep

vijencem zatvara se pomoću plutenog čepa, pa je ono pojačano kako bi mu čvrstoća bila veća. Takvo grlo imaju pretežno boće za alkoholna pića i mineralne vode. Grlo za krunski čep vrlo je rašireno, a upotrebljava se pretežno za pivo i bezalkoholna gazirana pića i mineralnu vodu. Čep može biti od bijelog lima ili aluminija, a u njemu je uloženo brtvo od pluta ili umjetnih masa. Grlo sa navojem ima određeni navoj na koji dolazi odgovarajući čep, koji može biti od bijelog lima, plastične mase, bakelita i sl. Njegova upotreba vrlo je velika u farmaceutskoj industriji, za žestoka alkoholna pića, u kozmetici i kemijskoj industriji. Grlo na navoj može se izvesti

su vrlo elastični te se prilagođavaju obliku pakovanog predmeta i bez prethodnog oblikovanja; razmjerno su skupi. Sipak materijal, kao zdrobljeno pluto, kokice, pilovina i vermikulit (jedan mineral velikog specifičnog voluma) upotrebljavaju se pri pakovanju boca



Sl. 40. Jastućenje. Lijevo: pri transportu jaja; desno: pri transportu instrumenta u kutiji od valovite ljepenke



s tekućinama u transportnu ambalažu, jer zadržavaju tekućinu koja iscuri iz razbite boce.

**Materijal za spajanje i zatvaranje ambalaže** važniji je nego što se često misli; nesavršeno zatvaranje ambalaže vrlo je česti uzrok gubicima pri transportu. Za spajanje i zatvaranje drvene ambalaže upotrebljavaju se čavli, spojke, vijci i svornjaci. Kako je naprijed spomenuto, prošivanje žičanim spojnicama mnogo se upotrebljava pri proizvodnji ambalaže od tankog drveta, ali se rijetko upotrebljava pri zatvaranju drvene ambalaže na mjestu upotrebe. Naprotiv, ambalaža od ljepenke često se na licu mjesta sastavlja i zatvara spojnicama, njima se često zatvaraju i vreće, a njima se i na ambalažu svake vrste pričvršćuju etikete, tovarni listovi i sl.



Sl. 41. Mašine za spajanje čeličnim spojnicama

Nedostatak im je što ne zatvaraju hermetski i što mogu dati povoda oštećenju robe ili ozljedama radnika koji rukuju pakovanom robom. Za zatvaranje spojnicama postoje ručni alati i poluautomatske ili automatske mašine (sl. 41).

Ambalaža od ljepenke se zatvara zaljepljivanjem zaklopaca, po cijeloj njihovoj površini ili jednom dijelu nje, s pomoću ljepila na osnovu vodenog stakla, dekstrina ili umjetnih smola. Nakon nanošenja ljepila i zatvaranja kutije spoj treba da neko vrijeme bude izvrgnut pritisku; te operacije mogu se vršiti ručno, ali postoje mašine koje neke od tih operacija ili sve obavljaju automatski. To isto vrijedi i za vreće koje se zatvaraju lijepljenjem.

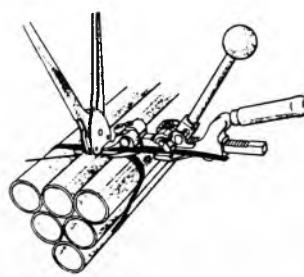
Ambalaža od ljepenke, vreće, cilindrične kutije, limenke s preklopnim poklopциma zatvaraju se vrlo često vrpcom od papira (ev. armiranog), celofana, tkanine ili plastične folije na kojima je s jedne strane već unaprijed nanijeto ljepilo. Takve se vrpce dijele prema ljepilu na njima i prema postupku pri lijepljenju na: a) gumirane trake s ljepilom koje treba prije upotrebe ovlažiti vodom ili otapalom; b) trake s ljepilom koje prijaju pod pritiskom i ne

zahtijeva prethodnog vlaženja ni zagrijavanja pri upotrebi i c) trake s ljepilom koje se aktivira toplinom i pritiskom. Za različite svrhe postoji mnogo vrsta ljepljivih traka. Za zatvaranje ambalaže upotrebljavaju se najviše papirnate trake, gumirane i aktivirane pritiskom; za spajanje nekih materijala (npr. cijevi, žice i šipki) u snopove i zavežljaje, ili izvjesnog broja manjih kutija, limenki itd. u veće jedinice, upotrebljavaju se trake od papira armiranog vlaknima od stakla, sisala, rajona ili najlona. Te se trake upotrebljavaju i za zatvaranje višedijelnih većih kutija od ljepenke i za očvršćavanje kutija od ljepenke općenito. Za olakšanje posla s ljepljivim traka postoji uređaji počevši od ručnih alata (sl. 42) pa sve do mašina koje kutije s pomoću traka sastavljaju, puni i zatvaraju, a preko raznih ručno ili nožno aktiviranih mašina za zatvaranje kutija, zaljepljivanje pakovanih omota, zatvaranje vreća, limenki itd.



Sl. 42. Ručni alat za lijepljenje papirnate trake

**Materijali za vezanje i ojačavanje.** Za spajanje proizvoda u svježnje ili manjih komada ambalaže u veće jedinice, za pričvršćivanje predmeta o djelomičnu ambalažu i za zatvaranje i očvršćivanje nekih ambalaža služe, pored armiranih papirnatih traka — i u znatno većoj mjeri nego one — također čelične vrpce,

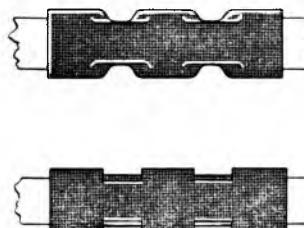


Sl. 43. Dvodijelni ručni alat za napinjanje i spajanje čelične trake

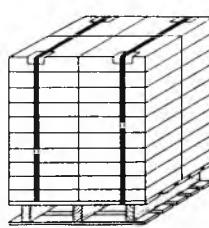


Sl. 44. Jednodijelni ručni alat za spajanje žicom

žice, špaga i užad. Za napinjanje i spajanje žica i čeličnih traka postoje ručni alati i poluautomatske ili automatske mašine. Sl. 43 pokazuje dvodijelni ručni alat za traku, sl. 44 jednodijelni ručni



Sl. 45. Spojevi čeličnih traka

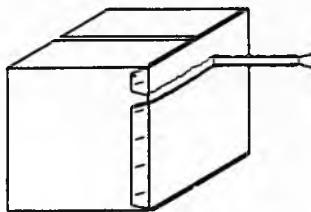


Sl. 46. Paletiranje s pomoću čelične trake

alat za žicu, sl. 45 dva tipa spoja čelične trake. Sl. 46 pokazuje primjenu čelične trake za spajanje većeg broja manjih komada ambalaže u veću jedinicu na paleti.

**Uredaji za lako otvaranje ambalaže.** Za primaoca ili koničnog potrošača pakovane robe važno je da on ambalažu može otvoriti lako, ekonomično i bez opasnosti da će se oštetići sadržaj. Neke metode zatvaranja ambalaže to osiguravaju već po svojoj prirodi, npr. zatvaranje bubenjeva od čelika ili ljepenke obručem s polugom, zatvaranje limenki navojem, bajonetskim zavorom ili tlačnim poklopcem, zatvaranje složivih sanduka žicom na neke od naprijed opisanih načina, zatvaranje kartonskih omotnica prostim uticanjem zaklopaca itd. Ponekad se za lakše otvaranje i za-

tvaranje upotrebljavaju i posebni pomoćni uređaji, npr. motorom okretani odvijač za čepove čeličnih bubenjeva. Za lako otvaranje ambalaže od papira i ljepenke koja je zatvorena lijepljenjem upotrebljavaju se različite metode, npr.: perforiranje zaklopaca, upotreba traka s ljepilom čvrstim na smicanje (tako da dobro spaja dijelove ambalaže) ali slabim na vlak (tako da se traka može lako otrgnuti), ulaganje vrpce ili špake koja se pri otvaranju otrgne i time podere i ambalažu (sl. 47). Lime-ne kutije s konzerviranim ribom otvaraju se često ključem koji otkida zamejljeni poklopac.



Sl. 47. Otvaranje kutije trganjem uložene vrpce

#### AMBALAŽIRANJE KAO GRANA TEHNIKE

**Mehanizacija pakovanja.** Pakovanje je jedan od stadija na složenom putu kroz proizvodnju do potrošnje robe; razumljivo je, stoga, da je i ono moralo biti zahvaćeno općom tendencijom za mehanizacijom koja karakterizira modernu tehniku. Već prilikom opisivanja pojedinih vrsta ambalaže bilo je prilike u više navrata spomenuti alate, pomagala i mašine koje se upotrebljavaju u vezi s njima. Uoči li se sad proces pakovanja kao cjelina, može se reći da se on sastoji od ovih pojedinačnih operacija: 1. izrade i sastavljanja ambalaže, 2. punjenja, tovarenja i omatanja, 3. vaganja i brojanja, 4. zatvaranja ambalaže, 5. spajanja u veće jedinice i učvršćivanja, 6. signiranja.

Razumljivo je da u okviru te razdiobe na operacije moraju postojati vrlo različite izvedbe strojeva s obzirom na vrstu i veličinu ambalaže i na karakter proizvoda koji se pakuje: puniti i pakovati ampule ili tube svakako je sasvim nešto drugo nego puniti burad, vreće ili sanduke.

Razvoj strojeva koji obavljaju automatski sve ove operacije odjednom, ili pojedine od njih, bio je od samog početka vrlo brz, a nakon Drugoga svjetskog rata doživio je nagao uspon. Prvi strojevi za pakovanje imali su kapacitet od 15 pakovanja na minutu; danas se grade strojevi sa 60...70 pakovanja na minutu, ali i takvi koji izvrše 90, 120 pa čak i do 300 pakovanja na minutu.

Općenito se mogu razlikovati a) automatske mašine koje vrše sve te operacije, tj. izraduju ambalažu, pakuju u nju proizvod, štampanju na njoj natpisne i signiraju je i b) mašine koje vrše samo neke od tih operacija, npr. sastavljanje i punjenje ambalaže, ili punjenje i zatvaranje itd.

**Istraživanje i razvoj na polju pakovanja.** Iz svega naprijed rečenog može se razabratati da pravilan izbor materijala u koji će se pakovati određeni proizvod, svrshodno oblikovanje ambalaže, projektiranje pogodnog tehnološkog procesa ambalažiranja i njegova kontrola, postavlja niz kompleksnih i specifičnih tehnoloških i ekonomskih problema. Tim problemima u prvo vrijeme nije se poklanjalo dovoljno pažnje. Uoči Drugoga svjetskog rata, a osobito u toku i poslije njega, ambalaža je dobila izuzetno važno mjesto te se problemima ambalaže i pakovanja počelo prilaziti stručno i naučno-istraživački. U mnogim zemljama osnovani su instituti i birovi koji se bave tim problemima. U Evropi svaka država ima jedan ili više instituta, vanredno opremljenih instrumentima i ostalom opremom, koji ispituju svojstva materijala za ambalažu, samu ambalažu, određuju materijale i oblik i veličinu ambalaže. U institutima konstruiraju se također transportna ambalaža, a njeni prototipovi ispituju se na posebnim strojevima i instrumentima u pogledu čvrstoće i otpornosti prema klimatskim i atmosferskim uticajima. Da bi se objedinio rad nacionalnih instituta, osnovana je 1953 Evropska federacija za pakovanje (European Packaging Federation) sa sjedištem u Parizu.

U našoj zemlji bili su nakon Oslobođenja obrazovani razni odbori i komisije za ambalažu kod pojedinih upravnih organa, a 1954 osnovan je Biro za ambalažu pri Trgovinskoj komori NRH Zagreb, 1955 Centar za embalažu pri Trgovinskoj zbornici LRS Ljubljana. Nakon toga osnovan je Biro za ambalažu u okviru »Prosperiteta« Sarajevo, a u najnovije vrijeme Biro za ambalažu pri Zavodu za unapređenje trgovine NRS Beograd.

1960 osnovan je Koordinacioni odbor za ambalažu čiji su članovi sve savezne privredne komore, JŽ, DOZ i drugi. Koordinacioni odbor ima zadatku da koordinira i vodi politiku razvijanja ambalaže i pakovanja u FNRJ; on je i član Evropske federacije.

Sajmovi ambalaže ili izložbe ambalaže u svijetu su vrlo poznate prirede, a održavaju se redovito svake ili svake druge godine. Najpoznatije su izložbe, odnosno sajmovi u Evropi: INTERPACK u Düsseldorfu, Salon ambalaže u Parizu, ANUGA u Kölnu, IPACK u Milatu, zatim sajmovi u Parmi, Padovi i drugim mjestima.

U Jugoslaviji je prva izložba ambalaže priredena u Ljubljani 1955 i do sada se redovito održavala svake godine. Uz izložbu ili sajam ambalaže u Ljubljani redovito su održavana savjetovanja o problemima ambalaže i pakovanja.

Od 1962 sajam ambalaže je samostalna izložba u okviru proljetnog zagrebačkog velesajma, a održavat će se svake druge godine.

Da bi se kreatori i proizvođači ambalaže stimulirali u svom radu, pojedine zemlje osnovale su nacionalno priznanje za najuspjelije proizvedene primjerke ambalaže. U našoj zemlji je takvo priznanje prvi puta dodijeljeno 1957 u organizaciji Centra za embalažu Ljubljana i svake se godine redovito dodjeljuje. Ono nosi naslov »Jugoslavenski oskar za ambalažu«.

Poštaji i evropsko priznanje koje se dodjeljuje svake godine najuspjelijim modelima ambalaže a nosi naslov »Eurostar for Packaging«.

Savez društava za zaštitu materijala u Beogradu počelo je 1954 izdavati list »Ambalaža«, a Koordinacioni odbor za ambalažu počeo je 1960 sa izdavanjem časopisa »Savremeno pakovanje«.

**Standardizacija ambalaže.** Ambalaža se proizvodi u velikim serijama i stoga nastaju vanredno velike poteškoće u proizvodnji ukoliko ona nije standardizirana. Standardizacija određuje veličinu, materijal i tolerancije mjera, ograničuje tipove i na taj način omogućuje proizvodnju velikih serija. Industrijski razvijene zemlje standardizirale su ambalažu: USA, Njemačka, Francuska, SSSR.

U našoj zemlji djelomično je provedena standardizacija ambalaže. Iz oblasti drvene ambalaže za voće i povrće, za prehrambenu, metalnu, duhansku, kemijsku, tekstilnu, staklarsku industriju i elektroprivredu izdato je (do kraja 1963) ukupno 89 standarda; za korparско-plaćarsku ambalažu 32 standarda, s područja metalne ambalaže za potrebe prehrambene industrije, industrije naftne i komprimiranih plinova, farmaceutske, kemijske i drugih industrija ukupno 53 standarda, za staklenu ambalažu 16 standarda. Iz oblasti tekstilne ambalaže izdat je samo jedan standard, koji obuhvaća 11 vrsti jutanih vreća za pakovanje voća i povrća. U obradi se nalazi 10 standarda.

LIT.: L. C. Barail, Packaging engineering, New York 1954. — W. Stern, The package engineering handbook, Chicago 1954. — Modern packaging encyclopedia, Bristol, Conn. 1959. — W. F. Friedman i J. J. Kipnes, Industrial packaging, New York 1960.

**AMIDI (kiselinski).** kemijski spojevi koji se odvode od amonijaka ili (u slučaju amida supstituiranih na dušiku) od amina zamjenom jednog (*primarni amidi*), dvaju (*sekundarni amidi*) ili triju (*tercijarni amidi*) na dušiku vezanih atoma vodika kiselinskim ostatkom, dakle u slučaju amida karbonskih kiselina acilnom grupom RCO. Od dikarbonskih i drugih dibaznih kiselina mogu se tako dobiti s jednom molekulom amonijaka *poluamidi* ili *aminske kiseline*, a s dvije molekule amonijaka amidi.

Amidi su vrlo rašireni u prirodi. Amid ugljične kiseline, karbamid (urea, mokraćevina) produkt je životinjskog metabolizma, amidi aminokiselina asparagin i glutamin nalaze se u svim biljkama, bjelančevine su poliamidi aminokiselina, neki alkaloidi spadaju u kiselinske amide. Tehnički su važni gotovo isključivo primarni amidi.

**Nomenklatura.** Primarni se amidi često označuju kao »amid te i te kiseline« ili im se imena tvore tako da se korijenu latinskom imenu kiseline, ili imenu osnovnog ugljikovodika, doda nastavak *-amid*. Na pr. HCONH<sub>2</sub> je amid mravljе kiseline ili formalid ili metanamid, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHCONH<sub>2</sub> je amid izomaslačne kiseline ili izobutiramid ili metilpropanamid. A. koji se mogu izvesti od aromatskih amina *N*-supstitucijom acilnom grupom nekad se i u imenu označuju kao takvi derivati, npr. acetanilid CH<sub>3</sub>CONHC<sub>6</sub>H<sub>5</sub>. Poluamidi dibaznih kiselina imaju u imenu nastavak *-aminska kiselina* ili prefiks *amido-* ispred imena kiseline, npr. NH<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>H, sulfaminska ili amidosumporna kiselina; NH<sub>2</sub>OC(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>COOH, sukcinaminska ili amidojantarna kiselina.