

treba da osim svoje cilindarske brave otvara i jednu centralnu, on može imati za nju posebni niz urezotina na drugom hrpu.

U sistemima zaključavanja s cilindarskim bravama upotrebljavaju se najčešće brave s podijeljenim čepićima. Normalni i glavni ključ imaju različite urezotine, a da bi osim normalnog i glavnog ključ otključavao bravu, oni čepići koji bi pri umetanju glavnog ključa sprečavali okretanje cilindra prerezani su u visini plašta na dva dijela. Tako se mogu podijeliti i pločice ako ih ima i u okretnom cilindru i u kućištu; na jednodijelnim pločicama predviđaju se u prorezu za ključ stepeničasti urezi za normalni i za glavni ključ. U području tih ureza ključ je odgovarajuće debljine. S podijeljenim čepićima rade i brave koje imaju dva okretna cilindra smještena jedan u drugome. Provrti za čepiće idu od kućišta kroz oba okretna cilindra do kanala za ključ; u svakome provrtu su tri čepića. Kad se utakne normalni ključ, sastaju se čepići na plohi plašta između oba okretna cilindra, pa se unutarnji cilindar može okretati u vanjskom; kad se utakne glavni ključ, sastaju se čepići na plohi plašta između vanjskog cilindra i kućišta pa se oba okretna cilindra zajedno okreću u kućištu. U oba slučaja okreće se izdanak za pomicanje zasuna, koji je vezan s unutarnjim okretnim cilindrom.

#### PROIZVODNJA BRAVA

U industrijski razvijenim zemljama danas postoji samo tvornička proizvodnja brava. Proizvode se tipovi brava koji su se održali u upotrebi, ali i novi. Kao u svakoj proizvodnji i ovdje se teži za standardizacijom, da se proizvede manji broj tipova brava sa što manje različitih sastavnih dijelova u cilju smanjivanja troškova i što racionalnijeg iskorišćavanja specijalnih alatnih mašina i uređaja. Od jugoslavenskih standarda na brave se odnose — između ostalih — standardi za univerzalne usadne brave za kućna vrata: obične JUS MK 3.030, s cilindričkim uloškom MK 3.025 i s lamelastim zadržaćem JUS MK 3.026.

U Jugoslaviji se proizvodnjom brava i katanaca bavi desetak poduzeća, od kojih je najznatnije »Titan«, tovarena kovinskih izdelkov in livarna u Kamniku. To poduzeće, koje proizvodi brave već od 1896, imalo je 1964 planiranu proizvodnju od 850 000 brava prema JUS MK 3.030, 204 000 prema JUS MK 3.025, 250 000 prema JUS MK 3.026; 170 000 cilindričkih uložaka; ~ 500 000 bravica za namještaj, kovčuge, mopeđe, od toga 100 000 cilindričkih bravica za namještaj; 40 000 brava za gvozdena vrata i za sanitarne prostorije, 1 300 000 katanaca običnih i 170 000 cilindarskih. Poduzeće »Titan« opremilo je u našoj zemlji mnoge objekte sistemom zaključavanja kakav je naprijed opisan.

LIT.: C. Pečar, Tehničko crtanje za građevno i umjetno bravarstvo, Zagreb 1942. — H. Hron, Schloß-Konstruktionen, Heidelberg-Wien 1952. — A. Brownell, Taking the mystery out of builder's hardware, Philadelphia 1956.

O. Milčić

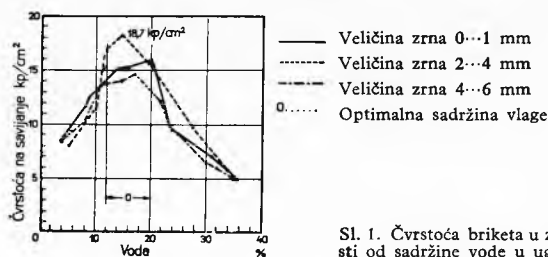
**BRIKETIRANJE** (od franc. »brique« , mala opeka), postupak aglomeriranja (okrupnjivanja) sitnozrnog ili praškastog materijala, uglavnom primjenom pritiska. Praktično najveću važnost ima briketiranje ugljena, prvenstveno mrkog, ali se postupak upotrebljava i za kameni ugljen, zatim za treset, koks, glinu, so. Kemijska, prehrambena i farmaceutska industrija služe se također tehnološki sličnim aglomeracionim postupcima »granuliranja«, »tabletiranja« i drugim, npr. u proizvodnji eksploziva, umjetnih gnojiva, krmiva, boja, šećera, kvasca, lijekova. Drugi u industriji i rudarstvu primjenjivani postupci aglomeriranja, npr. sinterovanje i peletiziranje, razlikuju se od briketiranja po tome što se njima aglomerati dobijaju bez primjene pritiska.

**Teorijske osnove briketiranja.** Iako se briketi s vezivom u industrijskom mjerilu izrađuju već više od sto dvadeset godina (St. Etienne, 1842), a briketi bez veziva samo nešto manje, teorijske osnove procesa još nisu potpuno jasne. To je posljedica okolnosti što unutrašnji sastav ishodnog materijala, ugljena, ni u kemijskom ni u fizikalnom pogledu još nije sigurno utvrđen. Svojstva ugljena obrazuju gotovo koherentni sistem, tj. sistem u kom je svako svojstvo zavisno od svih ostalih svojstava. A kako nijedno svojstvo nije ispitano dokraja, nema sigurnih predstava o pravim razlozima vladanja sistema pod različitim vanjskim uticajima. Kemijski je sastav ugljena pri tom od podređenog značenja jer je briketiranje, koliko se danas zna, isključivo fizikalni proces. Ipak bi poznavanje kemijskog sastava ugljena moglo

pridonijeti razjašnjenju tog postupka jer je ugljen, kako se čini, nepotpun gel, dakle tvorba koja bi se imala vladati po zakonima kolooidne kemije, a osim toga i zato što je vjerovatno da se pri briketiranju oslobađaju i sile kemosorpcije. O kemijskom sastavu ugljena, međutim, zna se vrlo malo, osobito kamenog ugljena; ligniti i mrki ugljeni nešto su bolje ispitani, ali je i to sasvim nedovoljno za kemijski prilaz objašnjenju procesa briketiranja.

Načelno, briketiranje je postupak smanjivanja površina. U čvrstih tijela, svakoj se promjeni oblika suprotstavljaju unutrašnje elastične protusile. Kako je smanjivanje površine uvijek skopčano s promjenom oblika, briketiranjem mora se savladati elastičnost tijela te postići definitivna plastična deformacija. A da bi se to postiglo, smanjivanje površine trebalo bi, teorijski, da se produži bar dok sve novonastale površine ne zađu u područje djelovanja intermolekularnih van der Waalsovih kohezijskih sila. Proces »zgušnjavanja« prilikom prešanja ugljenog praha počinje raspadanjem strukture aerogela istiskivanjem slobodnog zraka iz sistema, pri čemu se postepeno približavaju i konačno spoje opne sabijenog zraka što obavijaju svaku česticu. Pojedine regije susjednih čestica dalje se uzajamno približavaju i obrazuju kapilare. Dobija se stanje »čvrste pjene« u kom se prvobitno diskontinuirano raspoređena površinska energija postepeno raspoređuje kontinuirano. Pri daljem povećanju pritiska sužavaju se nastale kapilare pa se međuprostor sve više zapunjava prvo »ugnježdivanjem« sitnih čestica a zatim, u drugoj fazi, zbijanjem (»zgušnjivanjem«) čestica putem međusobnog prostornog prilagodivanja. Zgušnjivanje se već odvija u području van der Waalsovih sila, tj. u području intermolekularnih akcija. Prekoračenjem granice elastičnosti čvrste pjene počinje razlamanje mehanički slabijih čestica, pri čemu se razlomljene čestice još više jedna drugoj približe. Pri pritisku od 2000 at i više, one svojim rasprskavanjem mogu probiti okolne adsorpcione opne, pa se dobija veoma intiman dodir čvrste komponente, odnosno jako povećanje broja dodirnih tačaka, pa tako rastu i međusobne vezne sile čitavog sistema.

Ovaj prikaz unutrašnjeg procesa briketiranja (uglavnom po Meldauu 1953) vjerovatno se najviše približava stvarnim prilikama za vrijeme prešanja ugljena, ali ima i nekih nedostataka. U prvom redu, zanemaren je uticaj sadržine vlage u ugljenu. Međutim, uzimanjem u obzir ovog uticaja slika se načelno ne mijenja nego samo dopunjava, jer voda još i pojačava intermolekularna privlačenja zato što su u njoj van der Waalsove sile izuzetno jake. To je posljedica tzv. vodikove veze, strukture u kojoj atom vodika na periferiji molekule, osobito ako je još i dio grupe OH, posjeduje adhezione i kohezione sile znatno jače od normalnih van der Waalsovih sila. Osim toga, voda djeluje kao plastifikator, što se u počecima tehnike briketiranja i koristilo tako što bi se sitan ugljen pomiješao s vodom i zatim u kalupima oblikovao u »brikete« koji su naknadno sušeni na zraku. Danas se zna da postoji određena veza između optimalnih vrijednosti za sadržinu vode u ugljenu i čvrstoću briketa. Na slici 1 prikazani



Sl. 1. Čvrstoća briketa u zavisnosti od sadržine vode u ugljenu

su rezultati niza takvih ispitivanja za različite granulacije, pa se vidi da u ovom slučaju briketi imaju optimalnu čvrstoću kad ugljen sadrži između 12 i 20% vlage.

Prema svemu izloženom, briketiranje se može razumjeti kao fizikalna reakcija u čvrstom stanju pod uticajem molekularnih adhezijskih i kohezijskih sila uz primjenu pritiska. Reakcija je po pravilu reverzibilna, jer se briketirani ugljen, u prikladnim rastvaračima (npr. ksilolu), obično opet može razložiti na pojedine čestice, dakako granulacije sitnije od ishodišne. Reakcija se odvija ukoliko su ispunjeni određeni preduslovi u pogledu visine i trajanja pritiska, granulacijskog sastava i oblika zrna, sadržine vlage

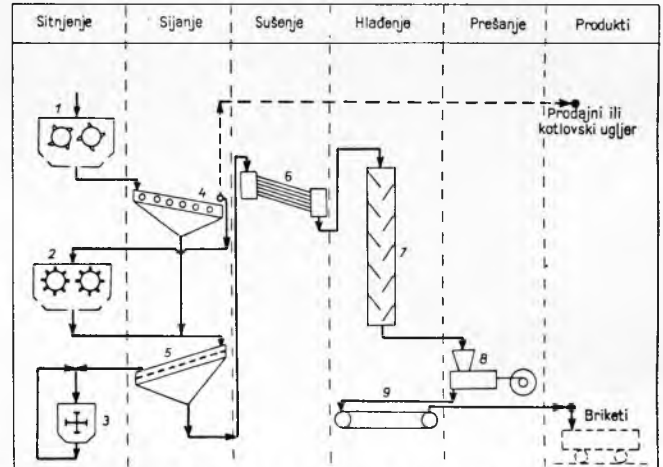
i temperature. Međutim, i pored ispunjenih preduslova, neki se ugljeni ne mogu briketirati ni uz primjenu najviših pritisaka, što znači da postoji još neka, dosad nepoznata okolnost od koje zavisi podobnost za briketiranje.

Ima dosta pokušaja da se procesi pri briketiranju objasne u okviru određenih teorijskih postavki. Kao prvu treba spomenuti tzv. »bitumensku teoriju« iz kraja prošlog stoljeća, koju je najznačajniji njen predstavnik Scheithauer 1902 formulirao ovako: kad se ugljen u preši odjednom izloži pritisku od 1200 do 1600 at, on se toliko zagrije da u njemu sadržani bitumen omekša pa se obrazuje ljepljiva masa koju bat može sabiti u čvrst kolač, briket. Teorija se nije mogla održati jer je nađeno da se ugljeni bez bitumena čak i bolje briketiraju, a i čvrstoća je briкета obrnuto proporcionalna sadržini bitumena u ugljenu. Iste godine, 1902, objavio je Kegel osnove »kapilarne teorije« koju je kasnije dalje razradio skupa s Fritzscheom. Po toj teoriji, voda u ugljenu presudni je agens u tvorbi briкета: pri dovoljnom zblizenju čestica, iz kapilara ugljena izlazi dio (adsorpcijske) vode, koja ovlaži površinu čestica, a pri popuštanju pritiska opet se povlači u unutrašnjost s tim da na površini čestica ostane tanka vodena opna koja svojom privlačnom silom prouzrokuje vezivanje zrna u briquete. Izostavimo li fenomen zaostale vodene opne (koji u pokusima nikad i nije mogao biti dokazan), teorija ističe važnost vode u ugljenu, a to je i značajan i mjerljiv parametar, pa se konkretni izvodi kapilarne teorije uspješno primjenjuju u praksi. Od 1933 dalje Agde, a kasnije i njegovi saradnici Schürenberg, Jodl i drugi, razrađuju »koloidnu teoriju« u kojoj se, doduše, ne zanemaruje uloga vode ali se uzimaju u obzir i drugi sastavni dijelovi ugljena. Uproščeno, po toj se teoriji ugljen sastoji od dviju faza, tekuće i čvrste; čvrstu predstavljaju sitne, koloidne, humusne čestice. Prešnjem se te čestice zbiju. Zbiju li se dovoljno, dolazi do uzajamnog djelovanja van der Waalsovih sila kojim se obrazuje briket. Konačno, treba spomenuti »plastičnu teoriju« Remesnikova (1953), koji je svojim »indeksom plasticiteta« pokušao dati i praktičnu mjeru briketabilnosti. Po Remesnikovu, sposobnost za briketiranje zavisi od odnosa između plastičnih i elastičnih svojstava ugljena, a ova su uslovljena kvantitativnim odnosima između fizikalnih i kemijskih privlačnih sila. Fizikalne bi sile bile one što djeluju među molekulama na relativno velikim udaljenostima (oko  $10^{-6}$  cm), a kemijske su sile one što vezuju atome u molekule a djeluju na veoma maloj udaljenosti (oko  $10^{-8}$  cm). Ugljeni u kojima pretežu fizikalne sile (takvi bi bili mrki ugljeni) jako su plastični i slabo elastični, dok su ugljeni s izrazitim kemijskim privlačnim silama (kameni) jako elastični i malo plastični. Prema tome, Remesnikovljevom teorijom možemo objasniti zašto se mladi ugljeni u pravilu mogu bolje briketirati od starijih.

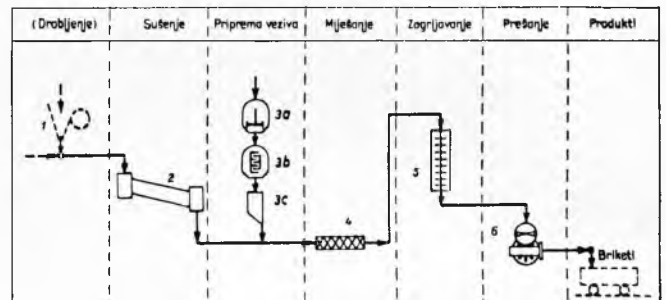
**Tehnologija briketiranja ugljena.** U biti, svrha je briketiranja pretvorba niskokvalitetnog goriva u gorivo bolje ili čak i visoke vrijednosti. Često se tek briketiranjem omogućava ekonomska upotreba sitnog ili manjevrijednog ugljena. Tako su računi Weissa (1964) pokazali da bi i briketiranje sitnih asortimana naših lignita, čak i s primjenom veziva, bilo rentabilno jer bi se ogrjevna moć sirovine povećala okruglo za 60%. Udio sitnih klasa (-10 mm) u prodajnom ugljenu danas u svijetu iznosi oko 50%, pa je to jedan od krupnih razloga za intenzifikaciju radova na briketiranju. God. 1960 je od ukupne svjetske produkcije kamenog ugljena (2200 Mt) briketirano nešto više od 1% (oko 25 Mt), a od produkcije mrkog ugljena (650 Mt) briketirano je blizu 11% (~ 70 Mt). Briketiranje je dakle kao postupak oplemenjivanja važnije za mrki ugljen, i to prvenstveno zato što se mrki ugljen može briketirati bez veziva.

Zasad nema pouzdanog odgovora na pitanje zašto se neki ugljeni mogu briketirati bez ikakvog dodatka a drugi samo uz dodatak nekog sredstva za međusobno trajno povezivanje ugljenih zrna. Uglavnom se danas smatra da briketabilnost prvenstveno zavisi od tvrdoće ugljena kao takvog a zatim od tvrdoće pojedinog zrna. Tvrdoća sprečava neposredni dodir između površina čestica, pa pritisak pri prešanju nije dovoljan za razlamanje zrna, odnosno za potpuno aktiviranje molekularnih sila, i zato se ne dostiže područje plastične deformacije. Zato se ni (tvrdi) kameni ugljeni a niti naši, mahom vrlo tvrdi, mrki ugljeni ne mogu briketirati bez veziva, dok se neki drugi tvrdi mrki ugljeni, npr. sjeveročeški i australski, briketiraju bez veziva vrlo dobro.

Kao vezivo se u Evropi upotrebljava gotovo isključivo katarska smola dobijena destilacijom kamenog ugljena, a u Americi bitumen. Sasvim podređeno upotrebljava se i otpadna sulfitna lužina iz industrije celuloze, a ima i mnogo drugih prijedloga za vezivna sredstva. Funkcija veziva nesumnjivo je fizikalne prirode, ono treba da adhezivno prevuče ugljena zrna tankom opnom koja će ih okvasiti radi međusobnog prijanjanja. Budući da su veziva uvijek znatno skuplja od ugljena, njihov utrošak treba da bude što manji; utrošak smole kreće se u prosjeku oko 6%, računato na mješavinu ugljena i smole, ali ponekad je i veći, do 9%.



Sl. 2. Shema briketiranja bez veziva. 1 valjkasta drobilica s noževima, 2 drobilica s nazubljenim valjcima, 3 čekićara, 4 rešetka za grubo klasiranje, 5 sito za fino klasiranje, 6 rotacioni cijevni sušionik, 7 hladionik s rebrenicama, 8 preša tipa Exter, 9 transportna traka



Sl. 3. Shema briketiranja s vezivom. 1 željusna drobilica, 2 rotacioni bubnasti sušionik, 3 a žrvani, 3 b dezintegrator, 3 c bunker za vezivo, 4 dvostruki pužni transporter, 5 miješalica, 6 preša Couffinhal

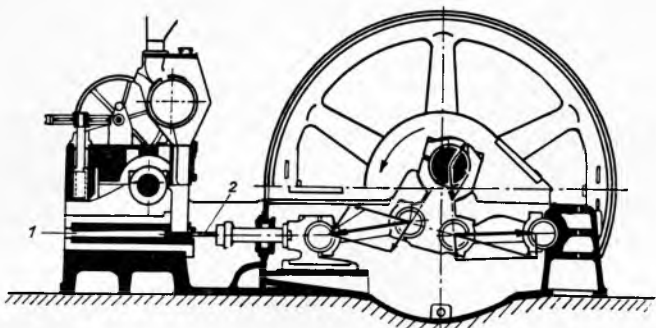
Na slikama 2 i 3 date su uproščene sheme briketiranja bez veziva i s njim; isprekidanim crtama označene su moguće alternative.

**Pripremni radovi.** U pripremne radove računaju se sve radne faze prije samog prešanja, dakle sitnjenje, sušenje i hlađenje za briketiranje bez veziva, a sušenje, miješanje i zagrijavanje za briketiranje s vezivom.

Ugljena zrna i u jednom i u drugom slučaju treba da budu sitnija od 4 mm, s tim da se njihov granulometrijski sastav što je moguće više približava raspodjeli po Fullerovom zakonu za najgušću mješavinu, tj. prostor među krupnim zrnima treba da bude potpuno zapunjen sitnim i najsitnijim česticama. Znači da zrna ne smiju biti ni izodisperzna ni suviše fina. Sitnjenje se zato mahom ograničava na drobljenje u dva stepena, prvi u drobljivama s nazubljenim valjcima i drugi u čekićarama (sl. 2). Ukoliko je to potrebno, pri briketiranju s vezivom ugljen se prije sušenja drobi u nekoj primarnoj drobilici, željusnoj ili kružnoj (v. sl. 3).

Sušenje zavisi kako od sadržine vlage u ugljenu tako i od svrhe kojoj briket treba da posluži. Na slici 1 objašnjen je pojam tzv. optimalne sadržine vlage. Prema Fritzscheu (1930), za mrki ugljen općenito se može uzeti da sadrži optimalnu količinu vlage kada je u ravnoteži s atmosferom zasićenom 75% u pogledu

vlage. Praktično, meke mrke ugljene (sadržina vode 45...60%) treba sušiti na 14...20%, tvrde mrke ugljene (20...45%) na 9...20%, kamene (do više od 15%) na 2...4%.



Sl. 4. Exterova klipna preša

Danas se za sušenje briketnog mrkog ugljena pretežno upotrebljavaju rotacioni cijevni sušionici koji rade po principu indirektnog sušenja parom. To su blago nagnuti, 7...8 m dugi cilindri promjera 4...5,3 m, s umontiranim cijevima koje oplakuje ogrjevna para sa 3...4 at pretlaka i kroz koje gravitacijski klizi ugljen za sušenje. Pri promjeru od 4 m ogrjevna površina iznosi 2200 m<sup>2</sup> a kapacitet 13...15 t/h osušenog ugljena. U starijim postrojenjima nalaze se još višetažni tanjurasti sušionici, u principu slični metalurškim etažnim pećima za prženje, ali danas se napuštaju zbog malih učinaka i velikih troškova održavanja i remonta.

Za sušenje kamenog ugljena upotrebljavaju se i plinski sušionici u kojima se ugljen suši npr. dimnim plinovima; i to su nagnuti rotacioni bubnjevi, ali manjeg promjera i veće dužine (0,7...3 m i 5...16 m), s ugrađenim pregradama za pregrtanje ugljena. Kapaciteti iznose do 50 t/h, s tim da se može dobiti produkt sa svega 1...1,5% vlage.

Ugljen napušta sušionik s temperaturom od 70...90 °C i pri briketiranju bez veziva obično se, u trećoj fazi pripremnih radova, hladi na ~ 40 °C. U tehnološkom pogledu hlađenje zapravo nije potrebno jer se ugljen može briketirati i topao, pa se tako i radi u briketarnicama za švel-brikete i koksne brikete. Međutim, u postrojenjima za proizvodnju briketa za široku potrošnju ugljen se hladi iz praktičnih razloga, radi kasnije lakše manipulacije, osobito pri utovaru i transportu. Ugljen se najčešće hladi u hladionicama s rebrenicama (žaluzijama), uređajima u obliku niza nasuprot postavljenih kosih limova montiranih jedan ispod drugog preko kojih se ugljen spušta odozgo naniže i pri tome hladi uzlaznom zračnom strujom. Kako je rashladni učinak rebrnica malen (za 10 t/dan potrebno je do 30 m<sup>2</sup> površine limova), ovi hladionici traže mnogo prostora pa je to krupan građevinski objekt u krugu tvornice briketa.

Pri briketiranju s vezivom ugljen se nakon sušenja miješa s vezivnim sredstvom. Glavno svojstvo što ga mora imati vezivo jeste plasticitet, odnosno velika vezivna snaga. U tom pogledu najbolja bi bila meka smola, s talištem između 30 i 40 °C, ali se ona ne može mljeti, pa se zato upotrebljava samo u specijalnom Fohr-Kleinschmidtovom postupku gdje se takva meka smola dodaje mlaznicama u tekućem stanju kao magla. Obično se pak upotrebljava tvrda smola s talištem između 45 i 75 °C, granulacije -0,5 mm. Kao što je prikazano na slici 3, smola se obično sitni u dva stepena, u žrvnjevima i dezintegratorima, a zatim se miješa s osušenim ugljenom, najbolje u dvostrukom pužnom transporteru, s puževima koji rotiraju u suprotnim pravcima.

Smjesa se zagrijava u tzv. mješačima, vertikalnim cilindrima promjera do 1400 mm s ručkama za miješenje na centralnoj osovini. Mješači se griju pregrijanom parom od 400 °C, tako da se materijal zagrije na ~ 95 °C, a zadržava se u uređaju najviše 15 min, jer daljim zagrijavanjem progresivno gubi plasticitet.

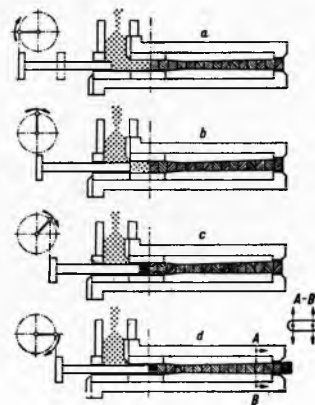
**Prešanje.** Za prešanje, glavnu fazu briketiranja, postoje različiti uređaji, ali se uglavnom upotrebljavaju četiri vrste preša: dvije pretežno za briketiranje bez veziva i dvije za briketiranje s vezivom, u zavisnosti od potrebnog pritiska. Za briketiranje bez

veziva dolaze u obzir Exterova klipna i Apfelbeckova obručna preša, a za briketiranje s vezivom Couffinhal-preša s rotacionim stolom i preša s valjcima. Osnovne radne parametre daje ova tabela:

Vrsta preše	Radni pritisak kp/cm <sup>2</sup>	Potrebna energija kWh/t briketa	Vrijeme prešanja, s	Kapacitet t/dan
Exter (sa 6 klipova)	600...1600	25...40	0,5...1,0	250...500
Apfelbeck	1500...2500*	8...12	0,4...0,5	250...350
Couffinhal	do 250	3... 3,5	0,2...0,4	120...400
S valjcima	50...300**	2... 2,5	0,1...0,7	700...1200

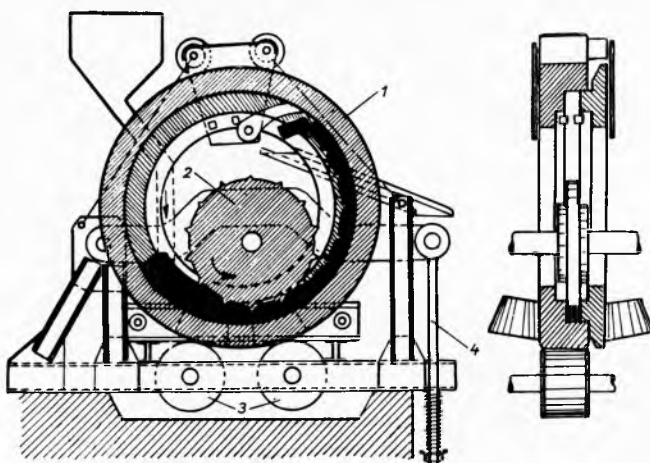
\* i do 3000  
\*\* i do 1000

Exterova klipna preša, i danas još (od 1859) najviše upotrebljavani uređaj za briketiranje mrkog ugljena bez veziva, prikazana je shematski na slici 4. Sastoji se, u osnovi, od dva dijela, pogonskog i radnog. Pogonski dio djeluje po principu parne mašine, s tim što klip na kraju stapajice ima oblik bata (2 na slici 4) i služi kao sabijač ugljena što odozgo kontinuirno ulazi u tzv. kanal za formiranje (1), glavni dio cijelog uređaja. Proces u kanalu za formiranje objašnjen je na slici 5. Na skici a prikazan je klip u zadnjoj mrtvoj tački, dok ugljen ulazi u prostor između njega i prethodnog briketa. Na skici b kanal je zatvoren i počinje zgušnjivanje ugljena. Pri položaju c postignut je maksimalni pritisak i briket je u stvari gotov, iako o tome mišljenja još nisu sasvim saglasna. Na d je prikazan trenutak istiskivanja gotovog briketa iz kanala, pri čemu je klip u prednjoj mrtvoj tački. Dužina obostrovanog kanala iznosi 900...1600 mm, a preša može biti konstruirana i tako da ima više kanala za formiranje.



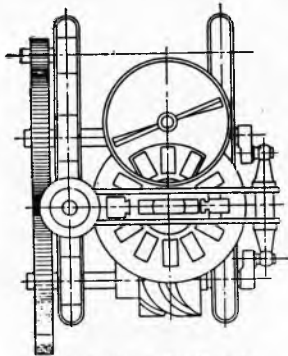
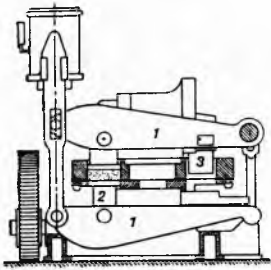
Sl. 5. Proces prešanja u klipnoj preši

Najjači se pritisak može dobiti u Apfelbeckovoj obručnoj preši koja je (1925) konstruirana za briketiranje sjeveročeskkih tvrdih mrkih ugljena bez veziva. (Jedna od prvih Apfelbeckovih preša montirana je 1930 u Rtnju i još je u pogonu.) Prikazana je na sl. 6. Sastoji se od dvodijelnog obruča 1, promjera do 2000 mm, i pritisknog nazubljenog valjka 2, promjera do 900 mm. Obruč se oslanja na pogonske valjke 3 s pomoću kojih se okreće brzinom



Sl. 6. Apfelbeckova obručna preša

od 75 cm/s periferno. Valjak 2 pritegnut je na obruč podesivom oprugom 4 i pokreće se samo trenjem. Ugljen se dodaje odozgo kroz rešku što je tvore oba dijela obruča te pada u prostor između



Sl. 7. Preša Couffinhal

tno u kalupe. Kako koji kalup dođe u položaj između pritisnih batova, one se stisnu i obrazuju briket, a istovremeno bat 3 izgurne gotov briket iz mašine.

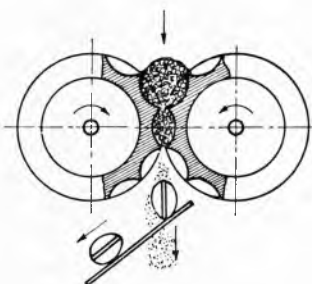
Preša s valjcima (sl. 8) ima, teorijski, najveći kapacitet u jedinici vremena, a zbog veoma jednostavne konstrukcije ona je i u investiciji najjeftinija, ali joj je nedostatak što kvalitet veoma jako zavisi od ravnomjernog punjenja kalupa, a to se često ne može osigurati.

Preša se sastoji od dva valjka koji, jednakom brzinom, rotiraju u suprotnim pravcima. Na slici 9 prikazan je proces prešanja, a preša tipa Köppern ima naizmjenično polukalupe i batove, tako da valjci zahvaćaju jedan u drugi kao zupčanci.

#### Svojstva briketa.

Za svojstva briketa postoje u nekim zemljama propisani standardi, ali u internacionalnom mjerilu na tom polju nije učinjeno mnogo, iako je 1957 osnovan međunarodni komitet za formulaciju metoda za ispitivanje briketa. Ipak, za dobar briket postoje određeni uslovi, a to su:

1. čvrstoća na pritisak i savijanje mora biti tolika da se briket prilikom manipulacije ne drobi u prah,
2. hidrofobnost mora biti tolika da se djelovanjem atmosferilija briket ne raspada,
3. za vrijeme izgaranja briket se ne smije raspadati,
4. sadržina pepela mora biti minimalna a ogrjevna moć maksimalna,
5. sadržina vlage mora biti u granicama maksimalne čvrstoće na pritisak i savijanje,
6. briket ne smije naginjati samozapalje-



Sl. 9. Proces prešanja u preši s valjcima

unutrašnje površine obruča i pritisnog valjka. Pritiskom valjka obrazuje se neprekinuti trak briketa od kog se u gornjem dijelu obruča otkidaju pojedini briketi po zasjecima što su ga ostavili zupci valjka.

Za briketiranje s vezivom nisu potrebni visoki pritisci pa se tu obično upotrebljavaju druge preše. Jedna je od najstarijih, ali još uvijek mnogo upotrebljavana, preša Couffinhal (slika 7). Prednosti su joj što traži malo prostora i troši malo snage. Sastoji se od horizontalnog (rjeđe vertikalnog) rotacionog stola s većim brojem, obično 12, radialno raspoređenih udubljenja, kalupa. Stol se okreće između dviju pritisnih poluga 1, gornje i donje, koje su međusobno spojene zateznim viljuškama. Poluge imaju po jedan pritisni bat 2, a gornja ima još i bat za istiskivanje gotovog briketa 3. Najčešće se neposredno iznad stola nalazi mješač (5 na slici 3), tako da smjesa ugljena i veziva dolazi direk-

nju, 7. prilikom izgaranja na ložištu briket ne smije obrazovati topljiv u trosku, 8. s obzirom na ogrjevu moć briket ne smije biti skuplji od asortimana «komad». U pogledu mehaničkih svojstava važi grubo pravilo da čvrstoća na pritisak mora biti oko deset puta veća od čvrstoće na savijanje, s tim da je minimalna čvrstoća na savijanje 10...15 kp/cm<sup>2</sup>. Sadržina pepela za brikete bez veziva treba da bude maksimalno 4...10%, a za brikete s vezivom 7...10%. Vlaga u briketima bez veziva ne smije preći iznos od 10...18%, a u briketima s vezivom iznos od 2%. Hidrofobnost se može mjeriti određivanjem čvrstoće prije i poslije namakanja u vodi na određeno vrijeme (3...6 sati ili više).

U Njemačkoj se traži da ogrjevna moć ( $H_u$ ) za brikete od mrkog ugljena bez veziva ne bude manja od 4800 kcal/kg (tzv. »salonski briket« za široku potrošnju), a za brikete od kamenog ugljena s vezivom ne manja od 7400...7800 kcal/kg. U Engleskoj iznosi minimum za brikete s vezivom 7160 kcal/kg.

U pogledu oblika obično nema strogih propisa, jer oblik zavisi prvenstveno od tipa upotrijebljenih preša, ali briketi ipak imaju određene stalne oblike, npr. kocke, prizme, elipsoida i dr. (sl. 10). Težine briketa variraju u širokim granicama, ali se danas za široku potrošnju preferiraju laki briketi (0,5 do maksimalno 1 kg), dok se za industriju (npr. za željeznice) ponegdje još i danas proizvode briketi od 15 kg, iako je i tu očevidan trend u pravcu manjih težina.



Sl. 10. Oblici briketa od ugljena

**Briketiranje jugoslavenskih ugljena.** Osnovni poticaj za briketiranje naših ugljena jeste veliki udio sitnih klasa u proizvodnji. Obuhvati li se pojmom sitnih klasa lignita asortiman -30 mm, a sitnih klasa mrkog i kamenog ugljena asortiman -15 mm, onda je udio tih klasa u ukupnoj produkciji 1961 iznosio za lignit 43%, za mrki 42 i za kameni 67%. Tako visok udio posljedica je ne samo pojačane mehanizacije otkopavanja već i fizikalno-kemijske strukture naših ugljena. Oni su veoma nehomogeni, i to anizotropno nehomogeni, tj. svojstva im se, čak i u istom ležištu, mijenjaju u zavisnosti od pravca, horizontalno i vertikalno. Uslijed toga su, u prvom redu, veoma drobljivi, tj. imaju nizak indeks drobljivosti (oko 1), a taj je indeks obrnuto proporcionalan tvrdoći. Kao što je već rečeno, naši su ugljeni mahom zaista veoma tvrdi, što znatno otežava ili i onemogućava briketiranje. Nepovoljno je osobito to što tvrdoća naših ugljena vjerovatno potiče od tvrdoće pojedinih zrna. U takvom slučaju ugljen prije briketiranja treba veoma dalekosežno sitniti (na -0,1 mm), jer drobilice treba da preuzmu velik dio posla koji se inače obavlja u prešama. Kako je drobljenje najskuplja faza u oplemenjivanju, cio tretman postaje ekonomski nepodnošljiv, naročito za općenito siromašnu sirovinu kao što su naši ugljeni. Osim toga, gotovo su svi naši ugljeni hidrofilni, tj. nepostojani na zraku jer upijaju vlagu.

Iz navedenih razloga, u našoj zemlji briketiranje ugljena nije jako razvijeno. Povremeno, i prije prošlog rata, radilo je više briketarnica (Vrška Čuka, Srpski Balkan, Rtanj, Dobra Sreća i Jerma za kameni ugljen, Aleksinac, Čuprija i Siverić za mrki), a danas rade samo tri na kamenom ugljenu: Rtanj, Dobra Sreća i Srpski Balkan. Samo Srpski Balkan radi s vezivom. Kao što smo vidjeli, kameni se ugljen, u načelu, briketira s vezivom, uz male pritiske, i to zbog relativno malog plasticiteta, tj. »ljepljivosti«. Funkcije veziva i pritiska u obrnutoj su proporciji. Tako se i kameni ugljeni Rtnja i Dobre Sreće mogu briketirati bez veziva jer su izuzetno plastični. Objekti su briketarnice opremljene Apfelbeckovom obručnom prešom. U Rtnju se briketira ugljen -3 mm, uz pritisak od 1500...1600, maksimalno 2000 kp/cm<sup>2</sup>. Vrijeme prešanja je 1 s; otpornost briketa na savijanje, 14...18 kp/cm<sup>2</sup>. Srpski Balkan ima prešu Couffinhal kapaciteta 5 t/h; kao vezivo se upotrebljava smola (8% smjese).

Ni najnovija ispitivanja (Eberl, 1962) nisu izmijenila dosadašnju nepovoljnu sliku o mogućnostima za briketiranje naših ugljena.

**Briketiranje drugih industrijskih sirovina i produkata.** U poređenju s briketiranjem ugljena, briketiranje je drugih rudarsko-industrijskih sirovina beznačajno. Najviše je radeno na briketiranju željeznih ruda, naročito relativno plastičnog limonita. Razrađeno je, uglavnom laboratorijski, mnogo postupaka, za rad bez veziva kao i za rad s organskim i anorganskim vezivima. Za postupke bez veziva dolaze u obzir rude s glinastim sastojcima koji služe kao vezivno sredstvo, uz primjenu pritiska od 75 do 200 i više at. U Švedskoj se briketira sitan magnetitski koncentrat po postupku Gröndal. Procesi s organskim vezivom (smola, katran i dr.) imaju samo historijsko značenje. Od anorganskih veziva upotrebljavaju se silikati (vodeno staklo, silikatna troska), karbonati i željezni cement. Međutim, svi ti postupci imaju krupne nedostatke. Tako briketiranje bez veziva iziskuje naknadnu termičku obradu u tunnelskim pećima, a u ostalim postupcima tehnološka se vrijednost sirovine snižava dodavanjem veziva koje sadržava nepoželjne ili čak i štetne sastojke kao što su  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  i drugi.

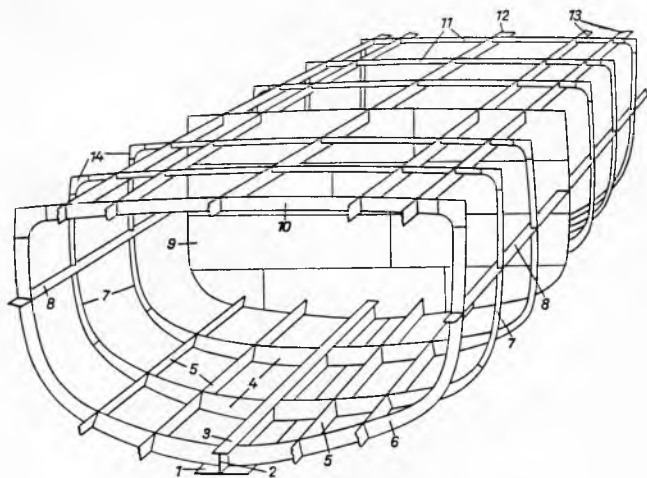
**Tabletiranje** se principijelno ne razlikuje od briketiranja u užem smislu. Glavna je razlika u veličini i broju produkata. Tabletirira se uglavnom bez veziva, ali ponekad se dodaje neka inertna supstancija, npr. skrob ili šećer, radi pojačanja čvrstoće tablete.

LIT.: K. Kegel, Brikkettierung der Braunkohle, Halle (Saale) 1948. — O. Werner, Leitfaden der Brennstoff-Brikkettierung, Stuttgart 1953. — И. Д. Ремесников, Вопросы теории брикетирования бурных углей, Москва 1955. — A. Lissner i A. Thau, Die Chemie der Braunkohle, Bd. 1, 3. Aufl., Halle (Saale) 1956. — P. Я. Вебер, Брикетирование торфа, Москва-Ленинград 1957. — Der deutsche Steinkohlenbergbau, Bd. III, Brikkettierung der Steinkohle, Essen 1958. — E. Rammler i H.-J. v. Alberti, Technologie und Chemie der Braunkohlenverwertung, Leipzig 1962. — H. H. Lowry, ed., Chemistry of coal utilization, Suppl. vol., New York-London 1963.

R. Marušić

**BROD**, plovno sredstvo koje služi za prijevoz robe i putnika (teretni i putnički brodovi), za ribolov (ribarski brodovi), za vojne operacije na vodama (ratni brodovi), za vršenje specijalnih poslova na moru i rijekama (brodovi za polaganje kabela, gliboderi, istraživački brodovi itd.) i za obavljanje raznih zadataka u vezi s plovidbom (tegljači, ledolomci itd.). Po pravilu brodom se smatraju samo veći plovni objekti, a manji se nazivaju čamcima. Za razliku od splavi, brod, kao i čamac, ima koristan oblik koji mu daje uzgon potreban da bi plutao na vodi.

Trup broda se sastoji od skeleta prevučenog oplatom. Skelet i oplata daju trupu potrebnu čvrstoću, a oplata osim toga osigurava nepropusnost trupa. Skelet trupa je prostorna rešetkasta konstrukcija koja je na drvenim brodovima sastavljena od drvenih gređa, a na čeličnim brodovima od čeličnih profila i traka (sl. 1).

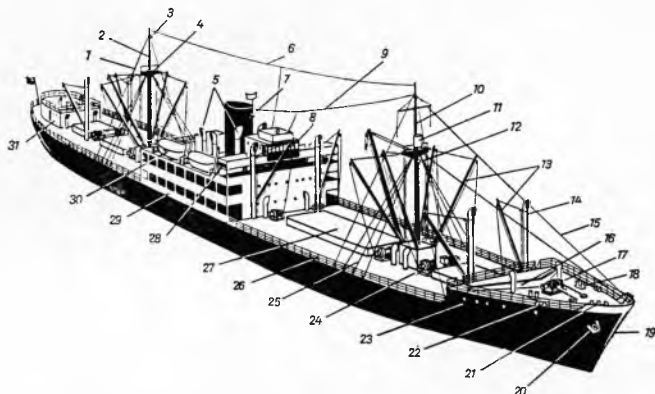


Sl. 1. Skelet čeličnog broda. 1 kobilica, 2 vertikalni lim centralnog pasma, 3 horizontalni lim centralnog pasma, 4 rebrenica, 5 bočno pasmo, 6 okvirno rebro, 7 rebro, 8 bočna proveza, 9 poprečna pregrada, 10 sponja okvirnog rebra, 11 sponja, 12 centralna palubna proveza, 13 bočna palubna proveza, 14 koljeno

Glavni uzdužni elementi skeleta jesu: centralni uzdužni nosač koji se proteže čitavom dužinom broda na samom dnu trupa a sastavljen je od horizontalne kobilice i na nju okomito postavljene hrptenice ili pasma; uzdužna rebra na dnu i bokovima broda; proveze, uzdužni nosači koji na bokovima broda povezuju poprečna

rebra; bočne hrptenice ili bočna pasma, uzdužne grede umetnute na dnu broda između poprečnih rebara; podveze, uzdužne grede postavljene ispod palube da je ukrute i pojačaju. Poprečni elementi skeleta jesu: poprečna rebra; rebrenice, poprečni visoki nosači postavljeni na rebra na dnu broda; sponje, poprečne horizontalne grede kojima su lijevi i desni krak poprečnih rebara povezani na određenim visinama i koje ujedno služe kao nosači palube. Na krajevima trupa skelet završava statvama: pramčanom statvom na pramcu (prednjem kraju broda) i krmenom statvom na krmi (stražnjem kraju broda). Statve su u stvari nastavci kobilice i izdižu se koso ili okomito od dna broda do najgornje palube. Krmena statva ima poseban oblik radi smještaja propelera i kormila.

Oplatu broda tvore na drvenim brodovima planice, drvene daske na odgovarajući način svinute, a na čeličnim brodovima čelične ploče, spojene zakivanjem ili zavarivanjem u uzdužne pojase, tzv. vojeve. Radi zaštite od korozije i da se spriječi obraštanje



Sl. 2. Nadvodni dio broda. 1 zaputka, 2 krmeni jarbol, 3 jarbolno svjetlo, 4 jaram jarbola, 5 vjetrolovke, 6 radio-antena, 7 radarska antena, 8 kormilarnica, 9 signalna uzica, 10 pramčani jarbol, 11 koš, 12 prednje jarbolno svjetlo, 13 samarice, 14 stupna vjetrolovka sa samaricom, 15 leto, 16 valobran, 17 sidreno vitlo, 18 bitva, 19 pramčana statva, 20 sidro, 21 zjevača s valjkom, 22 obična zjevača, 23 okno, 24 teretno vitlo, 25 pripونا jarbola, 26 rešetkasta ograda palube, 27 grotlo skladišta, 28 bočno svjetlo, 29 ograda nadgrada, 30 čamac za spasavanje, 31 palubna kućica

oplate algama i školjkama, oplata je oličena posebnim premazima. Na oplati su na pramcu i na krmi ucrtane zagaznice, skale na kojima se može očitati gaz broda, tj. dubina do koje je zaronjen (do koje gazi); na sredini broda na oplati su nacrtane oznake maksimalnog gaza odn. minimalnog nadvođa (visine izronjenog dijela broda) prema međunarodnim propisima.

Unutrašnjost broskog trupa je podijeljena po visini palubama a po dužini poprečnim pregradama. Palube i pregrade osim što dijele brod na pojedine prostore, ujedno i povećavaju čvrstoću trupa a u slučaju prodora vode sprečavaju da voda naplavi čitavu unutrašnjost trupa. Prostorije u broskom trupu služe za smještaj tereta, putnika, brodskih pogonskih strojeva, goriva, slatke vode, hrane i balasta. U brodske skladište se teret krca kroz grotlo, otvor na najgornjoj palubi.

Na najgornjoj palubi se redovito nalaze nadgradnje i jedan dio brodske opreme (sl. 2). Kad nadgradnje sežu od boka do boka broda zovu se nadgrada, a kad im je širina manja od širine broda zovu se palubne kućice. U nadgradima su smještene stambene kabine i pomoćne prostorije neophodne za normalno odvijanje života na brodu, kao blagovaonice, saloni, kuhinje, bolnice itd. Na najvišem nadgradu nalazi se komandni most sa kormilarnicom. U kormilarnici su smješteni svi komandni uređaji za upravljanje brodom. Uz kormilarnicu je nautička kabina ili kabina za karte, gdje se na pomorskim kartama određuje i provjerava položaj i kurs broda. I brodska radio-stanica redovito se nalazi u blizini kormilarnice.

U strojarnici u trupu broda smješten je uređaj za pogon broda. Taj se uređaj sastoji od glavnog pogonskog stroja, od pomoćnih strojeva neophodnih za rad glavnog stroja i energetskih postrojenja potrebnih brodu. Strojarnica je duboko u trupu broda; da bi se prilikom popravka mogli iznijeti pojedini dijelovi strojeva i da bi strojarnica bila osvjetljena prirodnim svjetlom, od strojarnice do najgornje palube vodi okomito okno zvano vidnik ili svjetlarnik.