

B

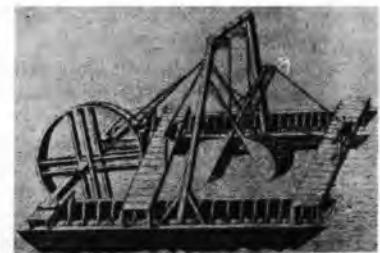
BAGEROVANJE, mehanizirani proces iskopa i utovara ili prebacivanja zemljanih masa koji se vrši posebnim strojevima, *bagerima*.

Već u starom vijeku javljaju se jednostavne naprave za vadenje mulja i šljunka iz vode i za čišćenje i produbljuvanje luka i riječnih korita. Iz tog vremena su poznati ručni alati malog kapaciteta, kao što su indijska lopata, preteča današnjeg bagera sa visećim vredrom, i vreća na motki, preteča bagera kašikara. Indijska lopata se sastojala od dugačkog drška na čijem kraju je bila zglobozna vezana drvena vredrica. Pomoću posebnog zapora vredrica se kruto učvrstila

ravnjanje i nasipavanje terena, gradnja nasipa i usjeka, čišćenje i gradnja vodenih putova i luka itd.

Primjena i proces bagerovanja. Mehanizacija radova u rudarstvu i gradevinarstvu zahtijeva intenzivnu upotrebu bagera. U rudarstvu bageri služe za površinski iskop ugljena i rude, za otkrivanje i prebacivanje jalovine sa slojeva ugljena i za dubinsku ekskavaciju. U gradevinarstvu bageri se upotrebljavaju pri građenju stambenih i javnih zgrada, cesta i auto-putova, aerodroma, brana za hidrocentrale i navodnjavanje, za radeve u tunelima i sl.

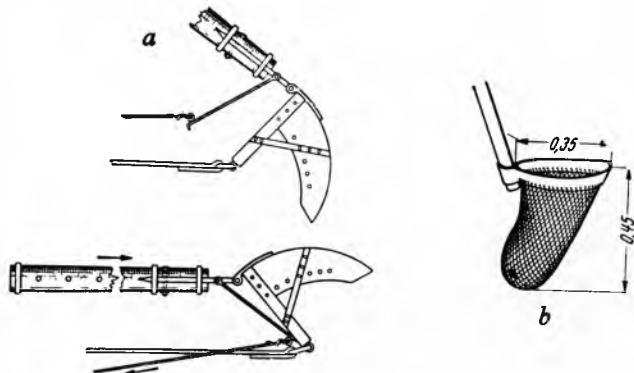
Plovni bageri se upotrebljavaju za građenje i održavanje plovnih putova, luka, pristaništa i zimovnika, za izvedbu iskopa pod vodom pri temeljenju raznih hidrogradevinskih i drugih



Sl. 3. Bager sa visećim vredrom prema crtežu iz knjige F. Vrančića (Verantiusa, 1591)

građevina na moru, jezerima i rijekama; za uklanjanje naplavina pri dizanju potonulih brodova, plovila i konstrukcija; u eksploataciji šljunčanog i pjeskovitog materijala za potrebe u gradevinarstvu ili za masovna nasipanja terena; u eksploataciji ruda i ugljena sa dna rijeka, jezera i mora.

Proces bagerovanja može biti *kontinuiran* ili *diskontinuiran*; osim toga može biti kombiniran (vršiti i iskop i utovar) ili ograničen samo na fazu utovara. Kombinirani rad na iskopu i utovaru iskopane mase primjenjuje se pri radu u mokom i sipkom



Sl. 1. Primitivne naprave za vadenje mulja i šljunka. a indijska lopata, b vreća na motki

na dršku, zarinula u mulj ili pijesak, nakon čega se zapor oslobođio, zasebnim lancem vredrica povukla kroz mulj, napunila materijalom i zatim zajedno s drškom izvukla na površinu vode. Vreća na motki je bio platneni, a kasnije metalni tuljac, učvršćen na dugom drvenom dršku. Iz čamca ili broda motka s tuljkom na kraju povlačila se po riječnom dnu i tako punila pijeskom. (Od ove primitivne naprave i potječe riječ *baggett*, jer se na engleskim vrećama zove *bag*.) Prvi jednostavni i primitivni plovni bageri bili su podešeni za pogon ljudskom ili animalnom snagom. Takav bager je oko 1500 konstruirao i Leonardo da Vinci (sl. 2). Prvi poznati podatak o bageru s visećim vredrom na pogon vjetrom, dakle na mehanički pogon, datira iz 1591. To je bio plovni bager za čišćenje



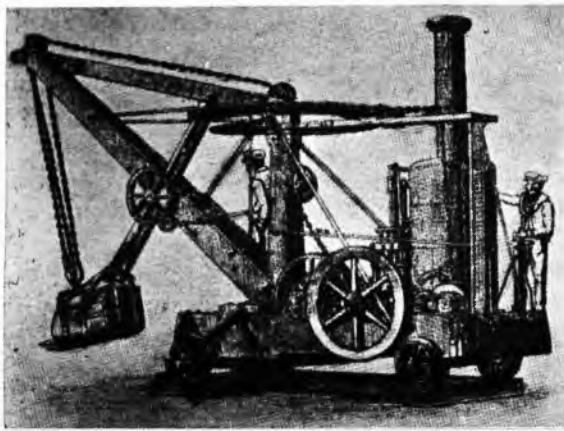
Sl. 2. Bager Leonarda da Vinci (oko 1500)

vodenih putova, a upotrebljavao je u zapadnoj Evropi. Način rada ovog bagera vidi se na sl. 3. Godine 1721 u Francuskoj je M. Dubois razradio prvu složeniju konstrukciju bagera kašikara za pretvor savikog materijala. Iz 1780 potječe već nešto savršeniji bager na ručni pogon; konstruirao ga je Eckhardt a upotrebljavao se u Amsterdamu. Prvi bager s parnim pogonom izgrađen je 1834 u USA. To je bio bager kašikar a služio je za gradnju željezničkih pruga. Već 1840 taj tip bagera se upotrebljava i u Engleskoj. Međutim, tek u drugoj polovini XIX st. počinje brži razvoj bagerskih uređaja većih kapaciteta s parnim pogonom. Tome



Sl. 4. Eckhardtov bager iz 1780

tu (glini, laporu, šljunku i sl.). Ovom procesu odgovaraju sve vrste bagera. U slučaju čvrstih stijena, koje se moraju prethodno minirati, rad bagerima ograničen je na čisti proces utovara mase. Ovoj vrsti rada odgovaraju samo bageri s jednim radnim sudom. U kontinuiranom procesu bagerovanja iskop i utovar masa teče u neprekidnom i ravnomjernom toku; vrši se bagerima koji imaju



Sl. 5. Prvi bager s parnim pogonom (1834)

niz radnih sudova ili usisne pumpe. U diskontinuiranom procesu vrše se odvojeno faza iskopa i faza prenosa iskopane mase i to bagerima s jednim radnim sudom.

Bagerski uredaji mogu se najopćenitije podijeliti na *kopnene bager* i na *plovne bager*. Svaka od te dviјe glavne grupe bagera dijeli se na pojedine tipove, zavisno od načina rada i konstruktivne izvedbe stroja. Izbor tipa bagera zavisi od vrste i opsega zemljanih radova, od roka dovršetka posla, od vrste materijala, od geološke građe slojeva, od podzemnog vodostaja, od prevoznih sredstava, od toga da li se otkopava na suhom ili pod vodom, da li se mase otkopavaju s malih površina a velikih otkopnih visina ili s velikih površina a malih otkopnih visina.

KOPNENI BAGERI

Kopneni bageri se dijele na bager s kontinuiranim radnim procesom, bager s diskontinuiranim radnim procesom i bager za plitki otkop.

Bagerovanje kontinuiranim radnim procesom

Za kontinuirano bagerovanje na kopnu služe bageri s nizom radnih sudova, i to: *bageri vedričari*, *rotorni bageri* i *bageri jaružari*.

Bageri vedričari vrše bagerovanje tako da im vedra, nazvana na beskonačnom lancu (vedričnom vijencu), zahvataju u tankom rezu po radnoj kosini. Prema načinu zahvata vedričnog vijenca po visini razlikuju se dubinski, obrtljivi i kombinirani bageri.

Dubinski bager se može upotrijebiti samo za zahvat u dubinu. Obično se ovaj bager može malom prepravkom preuređiti za rad u visinu. Gornja konstrukcija bagera nije obrtljiva. Obrtljivi bager ima gornje postrojenje obrtljivo za 360° pa može raditi naizmjence u dubinu i visinu, što udvostručuje ukupnu zahvatnu visinu. Kombinirani bager je dvostruki bager koji predstavlja kombinaciju dubinskog bagera s obrtljivim bagerom pa može raditi istovremeno u dubinu i visinu.

S obzirom na sistem transporta i položaj utovarnog mesta, bageri vedričari su uredeni za vožnju na kolosijecima ili na gusjenicama. Bageri za vožnju na kolosijecima su obično izvedeni tako da se utovar bagerovanih masa u vagone vrši u portalu bagera, a samo mali bageri vrše utovar na svojoj bočnoj strani. Prema broju utovarnih kolosijeka u portalu bagera razlikuju se jednoportalni i dvoportalni bageri. Bageri sa gusjeničnim transportom imaju bočni utovar masa. Bageri vedričari se razlikuju i s obzirom na konstruktivnu izvedbu ljestava koje služe za vodenje beskonačnog lanca s vedrima: one mogu biti nerazdijeljene ili razdijeljene na više članaka. Članci su međusobno povezani zglobovnim spojevima. Osim toga ljestve mogu biti opremljene planirnim članom koji je zglobovno spojen na jednom ili dru-

gom kraju ili na oba kraja ljestava. Obrtljivi bageri imaju po pravilu dva planirna člana, i to početni ili unutarnji na bageru skoši strani i krajnji ili vanjski na kraju ljestava.

Prema konstruktivnoj izvedbi, bageri su prilagodeni za razne vrste tehnoloških procesa. Bageri na kolosijecima vrše bagerovanje u tankim rezovima duž otkopnog fronta. Obrtljivi bager može iznimno služiti i za bagerovanje u polučeonom usjeku ili bloku, kao i za selektivni rad. Bageri na gusjenicama izvedeni su uvijek s obrtljivom gornjom konstrukcijom i podesni su samo za rad u bloku.

Vrste i oznake bagera vedričara, prema njemačkim normama, prikazane su na sl. 6.

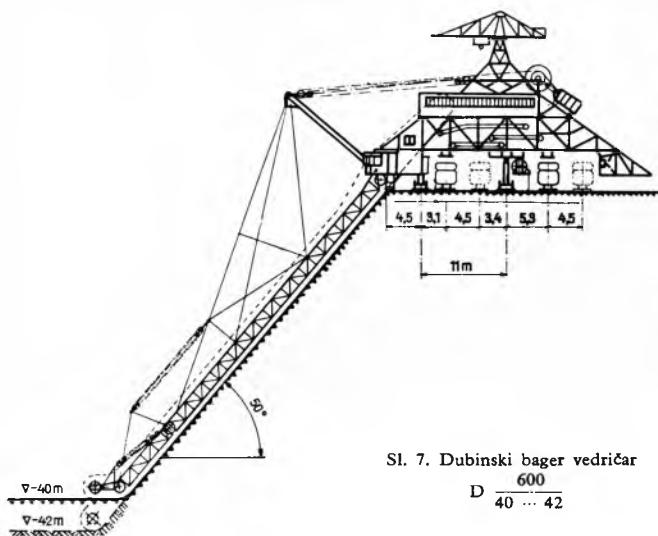
	Naziv	Oprema	Šifra
S	bager sa bočnim utovarom	bez planirnog komada	$S \frac{J}{t} h$
		sa planirnim komadom	$S \frac{J}{t \dots t_1} h$
E	jednoportalni dubinski bager	bez planirnog komada	$E \frac{J}{t} h$
		sa planirnim komadom	$E \frac{J}{t \dots t_1} h$
D	dvoportalni dubinski bager	bez planirnog komada	$D \frac{J}{t} h$
		sa planirnim komadom	$D \frac{J}{t \dots t_1} h$
Es	jednoportalni obrtljivi bager	bez planirnog komada	$Es \frac{J}{t} h$
		sa planirnim komadom	$Es \frac{J}{t \dots t_1} h$
Ds	dvoportalni obrtljivi bager	bez planirnog komada	$Ds \frac{J}{t} h$
		sa planirnim komadom	$Ds \frac{J}{t \dots t_1} h$
R	gusjenični bager	bez planirnog komada	$R \frac{J}{t} h$
		sa planirnim komadom	$R \frac{v}{t \dots t_1} h$

Sl. 6. Vrste i oznake bagera vedričara prema njemačkim normama. J zapremina vedra u litrama, t vertikalna dubina rada bez planirnog člana pri nagibu radne kosine od 40° ili 45° , t_1 vertikalna dubina rada s ispruženim planirnim članom pri nagibu radne kosine od 40° ili 45° , h vertikalna visina rada pri određenom nagibu. Slovo *s* u oznaci znači da je bager obrtljiv

Dubinski bager (sl. 7) savremene izvedbe i većih dimenzija kreće se na dva uporedna kolosijeka, pri čemu se njegova konstrukcija oslanja na vozna postolja (sl. 8). Potporni sistem ima trokutnu osnovu sa dvije potporne tačke iznad kolosijeka na strani ljestava a jednom iznad kolosijeka na protutežnoj strani. Od ove tri glavne potporne tačke razgranjuje se dalje trokutni potporni sistem preko nosača sve do osovine i pojedinih točkova. Glavna konstrukcija bagera izvedena je rešetkasto. U njoj se nalaze energetska postrojenja za pogone, transformatori, motor-generatorska grupa i razvodni uredaji. Iznad portala ugrađen je uredaj za razvod bagerovanih masa na jedan ili drugi utovarni kolosijek, a na oba kraja čeone strane nalaze se upravljačke kabine. Na vrhu konstrukcije je obrtljiv montažni kran, a po kosoj ravni položena je pruga za pomicanje protutega koji služi za izravnjanje težine ljestava u raznim visinskim položajima. Ljestve za vodenje vedričnog vijenca su rešetkaste konstrukcije, šarnirno učvršćene na bageru, tako da se mogu podizati i spuštati, a obješene su preko više parova veza na katarci. Položajem katarke, a time i samih ljestava, upravlja se pomoću vitla preko užetno-koloturnog prenosa, koji se nalazi u kinematičkoj vezi s protutegom. Pri podizanju ljestava protuteg se spušta po kosoj ravnini naniže i obratno. Ljestve imaju na kraju pripojen obrtljiv planirni član.

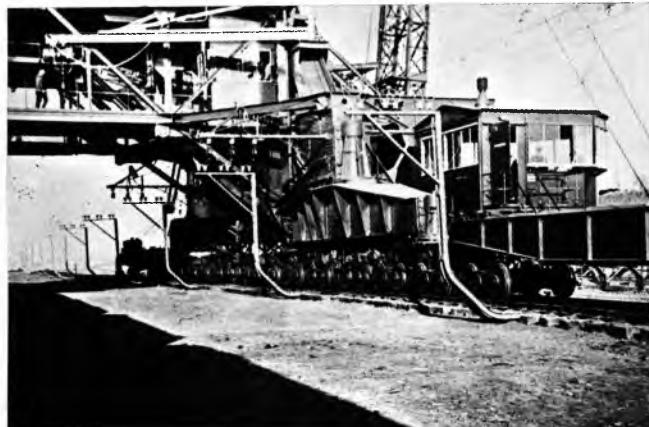
BAGEROVANJE

Vijenac s vedrima je sastavljen od naizmjenično jednostrukih i dvostrukih lamela, gibljivo spojenih svornjacima, koje obrazuju dva usporedna beskonačna lanca. Lanci se ovijaju oko segmentata gornjeg pogonskog lančanika u bageru i na suprotnoj



Sl. 7. Dubinski bager vedričar
D 600
40 ... 42

strani oko donjeg povratnog lančanika. Lančanik se sastoji od šestobridnih ili osmobridnih poligona. Na svaki četvrti ili šesti jednostruki elemenat lanačca učvršćeno je vedro. Gornji niz lanačca s vedrima predstavlja povratni, a donji niz radni dio lanačca.

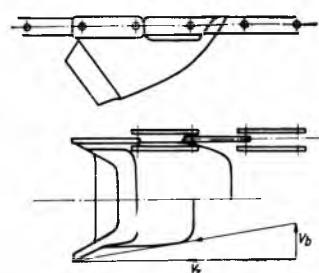


Sl. 8. Jedna strana bagerskih voznih postolja bagera vedričara D 1400 sa strojem za pomicanje tračnica

Vedra imaju oblik polustošca (sl. 9). Na prednjoj strani vedro je opremljeno nožem a zadnja strana povijena je naviše. Bočne strane konvergiraju pod kutom što ga obrazuje vektor brzine kretanja lanačca v_z s vektorom brzine kretanja bagera v_b .

Masa dopremljena vedrima sipa se pomoću predajnog lijevka i odvodi kroz žljebove u pravcu jednog ili drugog utovarnog kolosijeka u portalu bagera. Razvodnjem masa upravlja se pomoću preklopca. Na većim i savremenijim bagerima ovo razvodnjene izvedeno je pomoću sistema utovarnih traka.

Obrtljivi bageri na kolosijeku (sl. 10) razlikuju se od dubinskih po tome što je gornja konstrukcija bagera zajedno s ljestvama obrtljiva oko vertikalne osovine bagera za 360° . Na konstruk-



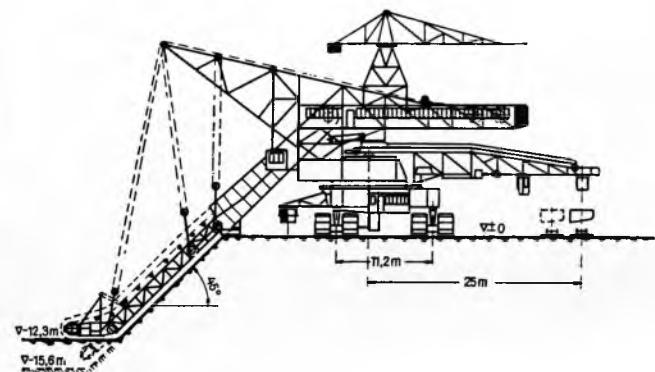
Sl. 9. Bagersko vedro s lancem



Sl. 10. Obrtljivi bager vedričar na kolosijeku Ds $\frac{800}{20 \dots 30}$ 20 (Krupp)

ciji donjeg postrojenja nalazi se kružna pruga s valjcima i zupčani vijenac. U ovaj zahvaća zupčanik pogona za okretanje gornjeg postrojenja. Utovar masa vrši se u portalu bagera. Inače su ovi bageri izvedeni slično kao dubinski bageri.

Obrtljivi gusjenični bageri (sl. 11) izvedeni su za bočni utovar masa preko utovarne transportne trake. Prema veličini bagera postoje razne kombinacije broja i rasporeda gusjeničkih voznih postolja. Za manje bagere zadovoljavaju 2 ili 3 gusjenice, na većim bagerima gusjenice su udvostručene i povezane u gusjenične parove. Za vrijeme transporta skretanje bagera se vrši



Sl. 11. Gusjenični bager vedričar Rs $\frac{600}{12.3 \dots 15.6}$ 13,5

stavljanjem čeonih ili bočnih parova gusjenica u kosi položaj. I na ovim bagerima sačuvan je sistem trokutne raspodjele opterećenja. Masa koju dovlade vedra prerađuje se u obrtnom centru bagera na utovarnu traku. Traka je obrtljiva u punom krugu ako je u bageru centrično nasadena, ili za 270° ako je nasadena na bočnom nastavku bagera. Na kraju trake nalaze se žljebovi s preklopima, preko kojih se masa presipava u vagone. Zahvaljujući preklopnom sistemu može se premostiti prostor između vagona, a obrtljivost trake pruža mogućnost utovara masa na kolosijecima u različitim udaljenostima od bagera.

Tehnološki proces bagerovanja bagerima vedričarima.

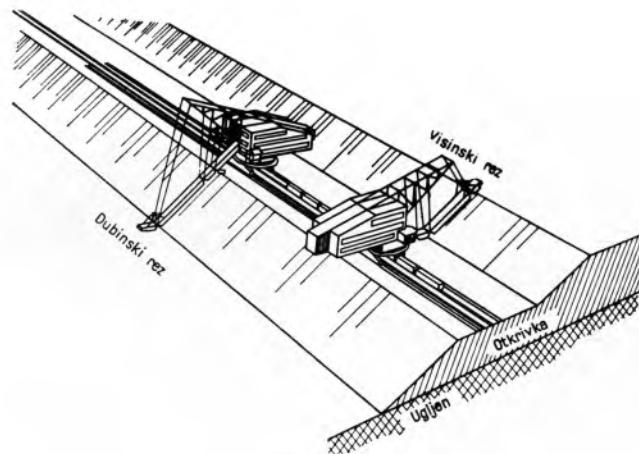
Postoje općenito dva osnovna načina bagerovanja: u frontu i u bloku. Za bagerovanje vedričarima u frontu služe dubinski ili obrtljivi bageri na kolosijeku (sl. 12). Bagerovanje se vrši duž cijelog radnog fronta tako da se tokom ravnometarne vožnje duž ivice planuma odsijeca po kosini rez jednakog presjeka. Ekskavirana masa se prerađuje u portalu bagera u vagone stopećeg vlaka, iznad kojeg bager prelazi tokom rada. Za bagerovanje u bloku (sl. 13) po pravilu služi gusjenični bager. Bager stoji za vrijeme bagerovanja na mjestu, a ljestve se obrtanjem bagera pokreću po radnoj kosini bloka. Rezovi imaju srpast oblik. Nakon svakog završnog reza treba bager pomaknuti za debljinu reza. Radom u bloku ušteduje se na kretanju bagera jer se, u po-

redenju s bagerovanjem u frontu, za istu zapreminu iskopane mase bager kreće 50 do 100 puta manje.

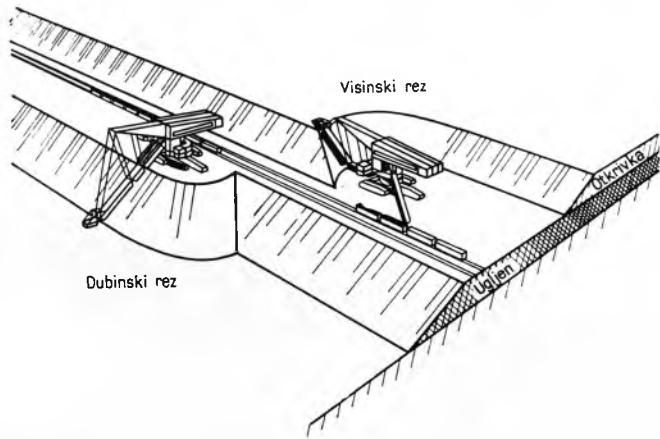
Proizvodnost bagera na bazi zapremine vedra iznosi:

$$Q = V n \frac{k}{r},$$

gdje je Q zapremina mase dobivene u jedinici vremena, računato u masivu, V zapremina vedra, n broj pražnjenja vedra u jedinici vremena, k koeficijent punjenja vedra, r koeficijent rastresitosti bagerovanih masa. Broj pražnjenja vedra zavisi od brzine vedričnog vijenca i od odstojanja među vedrima. Brzina vedričnog vijenca iznosi $0,8\ldots1,2$ m/s, zavisno od vrste mase. Koeficijent punjenja vedara kreće se između 0,7 i 0,9 i zavisi od vrste mase i načina bagerovanja. U naročito povoljnim uslovima postiže se punjenje vedra i do 140%, pri čemu vedro gura pred sobom još i dodatnu masu.



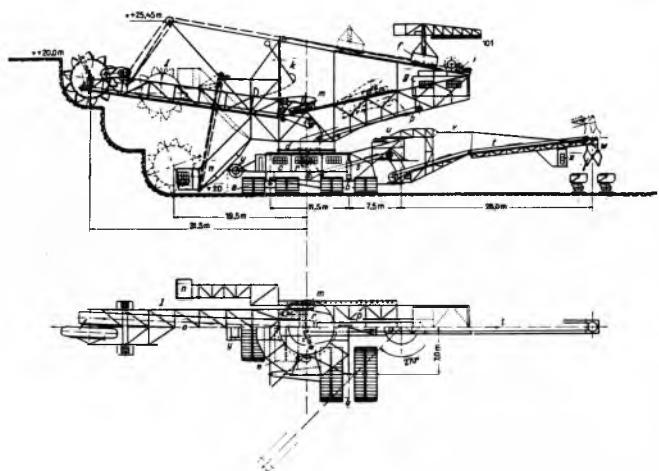
Sl. 12. Shema bagerovanja u fronti



Sl. 13. Shema bagerovanja u bloku

Rotorni bageri iskapaju masu pomoću radnog točka (rotora) na kojem su namještene rezne čelije. Kad se rotor okreće, noževi na čelijama izrezuju vertikalne rezove srpastog oblika i pri tome se pune, a zatim se u zaokretu oko gornjeg položaja ispraznjavaju.

Rotorni bager (sl. 14) ima gusjenična postolja čiji broj i raspored zavisi od veličine bagera i u osnovi odgovara principima navedenim kod bagera vedričara na gusjenicama. Gornje postrojenje je rešetkaste konstrukcije konzolnog oblika i može se okretati za 360° oko vertikalne osovine bagera. U konstrukciji je ugraden nosač rotora. Zadnji kraj nosača nasaden je na horizontalnu osovinu bagera, a prednji je kraj obješen preko užetno-koloturnog sistema tako da se može pomoći vitla dizati ili spuštati. Vitlo za podizanje i spuštanje nalazi se na zadnjoj strani konstrukcije, a užad se provodi preko užetnjača namještenih na isturenoj prednjoj tački bagerske konzolne konstrukcije. Na

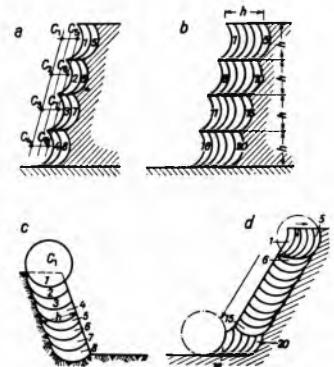


Sl. 14. Skica rotornog bagera (Orenstein-Koppel und Lübecker Maschinenbau AG). a) Čvrsto ugradena gusjenična vozna postolja, b) ovtljiva gusjenična vozna postolja, c) donje postrojenje s električnim razvodnim uredajem i pomoćnim prostorijama, d) kružna pruga sa zupčanim vijencem, f) pomični montažni krans s ugradenim protutegom, g) elektro-razvodni uredaj, i) vitao za dizanje i spuštanje rotora, k) kabelski vod od nepomične do ovtljive konstrukcije, l) pomični nosač rotora, m) vozno postolje nosača rotora sa zupčanim pogonom, n) upravljačka kabina (može se podizati i spuštati), o) transportna traka rotora 1, p) povratna transportna traka 2, r) odbojni bubanj, s) transportna traka 3, t) utovarna transportna traka 4, w) utovarni žlebovi, x) kabina utovarivača, y) bubanj za kabel

kraju nosača nalazi se rotor sa 6, 8 ili 10 čelija smještenih na obodu. Broj čelija zavisi od veličine bagera. Čelije imaju na uštu noževe, a za rad u tvrdim naslagama i zube. U nosaču rotora ugradena je gumeni transportni trak koji dovodi ekskaviranu masu do sredine bagera, gdje se preručuje na utovarnu transportnu traku. Na najnovijim bagerima je rotor zamijenjen rotirajućim obručima koji nose noževe formirane u vidu čelija. Masa se u bagerima ove izvedbe presipava na mali prečni ili kružni transporter, preko kojeg se odvodi na transportnu traku ugradenu u nosaču. Na bagerima srednjih veličina nosač rotora može se izvlačenjem proizvesti za 3...12 m, obično 3...6 m. Za to služe nazupčani lineali, u koje hvataju zupčanici za pokretanje nosača naprijed ili nazad. Na sl. 14 prikazan je bager s dužinom isturivanja od 12 m. Ako postoji uredaj za isturivanje, sa trake rotora masa se u centru bagera preručuje na povratnu traku, a odavde preko pomoćne trake ili odbojnog bubnja kroz lijevak na utovarnu traku, koja odvodi masu na bočnu stranu bagera. Masa se na kraju bagera presipava preko dvožlijebnog utovarnog uredaja sa sedlastim poklopcom u vagone za daljnji transport. Vrlo veliki bageri imaju zasebno utovarivo postrojenje. Na kraju utovarne trake nalazi se kabina rukovodioca utovara.

Tehnološki proces bagerovanja rotornim bagerima. Rotorni bager je u osnovi podešen za visinski rad. Međutim, najnoviji bageri gradeni su i za visinski i za dubinski rad. Dubina bagerovanja ograničena je pri tom na polovinu visinskoga rada

Bager radi po pravilu u bloku. U rudarstvu za selektivno bagerovanje slojeva uglja i jalovine primjenjuje se i rad u front-bloklu kao kombinacija rada u bloku s frontalnim radom. Bagerovanje se vrši postupno s dubokim žlebovima duž cijelog fronta, odvojeno za raznovrsne slojeve i proslojke. Sa svoje pozicije rotor izrezuje na etažnoj kosini rezove srpastog vertikalnog preseka. Rezovi se grupiraju u skupine koje na etažnoj kosini formiraju žlebove. S obzirom na položaj rezova postoje različiti sistemi (sl. 15): a) Vertikalni rezovi, raspoređeni pojedinačno, nastavljaju se po žlebovima odozgo naniže. b) Vertikalni rezovi s grupnim rasporedom u žlebovima slijede u žlebovima tako da stvaraju grupe. Time se dobivaju duboko naprijed izrezani



Sl. 15. Formiranje rezova pri bagerovanju rotornim bagerom

žljebovi, što bolje odgovara selektivnom radu, tj. odvojenom bagerovanju uglja i jalovih proslojaka. c) Horizontalni rezovi se dobivaju spuštanjem rotora za svaki idući rez. Ovaj postupak pruža također mogućnost selektivnog rada i može se primijeniti u čvršćim naslagama. d) Kombinirani rezovi sastoje se od grupnih vertikalnih i od horizontalnih rezova.

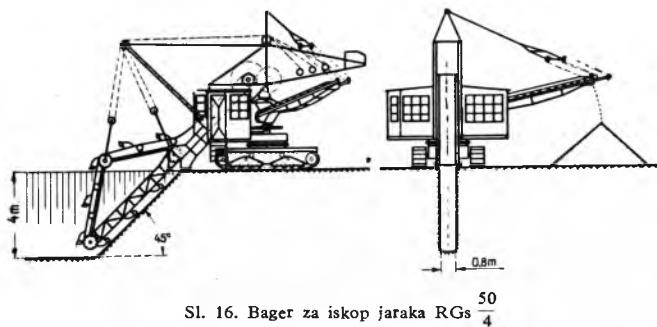
Uslijed kruženja rotora debljina reza smanjuje se od maksimalne debljine kad je rotor u pravcu bagera pa do nule kad mu je položaj okomit na pravac bagerovanja. Maksimalna debljina reza odgovara dužini noža na bočnoj strani čelije. Prema tome rezovi poprimaju srpast oblik i u horizontalnoj ravni.

Proizvodnost bagera na bazi zapremine čelija iznosi:

$$Q = V i \eta \frac{k}{r} = V z n \eta \frac{k}{r},$$

gdje je Q zapremina mase dobivene u jedinici vremena, računato u masivu, V zapremina čelija, i broj sipanja u jedinici vremena, z broj čelija, n broj obrtaja rotora u jedinici vremena, k koeficijent punjenja čelija, r koeficijent rastresitosti, η koeficijent vremenskog iskoristenja bagera. Zbog srpastog oblika reza pri radu u bloku treba računati s koeficijentom punjenja $k = 0,7$. Punjenje se može povećati ako se rezovi kombiniraju tako da se prvi rez izvede do polovine bloka, a idući rez duž cijelog bloka. Punjenje čelija će u tom slučaju iznositi 0,73 kad je zahvatni kut 90° i 0,80 kad je 120° .

Bageri jaružari služe za iskop jaraka a konstruirani su prema sl. 16. Prikazani tip ima dubinu iskopa 4 m sa širinom 0,8 m. Zapremina vedra iznosi 50 l. Bager se kreće na gusjenici.



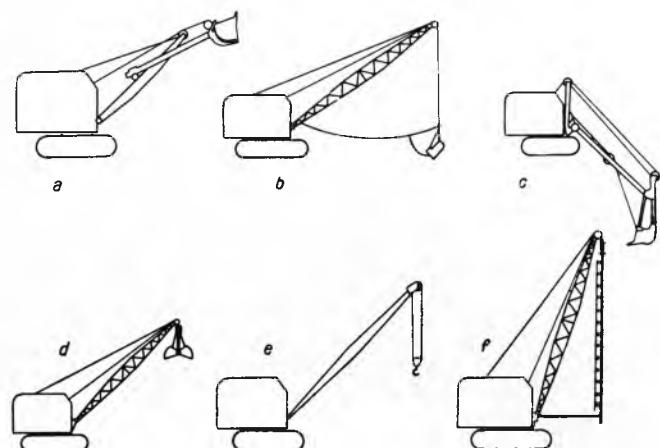
cama duž linije trasiranog jarka i iskopava tako da povlači za sobom lanac s vedrima. Iskopana masa prebacuje se pomoću transporteru na bočnu stranu jarka. Gornje postrojenje bagera je obrtljivo a isto tako i transporter. Ljestve za vođenje lanca s vedrima mogu se podizati pri transportu bagera.

Bagerovanje diskontinuiranim radnim procesom

Za bagerovanje diskontinuiranim radnim procesom služi više tipova bagera s jednim radnim sudom. Svim tipovima je zajedničko da imaju tri osnovna dijela: vozno postolje, obrtljivo gornje postrojenje i radne elemente za iskop mase. Ovi bageri rade redovito u bloku, i to tako da se radni sud pritiskom uz kosinu radnog čela napuni materijalom, podigne, pa zajedno s gornjim postrojenjem zaokrene do mjesta gdje se masa istresa u transportno sredstvo ili na teren. Prema tome, radni proces je diskontinuirani ili cikličan.

Prema broju motora i mogućnostima rada bageri s diskontinuiranim radom dijele se na jednomotorne univerzalne, višemotorne poluuniverzalne, višemotorne specijalne, velebagere i kabelske bagere. Jednomotorni bageri imaju samo jedan motor, čiji se rad prenosi sklopkama, zupčanim prenosima ili Gallovim lancima na pojedine pogonske grupe i uredaje. Ovi bageri su manji sa zapreminom radnog suda do $2,5 \text{ m}^3$, imaju jedinstven mehanički uredaj osnovnog bagera, koji se može izmjenom, odnosno dopunom radnih elemenata pretvoriti u druge bagerske ili radne strojeve. Univerzalni bageri mogu se preuređiti za rad sa ovim radnim elementima (sl. 17): normalnom visinskom kašikom, višecim vedrom, obrnutom kašikom, grabilicom, skreperom i strugačem, a mogu služiti također kao dizalice i makare (nabijači). Višemotorni poluuniverzalni bageri mogu služiti i kao kašikari

i kao bageri s višecim vedrom, dok su višemotorni specijalni bageri građeni samo za jedan način rada. Velebageri se razlikuju od ovih po velikim dimenzijama i specijalnim konstrukcijama.



Sl. 17. Sheme univerzalnih bagera. a bager kašikar, b bager s višecim vedrom, c bager s obrnutom kašikom, d bager s grabilicom, e dizalica, f nabijač

Pogon bagera može biti parni, motorni, električni i dizel-električni. Parni pogon je zastario i danas se više ne grade parni bageri. Pogon benzinskim ili dizel-motorom prevlađuje kod bagera manjih dimenzija jer omogućava veliku pokretljivost. Električni pogon, obično u Ward-Leonardovu spoju, pogodan je naročito za veće bager. Dizel-električni pogon ima sve prednosti elektro-pogona, a neovisan je o vanjskom izvoru i dovodu električne energije.

Bager kašikar (sl. 18) ima ove glavne sastavne dijelove: postolje, gornje obrtljivo postrojenje s katarkom, ispružač i kašiku. Postolje se sastoje od osnovnog okvira, voznih gusjenica i mehanizma za pokretanje gusjenica. Gusjenice imaju pogon preko sistema osovina i parova zupčanika, koji od glavnog pogonskog stroja u gornjem postrojenju bagera prenose gibanje na pogonske lančanike gusjenica. Na gornjoj plohi osnovnog okvira nalazi se fiksni zupčani vjenac, u koji zahvaća mali pogonski zupčanik gornjeg postrojenja za okretanje. Koncentrično sa zupčanim vjencom nalazi se kružna staza s valjcima, na koju se oslanja obrtljiva gornja konstrukcija bagera.

Gornje postrojenje je obrtljivo u punom krugu. Ima platformu na kojoj su ugradeni sva pogonska postrojenja. U sredini platforme je tuljak nasaden na centralnu vertikalnu osovinu



Sl. 18. Bager kašikar (Marion)

bagerskog postolja. Na okvir platforme nadograđena je piramida željezne konstrukcije, koja nosi koloturpić zateznog užeta katarki. Okvirna konstrukcija gornjeg postrojenja sa stranama i krovom predstavlja kućište koje štiti sva pogonska postrojenja na bageru. Katarka bagera je na donjem kraju svornjacima šarnirno učvršćena u ušima okvira platforme, a na gornjem kraju je povezana užetnim koloturnim prenosom s bubenjem na posebnom vitlu ili je fiksno spojena s piramidom. Približno na sredini katarke obrtljivo su obješene vodilice kroz koje prolazi ispružač. Ovaj se sastoji od jednog ili dva nosača sandučastog ili profilnog presjeka. Na donjoj strani nosača nalaze se nazubljeni linijski u koje zahvaćaju zupčanici pogonske grupe za pokretanje ispružača naprijed i nazad. Na kraju ispružača šarnirno je učvršćena kašika za zahvaćanje zemljanih masa. Ima četvrtast oblik sa zaobljenom i ozubljenom prednjom stranom i izrađena je od čeličnih limova ili lijevanog čelika. Gornja strana kašike je otvorena a donja se zatvara zaklopcom. Kašika je učvršćena na ispružaču dvostrukim bočnim vezama i obješena pomoću stremena na užetima koloturnika koji vode do buba vitla za podizanje i spuštanje kašike. Donja strana kašike otvara se ili zatvara pomoću zaklopca. Kad je kašika spuštena, zaklopac se zatvara uslijed vlastite težine i zadržava se u tom položaju zapornim uređajem. Kad je kašika u horizontalnom položaju, zaklopac se radi pražnjenja kašike otvara potezanjem manipulacionog užeta za deblokiranje zapornog uređaja.

Proizvodnost bagera kašikara računa se na osnovu zapreminе kašike i iznosi:

$$Q = i \cdot \frac{k}{r} \cdot \frac{\beta \eta}{t},$$

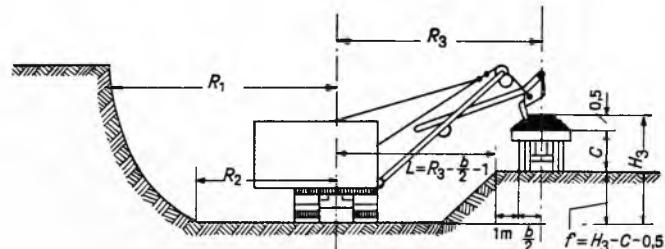
gdje je Q zapremina masiva iskopanog u jedinici vremena, i zapremina kašike, k koeficijent punjenja kašike ($0,7\ldots1,0$ u zavisnosti od granulacije materijala), r koeficijent rastresitosti ($1,3\ldots2,0$), t trajanje ciklusa za kut okretanja 90° pri optimalnoj visini rada ($18\ldots30$ s u zavisnosti od konstrukcione brzine okretanja bagera), β koeficijent produženja ciklusa ($0,6\ldots1,2$ u za-

etaže u dubinu (sl. 19c). Bager može pri tom iskopavanju pod nagibom silaziti naniže.

Primjena bagera kašikara u građevinarstvu. U građevinarstvu je osnovno pravilo primijeniti što manje tipova bagera radi uštede na rezervnim dijelovima. Za manja gradilišta na kojima treba obaviti raznolike radnje podesan je univerzalni bager s dodatnim radnim dijelovima. Za iskop zasjeka i usjeka za ceste i željeznicu upotrijebiti će se bager kašikar s uspravnim kašikom. On se, uz druge tipove, upotrebljava i za iskope temelja i podruma za zgrade, temelja za brane, također u kamolomu.

Bager kašikar sam probija potrebni prolaz i planum, može da zahvaća do 3 m ispod planuma, da radi u nagibu 10% , da se kreće na usponima do 25% brzinom do 2 km/h .

Pored brojnih prednosti — treba malo prostora, pokretljiv je, zbog velike snage kopanja radi u svim kategorijama zemljišta



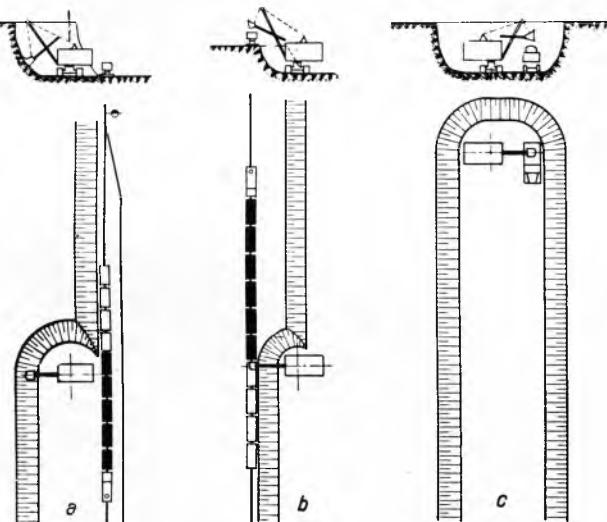
Sl. 20. Izmjere radnog doseg-a bagera kašikara

(kamenito tlo treba prije izminirati) — ima nedostatak da pri iskopu ne može odijeliti humus od sterilne zemlje, pokosi usjeka su srpastog oblika pa se naknadno moraju isplanirati ručno ili specijalnim bagerom ravnjačem ili strugacem. Također je nepodesan za rad na planiranju. Pravilne pokose može kopati samo u donjem dijelu, nešto oko 50% visine postignute odgovarajućim nagibom katarke bagera (sl. 20). Površina koju bager ne može iskopati ne smije preći $8\ldots10\%$ ukupne površine usjeka.

Za izgradnju stambenih i javnih zgrada upotrebljavaju se bageri s kašikom sadržaja od $0,3$ do $0,5 \text{ m}^3$, a za rad u pozajmištim šljunku i pijesku, kao i za hidrotehničke objekte, bageri s kašikom od $0,5$, $1,2$ i 3 m^3 , u posljednje vrijeme u SSSR s kašikom od 6 i 15 m^3 .

Učin bagera zavisi o daljini istovara, brzini rada i nosivosti, pa se radi povećanja njegove produktivnosti u najnovije vrijeme kašika i poluga koja nosi kašiku izrađuju od aluminija. U SSSR primjenjen je za laku zemljišta, namjesto standardne teške kašike od 1 m^3 , lagana kašika od $\frac{1}{2} \text{ m}^3$, i time je produktivnost rada porasla za 50% u lakovom, a za 35% u srednje teškom zemljištu.

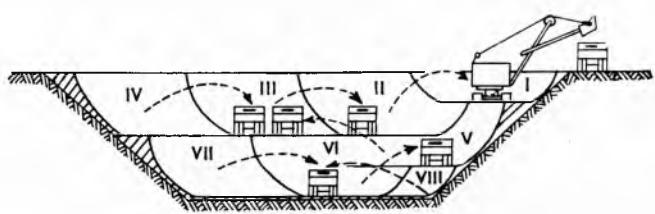
Način iskopa usjeka za saobraćajnice — sa strane ili sa čela — zavisi o nagibu i smjeru pružanja slojeva. Ako su slojevi paralelni s osi saobraćajnice, povoljniji je način rada sa strane, a ako slojevi padaju okomitno na os, povoljniji je iskop sa čela. U kamenitom zemljištu pogodan je način iskopa sa strane, jer dok se na jednom mjestu minira, na drugom mjestu bager utoči varu izminirani materijal u prevozna sredstva. U slučaju transporta s kolosijecima, kolosijek se postavi tako da vozila postepeno promiču pokraj bagera, ili se u iskopu sa čela kolosijek postavi iza bagera. Stalno produžavanje kolosijeka i veliki put okretanja bagera smanjuju ukupni kapacitet bagera, pa beskolosiječni prevoz ima prednosti u usjecima koji nisu previše vlažni



Sl. 19. Sheme procesa bagerovanja bagerom kašikarom

visnosti od stvarnog kuta okretanja, stvarne visine bagerovanja, vrste materijala, položaja transportnog sredstva i sposobnosti bagerovode), η vremensko iskorijenje bagera ($0,50\ldots0,85$ u zavisnosti od radnih i organizacionih uslova). Isti obrazac važi za sve vrste bagera s jednim radnim sudom.

Proces bagerovanja kašikarom vrši se normalno u bloku a rjeđe u čeonom usjeku i ograničeno je na visinski rad (sl. 19). Maksimalna širina bloka iznosi 1,5 puta akcioni radijus kopanja. Iskopani materijal se utoči varu u transportna sredstva na trasi položenoj duž otkopnog fronta (sl. 19a). Povoljnije uslove za organizaciju transporta pruža utoči var na gornjoj etaži (sl. 19b) ili na međuetaži čija visina odgovara visini istresanja bagerske kašike. Čeoni usjek primjenjuje se u svrhu ukopavanja nove



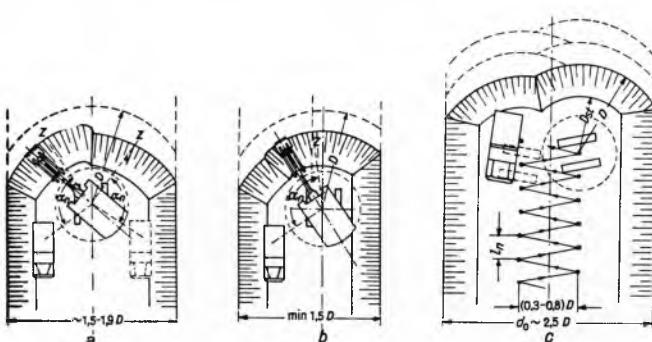
Sl. 21. Iskop u slojevima

i raskvašeni. U usjecima male dubine može se tovariti zemlja u kamione koji voze po površini terena. Prekorači li otkopna visina maksimalnu visinu dohvata bagera za nekoliko puta, primjenjuje se metoda iskopa u slojevima (sl. 21). Bager počinje iskop u usjeku I (rad može biti sa čela ili sa strane) i diže mase u kiperu koji voze po površini terena ako nije prestrm, ili provizorno napravljenim putovima. Pošto je gotov usjek I, bager kopa usjek II, a prevozno je sredstvo preloženo na planum usjeka I. Daljnji rimski brojevi označuju redoslijed daljnog prolaza bagera, a strelice označavaju smjer utovara kiperu.

Na sl. 22 prikazan je način rada s transportnim trakama, koji se sve više upotrebljava, naročito za udaljenosti do 2 km. Bager 4 kopa zemlju redom u usjecima I, II, III i IV i utovaruju ju preko pokretnog bunkera 1 na transportnu traku 3. Ova prevozi zemlju do stabilnog bunkera 2 i stabilne trake 5, koji se nalaze pred usjekom. Transportna traka 5 otprema zemlju dalje na mjesto odlaganja u nasip ili u deponiju, ili je utovaruje u prevozna sredstva. Traka 3 i bunker 1 prelaže se pri svakom prolazu bagera u isti položaj. Istodobno se svaki put prelaže u kolosijeci pokretnog bunkera.

Za iskop gradevnih jama čija širina odgovara dvostrukom dohvatu bagera postavljaju se kiperi s obje strane bagera odostrag dalje na mjesto odlaganja u nasip ili u deponiju, ili je utovaruje u prevozna sredstva. Traka 3 i bunker 1 prelaže se pri svakom prolazu bagera u isti položaj. Istodobno se svaki put prelaže u kolosijeci pokretnog bunkera.

Za iskop gradevnih jama čija širina odgovara dvostrukom dohvatu bagera postavljaju se kiperi s obje strane bagera odostrag



Sl. 22. Prevoz zemlje transportnim trakama

(sl. 23 a). Ako je gradevna jama ili usjek manje širine, bager se postavlja bliže jednom a kiper bliže drugom pokosu (sl. 23b). Da se smanji trajanje rada pri iskopu sa čela, primjenjuje se prelaganje bagera na cik-cak, ali taj je način pogodan samo ako širina gradevine jame prelazi dvostruku širinu dohvata bagera (sl. 23c). Iskop se izvodi sa svakog stajališta bagera do preko polovice otkopa, a kiperi se postavljaju na protivnu stranu od bagera. Za ovo su naročito pogodni bageri s voznim postoljem na gumenim točkovima, jer su vrlo pokretljivi.

Bager s obrnutom kašicom (sl. 24). Pri preuređenju bagera s normalnom kašicom na obrnutu kašiku za dubinski rad potrebna je dogradnja drugog bubnja na glavnom vitlu i izmjena katarke. Katarka je obrtljivo ugrađena na prednjem kraju okvira gornjeg postrojenja. Na vrhu katarke je pomoću šarke gibljivo učvršćena kašika u obrnutom položaju, a na drugom kraju ugrađena je užetnjača za užetni koloturni prenos. Katarka se podiže i spušta koloturnim prenosom ugrađenim između krajeva nosača kašike i pomoćne katarke, a pomoću užeta koje se ovija oko bubnja glavnog vitla. Kašika je osim toga vezana s drugim užetom koje se vodi preko užetnjače na sredini katarke i ovija se oko drugog bubnja glavnog vitla. Kombinacijom pritezanja ili popuštanja ovih užeta postižu se razni položaji kašike, od opuštenog položaja u fazi kopanja do uzdignutog položaja u fazi pražnjenja kašike, kao i njezino okretanje.

Bager s obrnutom kašicom jaruža pod vodom i ispod planuma, a iskopane mase tovari na prevozna sredstva koja stoe s njim na istoj visini. Kapacitet mu je 80% bagera s uspravnom kašicom istog sadržaja kašike. Trajanje radnog ciklusa pri istovaru mase na deponiju prekoračuje za 20 do 25% radno vrijeme bagera kašikara, a pri istovaru u prevozna sredstva povećava se radno



Sl. 24. Bager s obrnutom kašicom (P & H)

vrijeme na 35...40%. Osobito je povoljan za iskop jaraka za kanalizaciju i vodovod u gradovima, za temelje većih zgrada i sl. Kopa pomicanjem unazad, ali se može primjeniti i iskop sa strane i sa čela. Za gradevne jame u gradskim uslovima prikladan je iskop sa čela istresanjem zemlje u prevozna sredstva koja stoe s jedne ili s obje strane bagera.

Bager ravnjač razlikuje se od bagera kašikara po tome što nema ispružaća već samo katarku po kojoj klizi kašika pomoću posebnih kotačića po cijeloj njezinoj dužini. Smjer kretanja kašike pri radu zavisan je od položaja same katarke. Normalni smjer kretanja kašike je horizontalan, ali može biti i nagnut do 50° prema horizontali. Dno kašike je ravno i može se okretati oko zgloba kojim je učvršćeno na prednjoj strani kašike, da bi se moglo otvoriti radi pražnjenja. Kašika je uska, a kako pri radu kreće po pravcu, bager ima veliku silu zahvatanja, pa je zbog tih osobina podesan za rad u teškom terenu gdje ne mogu da rade bageri kašikari. Otkopana zemlja mora se odmah utovariti u vozila. Kašike su normalnog sadržaja od 0,75 do 1,0 m³. Mnogo se upotrebljava u Engleskoj za otkop posteljice i za poravnanje nasipa i usjeka pri građenju komunikacija.

Velevageri kašikari (sl. 22). U ovu grupu spadaju bageri sa zapreminom kašike od 7 do 38 m³, pa i većom. U ruderstvu ovi bageri služe za otkrivku na ugljenim slojevima s direktnim prebacivanjem jalovih masa. Postolje bagera je okvir kvadratnog oblika



Sl. 25. Velevager kašikar (Marion)

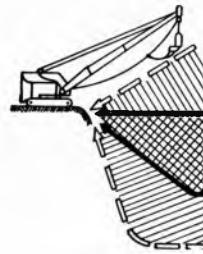
koji se preko hidrauličnih klipova oslanja na 4 para gusjeničnih vozila. Na gornjoj površini okvira nalazi se zupčasti vijenac s kružnom prugom na valjcima, po kojoj pri obrtanju kruži konstrukcija gornjeg postrojenja. Osnovu gornjeg postrojenja tvori glavni okvir, na čijoj su platformi ugrađene pogonske jedinice. Glavna katarka je rešetkaste konstrukcije dvokrake izvedbe i fiksno je vezana s konstrukcijom gornjeg postrojenja. Uredaj ispružača sastoji se od nosača kašike, pomoćne katarke, s kojom je ispružač šarnirno spojen, i zupčastih lineala, koji su s tim čvorištem spojeni i pokreću se pogonskim zupčanicom u vrhu piramide nadogradene na konstrukciju bagera. Cijeli sistem kašike pomiče se u prorezu između krakova glavne katarke, pa je ova time rasterećena od naprezanja prilikom isturivanja kašike. Bager se kreće na površini ugljenog sloja, zahvaća u bloku krovinu sve do nivoa terena i prebacuje mase u otkopani prostor. Rad ovog bagera na prikazan način uslovljen je horizontalnim položajem ugljenog sloja.



Sl. 26. Bager s visećim vedrom (Marion)

Bager s visećim vedrom (potezni bager, sl. 26). U odnosu na uredjenje bagera kašikara, na osnovnoj konstrukciji bagera s visećim vedrom dograđen je drugi bubanj na glavnom vrtlu i izmijenjena katarka. Taj je bager podesan i za dubinski rad. Posuda u obliku vredra povlači se po radnoj kosini odozdo navise i tako puni. Nakon punjenja posuda se podiže, gornje postrojenje se zaokrene i posuda prenese do mjesta pražnjenja, gdje se isprazni okretanjem. Vedro ima oblik četvrtastе posude s otvorenom prednjom i gornjom stranom i izrađeno je od čeličnog lima ili od livenog čelika. Bočne su strane medusobno spojene konstrukcijom u vidu jarma na čeonoj strani vredra. Pri kružnoj vožnji vredo visi na vučnom užetu pomoću dva lanaca. Nastavci na bočnim stranama, na kojima su uglavljeni lanci, nalaze se izvan težišta prema zadnjoj strani. Time je omogućeno da se vredo izvuče čeono naprijed oko poprečne horizontalne osi. Vedrom se upravlja pomoću dva užeta: užetom za dizanje i užetom za vuču. Za održavanje vredra u visećem horizontalnom položaju služi kratko pomoćno uže za izravnavanje. Katarka od lagane rešetkaste konstrukcije donjem je krajem šarnirno učvršćena na prednjem dijelu platforme. U vrhu katarke ugrađena je užetnjača koja vodi užeta za dizanje.

Bager s visećim vedrom po učinku stoji na drugom mjestu iza bagera kašikara, sa nešto oko 60% učinka kašikara iste sadržine kašike. Radni prostor ne smije se uzeti preusko jer je potreban dugi potez za punjenje vredra. Upotrebljava se kod svih vrsta tla, lakog i srednjeg tla — po našim standardima tla I, II i III kategorije. Tlo odsijeca u tankim slojevima, stoga je podesan za otkop humusa i slojevitog tla, zatim za radeve na poravnavanju i kopanju blagih pokosa. Budući da radi pretežno ispod svoga planuma, može bagerovati ispod vode ili u močvarnim predjelima, dok on sam stoji na čvrstom tlu. Stoga se mnogo primjenjuje u šljunčarama za vađenje gradevnog materijala, za kopanje melioracionih kanala i plovnih putova. Može se upotrijebiti za miješanje raznih vrsta tla, kao npr. za miješanje gline i ilovače u oporekskoj industriji. Uz sve prednosti ima i nedostataka: ne može tačno kopati ni istovarivati u manja vozila i iznad svoga stajališta



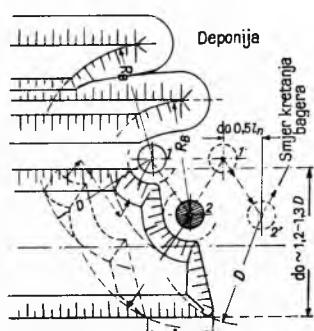
Sl. 27. Opseg djelovanja bagera s visećim vedrom

teško kopa. Na sl. 27 prikazan je opseg djelovanja bagera. Organizacija rada bagera zavisi o maksimalnom dohvatu vredra, dubini bagerovanja, o maksimalnoj udaljenosti i visini istresanja. Redovno se bager pomije u pravcu paralelnom s osi iskopa, kopa okomito na os i izbagerovanu zemlju odlaže iza sebe na depozit ili u prevozna sredstva.

Ako je profil iskopa širi nego maksimalni dohvat bagera i ako se mase moraju deponirati uzduž iskopa s jedne strane, bager se prelaze po shemi cik-cak, tj. može se s jednim prolazom

iskopati cijela širina. Na sl. 28 prikazan je takav način rada. Bager u položaju 1 kopa mase na strani deponija i odlaže ih na udaljeniji dio deponije. Zatim se bager pomakne u položaj 2 prema sredini iskopa. S ovog mjesto kopa dio profila koji leži na protivnoj strani deponije i odlaže mase na deponiju bliže iskopu. Zatim će bager, pošto je završio iskop, biti preložen u položaj 1', pa u položaj 2', i iskop se nastavlja istim redom.

Bageri s visećim vedrom na stopama (sl. 29) su bageri specijalne izvedbe koji se odlikuju velikim akcionim radijusom, velikom pokretljivošću, niskim težištem i srazmjerno malim pritiskom na tlo. U rudarstvu se primjenjuju na otkrivci za direktno prebacivanje jalovine u otkopani prostor, kao i za njen dalje prebacivanje na samom jalovištu. Ovi su bageri prilagođeni prvenstveno za dubinsku ekskavaciju pa mogu poslužiti također i za otkop i izbacivanje ugljena ili rudne supstancije iz dubine na gornju razinu kopa, odnosno na planum etaže. Bageri ovih tipova rade u Kolubari i u Banovićima. Osnovu bagera predstavlja okrugla ploča u sandučastoj konstrukciji. Na gornjoj površini ploče nalazi se zupčani vijenac i kružna pruga s valjcima; na njoj se okreće gornje postrojenje izvedeno u rešetkastoj konstrukciji s platformom za smještaj strojeva i s nadogradnjom piridom za pridržavanje katarke. Gornje postrojenje



Sl. 28. Način rada bagera s visećim vedrom

otkopani prostor, kao i za njen dalje prebacivanje na samom jalovištu. Ovi su bageri prilagođeni prvenstveno za dubinsku ekskavaciju pa mogu poslužiti također i za otkop i izbacivanje ugljena ili rudne supstancije iz dubine na gornju razinu kopa, odnosno na planum etaže. Bageri ovih tipova rade u Kolubari i u Banovićima. Osnovu bagera predstavlja okrugla ploča u sandučastoj konstrukciji. Na gornjoj površini ploče nalazi se zupčani vijenac i kružna pruga s valjcima; na njoj se okreće gornje postrojenje izvedeno u rešetkastoj konstrukciji s platformom za smještaj strojeva i s nadogradnjom piridom za pridržavanje katarke. Gornje postrojenje



Sl. 29. Bager s visećim vedrom na stopama (Marion)

je obrtljivo oko vertikalne osi za 360° . Na platformi se nalaze svи pogonski uređaji. Bager se kreće pomoću stopa, koje su namještene na ručicama (tip Marion) ili na ekscentrima (tip Cyrus-Erie). Ručice ili ekscentri navučeni su na jaku centralnu,

BAGEROVANJE

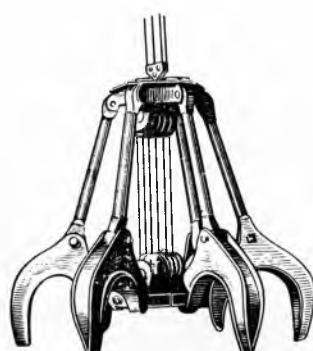
horizontalno ugradenu osovinu koja prolazi poprečno kroz bager, zahvaćena nastavcima bočnih strana gornje konstrukcije, a pokreće se pogonskom grupom koja služi za dizanje i vuču vedra. Bager se kreće po principu hodanja (sl. 30). Ručice ili ekscentri na kojima su navučene stope opisuju pri okretanju osovine kružnicu; kad bager radi, one su u gornjem položaju i stope su uzdignute, a kad treba bager pomaknuti, one se spuštaju u donji položaj, čime se stope oduprnu o tlo i zadignu zadnju stranu bagera. Pri dalnjem okretanju osovine ručice ili ekscentri kruže prema gornjoj tački; time dolazi do prebacivanja bagera naprijed i tako do dizanja stopa u polazni položaj. Time je završen jedan ciklus i načinjen korak bagera; dužina koraka iznosi 1,8...2,0 m.

Zbog navedenih prednosti, ovi bageri su u ruderstvu naročito pogodni za metodu rada s direktnim prebacivanjem jalovine u otkopani prostor. Pri tome mogu oni raditi ili u sprezi s velebagerom kašikarom na ponovnom prebacivanju jalovine u otkopanom prostoru, ili samostalno na otkopu jalovine i njenom prebacivanju.



Sl. 31. Bager s grabilicom (P&H)

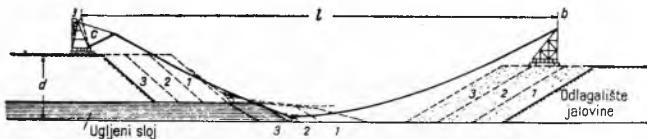
Bager s grabilicom (sl. 31) ima isti uredaj kao bager s višecim vredrom. Grabilica se sastoji od 2...4 čeljusti koje se otvaraju pri punjenju ili pražnjenju i zatvaraju radi prenosa mase. Dizanjem i spuštanjem grabilice, otvaranjem i zatvaranjem čeljusti upravlja se pomoću dva užeta. Bager s grabilicom služi za utovar sipkog materijala na depoima. Iskop se može vršiti samo u sipkim i mekim massama kao što su šljunak, pijesak i gline. Podesan je za dubinsku ekskavaciju, a također i za podvodno grabljenje. Ako se zamijene grabilice specijalnim hvatačima s jakim zubima (tzv. polip-hvatačima [sl. 32]) može se upotrijebiti za dizanje kamenih blokova, a s automatskim klještimi služi za dizanje i prijenos buradi, sanduka, cementnih vreća i sl.



Sl. 32. Polip-hvatač

Specijalni mali hvatač upotrebljava se za kopanje du-

bokih bunara i jama za telefonske stupove. Katarka bagera hvatača duža je od katarke bagera kašikara, a učinak mu je prosječno ~ 60 % učinka kašikara uz isti sadržaj kašike. Najekonomičniji je hvatač s kratkom katarkom i većom grabilicom. Podesan je za iskop u skućenom prostoru, za uske i duboke građevne jame s vertikalnim visokim zidovima i za rad između žmurja i oplate. Mnogo se upotrebljava u lukama na pretovaru i istovaru brodova. Organizacija rada sa hvatačem je jednostavna jer bager uglavnom stoji na mjestu ili se kreće na kratkom potezu.



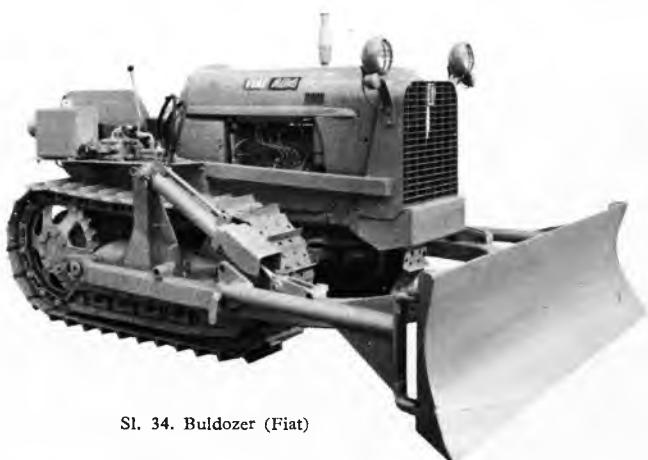
Sl. 33. Shema velikog kabelskog bagera, a pogonski toranj, b zatezni toranj, c balansir, l raspon (do 750 m), d dubina rada (do 70 m)

Kabelski bager (sl. 33) ima vedro koje se prevozi po nosećem užetu nategnutom između dva tornja ili stupa. Vedro se spušta na teren popuštanjem nosećeg užeta i puni tegljenjem po terenu pomoću vučnog užeta. Nakon toga se vedro zatezanjem nosećeg užeta zadiže i pomoću vučnog užeta prevozi u jednom ili drugom smjeru do mjesta istresanja. Nakon pražnjenja vedro se prevozi natrag do tačke iznad mesta punjenja, gdje će popuštanjem nosećeg užeta početi novi radni ciklus. Bagerovanje se vrši u jednoj liniji poprečno preko površinskog kopa. Linija bagerovanja se može pomjerati paralelno s premještanjem obaju tornjeva ili radikalno s premještanjem samo zateznog tornja dok pogonski toranj ostaje na mjestu.

Kabelski bager služi prema tome za iskop i dizanje masa iz dubine i za transverzalni transport, a može se primijeniti u mekim ili sipkim naslagama,

Bageri za plitki otkop jesu strojevi koji, za razliku od klasičnih bagera, kopaju i odvoze iskopani materijal na manju ili veću udaljenost. U upotrebi su razni tipovi, no najviše se upotrebljavaju buldozeri i skreperi.

Buldozeri, koji su prvi put primjenjeni u Americi 1923., u stvari su jaki traktori na gusjenicama ili gumenim točkovima, koji sprijeđa na dva jaka nosača nose teško ralo s nožem. Ralo se prema potrebi diže i spušta pomoću hidraulične ili mehaničke komande (sl. 34), a na nekim tipovima može se postaviti pod kutom do 30° koso prema uzdužnoj osi traktora radi odbacivanja otkopane zemlje u stranu (tzv. angledozeri). Ralo je konkavnog oblika, dugo 2...4 m, široko 0,6...1 m. Kad se buldozer kreće naprijed, nož zasijeca površinski sloj zemlje; otkopana zemlja se gomila ispred rala i kotrljanjem se pokreće naprijed ili odbacuje u stranu. Maksimalna udaljenost transporta je do 100 m, a ekonomična 30...40 m. Buldozeri se upotrebljavaju za otkopavanje humusa i njegovo odlaganje na stranu za kasniju upotrebu. Prednost je da se humus može odvojiti od sterilnog tla. Nadalje se

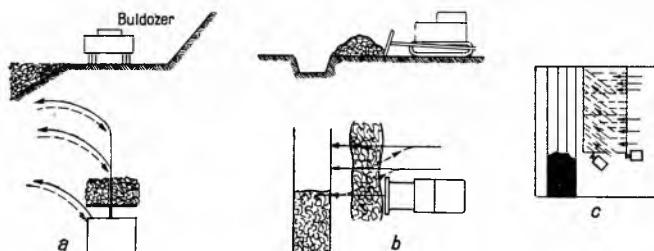


Sl. 34. Buldozer (Fiat)

upotrebljavaju za poravnavanje neravnina terena, za planiranje, za zatrpanjavanje otkopanih jama i rupa, za krčenje žila, panjeva

i koriđenja, za premještanje velikih količina zemljanih masa na kraće udaljenosti, za naguravanje zemlje, pijeska i šljunka na gomilu radi zahvatanja bagerom, za izradu zasjeka gdje se mase poprečno prelažu u nasip. Mogu planirati pokose usjeka u nagibu 1 : 4 (25%).

Buldozeri rade po pendl-sistemu. Na sl. 35a prikazan je otkop jednog zasjeka. Zemlja se otkopava uzduž obronka i gura na mjesto odlaganje zakretanjem ulijevo ili udesno. Zatim se buldozer



Sl. 35. Način rada buldozera. a) otkop zasjeka s pomoću buldozera, b) zatrpanje jarka, c) prebacivanje većih količina zemlje

vraća unazad u prvobitni položaj pa se proces ponavlja. Pri zatrpanju jarka može se raditi na dva načina. Kad su količine zemlje manje, buldozer ih gura iz deponije u jarak okomito na uzdužnu os jarka i u vožnji natrag postavlja se zakretanjem u novi položaj (sl. 35b). Kad su količine zemlje veće, radi se po shemi na sl. 35c; pri tome se traži da se sa strane rala ne nago-milava zemlja, kako se rad ne bi morao ponavljati.

Efektivni učinak buldozera računa se na osnovu kubature materijala koju on može da gura ispred sebe i broja radnih ciklusa izvršenih u jednom satu. Efektivni radni učinak U (zapremina materijala iskopanog u jedinici vremena) iznosi:

$$U = \frac{k_k}{k_r} \cdot \frac{Q}{t} \cdot \eta,$$

gdje je k_r koeficijent rastresitosti materijala, Q nekorigirana zapremina materijala iskopana u jednom radnom ciklusu (zavisi od dužine i širine rala i od ugla nagiba gomilanja materijala), k_k koeficijent koji zavisi od vrste materijala (za pijesak i šljunak 0,8, a za zemlju 1), t trajanje radnog ciklusa. Koeficijent vremenskog iskoristištenja buldozera η mnogo zavisi od spretnosti traktorište; pri dobrim uslovima rada uzima se da dobar rukovalac mora iskoristiti pedeset minuta u jednom satu ($\eta \approx 0,8$).

Skreperi (nabiralice) su gradevinski strojevi koji služe za kopanje, tovarenje i razvoz zemljanih masa. U upotrebi su razni tipovi: jednoosovinski ili dvoosovinski, vučeni traktorom ili na vlastiti pogon, s istovarom zemlje odostrag ili sprjeda. Vučeni skreperi mogu biti s traktorom gusjeničarom i sandukom na gusjenicama (zastarjeli tip) ili s traktorom gusjeničarom i sandukom na dvije osovine sa 4...6 velikih gumenih točkova. Skreperi na vlastiti pogon, tzv. samohodni skreperi, mogu biti s pogonskim motorom na jednoj osovini i sandukom na jednoj osovini sa

2...4 velikim gumenim točkama (tip Euklid), s traktorom na dvije osovine sa 4...6 točkova i sa sandukom na jednoj osovini sa 2...4 gumenim točkama (tip Caterpillar), a neki imaju osovinu sanduka s jednim točkom. Vrlo su pokretljivi i ekonomični za udaljenosti do 1500 m pa i više, dok su tegleni skreperi ekonomični za kraće udaljenosti. Skreperi s traktorskim vučom imaju maksimalnu snagu kopanja, dok samohodnim skreperima treba pomoći posebnog traktora za guranje. Vozač sa svog sjedišta rukuje mehaničkim, hidrauličkim ili električnim uredajem za upravljanje radom koša. Radno oruđe skrepera je sanduk s pokretnim prednjim i zadnjim dijelovima koji nose noževe. Noževi zasijecaju mekši materijal, u tvrdom tlu treba prethodno zemlju razrahliti pluženjem. Sadržaj sanduka kreće se od 2,5 do 23 m³. Kod nekih tipova je zadnja stranica sanduka pomicna, pa se pri istovaru kreće naprijed guranjući pred sobom zemlju da brže ispada kroz otvor između zadnjeg i prednjeg dijela sanduka. Neki tipovi na zadnjem dijelu sanduka imaju poklopac koji se otvara kad se sanduk nakrene unazad i materijal se istrese odostrag. Ti skreperi su lakši i jednostavniji za rukovanje, ali im je manja da se materijal istovaruje na gomilu, dok skreperi s istovarom sprijeda materijal razastiru u slojevima i na većoj površini.

Skreperi se upotrebljavaju za plitki otkop na velikoj površini. Otkop i nasipanje se vrši u slojevima visine 13...30 cm. Tlo mora imati izvjesnu koheziju, da bi se sanduk mogao puniti odozdo. Nepodesni su za rad u nevezanom materijalu (suhom pijesku i šljunku) i u vrlo mokroj zemlji jer se ona lijepli za strane sanduka i teško ispada prigodom istresanja.

Radni proces sa skreperom je ovakav: traktorist doveze skreper na mjesto rada i spušta zadnji dio sanduka toliko da nož kretanjem skrepera naprijed zasijeca zemlju te se ona kotrlja u sanduk. Kad se sanduk napuni "s kapom", vozač podiže zadnji dio sanduka, a kod nekih tipova spušta i zatvarač na prednjem dijelu. Nakon toga odvozi se zemlja u nasip ili u deponiju gdje se materijal istovaruje. Jednoosovinski skreperi istovaruju se redovno odostrag, a dvoosovinski sprijeda, pri čemu se pokretanjem zadnje pomicne stranice prema naprijed olakšava istovar.

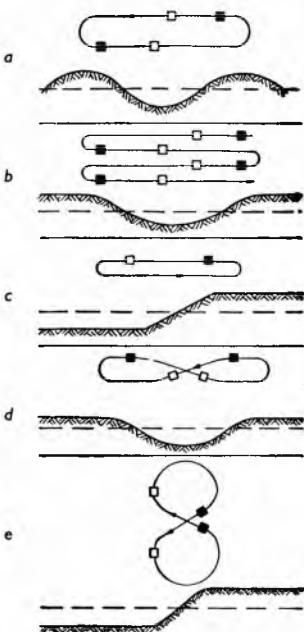
Učinak skrepera zavisi o kapacitetu sanduka, o kategoriji zemlje i o broju ciklusa na sat. Efektivni učinak, izražen kao kubatura po jedinici vremena u prirodnom stanju otkopane zemlje, pri normalnim dobrim uslovima iznosi:

$$U = Q k_p k_k / t;$$

Q je zapremina sanduka, t je vrijeme potrebno za jedan ciklus, koje treba odrediti na licu mjesta, k_p je koeficijent punjenja sanduka "s kapom", k_k je koeficijent korekcije (uzima se obično 0,8).

Tehnološki proces otkopavanja skreperom. Otkopavanje se vrši u prvoj brzini od 2...3 km/h po otkopnim stazama dugim ~30 m. Iskopani materijal odvoze samohodni skreperi srednjom brzinom 10...15 km/h, a vučeni brzinom 5...10 km/h, zavisno o kvalitetu putova i o tome da li je traktor gusjeničar ili na gumenim točkovima. U povratku prazni skreperi na dobrom putovima mogu voziti brzinom i do 35 km/h. Po pravilu treba nastojati da se otkop i punjenje sanduka vrši u kretanju nizbrdo, jer sila Zemljine teže povećava silu traktora za 9...10 kp po toni mase na nagibu 1%. Nadalje treba što više izbjegavati nepotrebna okretišta, jer se za svaki okret gubi 10...15 sekundi.

Otkopne staze skrepera su u pravcu, a kretanje na deponiju i pozajmište u obliku elipse ili osmice. Kretanje skrepera u obli-



Sl. 36. Skreper (Caterpillar)

Sl. 37. Način rada skrepera
■ kopanje i utovar □ istresanje

ku ellipse ima prednost naročito kad se otkop vrši u dva usjeka s odlaganjem u nasip kao na sl. 37a (zatvorena elipsa) ili na sl. 37b (otvorena elipsa), jer za dva punjenja skreper izvrši dva okreta. Kad se punjenje vrši samo u jednom usjeku, treba dva okreta, pa je gubitak vremena na prazne vožnje očito veći nego pri otkopu u dva usjeka (sl. 37c). U suženom prostoru može se raditi u obliku osmice kao na sl. 37d. Ovdje na dva punjenja otpadaju dva okreta. I pri otkopu u jednom usjeku može se primijeniti osmica kao na sl. 37e.

Punjeno sanduka sa zasijecanjem gornjeg sloja zemlje najteže je faza u radu skrepara jer zahtijeva najveće naprezanje pogonskog motora. Stoga se još upotrebljavaju traktori za potiskivanje skrepara ili buldozeri koji u međuvremenu dok skreperi odvoze otkopani materijal zgrču zemlju na gomilu radi bržeg punjenja. Normalno jedan traktor poslužuje nekoliko skrepara i pri tom se mogu primijeniti tri načina rada prikazana na sl. 38. Pri radu prema sl. 38a skreperi su poredani jedan do drugog i traktor gura skreper *I* dok mu se ne napuni sanduk, zatim ga napušta, i skreper se dalje kreće vlastitim pogonom. Traktor praveneći dva okreta vraća se u početni položaj ili ide unazad i počinje

procesi iskopa bagerima s jednim radnim sudom su diskontinuirani.

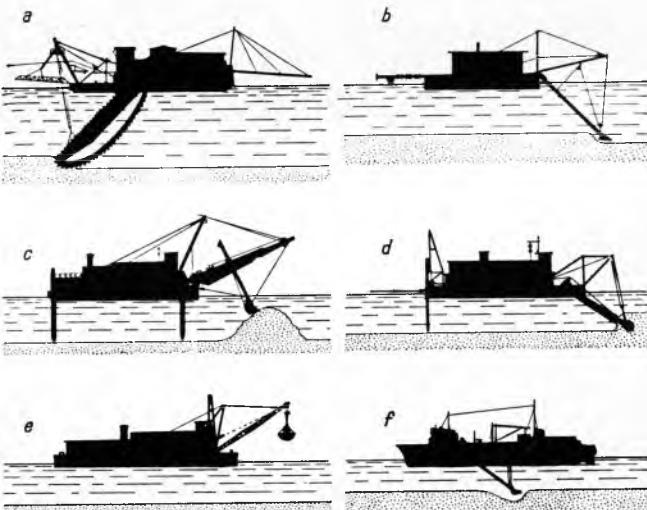
Usisni i kombinirani bageri imaju u načelu uvijek vlastite, za njih konstruktivno ili organski vezane uređaje kojima se iskopani materijal transportira do mjesta odlaganja ili ugradnje. Takve uređaje mogu imati i bageri s više radnih sudova. Bageri s jednim radnim sudom, a često i bageri s više radnih sudova, sipaju iskopani materijal u pomoćna, obična (tegljnice) ili specijalna tehnička plovila (klapete), kojima se plovnim putem otprema materijal do mjesta odlaganja.

Pri gradevinskim radovima, a osobito pri radu na održavanju plovnih putova, moraju se plovnii bageri strogo pridržavati određenog režima radnih pokreta, odnosno određenog tehnološkog procesa. Taj zahtjev se naročito odnosi na bagere s kontinuiranim procesima iskopa. Osnovni pokreti bagera s više radnih sudova i kombiniranih bagera vrše se u načelu upravno na smjer trase iskopa, tako da se materijal odvaja od tla u frontalnim redovima. Nasuprot tome mogu osnovni pokreti usisnih bagera biti paralelni s trasom iskopa, tako da se materijal odvaja od tla u poduznim brazdama. Ima i drugih specijalnih režima radnih pokreta bagera pri izvedbi sistematskih iskopa.

Plovnii bageri mogu imati razne vrste pogona, i to: parni, s parnim strojem ili parnim turbinama, s parnim kotlovima na loženje drvom, ugljenom, mazutom ili naftom; motorni, s dizel-motorom ili benzinskim motorom; dizel-elektrno-motorni; električni, s priključkom preko specijalnih kablova na izvor elektroenergije van samog bagera.

Neki plovnii bageri su opremljeni vlastitim propelerima pa se samohodno premještaju s jednog radilišta na drugo. Propeleri su obično opremljeni usisni bageri, a naročito ona vrsta usisnih bagera koji imaju u svom brodskom tijelu ugradena skladišta za transportiranje iskopanog materijala od mjesta iskopa do mjesta istovara. Plovnii bageri koji nemaju vlastite propelerne premještaju se pomoću brodova tegljača.

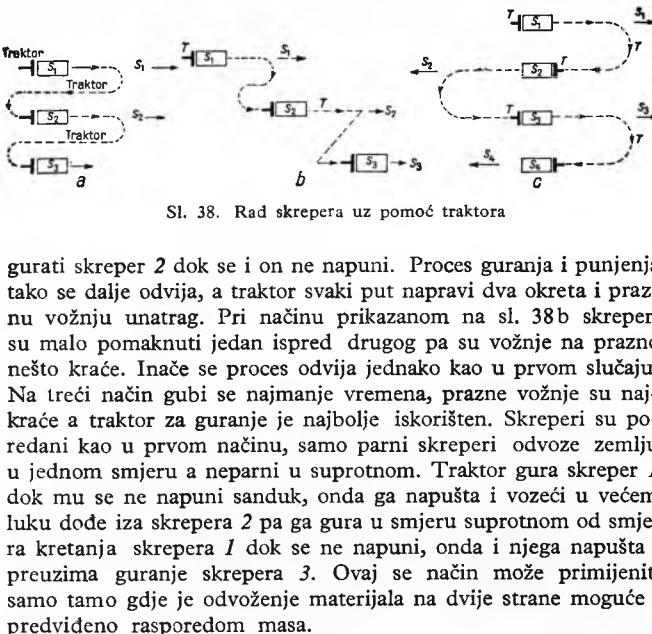
Veličina, kapacitet i konstruktivna dispozicija plovnih bagera zavisi najviše od ekonomskih i tehničko-eksplatacionih faktora. Eksplatacioni faktori pri radu bagera u umjetnim plovnim kanalima, na rijekama, jezerima i moru različiti su te se prema tome grade bageri kanalskog (manjeg) tipa, riječno-jezerskog i pomorskog (najvećeg) tipa. Bageri kojima se vrše iskopi



Sl. 39. Tipovi plovnih bagera. a) bager vedričar opremljen transporterom za odbacivanje iskopanog materijala, b) jednostavni usisni bager, c) bager kašikar, d) usisni bager s razrahljivačem na usisnoj cijevi, e) bager s grabilicom, f) usisni samohodni bager sa skladištem za iskopani materijal.

šljunkovitog materijala za gradevinarstvo mogu biti opremljeni uređajima za granuliranje, a u rudarstvu se upotrebljavaju i plovnii bageri koji su opremljeni specijalnim uređajima za ispiranje i separiranje rude. Za te svrhe se najviše upotrebljavaju bageri vedričari ili — manje često — usisni bageri.

Plovnii bageri sa više radnih sudova — plovnii bageri vedričari (sl. 40) odvajaju i zahvataju materijal tla sa podvodnog dna i podižu ga iznad razine vode nizom vedrica koje su među-



Sl. 38. Rad skrepara uz pomoć traktora

gurati skreper 2 dok se i on ne napuni. Proses guranja i punjenja tako se dalje odvija, a traktor svaki put napravi dva okreta i praznu vožnju unatrag. Pri načinu prikazanom na sl. 38b skreperi su malo pomaknuti jedan ispred drugog pa su vožnje na prazno nešto kraće. Inače se proces odvija jednakako kao u prvom slučaju. Na treći način gubi se najmanje vremena, prazne vožnje su najkratke a traktor za guranje je najbolje iskoristio. Skreperi su poredani kao u prvom načinu, samo parni skreperi odvoze zemlju u jednom smjeru a neparni u suprotnom. Traktor gura skreper *I* dok mu se ne napuni sanduk, onda ga napušta i vozeći u većem luku dođe iza skrepara 2 pa ga gura u smjeru suprotnom od smjera kretanja skrepara *I* dok se ne napuni, onda i njega napušta i preuzima guranje skrepara 3. Ovaj se način može primijeniti samo tamo gdje je odvoženje materijala na dvije strane moguće i predviđeno rasporedom masa.

Vanjski rubovi usjeka moraju biti prije početka rada utvrđeni, tako da se pokosi režu od terena do planuma u određenom nagibu. Pokose treba stalno planirati. Ako je visina otkopavanja 15 cm a pokos u nagibu 1 : 3, treba svaki novi sloj pomaknuti za 45 cm dalje od prethodnog ruba pokosa.

Upotrijebi li se skreperi srednjeg kapaciteta, mogu se postaviti i po dva jedan iza drugog, pa ih vuče jedan jači traktor gusjeničar. Najprije se napuni jedan, pa drugi skreper, a zatim ih traktor zajedno vuče do mjesta istovara i natrag.

U novije vrijeme izraduju se strojevi koji predstavljaju kombinaciju buldozera i skrepara. Na kraćim udaljenostima (do 30 m) ekonomično rade kao buldozeri, a za prenos materijala do 300 m rade kao skreperi. Za veće udaljenosti nisu ekonomični jer su na gusjenicama.

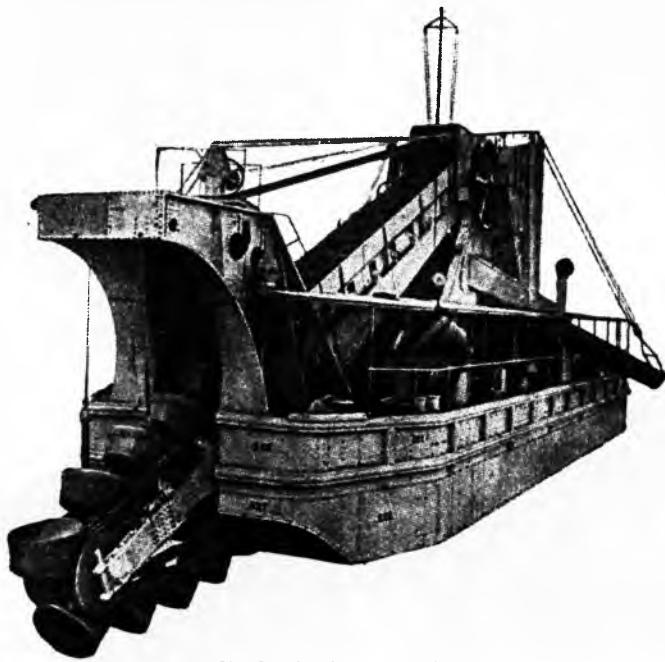
E. Ty. i Lj. Té.

PLOVNII BAGERI

Plovnii bageri se dijele prema načinu odvajanja i zahvata materijala tla sa podvodnog dna ili obala i njegova dizanja iznad razine vode; prema načinu prenosa materijala od mjesta iskopa do mjesta odlaganja; prema režimu radnih pokreta pri iskopu, prenosu i odlaganju materijala; prema vrsti pogona; prema sposobnosti premještanja s jednog radilišta na drugo; prema veličini, kapacitetu i konstruktivnoj dispoziciji.

Prema načinu odvajanja i zahvata materijala tla sa podvodnog dna ili obale i načina dizanja iskopane mase iznad razine vode razlikuju se bageri s radnim sudovima (jednim ili više), usisni bageri i kombinirani bageri. Prosesi iskopa bagerima s više radnih sudova, usisnim i kombiniranim bagerima su kontinuirani,

sobno povezane zglobnim člancima u beskrajni lanac — vedrični vijenac. On leži svojim gornjim, aktivnim dijelom na okvirnom nosaču (ljestvama) vedričnog vijenca, dok mu je donji, neaktivni dio opušten u obliku lančanice.



Sl. 40. Plovni bager vedričar

Donji dio nosača vedričnog vijenca visi na užetno-koloturnom ili drugom svršishodnom sistemu, kojim se prema datim uslovima rada bagera može regulirati nagib nosača vedričnog vijenca. Taj sistem je svojim gornjim dijelom zglobno učvršćen za konstrukciju krajne nadgradnje bagera, na kojoj je smješten kontrolni most (komandna kućica), a na bagerima velikih kapaciteta eventualno još pomoćna obrtljiva dizalica, koja se upotrebljava najviše pri montaži i održavanju vedričnog vijenca, za dizanje teških vedrica i sl.

Pri donjem kraju nosača vedrični vijenac je vođen bubnjem (lančanikom) peterokutnog, šesterokutnog ili kružnog presjeka. Gornji se kraj nosača vedričnog vijenca preko njegove glavne osovine šarnirno oslanja na dva ležišta ugrađena u konstrukciju središnje nadgradnje bagera. Na istoj osovini nalaze se, s njome čvrsto vezani, glavni zupčanik i gornji pogonski bubanj (lančanik), koji svojim okretanjem pokreće vedrični vijenac. Gornji bubanj ima, u najviše slučajeva, četverokutni presjek i na kraju je opremljen bočnim obrazinama (prirubama). Površine bubnja koje se habaju obložene su pločama i ugaonicima tako da se mogu lako i jednostavno zamjenjivati. Čvrstoća materijala ovih nadoknađnih dijelova manja je nego čvrstoća materijala od koga su izrađeni članci vedričnog vijenca.

Sastavni dijelovi vedričnog vijenca jesu: bagerske vedrice, svaka opremljena sa po dva aktivna jednostruka članka (lameli). Između ovih se u vijencu nalaze dvostruki, jalovi članci; zglob između aktivnih i jalovih članaka složen je od uložnog tuljka s bradavicom i zglobnog čepa s podložnom pločicom i rascjepkom (sl. 41a).

Pri kretanju vedričnog vijenca aktivni i jalovi članci se oslanjaju na niz valjaka. Valjci se sastoje od osovina koje nose na krajevima kolotove opremljene bandažnim rubovima. Osovine imaju posebno konstruirana ležišta, montirana preko elastičnih podmetača na podužnim dijelovima okvirnog nosača vedričnog vijenca.

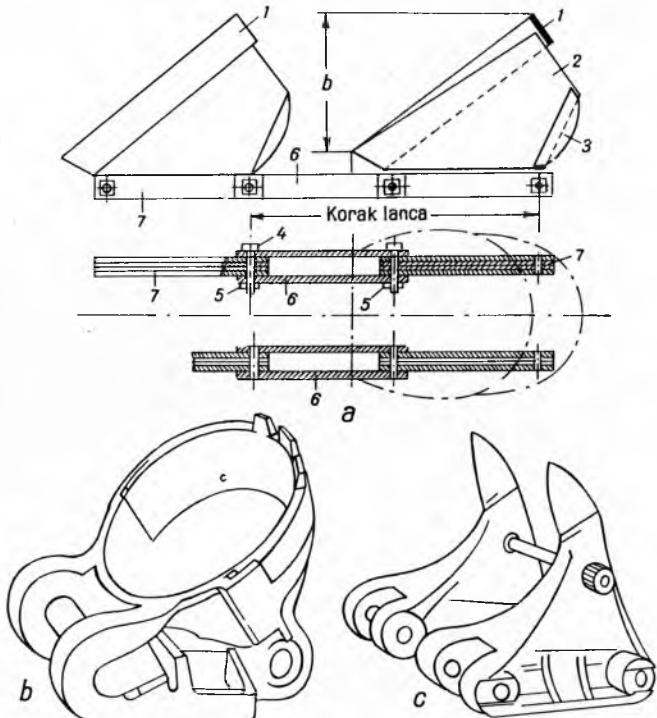
Vedrice bagera se pri kretanju vedričnog vijenca pune u području donjeg vodećeg bubnja odvajanjem i zahvatanjem materijala tla sa podvodnog dna ili obala. Zatim ga, penjući se po nosaču vedričnog vijenca, dižu dok ne stignu do gornjeg bubnja. Okrećući se oko njega one se prevrću i prazne bacajući materijal u bunar smješten u konstrukciji glavne nadgradnje bagera. Bunar je opremljen preklopcom kojim se izbagerovani materijal

razvodi u lijevi ili desni žlijeb i dalje preko preklopnih ljevkova sipa u plovni objekt vezan uz lijevi ili desni bok brodskog trupa bagera. Kod specijalnih bagera izbagerovani materijal, bačen iz vedrica u bunar, pada na transportne trake većih dužina, pa se njima izravno prenosi i sipa na mjesto deponiranja ili ugradnje. U slučaju kombiniranih bagera vedričara opremljenih usisnim pumpama, materijal bačen iz vedrica se pri dnu bunara miješa s određenom količinom vode i zatim se ta smjesa refiliranjem transportira hidrauličnim putem do mjesta deponiranja ili ugradnje.

Energetsko postrojenje, parno, dizel, električno ili dizel-električno, smješteno je pod glavnom palubom u srednjem dijelu brodskog trupa bagera. Prenos energije do gornjeg, pogonskog bubnja vrši se ili mehanički preko sistema osovina i zupčanika, odnosno remenica, ili električnim kablom do pogonskog elektromotora na platformi smještenoj pri vrhu konstrukcije središnje nadgradnje bagera.

Ostali dio prostora u brodskom trupu bagera iskorištava se za skladišta pogonskog goriva i materijala, doknadnih dijelova i inventarskih predmeta, a na bagerima većih dimenzija dio tog prostora služi i za stambene prostorije posade. Brodski trup plovnih bagera ima na dijelu od bunara do krme prorez potreban za manipuliranje vedričnim vijencem, dok je prednji dio trupa četvrtastog oblika ili je izveden u vidu zatupljenog pramca. Prema tome, tlocrtna osnova trupa bagera ima oblik račve paralelnih krakova. Dno trupa riječnih bagera je potpuno ravno, s malim uzvojima na prelazima u brodske bokove, dok veći pomorski bageri imaju trup sličan kao pomorski brodovi.

Na palubi bagera se nalaze, osim vitla za glavno sidro, još najmanje dva, a obično četiri vitla za bočna sidra. Na bagerima malih kapaciteta vitla su ručna. Bageri većih kapaciteta starije izvedbe s parnim pogonom imaju centralizirani mehanički pogon vitla. Lanci ili čelična užad glavnog sidra i bočnih sidara razvedeni su preko palube kroz niz kotura-vodilica. Savremeni bageri imaju električna vitla i njihovo je upravljanje, kao i uprav-



Sl. 41. Bagerska vedrica. a konstrukcija bagerske vedrice i vedričnog vijenca, 1 obodni okvir (nož) vedrice, 2 plasti vedrice, 3 dno vedrice, 4 čep, 5 klin, 6 jalovi, dvostruki članak vedričnog vijenca, 7 aktivni, jednostruki članak vedričnog vijenca; b vedrica sa zubima; c rilo

Ijanje vedričnim vijencem i drugim postrojenjima, centralizirano u komandnoj kućici ili automatizirano.

Tehnološki proces rada plovnih bagera vedričara. U koritima rijeka i drugim vodotocima s tekućom vodom, pri si-

stematskom bagerovanju plovog puta, krmeni dio bagera s vedričnim vijencem okrenut je uzvodno i u tom smjeru je bager usidren glavnim sidrom. Sa svake strane bager pridržavaju po jedno ili po dva bočna sidra. Spuštanjem donjeg dijela nosača vedričnog vijenca do dna vodotoka i stavljanjem u pogon vedričnog vijenca bager se, npr. na desnoj strani projektiranog iskopa, ukopava svojim vedricama u tlo do predvidene dubine. Zatim se puštanjem u lagani hod lijevih vitala i istodobnim popuštanjem desnih vitala bager pokreće određenom brzinom bočno u smjeru lijevog ruba prokopa. Nakon toga se zaustavi hod bočnih vitala i stavi u pokret prednje sidreno vitlo i uz kontinuirani rad vedričnog vijenca bager se pokrene za određenu dužinu uzvodno paralelno s osi trase prokopa. Tada se zaustavi prednje vitlo i puste u hod desna bočna vila, a popuštaju lijeva. Tehnološki proces se dalje odvija na opisani način dok se iskop ne završi (sl. 42). To je način iskopa u frontalnim redovima, a moguća je izvedba i u segmentnim redovima. Redovi se u svakom slučaju moraju djełomično prekrivati.

Proračun efektivnog učinka plovog bagera vedričara na bazi zapremine vedra vrši se prema obrascu navedenom za kopnene bagere vedričare sa više radnih sudova. Pri tome koeficijent punjenja vedara zavisi, osim od faktora navedenih za bagerovanje na kopnu, još i od drugih faktora, kao što su: debeljina sloja koji se kopa; brzina i smjer strujanja vode; vodostaj (od koga zavisi nagib vedričnog vijenca); jačina i smjer vjetra; temperatura vode i uzduha.

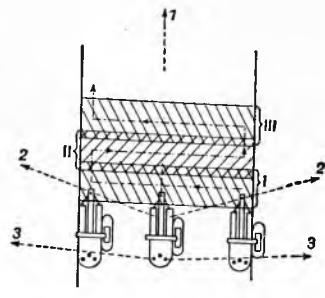
Sa stanovišta postizanja dobrih učinaka pri radu sa plovnim bagerima većih kapaciteta povoljno je da bager raspolaže dvjema

kompletima vedrica različitih zapremina. Kad bager radi na iskopu u materijalu koji se lako odvaja od tla i vedricama se može dobro zahvatiti, na vijenac se stavljuju vedrice veće zapremine jer se u tom slučaju manje energije troši na odvajanje materijala a više na njegovo dizanje. U drugom slučaju, kad se materijal teško odvaja od tla, za iskop se troši više energije pa se upotrebljavaju manje vedrice, koje su lakše.

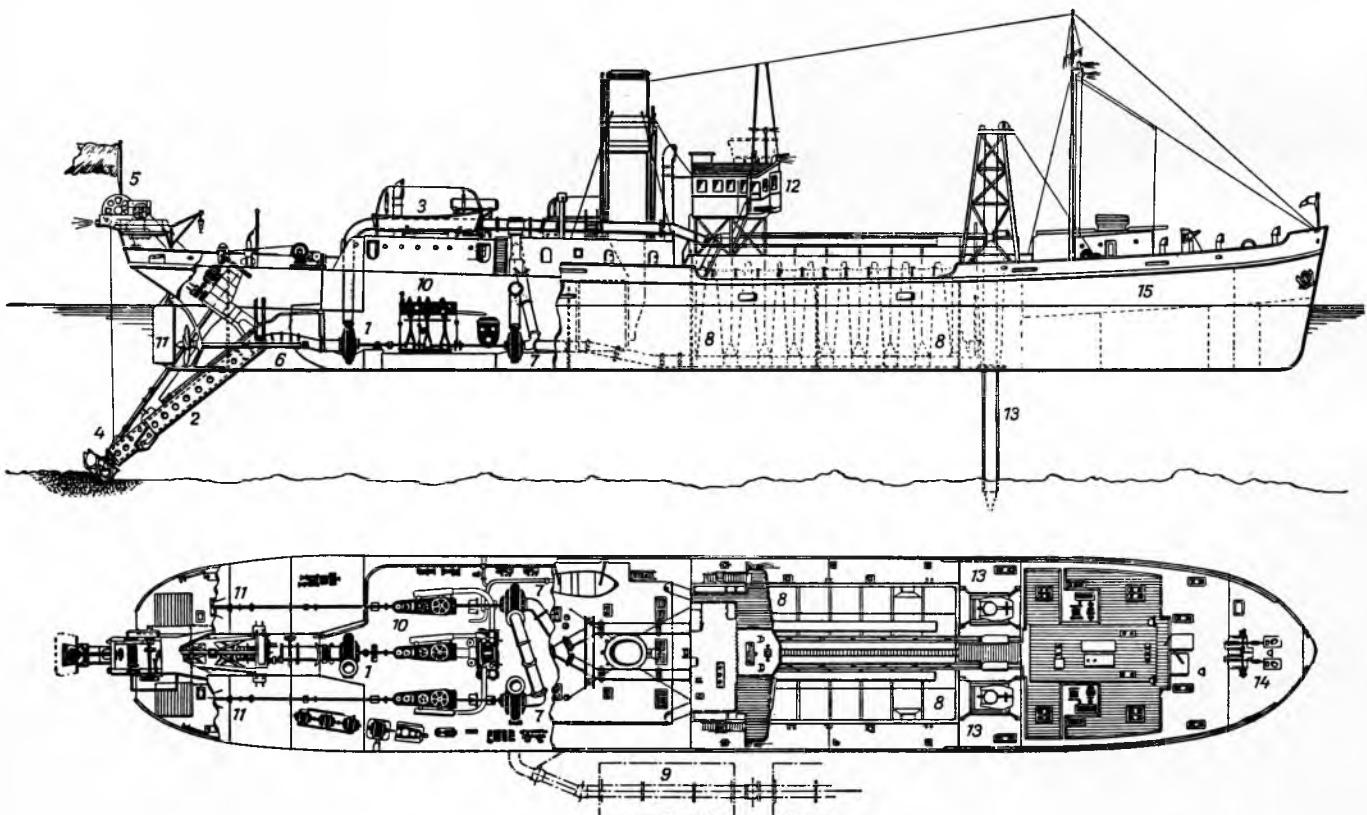
Velika je prednost plovnih bagera sa više radnih sudova — bagera vedričara — što mogu imati velike i vrlo velike radne učinke i što se mogu upotrebljavati za iskope u skoro svim vrstama tla od lakih do teških, pa i u materijalima od čvrste žive stijene ako se ona prethodno minira ili zdrobi naročitim spravama razbijajućima.

Za različite vrste tla upotrebljavaju se različite vedrice. Za lake i srednje vrste materijala upotrebljavaju se vedrice opremljene noževima, a za teže vrste materijala tla vedrice su opremljene zubima. Ako se u tlu nalaze tanji proslojci veće čvrstoće (30...70 cm debeljine, zavisno od čvrstoće i kompaktnosti), bagerovanje se vrši vedricama opremljenim zubima, no s tim da se u vijencu, npr. namjesto svake treće vedrice, nalaze parovi posebno konstruiranih rila za lomljenje proslojaka (sl. 41b, c).

Usisni plovni bageri (sl. 43). Najbitniji dio usisnog bagera je centrifugalna refuleruna pumpa koja omogućava da se tlo odvaja pod podvodnog dna ili obala i da se iskopani materijal hidrauličkim putem, jakom vodenom strujom, prenosi kroz cijevne vodove na mjesto deponiranja ili ugradnje. Centrifugalna pumpa je opremljena usisnim i potisnim cijevnim vodom. Cijev usisnog voda se nalazi u vertikalnoj ravni uzdužne osi brodskog trupa bagera ili uz jedan od njegovih bokova. Ako se usisna cijev nalazi u ravni uzdužne osi brodskog trupa, trup je nekih vrsta bagera na potrebnoj dužini prorezan, slično kao i trup bagera vedričara. Donji dio usisne cijevi se može spuštati i podizati pomoću užetno-koloturnog ili drugog svršishodnog sistema montiranog na konstrukciji krajnje nadgradnje, gdje se nalazi takoder kontrolni most. Neki suvremeni usisni bageri imaju usisnu cijev u vertikalnoj ravni osi bagera sasvim van brodskog trupa. U

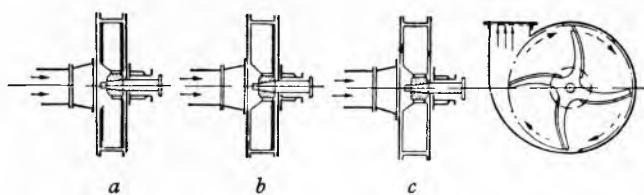


Sl. 42. Način rada plovnog bagera. 1 glavno sidro u smjeru bagerovanja, 2 pramčana sidra, 3 krmena sidra



Sl. 43. Plovni usisni transportni bager. 1 glavna centrifugalna refuleruna pumpa, 2 usisni cijevni vod, 3 potisni cijevni vod, 4 razrahljivač, 5 krajnja nadgradnja s uređajem za dizanje ili spuštanje usisne cijevi, 6 zglobovi spoj usisne cijevi, 7 pomoćne centrifugalne refulerne pumpe, služe za istovar izbagerovanog materijala iz skladišnog prostora bagera, 8 skladišni prostor bagera, 9 plutajući potisni cijevni vod na pontonima, 10 pogonsko postrojenje, 11 brodski vijci, 12 komandna kućica, 13 stupovi (noge) za fiksiranje bagera pri radu, 14 sidreni uređaj za glavno sidro, 15 prostorije za stanovanje i priručna skladišta

tom slučaju je konstrukcija krajnje nadgradnje u većoj mjeri konzolno isturena ispred čeonog dijela korita. Pokretni dio usisne cijevi je preko cijevnog zglobovnog spoja priključen na fiksni



Sl. 44. Refulerne centrifugalne pumpe usisnog bagera. a s rotorom zatvorenog tipa, b s rotorom poluzatvorenog tipa, c s rotorom otvorenog tipa

dio usisne cijevi a preko njega na usisni nastavak centrifugalne pumpe.

Pumpa je smještena u centralnom dijelu brodskog trupa bagera u kome se nalaze i energetsko postrojenje, skladišta pogonskog goriva, materijala, doknadnih dijelova i inventara, a eventualno i stambene prostorije posade. Energetsko postrojenje može biti na parni, dizel, električni ili dizel-električni pogon. Nepomični dio potisnog cijevnog voda, koji je tangencijalno priključen na obodni dio pumpe, sproveden je do zadnjeg (rjeđe bočnog) dijela bagera, gdje se dalje može priključiti pokretni dio potisnog cijevnog voda.

Na palubi bagera je montirano najčešće pet vitala (rjeđe tri) za jedno glavno i četiri (odnosno dva) bočna sidra. Na manjim bagerima se ponekad upotrebljavaju vitla na ručni pogon, inače na mehanički. Savremeni bageri imaju centralizirano i automatizirano upravljanje vitlima i ostalim radnim uređajima: centrifugalnom usisnom pumpom, usisnim cijevnim vodom itd.

Rotor centrifugalne pumpe ima zatvorenog, poluzatvorenog i otvorenog tipa (sl. 44). Najbolji radni učinak daju centrifugalne pumpe sa zatvorenim rotorom, ali u praksi se češće upotrebljava pumpa s otvorenim rotorom jer je zamjena njenih istrošenih dijelova (lopatica rotora i unutarnje obloge) jednostavnija i uslijed toga njen održavanje jeftinije. Trošenje dijelova pumpe je dosta intenzivno jer materijal koji se kopa usisnim bagerima može sadržavati čestice vrlo tvrdih stijena različite krupnoće, od praha do srednje krupnog šljunka.

Krupnije kamenje i drugi veći čvrsti predmeti mogu oštetići pojedine dijelove centrifugalne pumpe. Zbog toga su ulazni otvor usisne cijevi opremljeni naročitim nastavcima sa rešet-

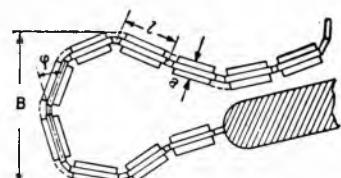
kama (sl. 45 a, b). Učinak centrifugalne pumpe zavisi i od gustoće mješavine vode i materijala iskopa, stoga se na nekim bagerima upotrebljavaju naprave za hidrauličko razrahljivanje tla. U tim slučajevima je na usisnoj cijevi montirana druga, manja cijev, kojom se do samog ulaza u usisnu cijev dovodi voda pod pritiskom od 2...5 at. Mlazovi vode koji suključuju kroz određeni raspored mlaznica razrahljuju materijal ispred samog otvora usisne cijevi.

Usisni bageri postižu relativno slab učin u materijalima veće plastičnosti, a u teškim, kompaktnim glinama iskop njima praktično je nemoguće. Za uspješan rad u takvim materijalima upotrebljavaju se mehanički rezaci razrahljivači, konstruirani od sistema noževa koji zajedno čine naglavak oblika košare. Naglavak se montira na usisnu cijev tako da njegovi noževi rotiraju neposredno ispred ulaza u cijev i na taj način odvajaju dijelove tla, koje struja vode uvlači neposredno u usisnu cijev i dalje preko pumpe i potisnog cijevnog voda ih transportira do mjesta istovara (sl. 45 c, d). Ove vrste bagera su ponekad opremljene na zadnjem dijelu trupa vodicama u kojima se mogu spuštati ili dizati naročiti stupovi (noge). Ovi stupovi mogu biti vertikalni ili malo naklonjeni gornjim dijelom prema prednjoj strani bagera, a služe za stabiliziranje bagera pri radu. Stoga se može na takvim bagerima smanjiti broj sidrenih vitala.

Mjesto istovara iskopanog materijala može biti na površini vode, rijeke, jezera, mora i sl. ili negde na obali. Dio potisnog ili tzv. refulerne cijevnog voda od bagera do mjesta istovara na površini vode, odnosno do ruba obale, jest plutajući, sastavljen od pojedinih splavi. Standardni tip takvih splavi čine po dvije hermetički zatvorene cijevi dužine 5...8 m koje nose na prikladan način montiranu cijev nešto veće dužine. Pojedine tako na splavima montirane cijevi među sobom su spojene na zglob i zajedno čine lanac plutajućeg potisnog cijevnog voda. Spojevi na zglob mogu biti izrađeni od jače kože, gume, plastične mase i sl., ojačane izvana mrežom od pomicane žice. Krajevi zglobovnog spoja imaju prirubnice kojima se nepropusno spoje sa prirubnicama cijevi na splavi. Ima i različitih patentiranih spojeva na zglob izrađenih od metala (sl. 46). Da bi smjesa vode i mineralnih čestica refuliranog materijala što manje habala zglobovne spojeve, oni moraju biti temeljito brtvljeni a os lanca cijevnog voda ne smije biti lomljena ili formirana u lukovima s malim polumjerom. Najmanji promjer vanjskog kruga u krivini plutajućeg tlačnog cijevnog voda određuje se obrascem (sl. 47):

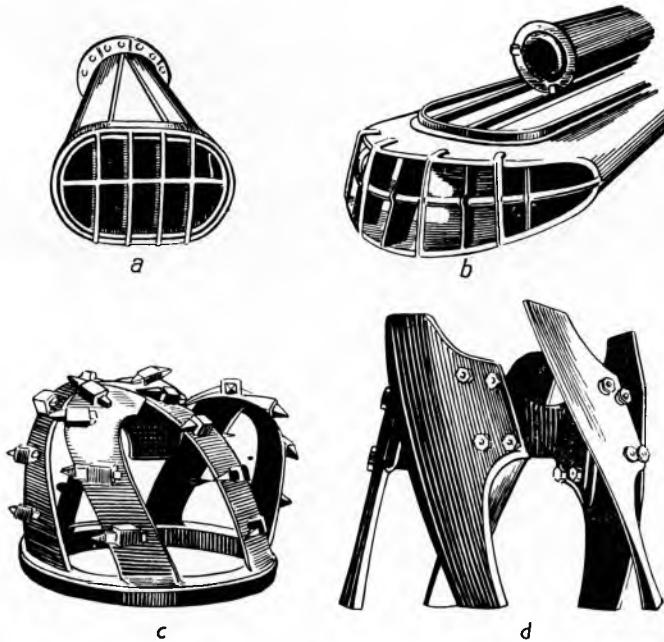
$$B = \frac{l}{\sin \frac{\varphi}{2}} + a,$$

gdje je l dužina pojedinih cijevi cijevnog voda, a ukupna širina pontona, φ najveći mogući kut ugibanja spoja na zglob. Dio potisnog cijevnog voda na obali montiran je od pojedinih cijevi dužine 5...8 m spojenih brtvljenim prirubnicama (sl. 48).

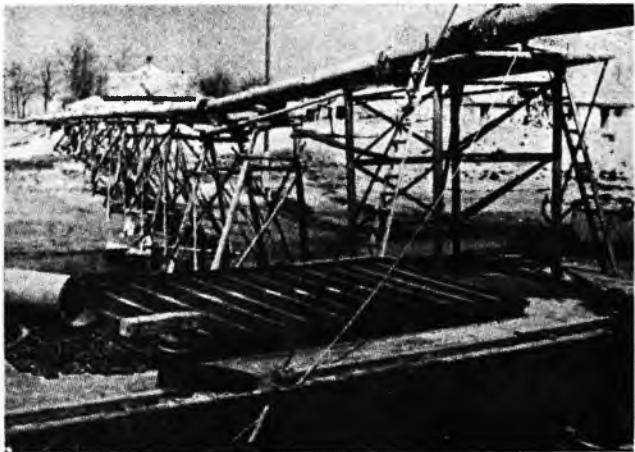


Sl. 47. Radijus zakrivljenosti plutajućeg potisnog cijevnog toka

Tehnološki proces rada usisnih bagera na sistematskim iskopima može biti isti kao bagera vedričara ako su usisne cijevi montirane na specijalne okvirne nosače s bočnim ukrućenjima. Ako usisne cijevi bagera nemaju tih nosača, tehnički proces obavlja se drukčije. Bager je u smjeru protiv struje vode usidren glavnim sidrom, a bočno po dvjema bočnim sidrima. Usisna cijev je s nizvodne strane bagera, koji se nalazi npr. s desne strane.



Sl. 45. Završeci usisnih cijevi. a nastavak sa rešetkom na ulazu usisne cijevi b nastavak usisne cijevi s posebnom cijevi za dovod vode pod pritiskom, c razrahljivač za kameniti teren, d razrahljivač za glinasti teren



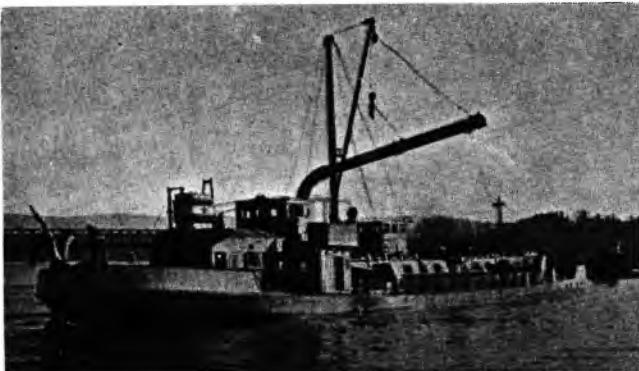
Sl. 48. Potisni cijevni vod plovног usisnog bagera montiran na pomoćnom plovilu i, u nastavku, na skeći postavljenoj na obali

ne nizvodnog dijela projektiranog iskopa. Pošto je stavljena u pogon pumpa bagera i ulazni otvor usisne cijevi spušten do izvjesne kote, bager se laganim hodom pokreće sa polaznog položaja do narednog, udaljenog od prethodnog 50...100 m. Bager na taj način iskopa brazdu paralelnu s trasom projektiranog iskopa. S uzdignutom usisnom cijevi i obustavljenom pumpom bager se vraća na polazni položaj i pri tome pomakne za određenu širinu uljevo od početka prethodne izbagerovane brazde. U tom momentu počinje nov ciklus tehnološkog procesa jednak prethodnom, i rad se takvim postupkom nastavlja dok bager, izradivši određen broj brazda, ne dospije do lijevog ruba projektiranog iskopa. Brazde se kopaju nešto dublje od projektiranog iskopa, jer struja vode obara hrptaste izbočine u dubinu brazde i tako smanjuje njezinu dubinu na projektiranu dubinu iskopa.

Proračun efektivnog učinka plovног usisnog bagera vrši se prema obrascu $Q = P/M$, gdje je Q učinak rada bagera izražen kao zapremina materijala iskopanog u jedinici vremena računato po profilima iskopa, M zapremina mješavine vode i materijala tla izrefulirane u jedinici vremena, P prosječni udio čvrstog materijala u mješavini s vodom. Pri tome je: $M = \pi v d^2/4$, gdje je d promjer cijevnog voda a v brzina mješavine vode i materijala tla.

Efektivni učinak plovних usisnih bagera zavisi, osim od faktora navedenih za plovne bagere vedričare, od granulometrijskog sastava materijala, od dužine transporta i visine dizanja izbagerovane mješavine vode i materijala tla. Za što bolji učinak bagera potrebno je, pored ispravne centrifugalne pumpe, i potpuno brtvljenje usisne cijevi i potisnog cijevnog voda.

Plovni usisni bageri, i to naročito oni sa dizel ili dizel-električnim pogonom, vrlo su ekonomični, automatizacija im je jednostavna i mogu se graditi u različitim veličinama i kapacitetima, npr. od $25 \text{ m}^3/\text{h}$ pa do $600 \text{ m}^3/\text{h}$. Ovi bageri mogu imati i po više usisnih cijevi. Npr. u USA je izgrađen usisni bager sa šest usisnih cijevi u frontu, koje su sve opremljene mehaničkim rotirajućim razrahljivačima.

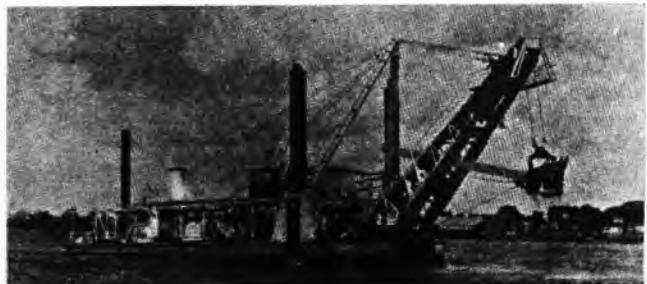


Sl. 49. Plovni usisni bager 'Tisa'

Plovni usisni transportni bageri upotrebljavaju se u slučaju kad bager mora raditi na mjestima izloženim velikim valovima ili kad je potrebno izbagerovani materijal vodenim putom transportirati na veće udaljenosti. Ti usisni bageri-brodovi tovare na mjestu iskopa izbagerovani materijal u otvoreni skladišni prostor, koji zauzima veći dio njihova brodskog trupa, i zatim ga, ploveći na vlastiti pogon, prenose do određenog mesta. Na tome mjestu se pokretna potisna cijev priključuje na stabilni cijevni vod i kroz nj se materijal, koji bager usisnom crpkom uzima uz određeni dodatak vode iz svog skladišnog prostora, refulira na mjesto deponiranja ili ugradnje (v. sl. 48). Primjer takva bagera je plovni bager 'Tisa', kojim su izvršena nasipanja podvodnih terena u Novom Sadu (sl. 49).

Ako iskopani materijal treba transportirati potisnim cijevnim vodom na veće udaljenosti preko kopna, mogu se u kombinaciji s usisnim bagerima upotrebljavati reljefne refulerne stanice. Usisno-refulerne postrojenja takvih stanica mogu biti stabilna, montirana na kopnu, ili pokretna, montirana na plovnim objektima, pontonima, splavima i sl.

Plovni bageri s jednim radnim sudom. Za izvedbu iskopa pod vodom od bagera s jednim radnim sudom najviše se upotrebljavaju plovni bageri kašikari ili plovni bageri s grabilicom. Osnovne konstrukcije ovih bagera u načelu su iste kao i kopenih bagera tih tipova. Kod plovnih bagera kašikara glavna je razlika u tome što nemaju pokretnih postolja s točkovima za kretanje po tračnicama, ili postolja s gusjenicama, već su opremljeni postoljima djelomično okretljivim, ugradenim u konstrukciju palube plovila (pontona, teglenice itd., sl. 50). Ova plovila moraju imati najmanje tri sidrena vtiča na ručni ili na mehanički pogon, a imaju ih većinom i četiri. Pored toga opremljen je još trima (tjedje četirima) oslončkim stupovima (nogama). Ovi stupovi su smješteni u naročitim žlebovima-vodilicama, tako da se mogu spuštati i podizati. Dva stupa koja su smještena na bojkovima plovila bliže njegovu pramcu imaju vertikalne vodilice,



Sl. 50. Plovni bager kašikar

treći stup koji se nalazi na zadnjem dijelu u osi pontona ima tako podešeno vodilicu da može zauzeti vertikalni ili nešto naprijed nagnuti položaj.

Pri radu bagera ponton se oslanja na sva tri (četiri) stupa. Za manja pomicanja plovног bagera u smjeru napredovanja radova služi treći stup, koji se nagne u kosi položaj. Za to vrijeme se prednja dva stupa malo podignu.

Plovni bageri kašikari mogu se s uspjehom upotrebljavati za iskope u raznim vrstama tla; najviše se upotrebljavaju za iskope u najtežim kategorijama zemljišta, među ostalim naročito za iskope u stjenovitom tlu i za uklanjanje podvodnih vodogradnina izrađenih od lomljenog kamena i sl. Kad ovi bageri rade na iskopu u tlu od čvrste stijene, ona se mora prethodno minirati ili zdrobiti naročitim plovним razbijaćima.

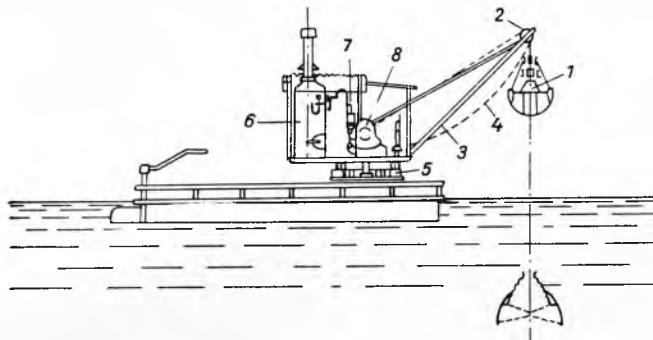
Za iskope većih količina materijala na većim dubinama i u čvrstom materijalu upotrebljavaju se plovni bageri kašikari koji imaju zapreminu kašike do 25 m^3 i noseći kрак (strijelu) duljine do 60 m, a mogu vršiti iskope do 25 m dubine. Takvi mamut-bageri mogu dizati komade stijene teške do 50 t, a njihovo energetsko postrojenje ima snagu od 1500 KS. Pri dobro uhodanom radu broj pojedinih zahvata kašike može dostići do 90 na sat.

Proračun efektivnog učinka plovног bagera kašikara vrši se na osnovu zapremine kašike prema obrascu $Q = V n \alpha/r$, gdje je Q zapremina materijala iskopanog u jedinici vremena, V zapremina

kašike, n broj zahvata kašike u jedinici vremena, α koeficijent punjenja kašike, r koeficijent rastresitosti.

Kako je mogućnost okretanja postolja plovnih bagera kašikara ograničena, potrebno je da se radi većeg efektivnog učinka što bolje organizira manevriranje plovilom u koje se sipa iskopani materijal.

Plovni bageri s grabilicom (hvatačem) imaju obrtno postolje koje je montirano i učvršćeno na konstrukciji palube plovila (sl. 51). Ponekad se za podvodne iskope upotrebljavaju bageri gušjeničari s grabilicom na svršishodan način učvršćeni na podesna plovila.



Sl. 51. Plovni bager sa grabilicom. 1 grabilica, 2 kolotur, 3 strijela, 4 uže za otvaranje grabilice, 5 obrtno postolje, 6 parni kotao, 7 parno vito, 8 bubanj viti

Konstrukcije i tipovi plovnih bagera s grabilicama, njihov radni proces i proračun njihova efektivnog učinka u svemu su isti kao i kopnenih bagera s grabilicama.

J. Bj.

LIT.: G. Garboz, Handbuch des Maschinenwesens beim Baubetriebe, Berlin 1931. — M. Г. Новожилов, Открытые горные работы, Свердловск—Москва 1950. — A. Gabay, Les engins mécaniques de chantier, Lausanne 1952. — R. Peele, ed., Mining Engineers' Handbook, New York 1952. — K. Kegel, Lehrbuch des Braunkohlentagebaues, Halle/Saale 1953. — Г. Р. Езурин, Открытые горные работы, Москва, 1954. — F. C. Scheffauer, ed., The hopper dredge, its history, development and operation, Washington 1954. — H. L. Nichols, jr., Moving the earth; the workbook of excavation, Princeton 1955. — П. И. Кок, Экскаваторы, Москва 1955. — O. Walch, Baumaschinen und Baueinrichtungen, Berlin 1956. — Е. Ф. Шеихо, Открытие разработка полезных ископаемых, Москва 1957. — Н. А. Доманевский, Дноуглубление, Москва 1957. — N. Sobotnicki, Technologie der Bauproduktion, E. Tu., Lj. Tč. i J. Bj.

BAKAR, metal ružičasto-crvene boje, koji zahvaljujući svojim osobinama zauzima po raznovrsnosti upotrebe jedno od prvih mesta u nizu tehničkih metala. Posle srebra bakar je najbolji provodnik elektriciteta; stoga se preko 50% od ukupne proizvodnje bakra upotrebljava za izradu raznih provodničkih elemenata i uredaja u elektro-industriji. Visoka topotlota provodljivost obezbeđuje mu široku primenu za izradu raznih izmenjivača toplotne — grejača i hladnjaka. Zbog svog lepog sjaja i otpornosti prema koroziji upotrebljava se i za izradu ukrasa i različitih predmeta za domaćinstvo.

Bakar spada među metale koji su čoveku poznati iz preistorijskih vremena; i neke od njegovih legura bile su poznate već u drevnoj prošlosti. Najstariji nadjeni bakreni predmeti izrađeni su pre ~ 6000 godina. Primena ovog metala za izradu primitivnog oružja i oružja karakteriše čitavu jednu epohu — bakarno doba. Meki metal je oko ← 3000 ustupio mesto tvrdoj leguri, bronzi. Pronalazak bronze potisnuo je brzo kamen iz upotrebe kao materijal za izradu oružja i oružja; nastupilo je bronzano doba, koje je — strogo uvezlo — svršilo tek u Srednjem veku.

Najstariji poznati rudnici bakra su bili na Sinaju (u Egiptu), na Kipru (odatle bakru latinski ime cuprum — aes cyprium), u Palestini, na Kavkazu, na Karpatima, u Maloj Aziji i u Španiji. U Kini, Japanu i Severnoj Aziji bakar takođe potiče iz davnih vremena, a isto tako u Severnoj i Južnoj Americi. Sudeći po arheološkim nalazima, u našoj se zemljini kopala bakrena ruda već u preistorijsko vreme u istočnoj Srbiji i srednjem Bosni.

U Novom veku dovode krupna otkrića u nauci i tehniči, pored ostalog, i do naglog porasta proizvodnje i primene bakra. Pronalaskom dinamo-mašine (1870) i motora naizmjenične struje (1887) otvorela je nova era u elektrotehnici, a time i u primeni bakra u industriji. Električna energija u obliku izmenične struje počinje se prenositi bakarnim provodnicima na daljinu od stotinu i više kilometara i razvoditi po prostranim oblastima. Od tada elektroindustrija postaje glavni potrošač čistog bakra.

Posebno rneto u industriji imaju brojne bakarne legure, koje su izvanredno proširele primenu bakra.

Fizičke i hemijske osobine. Bakar se nalazi u prvoj grupi periodnog sistema elemenata, sa rednim brojem 29. Postoje dva izotopa bakra — ^{63}Cu i ^{65}Cu . Atomska težina bakra iznosi 63,57, a relativna gustoća d_4^{20} je 8,92. Čist bakar se topi na temperaturi od 1083°C, a tačka ključanja mu iznosi 2310°C. Topotlota topljenja 50,5 kcal/kg a specifična topota 0,092 cal/g·°K. Specifični otpor

hemijski čistog bakra je $0,017 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$; elektrohemski ekvivalent $n_{\text{Cu}}^{+} = 2,3729 \text{ g/Ah}$, $n_{\text{Cu}}^{2+} = 1,1864 \text{ g/Ah}$. Normalni potencijal bakra je $\text{Cu}/\text{Cu}^{+} = + 0,522$ a $\text{Cu}/\text{Cu}^{2+} = + 0,345 \text{ V}$.

Bakar kristališe teseralno, nije polimorf. Čist metal je veoma žilav, može se lako kovati i valjati u hladnom i vrućem stanju. Upoređen sa drugim obojenim metalima (cinkom, olovom, kalcijem), bakar je mnogo čvršći. Jačina na kidanje livenog bakra iznosi 14–19 kp/mm², a valjanog i otpuštenog 20–28 kp/mm². Hladnom obradom čvrstoča mu se može udvostručiti. Prisustvo raznih nečistoća u bakru znatno menja njegove osobine. Nečistoće u bakru se nalaze u vidu čvrstih rastvora (Fe, Ni, As, Sb, P) ili su nerastvorene (Bi, Pb, Se, Te, S). Nerastvorljive primeće, naročito S, Se i Te, utiču pretežno štetno na mehaničke osobine. Rastvorene primeće, a naročito arsen, antimон i gvožđe, povećavaju električni otpor i tvrdinu bakra.

Bakar se može meko i tvrdo lemiti i zavarivati. Zbog visoke topotlote provodljivosti ne može se autogeno seći.

Tečan bakar je svetlozelen. Ima osobinu da upija gasove (kao što su O_2 , H_2 , N_2 , CO , CO_2 , H_2O i dr.), od kojih najveći značaj imaju O_2 i H_2 . Kiseonik je u bakru prisutan samo u vidu Cu_2O . U metalnom bakru Cu_2O je do 13,5% (1,5% O) potpuno rastvorljiv a iznad ovog sadržaja nastaje raslojavanje. Rastvorljivost kiseonika u čvrstom bakru je praktično jednak nuli. Prisustvo kiseonika do 0,05% ne utiče štetno na osobine bakra, a na neke čak i korisno. Vodonik je rastvorljiv u bakru u tečnom i čvrstom stanju, i to utoliko više što je temperatura bakra viša. Od svih gasova on ima najbolju difuzivnu moć. Sa prisutnim Cu_2O u bakru vodonik reaguje prema reakciji: $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2 = 2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$. Oslobođena vodena para odlazi iz rastopa kao nerastvorljiva. Kada površina bakra očvrsne, razvijanje vodenе pare izaziva na metalu prskotine i supljine, što se naziva »vodonična bolest«.

Stoji li bakar duže vremena izložen uticaju atmosfere, prevlači se lepom zelenom prevlakom baznog karbonata, tzv. patinom, koja štiti bakar od daljeg razaranja. Ta se patina često i veštacki proizvodi na raznim umetničkim predmetima, i to na više načina, po kojima se dobijaju različite nijanse.

Iznad 400°C bakar se brzo oksidiše, ali se lako i redukuje, npr. u struji vodonika. Ova osobina se iskorišćuje za prečišćavanje vodonika od kiseonika, koji je u njemu prisutan kao nečistoća.

Bakar se dobro rastvara u azotnoj kiselini, carskoj vodi, a pri zagrevanju i u koncentrovanoj sumpornoj kiselini.

Sirovine. Bakar se praktično dobija samo iz ruda bakra. Vrlo mala količina bakra se dobija iz olovnog kamena pri proizvodnji olova; i iz ruda nikla se retko dobija bakar, ali se ponekad ove rude prerađuju u leguru bakar-nikl (*monel-metal*).

U prirodi se bakar nalazi u vidu hemijskih jedinjenja (minerala) i samorodnog metalnog bakra. Bakar gradi do 240 minerala, od kojih samo nekoliko imaju industrijski značaj, stvarajući ležišta bakarnih ruda. Bakarne rude se dele u: sulfidne rude, koje sačinjavaju minerali: halkozin (Cu_2S), kovelin (CuS), bornit (Cu_5FeS_4), halkopirit (CuFeS_2), enargit ($3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$); oksidne rude sa mineralima: kuprit (Cu_2O), tenorit (CuO); karbonatne rude sa mineralima: malahit ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$), azurit ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$); sulfatne rude sa mineralima: halkantit ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), brohantit ($2\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$); silikatne rude hrizokol ($\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) i samorodni bakar (Cu).

U rudištu je raspored minerala približno sledeći: u gornjem, raspadnutom delu nalaze se oksidne rude i samorodan bakar, ispod ove zone nalazi se zona sekundarnog obogaćivanja sulfidima halkozinom, kovelinom i bornitom, a u najdubljem delu rudišta nalazi se primarna ruda sa halkopiritom, enargitom i bornitom. Pored nabrojanih minerala, u bakarnim rudama ima minerala u kojima je bakar kompleksno vezan sa antimonom, arsenom, srebrom, niklom, cinkom i olovom. Ovakve rude se nazivaju kompleksne ili polimetalne. U malim količinama bakarne rude sadrže zlato, selen, telur, molibden, platinu i kalaj. Neki od ovih elemenata se dobijaju bilo u procesu obogaćivanja bilo priklom rafinacije bakra. Nekorisni minerali u bakarnim rudama (jalovina) su kiselis — silikatni, ili bazični — karbonatni.

Sadržaj bakra u rudama obično je nizak, ma da ima bogatih ruda sa 3–10% Cu. Najveća količina bakra se dobija iz ruda sa