

Stariji tipovi mašina dozirali su količinu amonijaka po hektaru regulacionim ventilom. Savremene mašine imaju dozatorsku pumpu pogonjenu od oslonog točka mašine, što omogućuje doziranje sa minimalnim odstupanjem, bez obzira na promenu brzine kretanja ili promenu pritiska u rezervoaru usled promene temperature.



Sl. 69. Uređaj za unošenje amonijaka u zemljište

Za upotrebu anhidrovanog amonijaka u poljoprivredi, sem posebnih nošenih i vučenih uređaja, potrebne su i posebne cisterne za prevoz i skladištenje. Povećani troškovi manipulacije amonijakom nadoknađuju se nižom cenom azota u amonijaku od azota u drugim dubrivismi i manjim troškovima prevoza zbog njegove visoke koncentracije.

A. Bošnjaković

MAŠINE ZA ŽETVU TRAVA I ŽITARICA

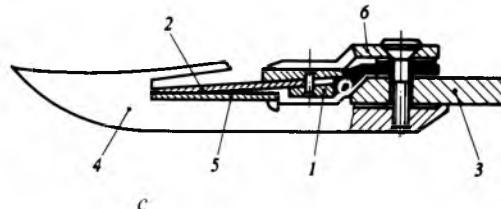
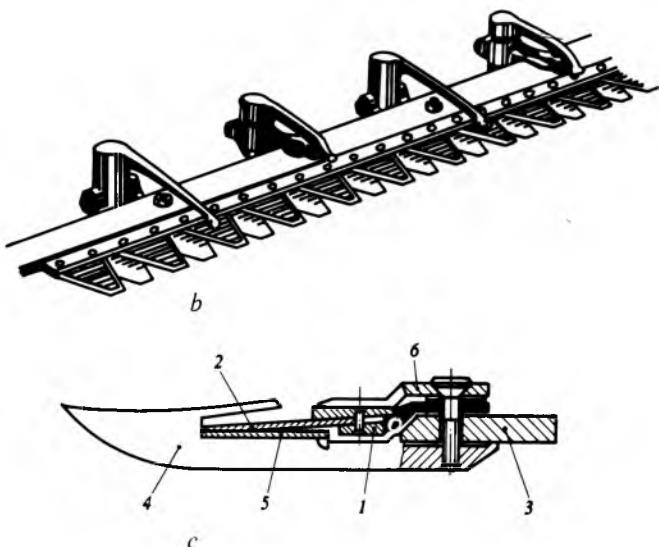
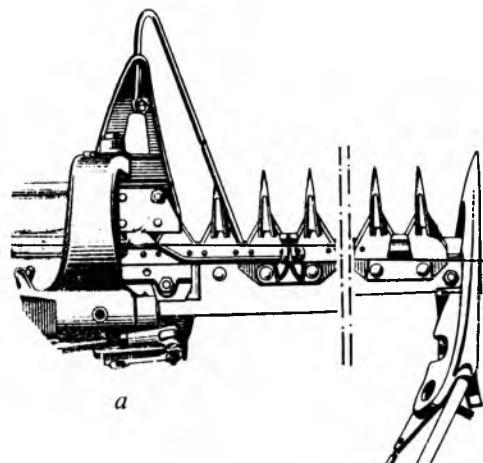
Među mašine za žetvu trava i žitarica mogu se ubrojiti: kosačice, samovezačice, mašine za spremanje sena koje obuhvataju grablje, kosačice-lomilice, samoutovarne prikolice, prese i mašine za dezintegraciju bala, krmni kombajni, vršalice, žitni kombajni i mašine za žetvu kukuruza.

Kosačice imaju kosioni uredaj sa translatornim ili sa rotacionim kretanjem noža.

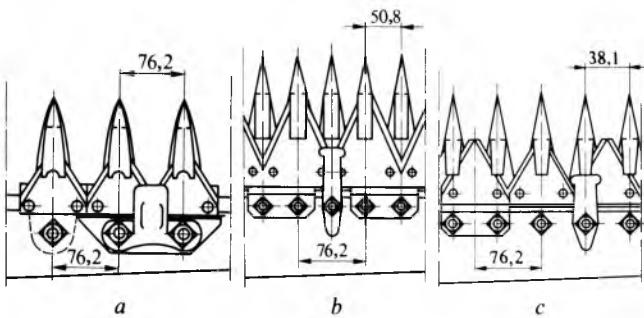
Kosioni uredaj sa translatornim kretanjem noža može biti izveden sa prstima (sl. 70a) ili sa dve kose (sl. 70b).

Kosioni uredaj sa prstima ima za prut učvršćene noževe koji u toku kretanja prolaze kroz prst i na protivreznoj pločici odsecaju biljku. Pritiskivač kose obezbeđuje da nož dobro nalegne na protivreznu ploču, što je uslov za pravilno sečenje. Greben kose nosi sve pokretnе i nepokretnе delove uređaja.

Kosioni uredaj se izvodi, zavisno od razmaka prstiju, za visoki rez (normalni rez), sa razmakom prstiju 76,2 mm, koji je jednak širini i hodu noža, za srednji rez, sa razmakom prstiju 50,8 mm, i za niski rez, sa razmakom prstiju 38,1 mm (sl. 71). Postoje i izvedbe sa povećanim, dvostrukim hodom noža da bi se izbegla mala brzina noža na ulazu u prst, odnosno mala brzina sečenja. U uređaju za srednji i niski rez biljka se nožem manje naginje do protivrezne ploče (jer je raspored prstiju gušći), pa je visina pokošene strni ujednačenija i niža. Prut kose obično pogoni centralni ili pomereni krivajni mehanizam, pa struktura i dimenzije pogonskog mehanizma određuju kretanje noža. Sečiva prelaze preko nekih površina dva puta, što nije potrebno, a na nekim uopšte ne deluju (dvostruko šrafirane i nešrafirane površine na sl. 72). Biljke sa nešrafirane površine ne sekut se pri tom pomaku noža. One mogu, ali ne moraju biti presećene pri sledećem pomaku noža, pa nastaju znatne razlike u visini strnjike. Oblik putanje noža određen je odnosom brzine kretanja noža i brzine vožnje mašine. Zagrušenje nastaje ako je brzina kretanja noža manja ili ako je brzina kretanja mašine veća nego što je potrebno. Brzine su različite



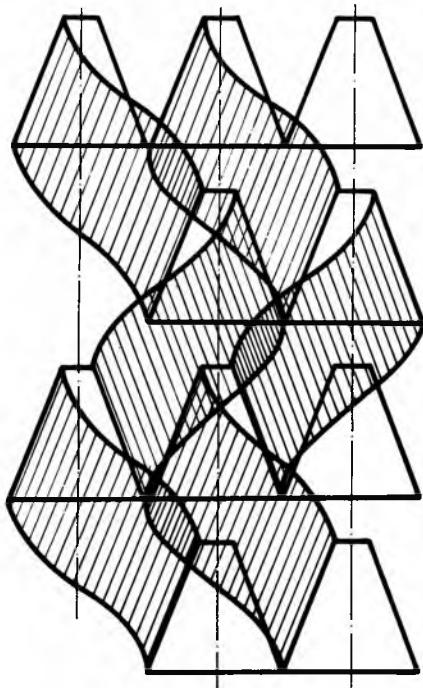
Sl. 70. Kosioni uredaj sa translatornim kretanjem noža. a kosioni uredaj sa prstima, b kosioni uredaj sa dve kose, c presek kroz prst; 1 prut kose, 2 nož, 3 greben kose, 4 prst, 5 protivrezna ploča na prstu, 6 pritisikivač kose



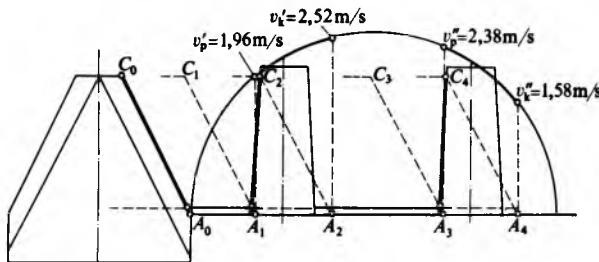
Sl. 71. Kosioni uredaj sa prstima: a visokog (normalnog) reza, b srednjeg reza, c niskog reza

na početku i kraju sečenja biljke nožem na prvom i drugom prstu (sl. 73). Kosačice žitnih kombajna, koje režu dosta krute stabljike žita, kreću se brzinom $v_v = 1,2 \cdots 1,4 \text{ m/s}$, a srednja je brzina kretanja noža $v_{Nsr} = 1,35 \cdots 1,9 \text{ m/s}$. Tada je odnos $v_v/v_{Nsr} \approx 0,8$, pa treba da je $\tan \alpha > 0,8$, a ugao noža $\alpha > 39^\circ$. Zato se u praksi primenjuju noževi s uglom $\alpha \approx 50^\circ$.

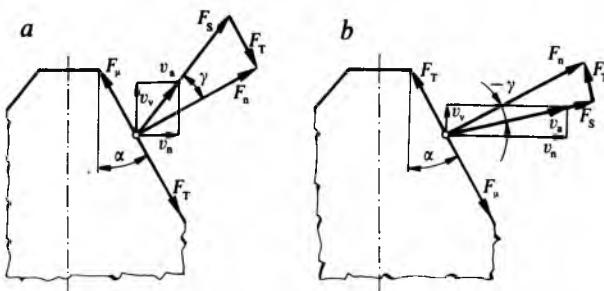
Dodirom stabljike i noža dovodi se stabljika nožem ka reznoj pločici (sl. 74), pa se stabljika seče između sečiva rezogn para (sl. 75). Normalna sila između stabljike i sečiva noža F_n ima komponentu F_S u pravcu brzine noža v_a i komponentu F_T u pravcu sečiva noža. Sila F_S teži da pomeri stabljiku u pravcu brzine noža v_a , a sila F_T da je pomeri duž sečiva



Sl. 72. Primer putanja dvaju susednih sečiva kosičnog uređaja normalnog rezanja



Sl. 73. Primer grafičkog određivanja početne (v_p') i konačne (v_k'') brzine sečenja noža sa dvostrukim prelazom (A i C položaji donjeg i gornjeg dela sečiva)



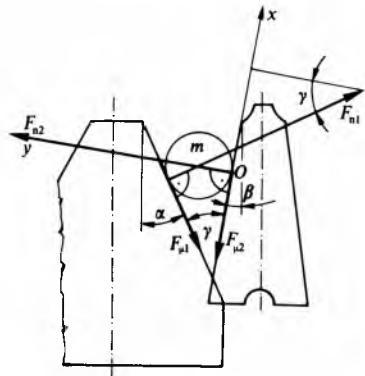
Sl. 74. Dejstvo sečiva noža na stabljiku pri dovođenju stabljike do protivrezne pločice. a stabljika klizi prema osnovi noža, b stabljika klizi prema vrhu noža; F_n normalna sila, F_s komponenta u pravcu apsolutne brzine noža, F_T komponenta u pravcu sečiva noža, v_a apsolutna brzina noža, v_n translatorna brzina noža, v_v brzina vožnje mašine, α ugao sečiva noža, γ ugao između v_a i F_n

noža. Dejstvu sile F_T suprotstavlja se sila otpora trenja stabljike o sečivo noža F_μ . Kad je ugao $\gamma > 0$, sila F_T usmerena je ka osnovi noža (sl. 74a), pa stabljika klizi duž sečiva ka osnovi noža i ne može da isklizne iz zahvata, što se dešava kad je $\gamma < 0$ (sl. 74b).

Da stabljika ne bi iskliznula iz zahvata noža i protivrezne pločice (sl. 75), mora biti ispunjen uslov

$$\alpha + \beta < \varphi_1 + \varphi_2, \quad (58)$$

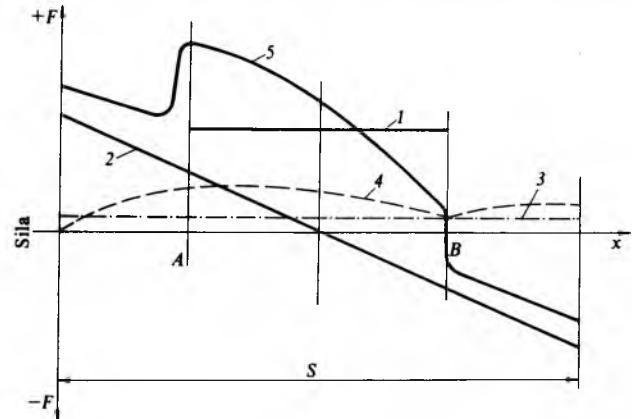
gde je α ugao sečiva noža, β ugao sečiva protivrezne pločice, $\tan \varphi_1$ koeficijent trenja stabljike o sečivo noža, a $\tan \varphi_2$ koeficijent trenja stabljike o sečivo protivrezne pločice. Uglovi φ_1 i φ_2 ovise o vlažnosti stabljike, te oštrini i obliku sečiva.



Sl. 75. Zahvatanje stabljike nožem i protivreznom pločicom. m stabljika, α ugao sečiva noža, β ugao sečiva protivrezne pločice, F_n sile rezanja, F_μ sile otpora trenja stabljike o sečivo noža, $\gamma = \alpha + \beta$ ugao između sečiva reznog par

Promena otpora pri kretanju noža (sl. 76) zavisi prvenstveno od otpora sečenju i inercijalnih sila.

Pri radu translatornih kosačica koje imaju samo jednu kosu nastaju vibracije zbog neuravnoteženosti delova koji translatoryno osciluju. Jedno je od rešenja za uravnoteženje da se ugradi druga masa u obliku druge kose.



Sl. 76. Otpori kretanju noža translatorne kosačice. A početak, B kraj sečenja, S hod noža, 1 sila otpora sečenja, 2 inercijalne sile, 3 sila trenja od težine noža, 4 sila trenja usled dejstva klipne poluge, 5 ukupni otpor kretanju noža

Kosačica sa dve kose, bez prstiju, novije je izvedbe. Sastoji se od dva puta sa noževima koji se kreću u suprotnim smerovima. Budući da se oba noža kreću, brzine su sečenja veće nego kod kosačice sa prstima, premda je hod noža kraći. Ugao sečiva noža α manji je nego u kosačice sa prstima. Budući da nema prstiju, pa ni mrtvih tačaka ispod prsta, praktično nema opasnosti od zagrušenja, a strnjika je niska. Ipak te su kosačice manje zastupljene nego kosačice sa prstima.

Kosični uređaji sa rotacionim kretanjem radnih organa sekut bez protivrezne ploče na principu slobodnog sečenja. Kad noži nađe na stabljiku, nasuprot sili sečenja F_S deluju otpori savijanja i inercije biljke (sl. 77), pa uslov sečenja glasi

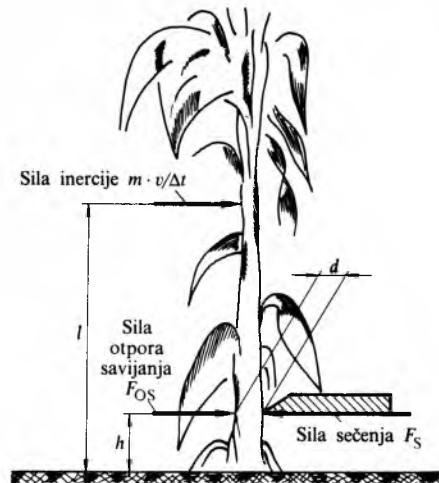
$$F_S h > \frac{mv}{\Delta t} l + F_{OS} h, \quad (59a)$$

odnosno

$$v > \sqrt{\frac{(F_S - F_{OS})hd}{ml}}, \quad (59b)$$

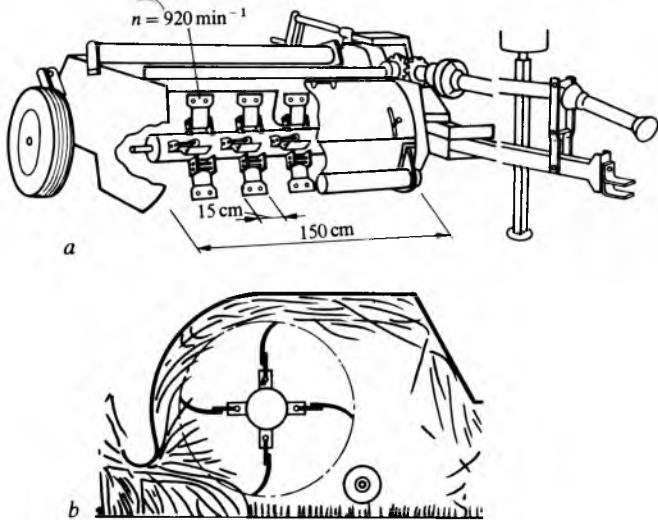
gde je m masa biljke, v brzina sečenja, Δt vreme sečenja ($\Delta t = d/v$), h visina sečenja, l visina težišta biljke iznad zemljišta, d prečnik stabljike, a F_{OS} sila otpora savijanja. Budući da su otpor savijanju stabljike i masa stabljike veoma maleni, a da bi se sprečilo savijanje, lomljenje i čupanje biljke sa korenom, mora inercijalna sila kojom se stabljika suprotstavlja nožu da bude dovoljno velika. To se postiže velikom brzinom

sečenja v . Kad se kosi sa protivreznom pločom, brzina sečenja iznosi $2\cdots3$ m/s, a kad se kosi sa slobodnim rezom, obimna je brzina noža $25\cdots70$ m/s. Brzina noža i potrebna snaga rotacionih kosačica mnogo su veći nego u translatornih kosačica (sl. 81).

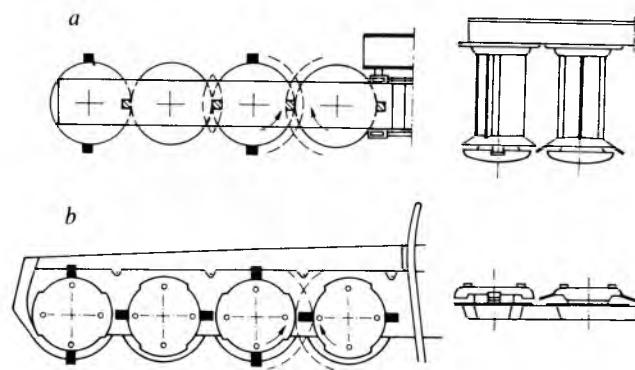


Sl. 77. Sile pri slobodnom sečenju biljke, m masa biljke, v brzina sečenja, Δt vreme sečenja, l visina sečenja, l visina težišta biljke iznad tla, d prečnik stabljike

Rotacione kosačice sa rotoudaračima imaju radne organe koji rotiraju oko horizontalne ose (sl. 78). Rotacione kosačice sa diskovima i noževima koji rotiraju u horizontalnoj ravni izrađuju se kao portalne (sl. 79 a) sa pogonom diskova sa gornje strane i sa gredeljem (sl. 79 b) i pogonom diskova sa donje



Sl. 78. Kosačica sa rotoudaračima. a izgled, b princip rada

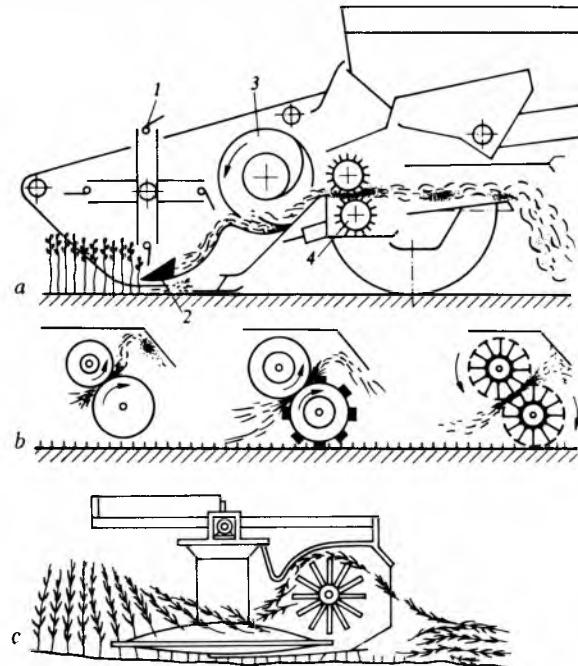


Sl. 79. Rotaciona kosačica sa horizontalnim diskovima. a pogon sa gornje strane, b pogon diska sa donje strane

strane. Najčešće imaju 2 ili 4 diska i radni zahvat $1,5\cdots2,5$ m, a ima ih i sa radnim zahvatom do 7 m za košenje trave u plantažnim voćnjacima.

Rotacione kosačice su robustnije, manje podložne kvarovima nego translatorne, ne zahtevaju tako precizno održavanje kao translatorne, ne zagrušuju se u košnji vrlo bujnog ili poleglog useva, rade sa većim brzinama, troše više energije. Nisu pogodne za spremanje sena lucerke i deteline jer udarcima omilate i do 30% lišća, pa su gubici najkvalitetnijeg dela krmiva preveliki.

Kosačice lomilice (gnječilice) (sl. 80) mogu da budu vučene i samohodne. One kose i lome ili gnječe stabljike, najčešće lucerku, što povećava površinu sušenja stabljike, pa se izlomljene stabljike brže suše, odnosno podjednako kao i lišće. Tako se skraćuje vreme sušenja sena za 30%, smanjuju gubici otpadanjem lišća, bolje čuva hranidbena vrednost i prirodna zelenina boja sena. Ima različitih oblika valjaka za gnječenje i lomljenje (sl. 80 b), uglavnom kao kombinacije čeličnih valjaka, valjaka sa letvama i valjaka presvučenih gumom. Prečnik je valjaka $12\cdots25$ cm, a obimna je brzina $2\cdots3,5$ puta veća od brzine kretanja mašine. Razmak između valjaka (najčešće $18\cdots25$ mm) i sila pomeranja valjaka mogu se podešavati. Smetnje se pojavljuju zbog zagrušivanja valjaka debljim stabljikama korova koje se ispreče oporečno na valjke.



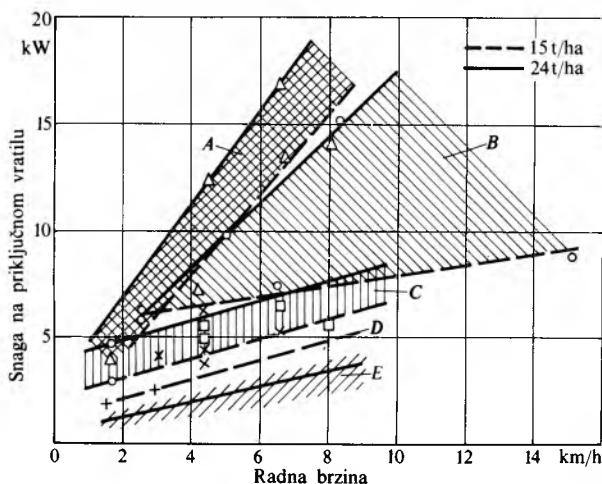
Sl. 80. Kosačica lomilica. a princip rada kosačice lomilice, b profili valjaka, c rotaciona kosačica lomilica sa udaraljkama; 1 motovilo, 2 kosa, 3 pužni transporter, 4 valjci za lomljenje

Tablica 10
PODACI O UREĐAJIMA ZA KOŠENJE

	Silažni kombajn sa rotoudaračkim uređajem	Rotoudarački uređaj za košenje	Rotaciona kosačica	Kosačica dve kose	Kosačica normalnog reza
Brzina noža (m/s)	30···40	~25	60···70	4	3
Brzina vožnje (km/h)	6···8	~6	8···10	6···10	6···8
Snaga po metru zahvata (kW/m)	11···15	7···20	5···15	3···5	2···3
Gubici pri košenju (%)					
malo lišća	10···20	< 10	< 5	—	—
mnogo lišća	15···40	10···30	< 5	—	—
Skraćenje vremena sušenja	znatno	umereno	mašto	povoljno	povoljno
Gubici otkidanjem lišća	nepovoljno	nepovoljno	povoljno	—	po-voljno
Učestanost kvarova	velika	velika	velika	—	po-voljno
Održavanje	povoljno	povoljno	povoljno	nepovoljno	nepovoljno

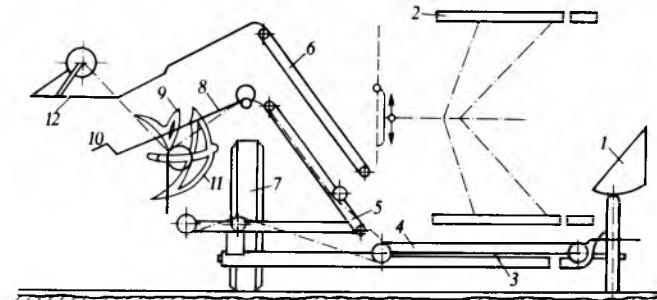
POLJOPRIVREDNE MAŠINE

U tabl. 10 nalaze se poredbeni podaci za različite tipove kosačica, a dijagram na sl. 81 prikazuje zavisnost potrebne snage od radne brzine kosačica.



Sl. 81. Potrebna snaga za pogon kosačica. A kosačica sa rotoudaračima (širina zahvata 1,8 m), B rotaciona kosačica (širina zahvata 1,5 m), C kosačica gnječilica (širina zahvata 2,1 m), D gnječilica odlagač (širina zahvata 1,5 m), E translatoryno-oscilatorna kosačica (širina zahvata 1,5 m)

Samovezačica (sl. 82) kosi žito, slaže ga, vezuje snopove i odlaže ih u stranu. Samovezačica vučena zapregom ima radni zahvat 1,35–1,8 m, a vučena traktorom 1,5–2,5 m. Potrebna je snaga traktora veća od 20 kW, što omogućava učinak 0,5–0,7 ha/h. Razdeljivač odeljuje red žita za košenje, motovilo potiskuje žito ka kosi koja ga seče i odlaže na poprečni transporter preko kojeg dospeva između dva kosa transportna platna. Zatim se žito prebacuje preko vozognog točka na sto za



Sl. 82. Samovezačica. 1 razdeljivač, 2 motovilo, 3 kosa, 4 poprečni transporter, 5 donje platno, 6 gornje platno, 7 vozni točak, 8 sto za vezivanje, 9 nabijac, 10 poluga za određivanje pritiska na snopove, 11 aparat za vezivanje, 12 vile za izbacivanje

vezivanje gde se formira i vezuje snop pomoću nabijača, poluge za određivanje pritiska na snop i aparata za vezivanje. Snop se potom izbacuje vilama.

Početkom XX veka primenom samovezačica znatno je olakšan posao i povećana produktivnost rada u žetvi, pa je time omogućena i veća proizvodnja žitarica. U Jugoslaviji samovezačice počinju da se primenjuju posle drugog svetskog rata, ali su ih brzo kombajni sasvim potisnuli iz upotrebe.

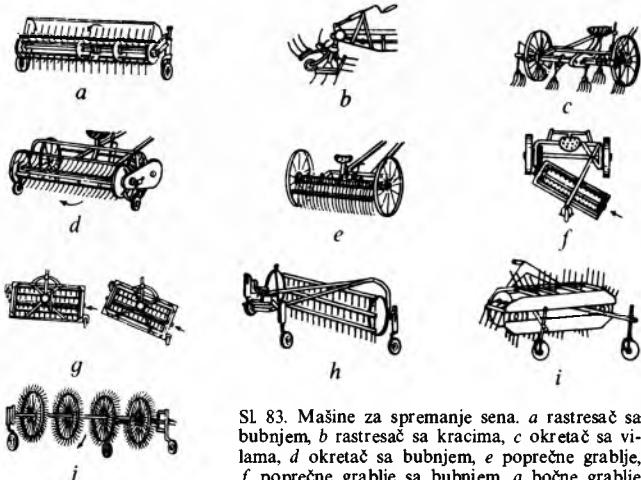
Mašine za spremanje sena obuhvataju različite tipove rastresača, okrećača i grabalja, te prese za sabijanje sena u bale.

Rastresači (sl. 83 a, b) služe za razbacivanje otkosa, a okrećači (sl. 83 c, d) za podizanje i okrećanje raširenog sena.

Poprečnim grabljama (sl. 83 e) seno se grablja u poprečne, a **poprečnim grabljama sa bubnjevima** (sl. 83 f) u uzdužne zbojeve.

Bočnim grabljama (sl. 83 g, h, i, j) rastresa se otkos ili zboj sena, okreće rašireno seno i seno u zbojevima, grablja se u uzdužne zbojeve i zbojevi se premeštaju.

Kvalitet rada grabalja ocenjuje se prema količini omlaćenog lišća, nezahvaćenog sena, količini zemlje i drugih primesa u zboju, obliku zboja i ujednačenosti razbacanog sena.



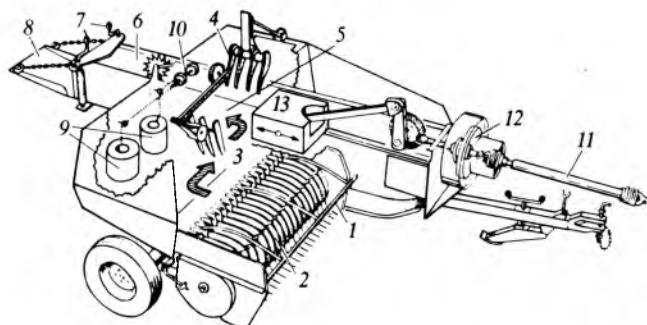
Sl. 83. Mašine za spremanje sena. a rastresač sa bubnjem, b rastresač sa kracima, c okrećač sa vilama, d okrećač sa bubnjem, e poprečne grablje, f poprečne grablje sa bubnjem, g bočne grablje sa bubnjem, h bočne grablje sa bubnjem kome se zupci okreću paralelno s osom grabalja, i bočne grablje sa zupcima na beskrajnom remenu, j zvezdaste bočne grablje

Prese podižu seno ili slamu sa polja i sabijaju ga u balu koju ostavljaju na polju ili prebacuju na vozilo. Bale i njihova svojstva, kao i prese, znatno se razlikuju među sobom (tabl. 11). Za sabijanje u bale, koje se vezuju vezicom od manile, sisala, polipropilena ili žicom, najčešće se upotrebljavaju klipni i rotacioni uređaji, a za sabijanje u brikete, kobsove i pelete, koji se ne vezuju, spiralni, klipno-udarni, diskosni, valjkasti i prstasti uređaji.

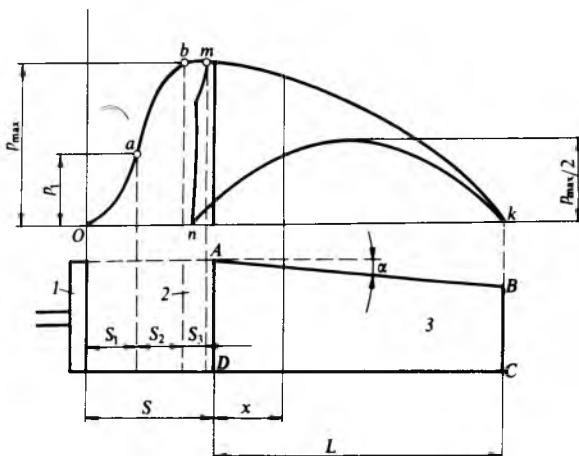
Tablica 11
Karakteristike bala slame (udeo vlage 20%)

Vrsta bala	Vrsta prese ili bale	Broj bala po hektaru	Poprečne dimenzije cm	Dužina cm	Masa bale kg	Gustina bale kg/m³
Male četvrtaste bale	Niski pritisak Srednji pritisak Veliki pritisak	140–240 140–240 140–240	30×60 40×50 40×50	30–100 50–120 50–120	8–10 10–25 do 50	35–55 80–120 do 200
Valjkaste bale	Male bale Velike bale	20 12–15	φ150 φ180	120 150	140–240 250–420	70–110 70–110
Velike četvrtaste bale	Normalni pritisak Veliki pritisak (Heston) Veliki pritisak (Vicon)	7–9 7–9 7–9	150×150 120×127 70×120	210–240 150 160	do 500 530–570 200	50–100 150 180
Stogovi Briketi Kobsovi Pelete		2	240×300 φ6,0–9 φ3,5–5 φ0,8–2	210–640 8–12 5–10 1–5	1300–2000 0,20–0,70 0,05–0,20 0,002–0,02	60–90 700–800 800–1000 800–1000

Prese visokog pritiska sa pravolinijskim kretanjem klipa i bočnim dodavanjem materijala u komoru za presovanje (sl. 84) najviše se upotrebljavaju. U radnom hodu S (sl. 85) klip sabija porciju sena u prijemnoj komori i potiskuje ga u komoru za sabijanje. Poprečni presek komore za sabijanje smanjuje se od većeg ka manjemu. Bočne su strane paralelne. Komora za sabijanje napunjena je sabijenim senom, a energija kretanja klipa troši se na savladavanje trenja sena o zidove komore. Pritisak u senu u prijemnoj komori, u horizontalnom pravcu, povećava se po krivoj $O-a-b$ (sl. 85), a tek na delu puta klipa S_3 sabijeno seno pod pritiskom p_{\max} ulazi u komoru za sabijanje.



Sl. 84. Presa visokog pritiska. 1 pick-up uređaj, 2 pridrživač otcosa, 3 poprečni transporter, 4 ubacivač u prijemnu komoru, 5 prijemna komora, 6 komora za sabijanje, 7 uređaj za podešavanje nagiba gornje stranice komore za sabijanje, 8 platforma za odlaganje bala, 9 vezivo, 10 vezac bala, 11 kardansko vratilo, 12 zamajac, 13 klip



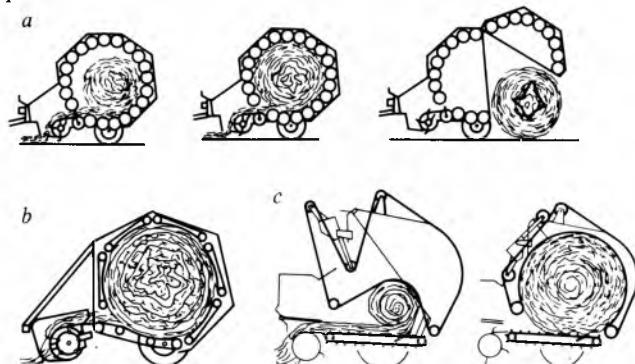
Sl. 85. Promena pritiska u prijemnoj komori i komori za sabijanje. 1 klip, 2 prijemna komora, 3 komora za sabijanje, p pritisak, $O-a-b$ promena pritiska u prijemnoj komori, $b-m-k$ promena pritiska u toku sabijanja, $k-m-n$ promena pritiska u toku povratnog hoda klipa, α nagib gornje stranice komore za sabijanje

Pritisak u senu po dužini komore za sabijanje menja se po paraboli $m-k$. Pri povratnom hodu klipa pritisak na klip u prijemnoj komori opada po krivoj $m-n$, a seno se u komori za sabijanje širi usled svoje elastičnosti ka većem preseku komore, pa pritisak u slojevima sena opada. Potpuni pad pritiska ne dozvoljavaju sile trenja o stranice komore. Najveća preostala sabijenost sena je na sredini dužine komore za sabijanje i iznosi polovinu maksimalnog pritiska koji je ostvaren tokom sabijanja. Zbijenost malih četvrtastih bala visokog pritiska podešava se promenom nagiba jedne od površina kanala za presovanje, a dužina bala podešava se učestanošću uključivanja aparata za vezivanje. Masa prese je $900 \cdots 1200$ kg. Stvarni je učinak $6 \cdots 9$ t sena na čas, a tehnički dvostruko veći. Za vuču i pogon potreban je traktor snage $25 \cdots 50$ kW.

Presu namenjena za sabijanje sena lucerke ne sme da omlaćuje lišće. Prese visokog pritiska vrlo su pouzdane, jer je konstrukcija poboljšana u poslednjim godinama: klip se vodi u kanalu za presovanje pomoću valjčića sa zatvorenim kugličnim ležajima umesto drvenim kliznim papučama koje su se brzo trošile; odustalo se od lančanih prenosa i prešlo se na pogon

vratilima, konusnim zupčanicima i kardanskim vratilima; ugradnjom automatskih zaštitnika od preopterećenja smanjeni su zastoji zbog zagrušenja; povećane su zalihe veziva.

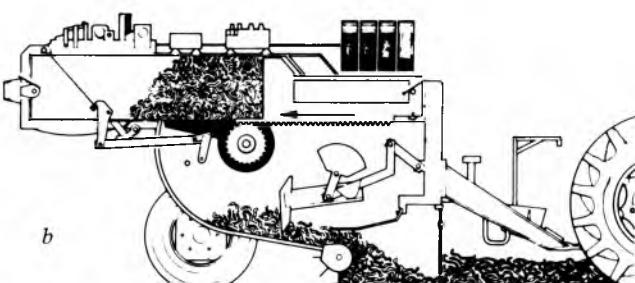
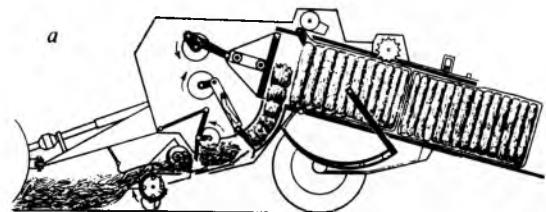
Prese za valjkaste bale pojavile su se 1945. god. (Allis Chalmers, SAD), ali je proizvodnja obustavljena 1950. Od 1970. ponovo se proizvode i sve se više upotrebljavaju, te potiskuju prese za male četvrtaste bale. Komora za sabijanje ima konstantnu ili promenljivu zapremenu pa se sloj biljne mase u njoj oblikuje u čvrstu cilindričnu balu (sl. 86). Kada se komora ispuni ili bala dostigne željenu veličinu, prekida se dovod biljne mase i tada se bala omota po širini $15 \cdots 18$ puta užetom, mrežom 2 puta ili plastičnom folijom 3,5-4 puta. Otvaranjem zadnjeg poklopca prese valjkaste se bale odlažu na polje. Bale formirane u komori konstantne zapremine (sl. 86a i b) imaju mekanu jezgru, zvezdasto deformisan središnji deo i čvrst omotač, a bale formirane u komori s promenljivom zapreminom (sl. 86c) imaju spiralno namotanu masu ujednačene gustine po prečniku.



Sl. 86. Princip rada presa za valjkaste bale. a i b prese sa konstantnom zapreminom komore za presovanje, c presa sa promenljivom zapreminom komore za presovanje

Učinci presa za valjkaste bale slični su učincima presa za male četvrtaste bale (ili su neznatno veći), ali su manipulacija i transport valjkastih bala mnogo jednostavniji i jeftiniji, pa se one sve više primenjuju. Za vuču i pogon potreban je traktor snage $40 \cdots 60$ kW.

Prese za velike četvrtaste bale počinju da se razvijaju sedamdesetih godina ovog veka. Izvode se s otvorenom (sl. 87a) ili sa zatvorenom komorom (sl. 87b). Osim za spremanje sena i slame mogu da se primene i za proizvodnju silaže. Veoma zbijene bale mogu dobro da se slože, što je preduslov za dobru silažu. Transportni organi načinjeni su tako da se omogući ravnomerno punjenje komore za presovanje, što je glavni preduslov da se postigne pravilan oblik i ujednačena gustina bala.



Sl. 87. Prese za velike četvrtaste bale. a presa s otvorenom, b presa sa zatvorenom komorom

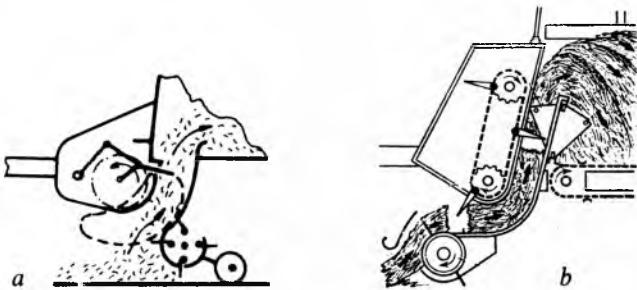
POLJOPRIVREDNE MAŠINE

Bale se vezuju sa 6 jakih polipropilenskih užadi ili sa 4 žice debljine 4,2 mm. Te su mašine mnogo skuplje od presa za male četvrtaste ili valjkaste bale, za pogon im je potreban snažan traktor (80–120 kW), učinci su samo malo veći od učinaka velikih presa za valjkaste bale, pa se u nas ne upotrebljavaju. Njihova je primena opravdana ako se presovana slama transportuje na rastojanja veća od 40 km. Tek se tada pokazuje prednost efikasne manipulacije velikih četvrtastih bala i dobro iskoršćenje tovarnog prostora na vozilu.

Prese za briketiranje razvijaju se od 1955. godine. Formiraju brikete, kobsove i pelete.

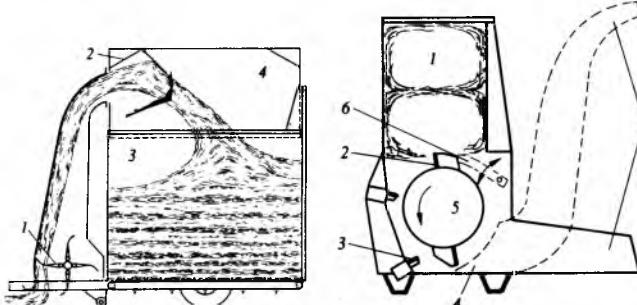
Takvi su proizvodi pogodni za mehanizovanu manipulaciju, transport i distribuciju. Klipne prese i prese sa valjcima i prstenačnim ili diskosnim matricama primenjuju se kao deo stacionarnih postrojenja za proizvodnju otpresaka od lucerkina brašna ili slame uz dodatak drugih hraniva.

Samoutovarne prikolice mnogo se upotrebljavaju u srednjoj Evropi za sakupljanje i transport zelene krme, sena, slame i lišća šećerne repe. Većinom su jednoosovinske. Za preuzimanje mase sa pick-up uređaja najčešće se ugrađuju oscilirajuće viljuške i lanci sa letvama sa prstima (sl. 88). Ugradnjom nepokretnih noževa pored viljuški ili prstiju masa se pre ubacivanja u prikolicu toliko usitnjava da se od nje može dobiti dobra silaža u horizontalnim silosima. Upotreba samoutovarne prikolicice je opravdana ako su površine sa krmom blizu farme.



Sl. 88. Uređaj za utočar na samoutovarnim prikolicama. a s oscilirajućom viljuškom, b sa lancima na kojima su letve sa prstima i noževima

Samoutovarna prikolina sa presom za stogove podiže pomoću udarača biljnu masu i bacu je uz pomoć vazdušne struje u sanduk (sl. 89). Kada je sanduk ispunjen, zauzavlja se ubacivanje, a pomični se poklopac spušta pomoću hidrauličnog cilindra i sabija masu u sanduku. To se ponavlja 3–4 puta, dok sanduk nije potpuno ispunjen zbijenom biljnom masom. Tako se formirani stog otvaranjem zadnje stranice ispušta na tlo, a zatim nosi specijalnom samoutovarnom platformom. Zbog male zbijenosti mase, nepovezanosti stoga i nepogodnosti stoga za dalju upotrebu takav postupak nije u Evropi prihvaćen.

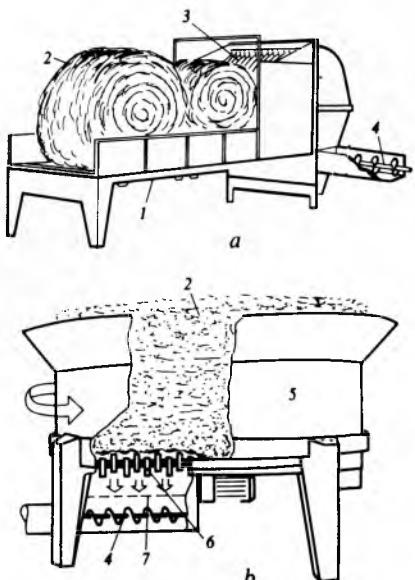


Sl. 89. Samoutovarna prikolina sa presom za stogove. 1 podizački uređaj za utočar, 2 usmerivač, 3 sanduk, 4 pomicni poklopac

Mašine za dezintegraciju bala. Konstrukcija takvih mašina zavisi od oblika i veličine bala. Zbog toga se razlikuju mašine za dezintegraciju malih četvrtastih bala i mašine za dezintegraciju valjkastih i velikih četvrtastih bala.

U mašinama za rasturanje malih četvrtastih bala (sitnilicama, sl. 90) bale slame dospevaju kroz vodice do otvora sa noževima koji otkidaju iz donjeg dela bale komadiće slame duge obično ~8 cm. Otkinuti komadići slame izbacuju se kroz izduvnu cev. Pogonskim električnim motorom snage 5–8 kW postiže se učinak od 50–150 bala na sat.

Za dezintegraciju valjkastih i velikih četvrtastih bala postoje mašine sa horizontalnim dovodom i mašine sa vertikalnim ulaganjem. Za rasturanje bala *mašinama sa horizontalnim dovodom* (sl. 91 a) bale se postavljaju na transporter koji ih prinosi rotoru sa noževima i potiskuje ih na njega. Noževi otkidaju komade slame i odnose ih najčešće pužnim transporterom. Potrebna snaga iznosi 0,6 kW po toni slame na sat, a učinak mašine iznosi do 6 t/h. Mašine sa vertikalnim ulaganjem (sl. 91 b) namenjene su samo za stacionaran rad. Omotač mašine (levak) ima sa unutrašnje strane peraja koja pokreću balu i navode je iznad rotora s noževima koji čupaju iz bale delove slame.

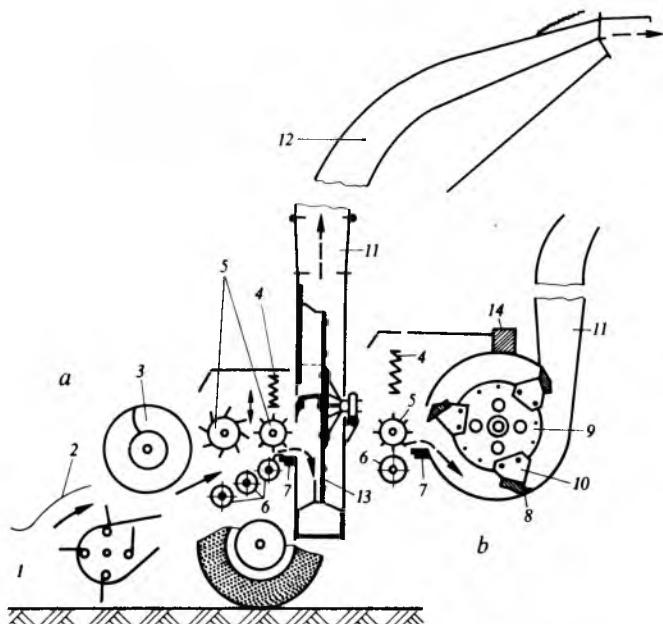


Sl. 91. Dezintegrator velikih valjkastih i četvrtastih bala: a sa horizontalnim, b sa vertikalnim ulaganjem bala; 1 pomicni pod, 2 bale, 3 noževi za usitnjavanje, 4 pužni transporter, 5 omotač mašine, 6 noževi za čupanje i sitnjenje, 7 sito

Krmni kombajn u istom prohodu kosi, podiže, sečka i utočaruje biljnu masu u vozilo. Razvijen je od stacionarne sečke. U Evropi je firma Segler proizvela 1943. prvi krmni kombajn. Danas se proizvode krmni kombajni sa sečkama koje imaju noževe na bubnju i noževe na disku te krmni kombajni sa rotoudaračima. Najpre je krmni kombajn imao bubanj sa noževima i posebnu duvaljku, zatim bubanj na kojem su pored noževa bile postavljene i lopatice za bacanje, pa bubanj sa noževima koji su istovremeno služili za bacanje, te konačno opet odvojene sečku i bacaljku. S obzirom na to da je, u prvo vreme razvoja krmnih kombajna, snaga traktora bila malena, i učinak je krmnih kombajna bio malen, a sečke su bile pogodne samo za sečenje tankog sloja. Da bi se takvom sečkom postigao veći učinak, trebalo je seći dovoljno širok sloj materijala. Zato su, pedesetih godina, krmni kombajni sa noževima na bubnju imali vrlo široko žдрело sečke. Takav krmni kombajn sa noževima na disku teško se mogao ostvariti, jer se sa povećanjem širine ždrela sečke dvostruko povećavao prečnik diska sa noževima i bacaljke, a zamajne su mase postale četiri puta veće.

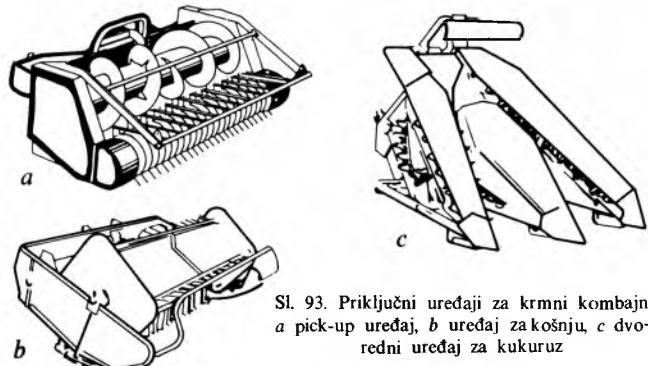
U krmni kombajn sa sečkom sa noževima na bubnju (sl. 92) i u krmni kombajn sa sečkom sa noževima na disku materijal se podiže pick-up uređajem i dovodi pužnom transporteru koji ga skuplja na širinu ždrela sečke. Valjci za sabijanje presuju materijal i dovode ga do ždrela sečke, gde ga zahvataju noževi sečke i sekut na protivreznjoj ploči. Specijalne lopatice ili sami

noževi za sečanje izbacuju iseckani materijal kroz cev za izbacivanje. Potrebna visina i duljina bacanja treba da budu uskladjene sa dimenzijsama prikolica u koje se ubacuje iseckani materijal.

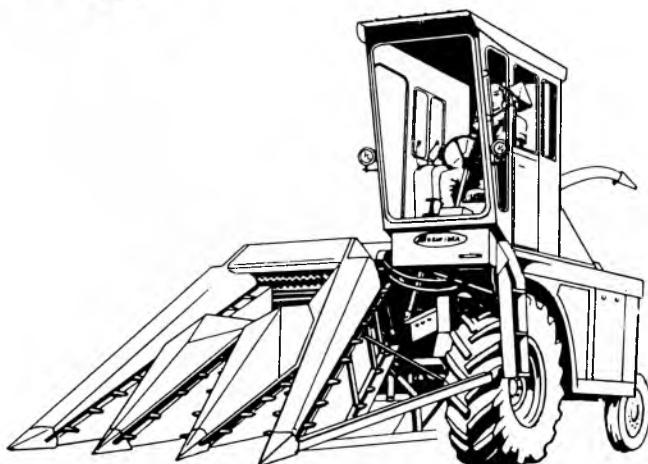


Sl. 92. Krmni kombajn: a sa noževima na disku, b sa noževima na bubnju; 1 pick-up uređaj, 2 pokrivač, 3 puž, 4 opruga, 5 valjak za uvlačenje, 6 valjak, 7 protivreznja ploča, 8 nož, 9 bubanj, 10 držać noževa, 11 cev za izbacivanje, 12 usmerivač, 13 disk sa noževima i lopaticama za bacanje, 14 uredaj za oštrenje noževa

Krmni kombajni sa pick-up uređajem (sl. 93 a) primenjuju se za spremanje trava za siliranje. Krmni kombajni sa uređajem za košenje (sl. 93 b) uglavnom se upotrebljavaju na gazdinstvima koja svežu masu suše u dehidratorskim postrojenjima. Uređajem

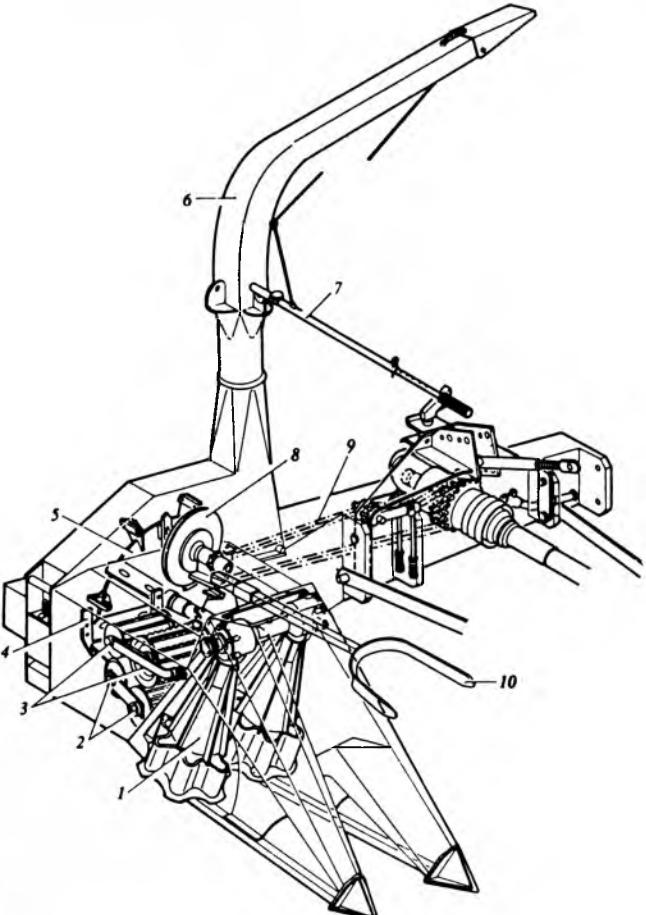


Sl. 93. Priključni uređaji za krmni kombajn.
a pick-up uređaj, b uređaj za košnju, c dvojni uređaj za kukuruz



Sl. 94. Krmni kombajn s uređajem za silažni kukuruz

za branje klipova kukuruza (sl. 93c) mogu da se beru klipovi kukuruza i da se dovedu do sečke. Drugi tip krmnog kombajna (sl. 94) odseca cele stabljike kukuruza sa klipovima i dovodi ih do sečke, a potom se posebnom bacaljkom iseckana masa ubacuje u vozilo. Za ubiranje manjih površina pod kukuzom razvijeni su specijalni nošeni krmni kombajni za kukuz (sl. 95). Učinak jedne sekcijske iznosi do 30 t/h. Samohodni krmni kombajni za kukuz, kojima se postižu učinci do 120 t/h, mogu da se ekonomično upotrebljavaju samo na velikim površinama. Krmni kombajni takva učinka imaju motore snage ~ 180 kW.



Sl. 95. Nošeni krmni kombajn za kukuruz. 1 valjci za uvlačenje i odsecanje stabljika, 2 donji transportni valjci, 3 gornji transportni valjci, 4 protivrezna ploča, 5 disk sa noževima i lopaticama za odbacivanje, 6 izduvna cev, 7 upravljač izduvne cevi, 8 oštreljivač noževa, 9 lanac za pogon diska, 10 usmerivač stabljika kukuruza

Sečke krmnih kombajna. Sečka sa noževima na disku (sl. 96a) ima noževe koji se mogu pomerati da bi se biljke pravilno odsecale na protivreznjoj ploči i lopatice kojima se odsečena masa odbacuje. Sečka sa noževima na bubnju ima noževe postavljene po obimu bubnja (sl. 96b), pa oni, osim što odsecaju, služe i za odbacivanje odsečenog materijala. Noževi postavljeni na obim bubnja omogućuju zнатно kompaktniju konstrukciju. Prečnik današnjih konstrukcija bubnja obično je nešto veći nego širina kanala kojim se biljke dovode do protivreznje ploče. Da prečnik diska sa noževima ne bi bio suviše velik, sečke sa noževima na disku imaju manju širinu kanala kojim se dovodi sloj biljaka za sečenje nego sečke sa noževima na bubnju. Prenosnje sile rezanja do oslonih ležišta sečke sa noževima na bubnju mnogo je jednostavnije nego na sečki sa noževima na disku. Na bubanj i pri manjem prečniku može da se postavi više noževa nego na disk. Zbog toga je sečka sa noževima na bubnju pogodna za sitno sečkanje materijala.

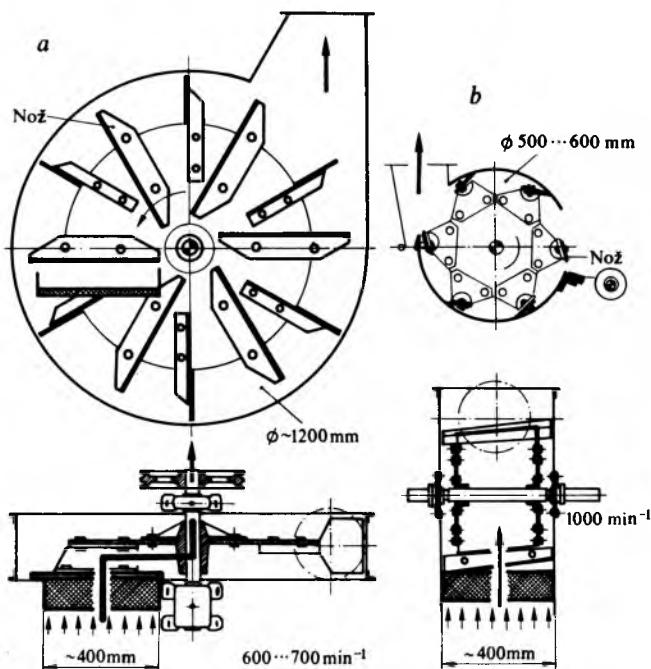
Savremene sečke imaju broj obrta bubnja od $800 \dots 1500 \text{ min}^{-1}$, a računsku dužinu iseckane mase $l_{\text{rač}} = 4 \dots$

...80 mm. Brzina sloja materijala koji dolazi pod nož zavisi od propusne sposobnosti uređaja za dovod mase.

Teoretska je propusna sposobnost bubenja

$$G_t = b h_{\max} l_{\text{rač}} q z n, \quad (60)$$

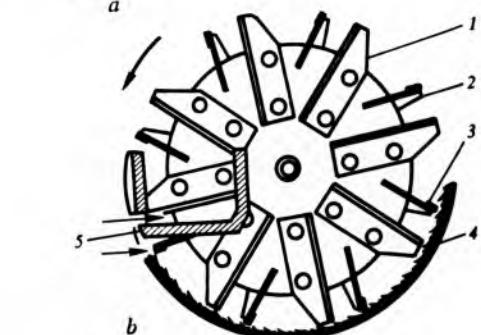
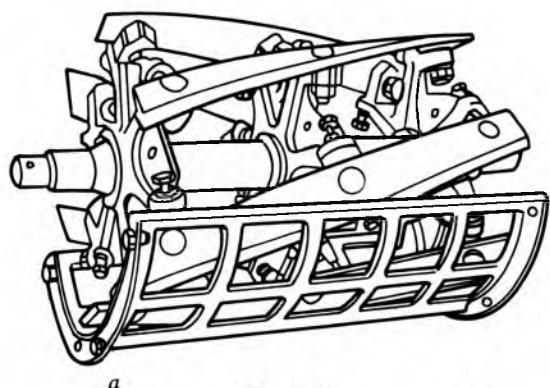
gde je b širina žrela, odnosno ulaznog dela sečke, h_{\max} maksimalna debljina sloja materijala, $l_{\text{rač}}$ računska dužina seckanja, q specifična masa materijala, z broj noževa na bubenju, a n broj obrta bubenja. Praktična propusna sposobnost sečke iznosi $G_{\text{pr}} = (0,5 \dots 0,7) G_t$. Razvojem novih sečki na krmnim kombajnjima nastoji se postići što manja dužina seckane mase te povećati učinak i pouzdanost mašine u eksploataciji. Sitno seckanje uz veliki učinak može da se postigne samo bubenjevima sa mnogo noževa. To zahteva povećanje prečnika bubenja. Povećanje brzine sečenja na više od 40 m/s nije moguće jer tada, zbog kratkog vremena, isečeni materijal ne bi mogao da se odbaci. Bubnjevi novijih krmnih kombajna imaju prečnike 600...700 mm, sa osam do deset noževa koji seku ~200 puta u sekundi. Kućište treba da je udaljeno od putanje spoljne ivice noža manje od 1,5 mm da bi se izbeglo zaglavljivanje materijala između noža i zida kućišta, a time i porast utroška snage za savlađivanje trenja.



Sl. 96. Sečke sa noževima (s jednakom širinom dovodnog kanala od 400 mm). a) noževi na disku, b) noževi na bubenju

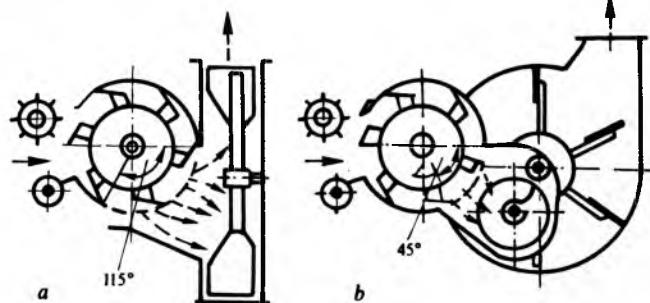
Bubanj usisava vazduh i prema položaju usisnog otvora radi kao radikalna duvaljka ili kao duvaljka sa bočnim ulaznim otvorom. Danas se skoro jedino primenjuju bubnjevi koji rade kao radikalne duvaljke jer su pouzdaniji. Izbačeni vazduh potpomaže transport iseckanog, posebno suvog materijala.

Uredaji za naknadno seckanje (rikateri). Strogi zahtevi u pogledu dužine sečenja i zahtev da svako zrno bude načeto uticali su na razvoj novih uređaja za naknadno seckanje. Uredaj za naknadno seckanje ili rikater (prema engl. recutter) ima podbubanj koji se postavlja oko bubenja za seckanje (sl. 97a). Podbubanj ima okrugle, kvadratne, duguljaste ili pravougaone otvore. Veličina je otvora $10 \dots 100$ mm, rastojanje podbubnja od noža na bubenju $0,5 \dots 1$ mm, a ugao obuhvatanja bubenja sa podbubnjem rikatera od $100 \dots 120^\circ$. Perforirani rikateri naknadno seckaju materijal tako što se na njima presečaju već sećene vlati koje su ušle u otvore rikatera, a delom vire iz njih. Zbog toga zazor između oštice noževa i unutrašnje površine rikatera treba da bude što manji. Ivice perforiranih otvora imaju ulogu oštice mnogostruktih protivreznih ploča, pa od oblika tih otvora i njihovih dimenzija zavise karakteristike naknadno sećene mase. Iseckana masa, pošto je prošla



Sl. 97. Uredaji za naknadno seckanje (rikateri). a) podbubanj sa otvorima, b) narebreni omotač; 1 nož sečke, 2 lopatica bacaljke, 3 udarna pločica, 4 plasti sa rebrima, 5 ulaz

kroz otvore rikatera, dospeva na transportni uređaj, najčešće na bacaljku koja masu ubacuje u transporter. Kada bacaljka ne može da se postavi neposredno uz rikater, dodaje se pužni transporter koji iseckanu masu odvodi od rikatera do bacaljke (sl. 98).



Sl. 98. Sečka, rikater i bacaljka. a) sečka sa rikaterom i duvaljka za bacanje, b) sečka sa rikaterom, pužnim transporterom i bacaljkom

Da bi se iskoristila kinetička energija diskosnih sečki krmnih kombajna, primenjuju se orebreni rikateri (sl. 97b). Orebreni rikater čini deo kućišta sečke na kome se s unutrašnje strane nalaze rebra usmerena suprotno od noževa. Rebra su prizmatične ili trouglaste šipke, pričvršćene na unutrašnjoj površini rikatera, a usmerene su prema pravcu izvodnica cilindra pod uglom $0 \dots 45^\circ$. Rebra rikatera imaju ulogu višestrukih protivreznih ploča. Orebreni rikater iskorišćuje kinetičku energiju noževa, i pri tom masa, provlačeći se preko narebrene površine, gubi deo energije trenjem o rebra.

Pored dopunskog seckanja radi dobijanja sitnijih i ujednačenijih dimenzija iseckane mase, od rikatera se zahteva da ima što veću propusnu moć uz što manji utrošak energije za seckanje. Pri tom su veoma važni oblik otvora rikatera, veličina površine otvora i stanje ivica, te veličina zazora između oštice noža i površine rikaterskog sita. Propusna moć rikatera zavisi od ukupne površine njegovih otvora.

Ako se ugradi uređaj za naknadno sečenje, može da se smanji obimna brzina, broj noževa i napadni ugao noža sečke, a bubanj da se nešto produži. Povećanjem dužine bubenja smanjuje se potrebna pogonska snaga zbog toga što se može seći

tanji sloj, ali se zato povećava neravnomernost dužina i sekanih materijala. Ugradnjom uređaja za naknadno sekanje povećava se potrebna snaga. Ti uređaji mogu veoma dobro da posluže za naknadno sitnjenje silažnog kukuruza i lucerke. Za sitnjenje livadskih trava rikateri nisu pogodni.

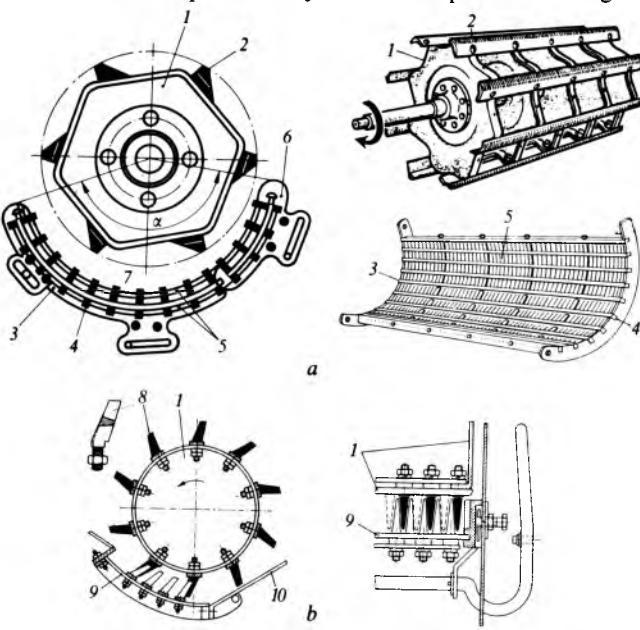
Tendencije razvoja krmnih kombajna. Krmni kombajni sa rotacionim upotrebljavaju se za ubiranje trava. Nedostatak im je neujednačenost sekanja i izvesno prljanje iseckane mase zemljom. Zato imaju ograničenu primenu. Sve je više specijalnih krmnih kombajna za kukuruz, i to sa noževima na disku. To su kompaktne mašine koje imaju veliki učinak kada rade sa snažnim traktorima. Dvoređena mašina ima učinak od 75 t/h uz utrošak snage od 96 kW i teoretsku dužinu sekanja od 4,5 mm, sa 36% čestica kraćih od 4 mm, 57% čestica dugih 4–16 mm i 7% dužih od 16 mm. Sečka sa noževima na disku ugrađuje se i na neke samohodne kombajne ili kombajne koji sa traktorom nosačem čine samohodnu mašinu.

U zemljama sa razvijenim tržistem nudi se oko 80 tipova krmnih kombajna. Današnji krmni kombajni dostigli su performanse blizu optimalnih. Bitna usavršavanja moguća su samo radikalnom promenom konstrukcije.

Vršalica je mašina za izdvajanje zrna žita iz klasiča ili metlica. Jednostavna vršalica ima samo bubanj i podbubanj (sl. 99). Zrno se izdvaja udarcima letava ili zubaca bubnja i protjerivanjem u zazor između bubnja i podbubnja. Složena vršalica ima i uređaje za naknadno izdvajanje zrna na slamo-tresu od dugačke slame, na grubim rešetima od kratke slame, na rešetima za čišćenje od pleva, te ventilator, cilindar za sortiranje zrna i uredaj za punjenje vreća.

Do sredine šezdesetih godina u Jugoslaviji su se upotrebljavale stacionarne vršalice; sada su ih potpuno istisnuli žitni kombajni. Savremena vršalica je deo mobilnog žitnog kombajna.

Između više mogućih postupaka vršidbe već skoro 200 godina dominira kombinacija bubanj i podbubanj (sl. 99). Prednost je te kombinacije njena jednostavnost, velik učinak te izdvajanje 80 do 90% zrna iz žitne mase. Pokošena žitna masa dovodi se u zazor između bubnja i podbubnja. Bubanj čine letve (ili zupci) raspoređene po izvodnicama cilindra, a podbubanj četvrtaste letve (ili zupci) postavljene paralelno s osom bubnja i nekoliko redova paralelnih žica koje su na određenim rastojanjima udene u otvore letava podbubnja. Podbubanj obuhvata deo bubnja. Zazor između bubnja i podbubnja sužava se ka izlazu, gde iznosi nekoliko milimetara. Letve na bubnju su naizmenično narezane u jednom i drugom pravcu ili svaka letva do polovine u jednom a od polovine u drugom

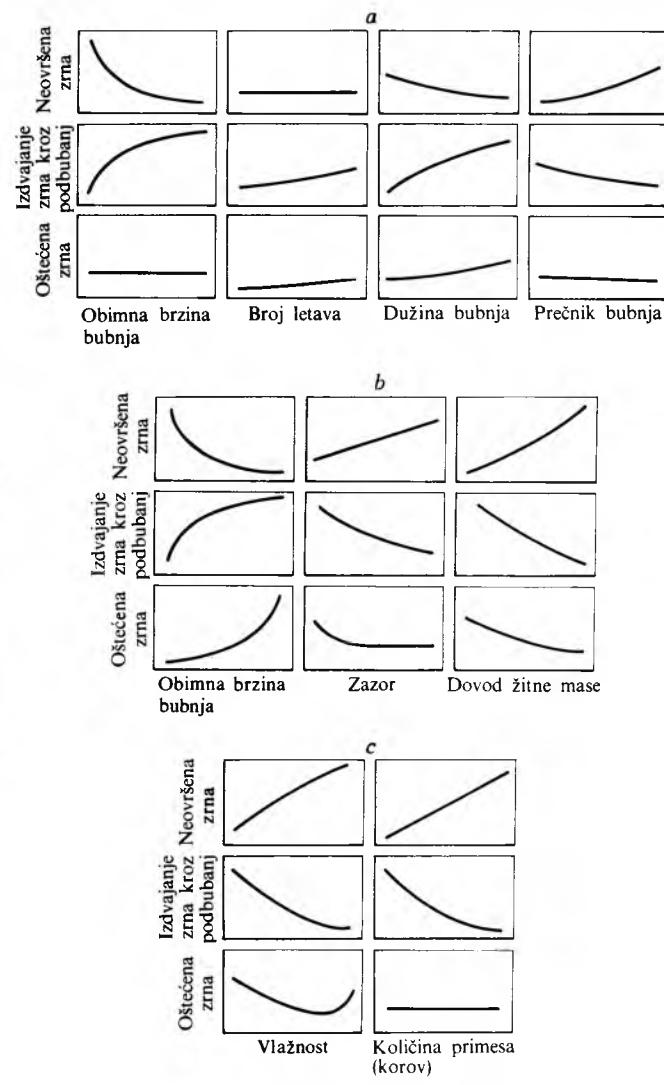


Sl. 99. Buban i podbuban vršalice: a sa letvama, b sa zupcima; 1 bubanj, 2 letva bubnja, 3 podbubanj, 4 letva podbubnja, 5 žice podbubnja, 6 proširenje podbubnja, 7 zazor između bubnja i podbubnja, 8 zubac bubnja, 9 zubac podbubnja, 10 nastavak podbubnja

pravcu da bi površina letava bila veća i da bi se sprečilo usmeravanje žitne mase samo na jednu stranu. Letva udara žitnu masu na ulazu u zazor između bubnja i podbubnja, a i posle, te je potiskuje u zazor i pomera kroz njega promenljivom brzinom. Letve podbubnja koče pomicanje žitne mase koju udaraju, pritiskuju i potiskuju letve bubnja. To uzrokuje međusobno trenje slamki, klasja i zrnja, te trenje žitne mase po letvama bubnja i podbubnja, te kidanje veza i izdvajanje zrna. Zbog suviše malog zazora između bubnja i podbubnja i ekstremno niskog broja obrta bubnja nastaje zbijeni sloj žitne mase, pa se zrna teško izdvajaju kroz podbubanj. Zrna se lome kada zbog suviše tankog, rastresitog sloja žitne mase naleće suviše velikom brzinom na letve. Gušći, zbijeni sloj, naime, štiti zrna od oštećenja.

Udarci letava po žitnoj masi, trenje žitne mase međusobno i između bubnja i podbubnja uz istovremeno kidanje veza zrna, klasa i slame, prisilne i samopobudne oscilacije žitne mase u zazoru između bubnja i podbubnja čine vršidbu veoma komplikovanom za analitičko opisivanje. Efikasnost je vršidbe to veća što je više ovršenih zrna izbačeno iz prostora za vršaj, što je manje oštećenih zrna i što je veći ostvareni učinak.

Kvalitet i učinak vršidbe zavise od svojstava materijala koji se vrši, tehničkih uslova vršidbe i režima dovoda materijala. Svojstva materijala zavise od njegove vrste i starosti (sklonost zrna ispadanju, čvrstoća slame ili stablike), vlažnosti materijala, količine primesa korova i odnosa zrno-slama. Među tehničke uslove vršidbe mogu se ubrojiti: vrsta bubnja (mnogougaonik, okrugao, otvoren, zatvoren), obimna brzina letava bubnja, broj letava bubnja i njihov oblik, ugao obuhvata



Sl. 100. Efekti vršidbe u zavisnosti od konstrukcije (a), režima rada (b) i svojstava žita (c)

POLJOPRIVREDNE MAŠINE

podbubnja, veličina zazora između bubnja i podbubnja na ulazu i izlazu, oblik i raspored letava na podbubnju. Režim dovoda materijala ispod bubnja zavisi od debljine dovedenog sloja koja kod zadanog zazora zavisi od brzine dovoda mase, položaja dovedenih slamki s obzirom na osu bubnja i mesta dodira dovedenog sloja materijala sa letvom bubnja.

Uticaji se pojedinih parametara određuju eksperimentima. Efekat vršidbe iskazan gubitkom vršidbe (količina neovršenih zrna), izdvajanjem zrna kroz podbubanj i udelom oštećenih zrna, u zavisnosti od pojedinih parametara konstrukcije, režima rada i svojstava materijala, prikazan je na sl. 100.

Optimalna brzina letava bubnja određuje se na osnovu tolerantne količine neovršenog i polomljenog zrna. Preporučuje se da obimna brzina bubnja sa letvama bude 28...32 m/s za vršidbu pšenice, ovsu, ječma i raži, a bubnja sa zupcima 10,5...11,5 m/s i bubnja s letvama ~14,5 m/s za vršidbu pasulja, graška, soje i suncokreta. Za vršaj kukuruza obimna brzina bubnja s letvama treba da bude 14...15,7 m/s.

Protresanjem na slamtresu i bacanjem slame izdvajaju se iz žitne mase preostala zrna koja nisu izdvojena između bubnja i podbubnja. Slamtres ima više sekacija i više kaskada te pogon dvama kolenastim vratilima.

Žitni kombajn služi istovremeno za kosidbu i vršidbu, pa često zrno ubacuje u rasutom stanju u vozilo ili u džakove, a slamu i plevu ostavlja na polju rasutu ili u obliku bala. To je

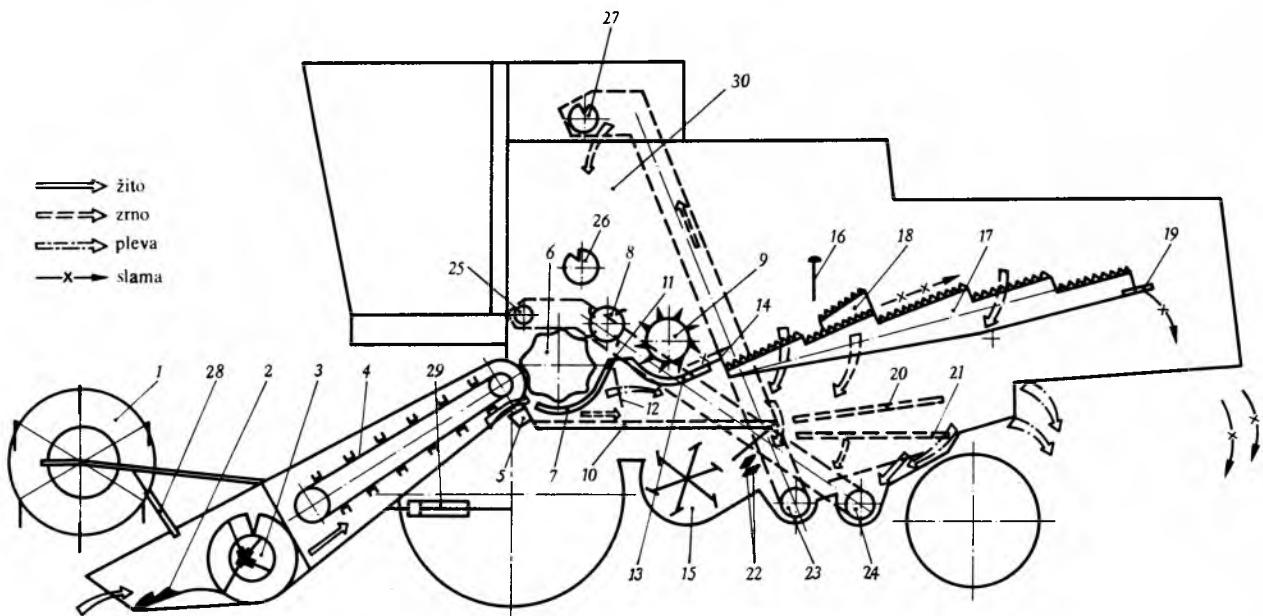
traktorom vučena ili samohodna mašina, a sastoji se od osnovne mašine (šasija sa motorom, vršalica, bunker za zrno i uređaji za prenos snage, vožnju i upravljanje) i hedera ili uređaja za žetu. Kombajniraju se različite kulture priključkom na osnovnu mašinu odgovarajućeg hedera. U tabl. 12 prikazan je primer podešavanja žitnog kombajna za kombajniranje različitih kultura.

Motovilo žitnog kombajna (sl. 101) zahvata stablike žita, nagnje ih ka kosi i polaže na hederski sto. Pužni transporter hederskog stola dovlači pokošeno žito do transporterata sa letvama koji ga svojim donjim delom preko kanala za izdvajanje kamenja dovodi do vršalice. Hidrauličnim cilindrima podešava se položaj motovila i hedera. U zazoru između bubnja i podbubnja iz žitne se mase izdvaja 85...90% zrna koje sa plevom i sitnom slamom prolazi kroz podbubanj na sabirnu ravan. Omlaćena dugačka slama sa ~10% zrna odbacuje se prema odbojnou biteru koji je usmerava na slamtresa. U nekim novijim konstrukcijama pre slamtresa žitna masa prolazi kroz zazor između biter-separatora i njegova podbubnja gde se još jednom protrljavanjem izdvaja zrno. Žavesa umiruje odbačenu masu na početku slamtresa i omogućuje istresanje zrna iz slame do početka kaskada slamtresa. Slama se izbacuje na kraju slamtresa, a zrna i pleva izdvojena na slamtresu propadaju preko gornjeg i donjeg rešeta. Prolazeći kroz vazdušnu struju koju proizvodi ventilator čista zrna dospevaju

Tablica 12
PODEŠAVANJE ŽITNOG KOMBAJNA »DURO ĐAKOVIĆ« M1620* ZA RAZLIČITE KULTURE

Kultura	Obrti bubnja min ⁻¹	Zazor podbubnja		Otvori gornjeg rešeta mm	Otvori donjeg rešeta φ mm	Zasun ventilatora
		napred mm	nazad mm			
Ječam ozimi	1000	10	3	8...12	11...13	poluotvoren
Ječam jari	900...1000	18	8	8...12	11...13	poluotvoren
Raž	900...1000	20	10	6...8	11...13	poluotvoren
Pšenica	800...1200	20	10	6...8	9...13	poluotvoren
Zob	900	20	10	6...8	11...13	poluotvoren
Grašak	750	20	15	15	18	otvoren
Grah	750	20	15	15	18	otvoren
Repica	600	30	20	4...6	4	poluotvoren
Trave	900	15	8	4...6	4	zatvoren
Kukuruz (posebna oprema)	450	30	20	nosasto 36	18	otvoren

* Prečnik bubnja 600 mm, bubanj sa 8 letava, podbubanj sa 14 letava.



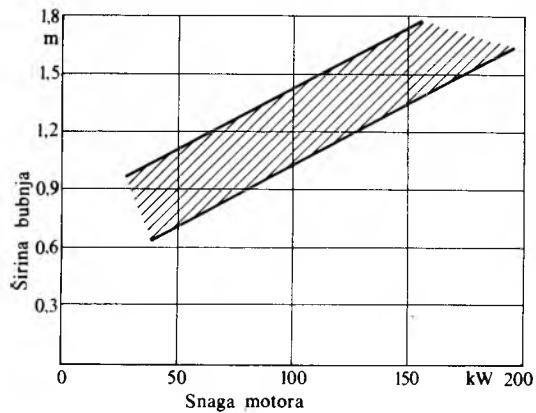
Sl. 101. Shema žitnog kombajna. 1 motovilo, 2 kosa, 3 pužni transporter, 4 transporter sa letvama, 5 sakupljač kamenja, 6 bubanj, 7 podbubanj, 8 biter, 9 biter-separator, 10 sabirna ravan, 11 nastavak podbubnja, 12 zavesa, 13 podbubanj separatora, 14 nastavak podbubnja separatora, 15 ventilator, 16 zavesa, 17 slamtros, 18 srednji dotresac, 19 nastavak slamtresa, 20 gornje rešeto, 21 donje rešeto, 22 usmerivač vazdušne struje, 23 donji puž za zrno, 24 donji puž za neovršenu masu, 25 gornji puž za povratnu masu, 26 puž za istovar, 27 puž za dovod zrna u bunker, 28 hidrocilindar, 29 hidrocilindar hedera, 30 bunker za zrno

zajedno sa zrnima sa sabirne ravni do transporterâ zrna koji ih odnose u bunker za zrno. Neovršene klasove struju vazduha odbacuje dalje do pužnog transporterâ, a plevu iz kombajna. Neovršeni se klasovi pužnim transporterom vraćaju ispred bubnja radi ponovne vršidbe. Zrna se iz bubnja prebacuju pužnim transporterom u vozilo.

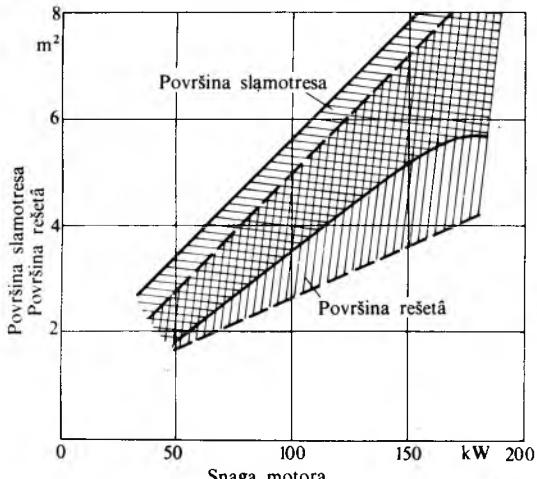
Režim rada žitnog kombajna, uz zadanu snagu motora, predstavlja kompromis zahteva za što većim učinkom i što manjim gubicima. Tolerantni gubici u kombajniranju pšenice iznose: gubici hedera do 1,5%, gubici vršidbenog aparata do 0,10%, gubici separacionih organa do 0,70%, odnosno ukupno do 2,30% od priroda. Uz vrlo dobro podešavanje ukupni gubici savremenih kombajna mogu se smanjiti na 0,5–1,5%.

Snaga motora kombajna povećavana je od 1955. do 1980. godine za skoro 5% godišnje, pa je maksimalna instalirana snaga koja je 1955. godine iznosila 75 kW dostigla 180 kW 1983. godine. To povećanje snage bilo je moguće postići uvođenjem turbokompresora na dizel-motorima, što je omogućilo da se prekomerno ne povećaju dimenzije i masa kombajna. Širina bubnja, koja se može smatrati približnim pokazateljem njegove prospusne moći, proporcionalna je snazi motora (sl. 102), a obično iznosi 1–1,6 m. Površina slamotresa i površina rešeta (sl. 103), uzimajući u obzir tolerantne gubitke, određuju brzinu kretanja žitne mase. Njihova je širina uglavnom jednaka širini bubnja. Dužina slamotresa treba da bude što veća radi boljeg izdvajanja zrna, a što kraća radi kompaktnosti mašine, njene mase i cene. Da bi se povećala efikasnost slamotresa, iznad njega se obično postavljaju protresivači. Gubici na rešetima uz dobro podešavanje gotovo su konstantni. Izrazito su velika rešeta potrebna kad se na poljima nalazi mnogo korova.

Kad je napunjeno bunker, masa se kombajna (sl. 104) povećava i za 50%, što zahteva odgovarajuće dimenzionisanje šasije, osovina i pneumatika.



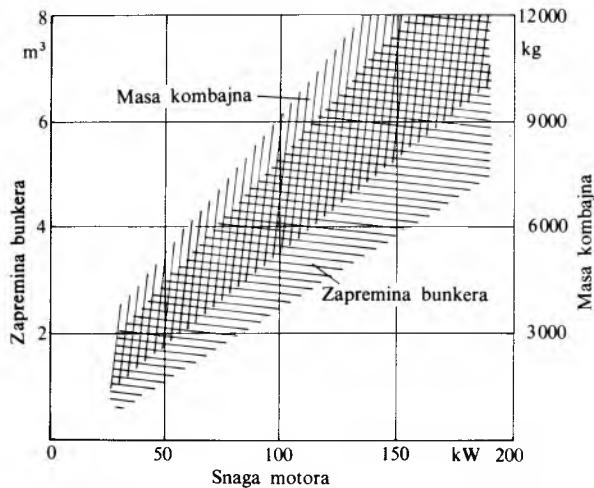
Sl. 102. Snaga motora i širina bubnja savremenih žitnih kombajna



Sl. 103. Snaga motora, površina slamotresa i rešeta kombajna

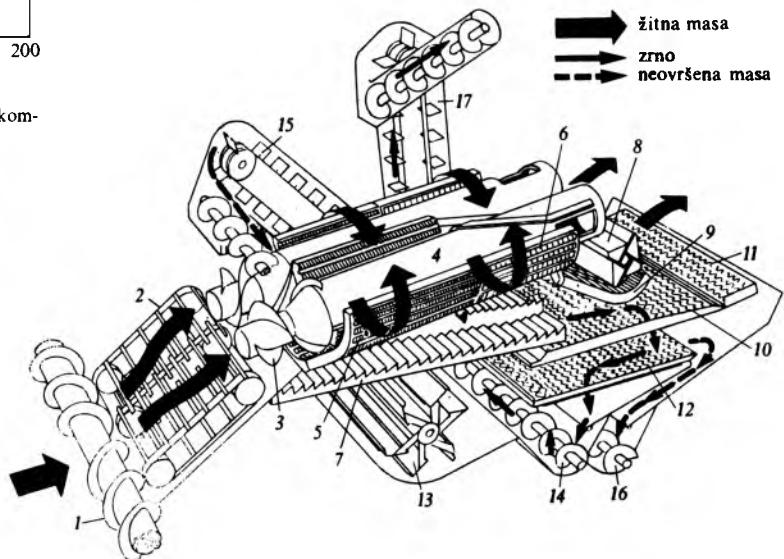
Razvojem žitnih kombajna povećan je učinak od 2–3 kg/s žitne mase na 12–15 kg/s. Savremeni žitni kombajni velikog učinka imaju za svaki 1 kg/s učinka žitne mase instaliranu snagu motora ~17 kW, površinu slamotresa od 0,9–1,1 m², zapreminu bunkera od 0,5–0,6 m³ i 1300–1400 kg ugrađenog materijala. Veliki kombajni mogu požeti površinu od 2–2,5 ha u toku jednog sata.

Kombajn može imati i dodatne uređaje za razbacivanje, sekanje ili presovanje slame, za sortiranje zrna i za punjenje vreća, te bunker za plevu.



Sl. 104. Snaga motora, zapremina bunkera i masa kombajna

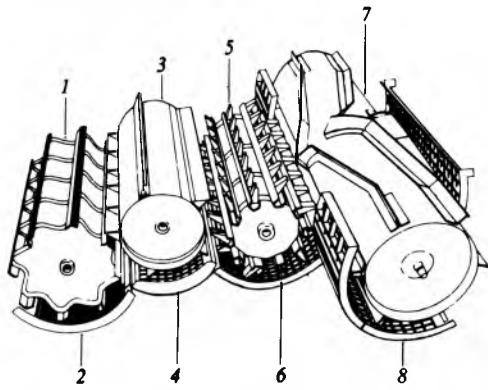
Kombajnom rukuje samo jedan radnik pa upravljanje vožnjom i nadzor nad radom svih radnih organa i uređaja mora da bude jednostavan. To se postiže hidrauličnim i električnim upravljanjem, hidrostatičkim prenosom snage te automatskim regulisanjem i upravljanjem. Hidraulički se sistem primenjuje za promenu brzine vožnje, pokretanje upravljačkih točkova, dizanje hedera, podešavanje položaja i broja obrta motovila, promenu broja obrta bubnja i obrtanje pogonskih točkova. Automatski se reguliše brzina kretanja kombajna prema količini žitne mase koja dolazi u vršalicu, pravac kretanja kombajna i signališe neispravan rad pojedinih uređaja. Znatno su poboljšani uslovi na radnom mestu kombajnera ugradnjom veoma komforne i klimatizirane kabine, udobnog sedišta sa dobrom rasporedom i oblikom ručnih i nožnih komandi.



Sl. 105. Žitni kombajn sa dva aksijalna cilindra. 1 pužni transporter, 2 lančasti transporter, 3 puž na cilindru, 4 aksijalni cilindar, 5 prvo sito ispod cilindra, 6 drugo sito ispod cilindra, 7 sabirna ravan, 8 biter, 9 korpa bitera, 10 gornje rešeto, 11 produžetak gornjeg rešeta, 12 donje rešeto, 13 ventilator, 14 pužni transporter neovršene mase, 15 elevator neovršene mase, 16 pužni transporter ovršenog zrna, 17 elevator ovršenog zrna

POLJOPRIVREDNE MAŠINE

Nastojanja da se poveća učinak kombajna svode se na povećanje dimenzija i efikasnosti rada slamtresa i bubenja. Bubanj nije usko grlo kombajna, nego slamtres, ali od kvaliteta rada bubenja zavisi učinak i kvalitet rada slamtresa. Da bi se povećao učinak i kvalitet rada kombajna a bez povećanja njegovih dimenzija (pre svega dimenzija slamtresa), konstruisani su 1975. kombajni sa jednim i sa dva aksijalna cilindra (sl. 105), te kombajni sa više bubenjeva umesto slamtresa (sl. 106). U takvim kombajnima žitna masa nekoliko puta prolazi između cilindra i omotača, pa je vršidba duža i efikasnija nego kad se upotrebljava kombajn sa bubenjem i podbubnjem. Kombajni sa jednim ili sa dva aksijalna cilindra na nagnutom zemljisu rade jednakom kvalitetno kao i na ravnom. Taj je sistem vršidbe pogodan za žetvu kukuruza. Mana je takvog sistema što je potrebna veća snaga za pogon i što se slama usitni toliko da nije pogodna za upotrebu u stočarstvu.



Sl. 106. Žitni kombajn sa više bubenjeva umesto slamtresa.
1 bubanj, 2 podbubanj, 3 odbojni biter, 4 odbojno sito,
5 rotor prvog odeljivača, 6 prva korpa za odvajanje, 7 rotor
drugog odeljivača, 8 druga korpa za odvajanje

Postoje izvedbe žitnih kombajna kojima se osnovni deo pomeranjem točkova pomoću hidrauličnih cilindara održava u horizontalnom položaju a heder prati nagib, pa su pogodni za rad na nagnutim terenima sa najviše 25% bočnog i 16% uzdužnog nagiba. Takvi specijalni kombajni za nagnute terene mnogo su skuplji i u nas se zasad ne upotrebljavaju.

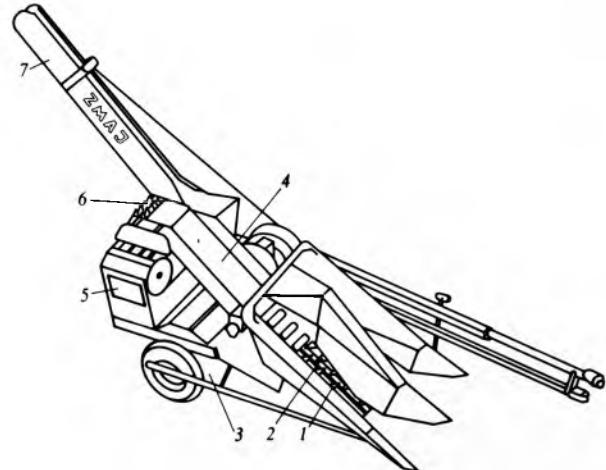
U Zapadnoj Evropi proizvodi se ~80 tipova, a 1983. god. proizvedeno je ~20 000 žitnih kombajna. Tom proizvodnjom iskorišćeno je ~2/3 proizvodnih kapaciteta. Fabrika Zmaj u Zemunu proizvodi godišnje ~2 300 žitnih kombajna. Osnovni tehnički podaci nekih savremenih kombajna navedeni su u tabl. 13.

Mašine za berbu kukuruza. Postoji niz mašina za berbu kukuruza koje se razlikuju prema broju i vrsti operacija tokom berbe. Tako postoje berači, berači komušači, berači krunjači, žitni kombajni adaptirani za žetvu kukuruza i specijalni kombajni za kukuruz.

Berači otkidaju klipove, delimično ih komušaju i transportuju u prikolicu ili koš.

Berači komušači (sl. 107), koji se proizvode od kraja pedesetih godina našeg veka, otkidaju klipove, komušaju ih na posebnoj komušaljki i transportuju ih u prikolicu ili koš. Privodni lanci podižu i pridržavaju stabljike, berački ih valci provlače

između sebe i otkidaju klipove, rotor sečke zahvata i sitni stabljike, elevator neokomušanih klipova prenosi otkinute klipove na komušaljku gde parovi udaračkih valjaka odstranjuju lišće i delove stabljike. Okomušane klipove prenosi elevator u prikolicu.



Sl. 107. Berač komušač kukuruza. 1 privodni lanci, 2 berački valci,
3 rotor sečke, 4 elevator neokomušanih klipova, 5 komušaljke, 6 uda-
rački valci, 7 elevator okomušanih klipova

Berači krunjači otkidaju klipove, krune ih na posebnom uređaju, pa zrno ubacuju u prikolicu.

Žitni kombajni adaptirani za žetvu kukuruza hederom za kukuruz (upotrebljavaju se od 1954) otkidaju klipove i dovode ih do aparata za vršaj, adaptiranog za kukuruz (tabl. 12), gde se krune, a potom se u delu za separaciju razdvajaju zrna od priesma i transportuju u bunker.

Specijalni kombajni za kukuruz otkidaju klipove, pa vršaj i separaciju obavljaju u složenoj vršalici uz vrlo mala oštećenja zrna i pri visokom sadržaju vlage. Jednostavnije su konstrukcije od žitnih kombajna jer su namenjeni samo za jednu kulturu. Ne proizvode se i ne upotrebljavaju u Jugoslaviji.

Sve pomenute mašine mogu biti opremljene rotacionom sitnilicom sečkom za preostale stabljike. Za pogon sečke potrebno je dosta snage pa se tada mora smanjiti brzina vožnje. Zbog toga se takve sečke ne primenjuju često. Najviše se upotrebljavaju adaptirani žitni kombajni i berači komušači. Hederi za berbu kukuruza obično beru 4 ili 6 redova, a postoje hederi za berbu 8 i 12 redova.

Heder za kukuruz sastoji se od limovima obloženih elemenata za transport i otkidanje klipova (sl. 108). Lanci privode stabljiku do valjaka koji je zahvataju i provlače naniže, pa se klipovi otkidaju na daski, a zatim ih prsti na lancu dovlače do poprečnog puža koji ih gura do transporter-a i dalje do aparata za vršaj. Poleg stabljike podižu se šiljkom. Stabljička će biti zahvaćena i provučena između valjaka ako je ugao trenja između valjaka i stabljike veći od ugla zahvata valjka i stabljike (sl. 109). Za poboljšanje efekta rada otkidački valci imaju rebra. Za žetvu kukuruza na žitnom se kombajnu mora izvršiti sledeće: smanjiti broj obrta bubenja, zatvoriti omotač bubenja, izmeniti podbubanj, promeniti zazor između bubenja i pod-

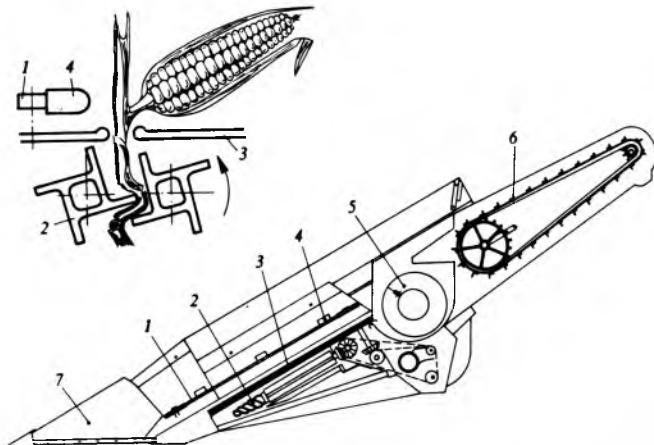
Tablica 13
OSNOVNI PODACI SAVREMENIH ŽITNIH KOMBAJNA

	Claas DO 114CS	John Deere		Deutz Fahr 1630H	Laverda		Zmaj		»Duro Đaković« M1620		
		1032	1055		3 300	3 900	133	170			
Radni zahvat	m	5,1	2,65	3,05-4,85	3,6-5,6	2,6	4,8-6,0	3-3,6	5,4	5,5-6,1	5,6
Širina bubenja	m	1,32	1,04	1,04	1,52	0,87	1,6	0,8	1,25	1,51	1,52
Površina slamtresa	m ²	—*	3,06	3,8**	7,1	3,07	7,25	2,46	4,07	4,88	7,1
Površina rešeta	m ²	4,7	2,52	3,07	4,64	2,17	5,51	1,5	3,75	4,26	4,3
Zapremina bunkera	m ³	7,0	2,1	3,5	6,3	2,3	7,0	1,8	5	5,5	5
Snaga motora	kW	151	48	77	154	57	165	55	105-115	132-141	157
Širina pri transportu	m	3,0	3,0	2,64	2,99	2,44	3,5	3	3,57	3,8	2,99

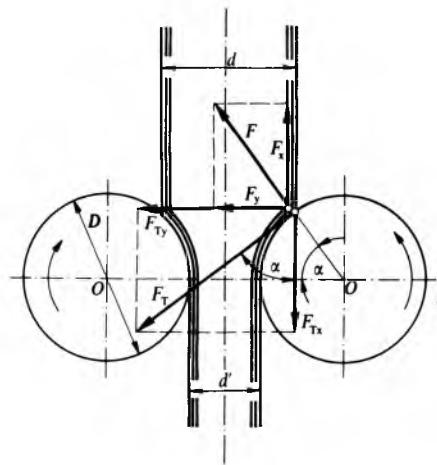
* Niz cilindara. ** Poprečni rastresać.

bubnja, zatvoriti gornje rešeto, podesiti donje rešeto i struju vazduha od ventilatora.

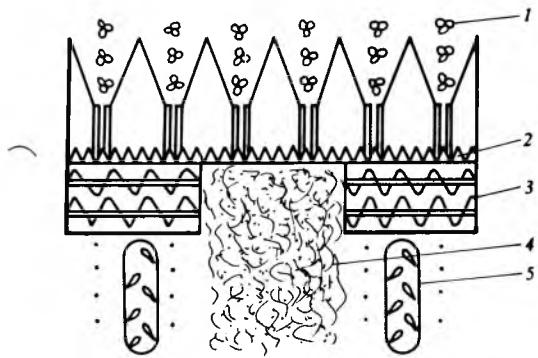
Sadržaj vlage u zrnu kukuruza u vreme žetve najčešće iznosi 20...40%, a nekad i do 70%, pa vlaga najviše utiče na učinak i kvalitet rada bubnja krunjača.



Sl. 108. Heder za kukuruz. 1 privodni lanac, 2 valjci, 3 daske za otkidanje, 4 prsti na lancu, 5 poprečni puž, 6 transporter, 7 šiljak za podizanje polegih stabljika



Sl. 109. Sile pri provlačenju stabljike između valjaka. D prečnik valjaka, d prečnik stabljike prije provlačenja, d' prečnik stabljike nakon provlačenja



Sl. 110. Uredaj za košnju kukuruzovine i odlaganje u zboj među točkove žitnog kombajna. 1 stabljike, 2 kosa, 3 pužni transporter, 4 zboj kukuruzovine, 5 točkovi kombajna

Nedostatak je uobičajenog postupka žetve kukuruza što kukuruzovina posle prolaska kombajna ostaje izlomljena i što nije odsećena od korena. Osim toga, barem je dva reda kukuruzovine izgađeno pneumaticim kombajnima, pa se malo deo kukuruzovine iz ta dva reda može iskoristiti. Da bi se otklonio taj nedostatak, upotrebljava se uređaj koji se postavlja kao dodatak ispod hedera za kukuruz (sl. 110). Na prednjem delu uređaja nalazi se kosa koja odseca stabljike kukuruza sa kojih je pre-

nekoliko trenutaka ubran klip. Tu masu prihvataju s obe strane po dva pužna transporteru koji se okreću jedan nasuprot drugome te usmeravaju i odlazu odsečenu i izlomljenu kukuruzovinu u zboj između točkova kombajna, pa ih točkovi ne gaze. Na tako formiran zboj pada masa iz slamotresa (oklasak, komušina i izgubljena zrna), pa se sve to u sledećem prohodu podiže krmnim kombajnom ili presom.

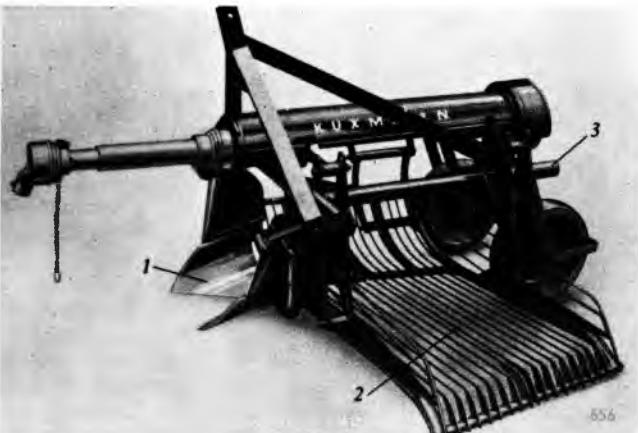
M. Tešić

MAŠINE ZA UBIRANJE POVRTARSKIH KULTURA

Među mašine za ubiranje povrtarskih kultura mogu se ubrojiti: vadilice i kombajni za krompir, mašine za vađenje korenastog i lukovičastog povrća, kombajni za grašak, boraniju, paradajz, spanać, krastavce, kupus, kelj, salatu i papriku.

Vadilice krompira potkopavaju bankove sa redovima stabljika, odvajaju rastresanjem zahvaćenu zemlju i cimu od krtola (~ 100 kg zemlje na 1...2 kg krompira) koje odbacuju ili odlazu bočno ili pozadi.

Primena zaprežnih jednorednih vadilica krompira započela je sredinom prošlog stoljeća. Takva je vadilica zahvatala i podizala traku zemljišta širokim raonikom u obliku izvijene daske. Poprečnim rotorom iznad kose daske sa vilama po periferiji koji je bio pogonjen dvama voznim točkovima izdvajala se krtola i cima, dok se već izvadeni krompir odbacivao na stranu. Takva se vadilica krompira danas malo upotrebljava. Na novijim vadilicama rotor sa vilama zamjenjen je uzdužnim rešetkastim, a ponekad i poprečnim, koritom koje vibriranjem istresa zahvaćenu zemlju, a krtole i cimu odlaže pozadi, odnosno bočno. Na sl. 111 vidi se izmenjiva dvodelna raona daska koja se menja prema radnim uslovima, rešetkasto korito sa sjedinjenim uzdužnim i poprečnim delom, te okvir vadilice sa vibrirajućim prenosom, oslonim točkovima za regulisanje dubine rada, priključnim polugama za priključak na traktor (u transportu se vadilica nosi) i kardanskim vratilom za priključak na vratilo traktora. Poprečni deo rešetkastog korita može se zamjenjivati da bi se promenilo mesto odlaganja krompira.



Sl. 111. Nošena vadilica krompira. 1 dvodelna raona daska, 2 rešetkasto korito, 3 ram vadilice sa vibrirajućim prenosom, oslonim točkovima, uredajem za nošenje u transportu i kardanskim vratilom za priključak na vratilo traktora

Još pre pojave vadilice sa vibrirajućim koritom započela je upotreba, uoči drugog svetskog rata, jednorednih vadilica sa uzdužnom, prema napred ukošenom, lancasto-letvičastom transportnom trakom za istresanje zemlje i odlaganje krtola i cime pozadi na zemlju. Takav tip vadilice, koji istovremeno vadi krompir iz 2...4 reda, danas se najviše upotrebljava, a lancasto-letvičasta traka osnovni je deo složenih kombajna za krompir. Velike četvororedne vadilice odlažu krtole iz dva prohoda u jedan zboj, a naknadnim pličim zahvatom u zemljište sakupljaju i izdvajaju krtole koje pomoću elevatorka tovare u prikolice.

Nekoliko dana pre vađenja krompira višerednim vadilicama obično se cima seče seckalicama.

Kombajni za krompir razdvajaju zahvaćenu zemlju od krtola, pa cimu izbacuju pozadi, a krtole separiraju od ostatka zemlje