

Savetodavac Branislav Ogrizović dipl.inž.

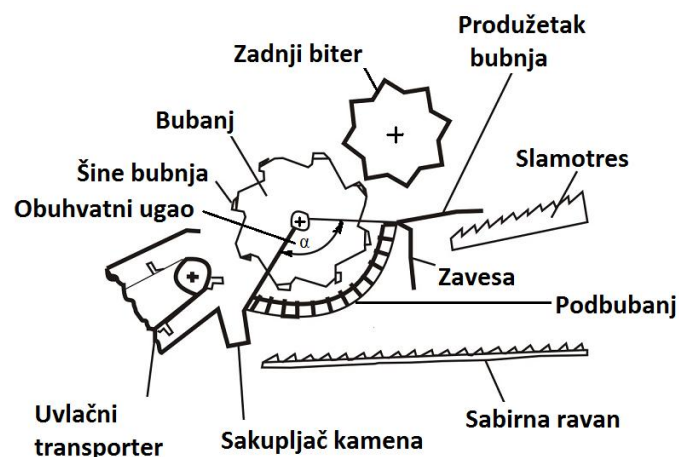
Kombajni – Osnovni pojmovi i način rada

Kombajni su namenjeni za žetvu zrna, pri čemu ono treba da se odvoji od žetvenih ostataka i ostalih primesa. To treba da se obavi u što je moguće kraćem vremenu, a da se pri tome očuva kvalitet, uz najmanje moguće gubitke i oštećenja zrna. Postupak i oprema za ubiranje prilagođeni su vrsti useva, postupku gajenja i klimatskim uslovima.

Postupak ubiranja sastoji se od odsecanja, vršidbe, separacije i čišćenja. Savremene mašine, sprovode sve ove postupke u jednom prohodu, a zovu se kombajni (engleski *combine*, *combine harvesters*, nemački *Mähdrescher*). Od pojave prvih kombajna, sedamdesetih godina devetnaestog veka u SAD i četrdesetih godina dvadesetog veka u Evropi, do danas, taj naziv se raširio i na druge žetvene mašine, ne samo za univerzalne kombajne za zrno, već i na samohodne kombajne koji objedinjavaju više operacija. U ovom materijalu reč je samo o univerzalnim kombajnama za sitnozrne biljne vrste.

Vršidbeni aparati

U vršidbenom aparatu zrno se odvaja od klasja, oklaska, mahune, te prolazi kroz sloj materijala i podbubnja, i odlazi do uređaja za čišćenje. Zrno može da bude neovršeno, izvršeno i izdvojeno. Cilj je da udeo izdvojenog zrna, izvršenog zrna koje je prošlo kroz podbubanj, bude što veći, a da oštećenja budu što manja. Kao što je navedeno, razlikuju se dva osnovna tipa vršidbenog aparata, tangencijalni i aksijalni. Osnovni delovi **tangencijalnog vršidbenog aparata** su bubanj i podbubanj. Ubrana masa kreće se po obimu bubnja u pravcu rotacije, tangira ga, te od toga potiče naziv. Na sl. 1 prikazana je najčešća konfiguracija tangencijalnog vršajnog aparata. Na nekim rešenjima postavlja se ulazni usmerivački valjak, prednji biter, pa i dodatni bubanj i podbubanj. Prečnik i širina bubnja zavise od učinka komanja, a kreću se u dijapazonu 450 do 800 mm, odnosno 850 do 2.800 mm. Postoji više vrsta bubnjeva, u zavisnosti od biljne vrste, a najčešći je onaj sa šest do deset letava sa rebrima. Za branje kukuruza se bubanj „blindira“, odnosno, popunjava razmak među letvama limenim zatvaračima. Na novijim rešenjima uvek se koristi „blindirani“ bubanj.

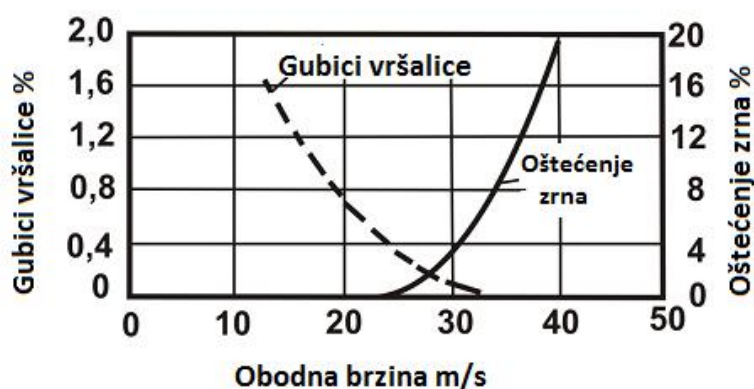


Sl. 1 Elementi tangencijalnog vršidbenog aparata

Podbubanj je izveden od letava od pljosnatog čelika, a formira sito. Poprečne letve su isturene u odnosu na segmentne nosače, da bi se ostvarilo protrljavanje biljne mase i izvršaj zrna. Obuhvatni ugao podbubnja je tako odabran da ne dolazi to namotavanja biljne mase po obimu bubnja, a iznosi 104 do 120 °.

Obodna brzina bubnja, odnosno broj obrtaja, podešava se zamenom lančanika ili varijatorom. Obično je u dijapazonu 400 do 1.300 °/min, a bira se u zavisnosti od biljne vrste koja se ubire i stanja useva. Takođe, u zavisnosti od biljne vrste, a na osnovu uputstva proizvođača, podešava se prednji i zadnji zazor između podbubnja i bubnja (zazor na ulazu i na izlazu).

Poželjno je da se pri prolasku kroz vršidbeni aparat svo zrno ovrši i propadne kroz podbubanj. Porastom obodne brzine bubnja to se podstiče, smanjuju se gubici vršalice, ali, istovremeno se povećava i oštećenje zrna, sl. 2.

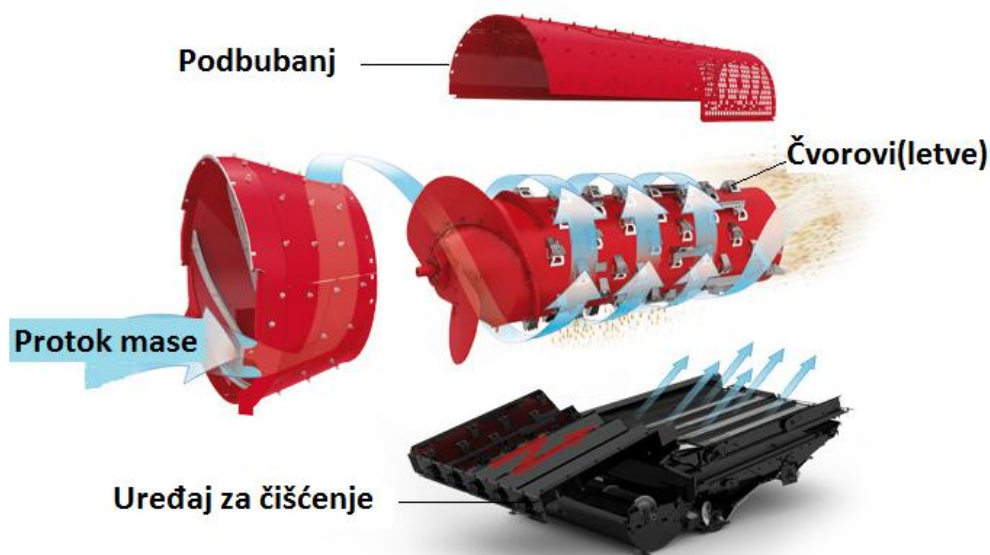


Sl. 2 Uticaj obodne brzine bubnja na gubitke i oštećenje zrna

Izlazni biter umanjuje opasnost od namotavanja biljne mase na bubanj, smanjuje joj brzinu i usmerava ka separatoru.

Aksijalni vršidbeni aparat ima jedan, što je češće, ili dva, podužno postavljena rotora, bubnja. U novije vreme, proizvode se i aksijalni vršidbeni aparati kod kojih rotira i podbubanj u suprotnom smeru od bubnja, ali sa manjim brojem obrtaja, kako bi se kvalitetnije obavila vršidba. Biljna masa se kreće između prednjeg dela rotora, bubnja, i podbubnja po zavojnici, duž ose, pa od toga i potiče naziv – aksijalni. Prečnik bubnja, za izvedbu sa jednim rotorom je, u zavisnosti od kapaciteta kombajna, 530 do 800 mm, a dužina celog rotora (što uključuje i deo za separaciju) 2.200 do 4.200 mm. Broj obrtaja rotora, bubnja, može da se podešava, a dijapazon je 200 do 1.600 /min.

Ulogu koju na tangencijalnim vršidbenim aparatima imaju letve, pomeranje i protrljavanje biljne mase, na aksijalnom bubnju imaju spiralno postavljeni čvorovi – profilisana ispupčenja. Bubanj je oklopljen sa dva podbubnja, od kojih svaki zatvara po pola obima, sl. 3.



Sl. 3 Aksijalni vršidbeni aparat sa jednim rotorom – bubnjem

Sa čeonu stranu rotora nalazi se deo za uvlačenje i raspoređivanje biljne mase po obimu bubnja. Usled toga što je put biljne mase kroz ovakav vršidbeni aparat duži, udeo zrna koje se izvrši i izdvoji kroz podbubanj je u njemu veći, a, uz pravilno podešavanje, oštećenja zrna su manja. Za rad sa aksijalnim vršidbenim aparatom potrebna je veća snaga.

Osim prikazane izvedbe aksijalnog vršidbenog aparata, sreću se i drugačije. Na primer, aksijalni aparat sa tangencijalnim dovođenjem biljne mase.

Za oba tipa vršidbenog aparata, za ostvarenje kvalitetnog rada, značajno je da dotok žetvene mase bude što ujednačeniji.

Separatori

Pri uobičajenim uslovima rada 80 do 90 % ovršenog zrna izdvaja se kroz rešetku podbubnja, dok je preostalo „zarobljeno“ u biljnoj masi. Zadatak separatora je da iz biljne mase izdvoji ovršeno, pa i neovršeno zrno, te da se tako smanje gubici. Na kombajnim se, uglavnom, primenjuju dva tipa uređaja, slamotres i rotacioni separator.

Slamotresi su izvedeni kao uređaji koji biljnu masu protresaju u tri do šest oscilatornih sekcija, te tako izdvajaju ovršeno i neovršeno zrno. Sekcije su kutijaste, sa sitima posebne izvedbe i sa dve do šest kaskada, koje su tako formirane da podstiču rastresanje i odskakanje biljne mase, te izdvajanje zrna. Sekcije su postavljene na kolenasta vratila, koja pri rotaciji, 190 do 220 °/min, ostvaruju njihovo oscilovanje. Ovršeno i neovršeno zrno propada kroz otvore sita, dospeva na dno sekcije i odvodi se do sabirne ravni uređaja za čišćenje, ili do usmerne ravni postavljene ispod slamotresa, te se njome dovodi do uređaja za čišćenje.

Na većini savremenih rešenja kombajna iznad sekcija slamotresa postavljeni su rotirajući ili oscilujuć radni organi, koji dodatno rastresaju biljni materijal, te time ubrzavaju odvajanje zrna.

Učinak slamotresa zavisi od površine, dužine i širine, a predstavljaju usko grlo za povećanje učinka kombajna.

Rotacioni separatori su po izvedbi slični aksijalnim vršajnim aparatima. Rotori, obično prečnika 450 do 500 mm, na sebi nose izdanke – klinove, koji biljnu

masu pokreću i protrljavaju. Sa gornje strane su obično pokriveni poklopcem na kojem su, sa unutrašnje strane, letve za usmeravanje. Sa donje strane je rešetkasti omotač, kroz čije otvore propada zrno i usitnjeni MDZ (materijal drugačiji od zrna – u literaturi MOG – Material Other than Grain).

Rotacioni separatori koriste se na tangencijalnim kombajnama najvećeg učinka, a na aksijalnim kombajnim su nastavak vršidbenog aparata, na istom rotoru. Zbog drugačijeg načina sprovođenja separacije MDZ se intenzivnije usitnjava, što za posledicu ima teže ubiranje usitnjene slame (povećane gubitke pikap uređaja i prese) i povećano opterećenje uređaja za čišćenje.

Na najvećim kombajnama se, po pravilu, primenjuju rotacioni separatori, jer bi gabariti odgovarajućeg slamotresa bili preveliki.

Uređaji za čišćenje

Iz vršidbenog aparata i separatora ne izlazi samo izvršeno i neovršeno zrno, već i delovi MDZ, pleva i ustinjena slama, seme korova, insekti, prašina i druge primese. Zadatak uređaja za čišćenje, sl. 4, je da izdvoji tri grupe: ovršeno zrno – koje se dovodi do bunkera, neovršeno zrno – koje se vraća u vršidbeni aparat i ostali MDZ – koji se izbacuje iz kombanja. Ovaj uređaj je takođe separator, na kojem se izdvajanje nepoželjnih delova ostvaruje u vazdušnoj struji i na sitima.

Na oscilujućoj sabirnoj ravni materijal se razdvaja u slojeve, zrno dole, ostalo iznad njega, te ostvaruje ujednačeno dovođenje u zonu odvajanja u struji vazduha. Razdvajanje po veličini se obavlja najpre na gornjem situ, uglavnom sitni delovi i pleva, koje je najčešće lamelasto, sa mogućnošću podešavanja veličine otvora prema biljnoj vrsti. Donje, zamenljivo sito, ima okrugle ili ovalne otvore i bira se prema karakteristikama useva. Na nekim rešenjima primenjuju se i suprotnosmerno oscilovanje sita, čime se, uz podršku vazdušne struje, smanjuje opasnost od zagušenja donjeg sita.

Bitan je intenzitet vazdušne struje, da u zrnu ne bi bilo primese. Sa druge strane, usled prejake vazdušne struje može da dođe do odnošenja neovršenog i ovršenog zrna, što predstavlja gubitak.



Sl. 4. Šema i delovi uređaja za čišćenje

Rad kombajna na poprečnom ili podužnom nagibu utiče na funkcionalnost uređaja za čišćenje. To se, na kombajnama za brdska područja, kompenzuje raznim merama. Savremeni kombajni imaju automatsko poravnavanje naginjanjem celog uređaja za čišćenje po podužnoj osi, a postoje i takva rešenja kod kojih se to poravnavanje ostvaruje podizanjem jedne i spuštanjem druge strane kombajna.

Pogon, transmisija i hodni sistem

Kao i kod traktora, **pogonski motor** je u gotovo svim slučajevima dizel, četvorotaktni, a za njega važi isto što i za traktorske motore. Izuzetak je to što kombajn radi u uslovima velikog prisustva prašine. Zbog toga se primenjuju posebna rešenja za prečišćavanje usisnog vazduha, veće su dimenzije filtra, a postavlja se grubi filter sa uređajem za čišćenje.

Transmisija je mehaničko hidraulička, pri čemu je, na savremenim kombajnama, na mnogim mestima primenjen hidrostatski pogon. Zbog toga se obično ugrađuje i hladnjak za ulje. Pogon kretanja je mehanički ili hidrostatski, a po pravilu sa kontinualnom promenom prenosnog odnosa, odnosno promenom brzine kretanja. Na većim kombajnama se koristi hidrostatski pogon vitla i ventilatora uređaja za čišćenje, sa upravljanjem iz kabine. Upravljanje skretanjem, zakretanjem zadnjih točkova, je hidrauličko.

Hodni sistem je sa većim prednjim i manjim zadnjim točkovima. Za prednje točkove koriste se niskopritisni široki pneumatici, čime se doprinosi smanjenju sabijanja zemljišta. U slučaju da se kombajn često kreće po vlažnim podlogama nudi se, kod nekih proizvođača, ugradnja polugusenica, najčešće gumenih. Prednji točkovi su pogonski, zadnji točkovi su upravljački, da bi se olakšao ulazak u zahvat. Kod najsavremenijih kombajna i zadnji točkovi mogu biti pogonski. Važna karakteristika je i radijus okretanja, koji treba da bude što manji, da bi se olakšalo okretanje na uvratinama.

Kabina i kontrolno upravljački uređaji

Za kabinu kombajna važe slični zahtevi kao i za kabinu traktora. U pogledu ostvarenja mikroklimе uslovi su još zahtevniji, jer kombajn pri žetvi strnina i drugih biljnih vrsta, koje dospevaju već krajem juna, radi pri visokim temperaturama. Kombajni, takođe, rade u uslovima prisustva intenzivne prašine. Opremljenost kabina je, po pravilu, bolja za veće kombajne.

Kontrolno upravljački uređaji prikazani na sl.5, treba da omoguće što lakši rad rukovaoca, a da njihov raspored bude takav da omogući preglednost i dostupnost. Najviši nivo opremljenosti obuhvata prikaz svih parametara rada, uz mogućnost podešavanja iz kabine. Tada je na raspolaganju i programski alat koji omogućava automatsko podešavanje svih parametara rada za određenu biljnu vrstu, kao i prikaz gubitaka i oštećenja zrna. Na osnovu praćenja pokazatelja rada pojedini parametri mogu da se menjaju sa ciljem postizanja boljih efekata. Takođe, ovakav napredni kontrolno upravljački sistem, obuhvata i memorisanje svih relevantnih pokazatelja rada. Oni mogu da posluže za analizu rada, te donošenje operativnih i poslovnih odluka.

Na žetvenim mašinama, posebno samohodnim, primenjuju se razni senzori, odnosno IT sistemi, a gotovo svi koji se primenjuju na traktorima. Tako, na primer, za kombajne za strnine zahvata 7 m i više, gotovo da ne može da se radi bez primene satelitskog navođenja. Alternativa je primena laserskih senzora, kojima se utvrđuje

granica između stojećeg useva i strnjišta. Za to se, najčešće, koristi laserski uređaj (laser pilot), ili satelitsko navođenje, GNSS. Savremeni kombajni imaju i uređaje za mapiranje prinosa.



Sl. 8 Kontrolno upravljački uređaji kombajna

Tipični su uređaji za merenje gubitaka. Najčešće se baziraju na sensorima sa piezoelektričnim efektima. Udari zrna o cev ili ploču generišu električne impulse koji se sabiraju, te nakon baždarenja, daju podatak o gubicima. Mere se gubici zrna iza slamotresa, a dodatno i uređaja za čišćenje.

Na kombajnim velikog zahvata ugrađuju se i uređaji za rasprostiranje iseckane slame i pleve celom širinom. Tako se izbegava gomilanje žetvenih ostataka u jednoj traci, što ometa naredni usev. Bočni vetar ometa pravilnost raspodele. Da bi se to sprečilo menja se broj obrtaja raspodeljivača, ubrazava onaj koji baca suprotno struji vetra, a usporava drugi. Promenom broja obrtaja raspodeljivača upravlja se automatski, na osnovu sensorima izmerene brzine vetra.

Na kombajnim se primenjuju i kontinualni merači prinosa, kojima se omogućava mapiranje prinosa, što je jedna od mera ocene potencijala na delovima parcele. Najviše je urađeno na razvoju uređaja za kontinualno merenje prinosa zrnastih biljnih vrsta. Primenjuje se više principa merenja, a greška u merenju svedena je, kod najboljih rešenja, na manje od jednog procenta za ubiranje strnina. Da bi se dobio podatak o stvarnom prinosu, potrebno je da se kontinualno meri i sadržaj vlage. To se obično obavlja kapacitivnim meračima, sensorima.

Na najvećim savremenim žitnim kombajnim primenjuje se i automatsko podešavanje parametara rada svih sklopova. Rukovalac zadaje okvirne uslove, a svi parametri se u skladu sa time podešavaju. Ukoliko se uoči da je neki od parametara van poželjnog područja rukovalac može da podesi neki od radnih parametara, ili da registruje prisustvo nepoželjne vrednosti, te se podešavanje nanovo sprovodi.