

Mr Slobodan Nikolić
Tehnički fakultet — Titograd

Problemi transportnih tokova i transportnih uređaja kombajna za žito

Na posebnom kompleksnom tretmanu transportnih tokova potvrđeno je da je kombajniranje žita »transportni zanat«.

Ukazano je na značaj ovih istraživanja i data analiza nekih važećih izraza.

Mr Slobodan Nikolić, M. A. degree in science
professor of Universiti of Tehnicque in Titograd

SOME PROBLEMS ON TRANSPORT COURSES AND TRANSPORT DEVICES OF A COMBINE (AN ENGINE FOR WHEATS)

S u m m a r y

A particular complex treatmeant of transport courses is proved the same as the combining (process made byacombine) of wheats »transport work«; it is pointed out on the significance of the seareh and analysis of some important utterence formulas.

UVODNA RAZMATRANJA

Žitni kambajn ne predstavlja samo složenu radnu jedinicu koja je nivo poljoprivredne proizvodnje podigla na industrijski: žitni kombajn je vrlo važna i složena mašina. Brojnost i raznovrsnost radnji i pojava u aktivnosti kombajna nameće potrebu cjelishodnih sveobuhvatnih naučno-tehničkih mjera. Ako se želi analizirati stanje i razvoj parametara žitnog kombajna, treba izvršiti klasifikaciju njegovih uređaja pošto su za različite oblike istraživanja različiti pristupi

ovim parametrima. Uređaji žitnog kombajna jesu: kosa, transporteri, separatori, uređaji za kretanje, kontrolni uređaji i pogonski uređaji sa motorom. Ovdje će se razmatrati problemi transportnih uređaja i transportnih tokova žitnog kombajna. Ovako je grupisanje povoljno zbog kompleksnosti sagledavanja problematike, ubrzavanja i produbljanja procesa ispitivanja.

PODJELA TRANSPORTNOG UREĐAJA ŽITNOG KOMBAJNA

Žitni kombajn tokom rada u polju žanje žito, vrše, separira produkte vršidbe i sabira zrnevlje u bunker (neka konstruktivna rješanja posjeduju i presu za slamasti dio žita). To znači, u toku proizvodnog procesa, pored promjene oblika radnog objekta, nužno je obavljati premještanje objekta rada — žita, kako bi se obezbijedio prolaz kroz pojedine faze proizvodnje. Tako se u žitnom kombajnu razlikuje aktivno i pasivno transportovanje. Pri aktivnom transportovanju vrši se transport sa izdvajanjem zrnevlja u određenim obimima. Tokom pasivnog transportovanja transportuje se žito, mješavine žita, zrno i slama, pri čemu ne dolazi do izdvajanja zrna u poželjnim oblicima.

Aktivni transportni uređaji žitnog kombajna jesu aparat za vršaj i slamotres.

Pasivni transportni uređaji žitnog kombajna jesu, na primjer: pužni transporter kose, gornji spiralni transporter neovršenog klasja, donji spiralni transporter neovršenog klasja, spiralni transporter za zrno, spiralni transporter u bunkeru, spiralni transporter za punjenje bunkera, spiralni transporter za pražnjenje bunkera i elevator za zrno.

PROBLEMI AKTIVNOG I KOMBINOVANOG TRANSPORTOVANJA U ŽITNOM KOMBAJNU

Jedan od glavnih radnih organa žitnog kombajna jeste aparat za vršaj. Uloga kombajna u približavanju poljoprivredne proizvodnje, po svom karakteru industrijskom, vrlo je velika, te je i svaki pokušaj usavršavanja i razmatranja aparata za vršaj ne samo značajan za dato stanje konstrukcije već i za neku narednu izmjenu na planu usavršavanja i poboljšavanja rada. Dosadašnja nova konstrukcijska opredjeljenja u žitnom kombajnu sa letvičastim aparatom za vršaj bila su vezana uglavnom za pogonske dijelove, heder i pasivne transportne uređaje. Pitanjima aparata za vršaj sa letvica-

ma posvećeno je malo radova. Ispitivanja su se odnosila na rasvjetljavanje uticaja ugla obuhvatanja bubnja pod bubnjem u procesu izdvajanja zrna.

Osnovna jednačina bubnja u obliku

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{J\omega} \left[Ne - q \frac{v_2 - v_1}{1-f} v_0 - A v_0 - B v_0^3 \right] \quad (1)$$

pokazuje da je snaga utrošena na vršaj zavisna od protoka q , ulazne (v_1) izlazne (v_2) brzine mješavine, obimne brzine (v_0) i karakteristika konstrukcije aparata za vršaj (J) (AB) i stanja puta protrljavanja (f).

Na taj način može se naći izraz za ugaonu brzinu bubnja u obliku

$$\omega = \frac{1}{J} \sqrt{2J(Ne - N)t + (J\omega_0)^2} \quad (2)$$

gdje je N snaga koja se troši na vršaj a ω_0 početna vrijednost ugaone brzine.

Iz dobijenog izraza slijedi dalje za $Ne = N$ i $\omega = \omega_0$
 a za $N \triangleq Ne$ i $\omega < \omega_0$

Ovaj oblik (1) osnovne jednačine bubnja ne izražava eksplicitno uticaje zazora, vlažnosti slame, odnosa zrno-slama i dr. čiji je uticaj na kvalitet vršaja veliki, već implicitno, preko koeficienta za protrljavanje, i taj izraz nije pretrpio izmjene i usavršavanje. To znači da je neophodna svestrana analiza tehnoloških osnova procesa u aparatu za vršaj, što bi omogućilo jednu ili više korisnih analiza, ali sa prethodnim teorijskim tretmanom koji treba verifikovati u eksperimentalnom tretmanu.

Respektujući nužno uvedene pretpostavke u radu (3) je izveden jedan novi izraz koji nema nedostatke izraza (1) jer on eksplicitno izražava uticaje mnogobrojnih parametara. Izraz ima sljedeći oblik:

$$\begin{aligned} \frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{J\omega} \left\{ & N e - C_n n \left[- \frac{675 V_0}{m_n} \left\{ \frac{1}{m_n} \ln \frac{E_1'}{E_1} - \frac{K_3}{K_2} \left[- \frac{E_1'''}{h_1^3 m_n} \ln \frac{E_1''}{E_1'''} + \right. \right. \right. \right. \\ & + \frac{D/2 \theta_0}{h_1^3} \ln \frac{E_1'''}{E_1''} - \frac{1}{h_1^2 m_n} \ln \frac{E_1'}{E_1} - \frac{E_1}{h_1^3 m_n} \ln \frac{E_1'}{E_1} - \frac{1}{2 h_1 m_n} \left(\frac{1}{E_1'} - \frac{1}{E_1} \right) \left. \right. \right. \left. \right. \left. \right\} \\ & + K_5 \frac{D}{2} \theta_0 \left[\frac{D}{2} (\theta_0 + \lambda) - \frac{- \frac{675 V_0}{m_n} \left\{ \frac{E_1}{m_n^2} \ln \frac{E_1'}{E_1} + \frac{D}{2 m_n} - \frac{K_3}{K_2} \left[\frac{1}{h_1^3 m_n^2} \right. \right. \right. \right. \\ & - \frac{675 V_0}{m_n} \left\{ \frac{1}{m_n} \ln \frac{E_1'}{E_1} - \frac{K_3}{K_2} \left[- \frac{E_1'''}{h_1^3 m_n} \ln \frac{E_1''}{E_1'''} + \right. \right. \left. \right. \\ & \left. \left. \left(\frac{E_1}{2} \ln \frac{E_1'}{E_1} + \frac{m_n^2 D^2 \theta_0}{8} \ln \frac{E_1''}{E_1''} + \frac{h_1 m_n D \theta_0}{4} \right) + \frac{1}{h_1^2} \left(\frac{E_1}{m_n^2} \ln \frac{E_1'}{E_1} + \right. \right. \right. \\ & + \frac{D}{2 h_1^2} \ln \frac{E_1'''}{E_1''} - \frac{1}{h_1^2 m_n} \ln \frac{E_1'}{E_1} + \frac{h_1 m_n D \theta_0}{4} - \frac{E_1}{h_1^3 m_n} \ln \frac{E_1'}{E_1} - \frac{1}{2 h_1 m_n} \\ & \left. \left. \left. + \frac{D}{2 m_n} \right) + \frac{1}{2 h_1 m_n^2} + \left(E_1 \left[\frac{1}{E_1'} - \frac{1}{E_1} \right] + \ln \frac{E_1'}{E_1} \right) \right] \right\} + K_5 \frac{D^2 \theta_0^2}{8} \left. \right] \left. \right\} \\ & \left(\frac{1}{E_1'} - \frac{1}{E_1} \right) \left. \right\} + K_5 \frac{D}{2} \theta_0 \end{aligned}$$

gdje su

C_n — konstanta

n — broj obrtaja

η — ekvivalentni koeficijent viskoznosti između djelića mješavine

ξ — koeficijent proklizavanja mješavine po letvama bubnja

$m_n = \frac{(E_1 - E_2)^2}{D \theta_0}$ — nagib ekvivalentne gornje površine

$h_1' = \frac{\rho_0}{K} m_n + h_1$ — koeficijent koji uzima u obzir zatore, ugao obuhvata

θ_0 — prečnik bubnja D , vlažnost žita (i $K = \frac{2 \rho_0 (\rho_2 / \rho_1 - 1)}{D \theta_0}$)

i — stišljivost mješavine

$K_3 = \frac{k_2 h_1' + \sqrt{(k_2 h_1')^2 - 4k_2 k_3}}{2k_2}$ — koeficijent koji uzima u obzir vlažnost i stišljivost mješavine

$K_2 = \frac{k_1}{\epsilon_1 - \epsilon_2} \frac{D}{2} \theta_0$ — složeni koeficijent

$$h_1' - m_n \frac{D}{2} \theta_0 = \epsilon_1'$$

$$h_1' - \epsilon_1 + m_n \frac{D}{2} \theta_0 = \epsilon_1''$$

$$h_1' - \epsilon_1 = \epsilon_1'''$$

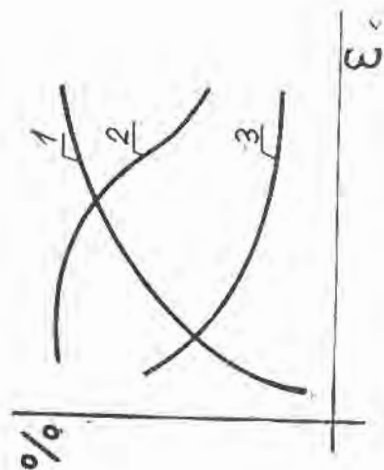
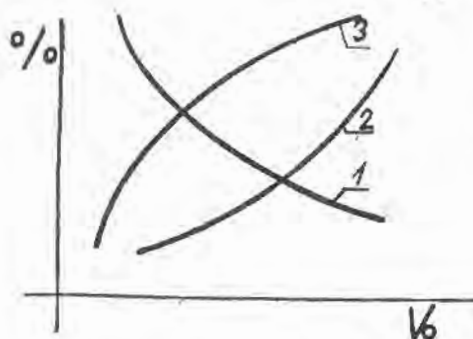
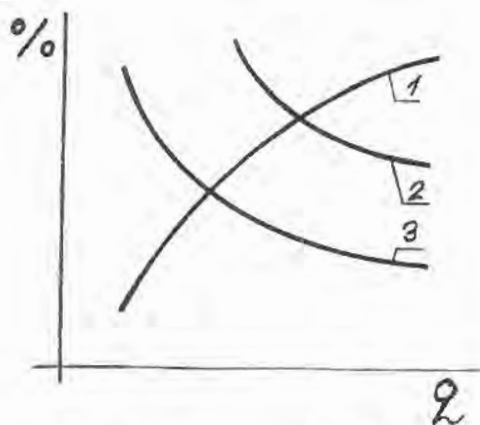
$$K_3 = \frac{6 \eta \zeta v_0}{m_n} \left\{ -\frac{1}{\epsilon_1} - \frac{k_3}{k_2} \left[\frac{1}{h_1'^3} \ln(h_1' - \epsilon_1) \right]^{-1} \epsilon_1 - \frac{1}{h_1'^2} \frac{1}{\epsilon_1} - \frac{1}{h_1'} \frac{1}{2\epsilon_1^2} \right\}$$

— složeni koeficijenti.

Dobijeni izraz predstavlja osnovnu jednačinu bubnja kojom su uslovi u radnom zazoru izraženi eksplicitno. Uslovi su izraženi vlažnošću žita (h_1), brojnim vrijednostima zazora (ϵ_1, ϵ_2), slamnošću (k_2), obimnom brzinom bubnja (v_0), brojem letvi i njihovim oblikom (ζ), uglom obuhvata (θ_0) i veličinom bubnja (D).

U posljednje vrijeme nastoji se temeljito analizirati kvalitet vršaja u zavisnosti od uslova aparata za vršaj. Sam izraz (2) pokazuje da je taj posao vrlo složen i zahtijeva temeljita i duža istraživanja numeričkim metodama. I ovdje je cilj da se istakne opravdanost takvog napora.

Aparat za vršaj mora uz mali utrošak energije da obezbijedi transportovanje mješavine uz dobre tehnološke pokazatelje: mali procenat neovršenosti i minimalno drobljenje. Eksperimenti su pokazali da se neovršenost smanjuje ukoliko se povećava obimna brzina bubnja, povećava ukoliko rastu zazor između bubnja i podbubnja i protok žita. Koeficijenti kvaliteta vršaja poboljšavaju se sa povećanjem zazora između bubnja i podbubnja a opadaju sa povećavanjem obimne brzine bubnja. Na sl. 1 date su karakteristične zavisnosti neovršenosti (1), drobljenja (2) i prosijavanja (3) kroz podbubanj od obimne brzine bubnja, zazora između bubnja i podbubnja i protoka žita. Iz dijagrama može da se zaključi da neovršenost raste



sa povećavanjem zazora i protoka, što se može tumačiti manjom vrijednošću pojave poremećaja veze zrno-čašica u toku ovog dijela transportovanja. Koeficijenti kvaliteta vršaja pogoršavaju se sa povećanjem obimne brzine, što je nesumnjivo posljedica većeg broja udara letvi bubnja, a može se uzeti da isti razlozi važe i za povećavanje prosijavanja. Ovo ukazuje još jednom na složenost izbora režima rada jer povećavanje protoka, koje predstavlja osnovnu tendenciju u osvajanju novih formi režima opterećenja, ima za posledicu povećavanje kvaliteta vršaja i smanjivanje prosijavanja uz istovremenu pojavu neovršenosti, a što je nepovoljno s obzirom na ulogu i funkciju slamotresa. Ova analiza nije potpuna pošto ne daje zavisnost prečnika bubnja, odnosno puta protrljavanja i ovih pokazatelja. Ovdje se takođe nema uvid i utrošak snage, a to je važna i uvijek prvenstveno isticana komponenta jer su ulaganja u pogonska sredstva vrlo velika u odnosu na ukupnu cijenu kombajna (oko 40%). Izraz (3) omogućuje dublji uvid i eksplicitne uticaje pojedinih parametara, ali je prethodno nužno izvršiti numeričke analize ovog izraza, što ovdje nije učinjeno.

Mješavine žita-slame i zrna na slamotresu transportuju se dvójako: aktivno i pasivno. Na slamotresu se vrši aktivno i pasivno transportovanje, uz rastresanje gomile. Proces je složen i nedovoljno rasvijetljen. Neovršenost se smanjuje skoro 10 puta uz povoljan iznos kvaliteta vršaja. Velika dužina ovog separatora i transportera predstavlja nepovoljnu okolnost za kombajn u cjelini.

Ispitivanje treba usmjeriti na ustanovljenje zavisnosti pneumatskih, geometrijskih i dinamičkih karakteristika i neovršenosti, prosijavanja i koeficijenta kvaliteta vršaja. Odnos gabaritnih mjera uzetih u pravcu kretanja kombajna između aparata za vršaj i slamotresa kreće se između $1/5$ i $1/10$, pa se postavlja pitanje da li je postavljanje opravdanosti ovog rješenja cjelishodno. Naravno, to ukazuje da se ovim problemima mora posvetiti puna pažnja.

PROBLEMI PASIVNOG TRANSPORTOVANJA U ŽITNOM KOMBAJNU

Transport zrna i klasa u žitnom kombajnu u uslovima savremene tehnološke i agrotehničke koncepcije predstavlja problem koji se danas raspoloživim transportnim uređajima po odgovarajućim trasama dovodi do sve povoljnijeg oblika koji pretpostavlja savremeno opremljena, ovako složena i važna mašina kao što je žitni kombajn. Ovom problemu ne posvećuje se dovoljna pažnja iako su specifičnosti, svojstvene ovoj proizvodnji, takve da to nalažu. Prilikom izbora transportnog sredstva mora se voditi računa o činjenici da je ovdje u pitanju pasivni oblik transporta a to znači da je to specifični oblik koji ne iziskuje neke dopunske oblike radnih aktivnosti, kao što je slučaj u složenim uslovima radnog zazora ili slamotresa. To znači: ovaj dio žitnog kombajna može da se smatra jednom tehnološkom cjelinom, pa o svim uređajima ove oblasti, koji su obično kratkog radnog vijeka, treba voditi računa, posebno o odnosu radne zapremine i deklarisanе nosivosti za određene uslove (vlažnost, vrsta žita, rodnost, vrsta zrna i sl.).

Neusklađenost ovog odnosa može da dovede do negativnih pojava u eksploataciji, kao što su nedovoljna iskorišćenost sredstava ili nepovoljna opterećenost ili pak nepovoljan oblik sinhronizovanosti rada sa pojedinim susjednim radnim organima u jednoj formi, kao što su kapaciteti, a sve u smislu povećanja efekata metodama izmjena i pronalaženja onih struktura koje daju kvantitativno i kvalitativno takve iznose efekata kakve zahtijeva stroga savremena mašinogradnja. Zastupljenost transportnog toka vrlo je visoka, pa takvo učešće povećava i značaj izučavanja. Treba analizirati stanje i rukovati se načelima:

1. Putanje transportnih tokova treba da se optimalno skrate i
2. Transportni uređaji koji se izaberu treba da budu najpovoljniji.

U principu mogu se koristiti tri vrste transportera, i to: mehanički, pneumatsko-mehanički i pneumatski. Danas se u primjeni nalazi mehanički način transporta za koji može da se zaključi, na osnovu pregleda literature, da nije dovoljno proučen, i to sa tri aspekta:

- dužine i cijene koštanja;
- utroška energije i
- drobljenja zrna.

Prva dva aspekta zavise od izbora transportnih uređaja. Za dublju analizu neophodno bi bilo analizirati sve tri vrste transporta s obzirom na to što pneumatski transport predstavlja najpovoljniji oblik transporta za rasute materijale, i istraživanja u tome pravcu imala bi punu opravdanost. Kada je u pitanju unutrašnji transport u žitnom kombajnu, problem je utoliko izraženiji ukoliko se postave, paralelno, i problemi distribucije pogonske energije. U slučaju pneumatskog transporta i njihovih varijanti postoje povoljni uslovi za iznalaženje pravog rješenja distribucije pogonske energije. Potrebno je obezbijediti siguran i stalan režim rada ovih uređaja sa najnižim specifičnim utroškom energije i kojim bi se ostvarili najveći tokovi zbog podobnosti pneumatskog transporta za prilagodavanje složenoj konfiguraciji trasa. Naravno da bi ispitivanja pokazala povoljnost strukture s obzirom na drobljenje zrna.

Ukoliko je riječ o mehaničkim transporterima, neophodno je istaći značaj ispitivanja lomova zrna koja su obavili. I. Pirija i Z. Katić, 1971. Njihova ispitivanja su pokazala da u laboratorijskim uslovima rad deformacije zrna kukuruza iznosi 0,00404 kpm/zrno. Sušenjem i hlađenjem zrna stvaraju se naponi u zrnu što ima za posljedicu mikro napukline koje dovode do značajnih oštećenja i formiranja jezgara vlage u skladištu. Ispitivanja ove vrste treba obaviti tako da se ustanovi količina oštećenja u zavisnosti od vrste transportera i vrste žita, kapaciteta transportera, vlažnosti žita, kinematskih karakteristika transportera i dr.

To su vrlo značajna pitanja i opravdana su ispitivanja u ovoj oblasti u laboratorijskim i poljskim uslovima.

ZAKLJUČCI

Na osnovu izloženog:

— Povoljno je ovdje izvršeno analiziranje pošto grupisanje na ovaj način navodi na nove elemente, zajedničke za veći broj uređaja koji učestvuju u tehnološkom procesu te se kompleksno sagledavaju vitalni uticaji i problemi;

— Kombajniranje žita spada u grupu »transportnog zanata«, kao i cjelokupna poljoprivredna proizvodnja;

Izrazi (1) i (3) predstavljaju nepotpuna rješenja za osnovnu jednačinu bubnja iako izraz (3) daje eksplicitno uticaje svih važnih karakteristika vršaja u aparatu za vršaj se letvicama.

Ovaj izraz treba posebno analizirati pa se očekuju povoljni momenti u sagledavanju efekata separacije u aparatu za vršaj sa letvicama i postoji opravdanost takvih istraživanja;

— Slamotres, kao uređaj za aktivno i pasivno transportovanje, dprestavlja neispitano područje i ukazano je da postoji opravdanost istraživanja njegovih karakteristika s obzirom na to što se on odlikuje niskim specifičnim linijskim učinkom;

— Opravdano je istraživati nove povoljnije mogućnosti pasivnih transporter a preporučuje se ispitivanje pneumatskog transporta u ovom domenu.

LITERATURA

- [1] Bukurov Ž., Cvijanović P. Mehaničko pneumatski transporter za zrnaste materijale, Drugi internacionalni simpozij. Poljoprivredno mašinstvo i nauka, Beograd, 1975.
- [2] Katić Z., Pirija I.: Ispitivanje unutrašnjih oštećenja zrna kukuruza dinamičkim opterećenjem. Zbornik radova sa simpozijuma, Osijek, 1971.
- [3] Nikolić S.: Uticaj nekih parametara na rad aparata za vršaj i separaciju. Magistarski rad. Mašinski fakultet u Beogradu, 1975.