

USPOREDBA PROCESA MLJEVENJA MLINOM NA VALJKE S MLINOM ČEKIČAREM I PREDVIDIVI RAZVOJ

COMPARISON OF THE MILLING PROCESS IN THE ROLLER MILL TO THE HAMMER MILL AND THE PREDICTABLE DEVELOPMENT

P. Lange, F. Plavec

Stručni članak
UDK: 636.085.62.
Primljeno: 15. lipanj 1999.

SAŽETAK

Usporedbom svojstava dvaju mlinova: čekićara i mlina na valjke, njihovih osobina i gospodarskih značajki može se sagledati daljnji razvoj mješaonica stočne hrane u Hrvatskoj. Očekuje se uvođenje novih tehnologija koje će poboljšati kakvoću proizvoda, pojeftiniti ga i donijeti materijalne uštede njenom uporabom.

To će u procesu mljevenja dakako biti mlin na valjke koji svojom funkcionalnošću, jednolikom raspodjelom veličina čestica, uštedom troškova proizvodnje, uštedom energetske troškova kao i niskom razinom buke sigurno zauzima svoje mjesto u suvremenom pogonu. Ne smiju se zaboraviti ni učinci na kakvoću meljave gdje ne dolazi do gubitka vlage zbog zagrijavanja, čime se postiže i bolja kontrola proizvoda.

Zahvaljujući tome je i njegova sve veća primjena u tvornicama stočne hrane diljem svijeta. Napominjemo da se s mlinom na valjke može postići izvrsna finoća proizvoda (koristeći i tri para valjaka), pa ne stoji prigovor o njegovoj ograničenoj učinkovitosti.

Upravljanje strojem je jednostavno, kao i instaliranje što nije složenije od instaliranja mlina čekićara s izmjenjivačem sita, vrećastim filterom, ventilatorom, sustavom za meki start itd.

Samo uštede na energiji mogu isplatiti mlin s valjcima u godini dana.

Troškovi održavanja približni su mlinu čekićaru.

Troškovi brazdanja valjaka jednaki su godišnjim troškovima udaraca.

Automatizacija je vrlo lagana.

Budućnost pogona i tvornica pripada razvijenim sustavima i novim, učinkovitijim tehnologijama, što mlin na valjke već danas predstavlja u industriji obrade stočne hrane.

Peter Lange (CPM-Europe, Amsterdam - Nizozemska) i dipl. ing. str. Franjo Plavec (Agroprojekt, Zagreb - Hrvatska)

UVOD

U industriji stočne hrane smanjenje cestica (mljevenje) je drugi proces po potrošnji hrane iza procesa ekstruzije (peletiranje, expandiranje, ekstrudiranje). Stoga svaka diskusija o mljevenju mora započeti s pitanjem "Zašto mljeti?".

Čemu uopće obrada?

Odgovor na pitanje "Čemu mljevenje?" može se retorički povezati s pitanjem "Čemu uopće obrada?". Naravno, odgovor je u povećanju efikasnosti stočne hrane, povećanju proizvodnje mlijeka, jaja, mesa uz što manje troškove. Taj prvi korak u postupku proizvodnje stočne hrane ide prema cilju povećanja njezine učinkovitosti pomoću povećanja površine materijala koji se prerađuje. To povećava količinu materijala izloženu životinjskom probavnom sustavu i dovodi do potpunije probave, time i do veće učinkovitosti hranjenja.

Zbog toga što životinjske potrebe značajno variraju, stupanj obrade razne vrste hrane također mora varirati. Stoka i ovce imaju prilično dugačak, složen probavni trakt i tako zahtijevaju manje obrađenu stočnu hranu. Svinje imaju prilično kratak, jednostavan probavni sustav (vrlo nalik ljudskom) i stoga više koristi od obrađene hrane. Perad ima kratak, ali prilično složen probavni sustav i ovisno o hrani može djelotvorno probaviti dijelove hrane koji su manje obrađeni, za razliku od svinja. Veličina i starost životinja također utječu na hranu, odnosno na veličinu čestica stočne hrane. Općenito govoreći, mlade životinje trebaju finiju, više obrađenu hranu nego starije, razvijenije životinje.

Kako sitno mljeti?

Određivanje finoće mljevenja predmet je istraživanja od kada se priprema stočna hrana.

Dok izgled ili opip može rukovatelju omogućiti stvarnu kontrolu procesa, subjektivna procjena je u najmanju ruku neprecizna i čini objektivno mjerenje i kontrolu nemogućim.

Opisni termini poput grubo, srednje i fino (sitno) jednostavno nisu prikladni. Što je fino (sitno) u

jednom mlinu, može biti grubo u drugom. U opisivanju procesa ili opreme također postoje velike razlike u terminima veličine gotovih čestica. Faktori poput sadržaja vlage u zrnu, čimbenici čekićar i/ili sita (mlin čekićar) ili čimbenici brazdanja (mlin na valjke) mogu dati vrlo različite rezultate. Osim toga, kakvoća zrna ili drugog materijala koji se obrađuje može imati značajan utjecaj na finoću i kakvoću proizvoda.

Najbolja mjerenja obrađenih čestica bit će neka vrst analize sitom, izraženo terminima srednje veličine čestice, ili postotkom koji prolazi različite testove sita. Potpuna analiza sita neće samo opisati prosječnu veličinu čestica, no također će ukazati na posebnosti u opisu poput izražene razine grubih ili finih čestica, itd.

Oprema za mljevenje

Mlin na valjke i mlin čekićar se koriste za smanjenje čestica (mljevenje) stočne hrane. Mlinovi čekićari se tradicionalno koriste za proizvodnju finijih čestica za peletiranje i za mnoge krmne smjese. Mlin čekićar je relativno jednostavan stroj i zahtijeva niži stupanj izvježbanosti za rad i održavanje.

Zadnje značajne promjene u industriji uzrokovalo je preispitivanje takvog načina smanjivanja čestica. Povećani troškovi energije, svjesnost kupca o kakvoći stočne hrane i briga o okolišu preispituju mlin čekićar kao jedinu opciju za mljevenje.

OBRADA MLINOM NA VALJKE

Mlin na valjke se mnogo godina koristio u prerađivanju uobičajene stočne hrane. Prvi mlinovi na valjke bili su u stvari, mlinovi za brašno. S vremenom su se počeli koristiti za široki raspon uporabe u proizvodnji stočne hrane. Sljedeći će tekst kratko opisati primarne funkcije mlina na valjke u industriji stočne hrane.

Oprema (opis)

Mlinovi na valjke obavljaju razne tipove zadaća. Mlin koji se koristi za lomljenje zrna ili drugog

drobivog materijala, može se zvati mlin za drobljenje. Mlinovi koji se koriste za lomljenje zrna u pahuljice, mogu se zvati mlinovi za pahuljice. Zbog toga što veliki mlinovi za pahuljice često koriste hladno otvrdnute valjke, ponekad se nazivaju i "hladnim".

Mlin koji se koristi za zarezivanje zrna (suhog ili vlažnog), naziva se zarezivač.

Mlin s dva para valjaka može se koristiti u mljevenju stočne hrane kada se dva prilično različita zrna obrađuju kroz jedan mlin. Stroj koji istovremeno obrađuje npr. kukuruz i ječam, zahtijeva jedan sklop fino užlijebljenih valjaka za obradu kukuruza i sklop fino užlijebljenih valjaka za obradu ječma. Mlin s dva para valjaka opremljen s diferencijalom brzine valjaka (jedan valjak se okreće brže nego drugi), može se koristiti kao mlin za drobljenje, za smanjenje svih vrsta drobitivih materijala, uključujući zrno, pelete, uljno sjeme, kemikalije, i ostale sastojke hrane. Mlinovi s dva para valjaka obično se nazivaju samo mlinovi na valjke.

Mlinovi s tri para valjaka služe za posebne primjene što zahtijevaju značajno smanjenje materijala ili za teško obradive materijale. Mogu se primijeniti za postizanje različitih proizvoda od razne stočne hrane poput čitavog zrna, miješane hrane ili drugih kombinacija. Ponekad se kao mlin s dva para valjaka koristi i drobilica s jednim parom.

Osnovne karakteristike stroja

Mlinovi na valjke koji se koriste u obradi stočne hrane imaju zajedničke karakteristike kao uređaji za posebne zadaće. Svi mlinovi na valjke imaju neku vrstu okvira za smještaj valjaka, koji održava razmak među valjcima. Okvir mora biti dovoljno robustan kako bi valjci bili čvrsto u položaju za vrijeme rada, a opet da dozvole jednostavan pristup valjcima radi održavanja. U svakom mlinu na valjke bit će ponekad potrebno ukloniti valjke radi ponovnog brazdanja. Taj vrlo važan detalj se mora pažljivo razmotriti pri izboru mlina na valjke.

Općenito, jedan je valjak učvršćen na okviru a suprotni mu se valjak može namjestiti prema razmaku ili zazoru među valjcima. Taj se razmak mora brzo i jednostavno namjestiti te mora

održavati paralelnost među valjcima. Uobičajeni sustavi se sastoje od valjaka, ekscentra ili hidrauličkog (pneumatskog) sustava za postizanje podešenosti valjaka. To namještanje se može napraviti ručno ili daljinski. Brazdanje valjaka ovisi o materijalu koji se obrađuje, početnoj i krajnjoj veličini čestica i o željenoj kakvoći proizvoda. Grubo brazdanje rezultirat će grubim proizvodom pri visokom kapacitetu, dok finije brazdanje daje finiji proizvod pri nižem kapacitetu. Brazdanje na mlinu za pahuljice služi za pomoć pri držanju materijala koji se obrađuje i povišenje kapaciteta mlina. Ti su utori često posebnog oblika, kako bi se izbjeglo negativno djelovanje na kakvoću proizvoda.

Dok mljevenje brašna zahtijeva mnoge različite vrste brazdanja za postizanje željenog konačnog proizvoda, stočna hrana se obično može načiniti s manje složenim brazdama. Najčešće korištena brazda je RBV, Stevens i Raked Tooth (Saw Tooth, Dawson..). Povremeno valjci za drobljenje (mlinovi na valjke namijenjeni za redukciju peleta) trebaju klasični Le Page rez, s jednim valjkom brazdanim longitudinalno i drugim kružno. Kružni će često biti opremljeni s utorom zvanim Le Page prstenasti rez.

Valjci mogu raditi različitim brzinama, ovisno o zadaći mlina. Lomljenje, zarezivanje i pahuljičenje koristi niže brzine valjaka: 1000 stopa/min do 2200 stopa/min, bez diferencijala - brzine valjaka. Mlinovi koji se koriste za mljevenje radit će s višim brzinama valjaka; 1500 stopa/min do 3000 stopa/min i s diferencijalom brzine valjaka.

Naravno, postoje i sustavi zaštite mlina u slučaju ulaza nedrobljivog materijala između valjka. Opruge su najčešće, dok ostali sustavi uključuju odrezne zatike i sustav kontrole preopterećenja motora. Koji god se mehanizam koristio, on mora biti takav da održi valjke na mjestu za normalnu obradu, a da u isto vrijeme bude spreman za brzu reakciju zaštite mlina u slučaju upada stranog materijala u mlin.

Vrata za doziranje i pobuđivač

U većini primjera mlinu na valjke je potreban mehanizam doziranja za omogućavanje jednolikog tijeka zrna preko pune radne površine valjaka. Najjednostavniji dozatori nisu ništa više do podesivi

zasuni, ponekad u kombinaciji s mehaničkim pobuđivačem za održanje tijeka zrna. Tipični takav tip dozatora je pogodan samo za visoko kapacitetno, grubo prerađivanje i na taj se način teško postižu precizna kontrola i jednolike male količine hrane.

Valjkasti dozator

Valjkasti dozator (polako okrećući valjak s prilagodljivim zasunom za doziranje) nudi bolju kontrolu i osigurava jednoliki i stabilan tijek materijala na valjke. Valjkasti dozatori se preporučuju za lomljenje, pahuljičenje i mljevenje, gdje je nužna dobra kontrola.

Vibracijski dozator

Vibracijski dozatori mogu se koristiti za osiguranje najvećeg stupnja kontrole, a naročito su korisni za prerađivanje materijala s kojima je teško rukovati, poput pahuljica ili miješane hrane. Zbog njihove veće cijene često se ne koriste u industriji stočne hrane. Moguće su mnoge varijacije vibracijskog pladnja, uključujući pogone za sve vrste električne opasnosti.

Lomljenje/ zarezivanje

Lomljenje i zarezivanje su najčešći postupci mlina na valjke u tijeku obrade zrna za stočnu hranu.

Lomljenje dijeli jezgru zrna na dva ili više dijelova, dok zarezivanje otvara ovojnicu sjemena za lako probavljivu stočnu hranu.

Mlinovi za lomljenje (drobljenje) stočne hrane normalno će raditi na nižim brzinama valjaka za razliku od onih koji se koriste za ostalo lomljenje (soja) i mljevenja. Brazde na valjcima moraju odgovarati zrnu koje se obrađuje, kao i željenom krajnjem proizvodu. Prema tome za obradu kukuruza bit će grube (4 do 6 utora po inču), brazde za zrno sijerka imat će 6 do 10 utora po inču, dok brazde za drugo malo zrne poput pšenice, ječma i raži mogu biti i finiji (10 do 18 utora po inču). Kako se valjci troše, kakvoća završnog proizvoda kao i kapacitet mlina bit će znatno smanjeni. Mlinovi za

lomljenje i zarezivanje trebaju se nanovo brazdati kada kapacitet padne za 20-30% ili kada je kakvoća završnog proizvoda znatno lošija.

Dok se za operacije lomljenja i zarezivanja radi s brzinama valjaka 1:1 neki proizvodi i uvjeti mogu zahtijevati upotrebu diferencijala. Visokouljno sjeme poput soje i repice obrađuje se s diferencijalnim djelovanjem između valjaka. Diferencijalne brzine djeluju rezo što pomaže pri rezanju proizvoda i omogućava samočišćenje između valjaka. Kada je više vlage (16-30%) u zrnu koje se obrađuje često je potrebna diferencijalna brzina valjaka kako bi se valjci održali čistima.

Diferencijalna brzina valjaka omogućuje finiji proizvod, svi ostali čimbenici su jednaki. Općenito govoreći, rad s mlinom na valjke s diferencijalnom brzinom valjaka stvorit će jednolikiji gotovi proizvod kada je poželjan značajan stupanj redukcije. Diferencijalna brzina valjaka teži finijoj proizvodnji kada se želi vrlo grubi lom ili zarez, pogotovo kada je zrno koje se obrađuje suho. To ponekad može stvoriti dilemu za tehnologa koji želi koristiti jedan stroj za širokog raspona proizvodnje, kao što se i sposobnost finog mjerenja mora odvagati sa sposobnošću postizanja jednolikog, grubo lomljenog proizvoda minimalne finoće.

Stoga što lomljenje zahtijeva najmanje rada za materijal koji se obrađuje, kapacitet i efikasnost su općenito najveći. Kontrola doziranja je manje zahtjevna i punjenje mlina, nije kritično kao kod pahuljičenja i mljevenja.

Zarezivanje za mala zrna poput ječma i raži zahtijevaju veću potrošnju snage nego lomljenje, i kao rezultat, kapacitet mlina biti će značajno niži. Stoga što se zrno obrađuje samo pritiskom, sile odvajanja valjaka su više nego pri lomljenju i ograničavaju proporcije valjaka (duljinu i promjer) do oko 3,5:1. Važno je pri zarezivanju malog zrna osigurati uklanjanje otpadaka željeza i stranih materijala poput kamenja radi zaštite valjaka, osovina i ležajeva.

Mljevenje

Zadnjih godina, više se pažnje posvećuje mljevenju mlinom na valjke. Tome je pridonijelo nekoliko važnih čimbenika, poput troškova energije,

kakvoće proizvoda i pitanja zaštite okoline. Svaki od tih čimbenika će se razmotriti.

Troškovi energije su značajno porasli u zadnjih 20 godina, i u isto vrijeme opale su marže u proizvodnji stočne strane. Kao rezultat, ušteda troškova od \$ 0,10 do \$ 0,40 po toni za mljevenje može značiti značajnu razliku. Zbog djelotvorne redukcije mlinovi na valjke će proizvesti 15-40% više tona/sat po danoj snazi nego tradicionalni "punokružni" čekićar, za istu veličinu čestica. Prednosti u uštedi troškova energije pri radu s mlinom na valjke bit će očite pri usporedbi sa starijim mlinovima čekićarima s pola sita i izravno spojenim ventilatorom. U mnogo slučajeva, potencijal uštede energije mlina na valjke za mljevenje izjednačit će glavne troškove.

Briga o kakvoći proizvoda uvijek je bila dio proizvodnje stočne hrane i mnogo je kvantitativnih metoda za mjerenje kakvoće stočne hrane. Ipak, fizičke značajke (izgled, opip, karakteristike rukovanja) uvijek će utjecati na kupca stoga što je mljevenje mlinom na valjke vrlo jednolično, a gotovi proizvod ima izvrsna fizička svojstva. Niska razina finoće i manjak velikih čestica čine stočnu hranu izvrsnim karakteristikama tečenja i miješanja. To je posebno važno za mješavine ili stočnu hranu gdje se tok može teško regulirati, i gdje do regulacije i separacije može doći pri pošiljci i rukovanju. Zbog toga što proizvod nije značajno zagrijavan tijekom mljevenja, određeno je manje vlage, i gotovi proizvod nije sklon kvarenju u skladištu i ostalim nedostacima vezanim za toplinu i vlagu.

Tablica 1: Usporedba kapitalnih troškova sustava mljevenja 50 HP: Mlin čekićar spram mlina na valjke
Table 1. Comparison of capital costs of the milling system 50 HP. Hammer mill against roller mill

Kukuruz 600 mikrona Maize 600 micron	Mlin čekićar Champion Hammer mill Champion 15x22 50 HP	Mlin na valjke Roskamp Roller mill Roskamp DP 900 - 36 50 HP	Razlika Difference
Kapacitet t/h - Capacity	6 - 6.5	8 - 8.5	+2
Cijena opreme \$ - Equipment price \$	11024	31666	(20642)
Dozator \$ - Dispenser \$	8091	-	8091
Motor, starter \$	2705	2.705	0
Aspiracija/sustav otprašivanja \$ Aspiration/dusting system	19278	-	19278
Ukupna cijena \$ - Total price \$	41098	34371	6727
Cijena po toni \$ (10000 t godišnje) Price/ton \$ (10000 t/year)	4.11	3.44	(0.67)

Pitanja okoline danas određuju emisiju čestica, izloženost zaposlenih buci, rizik od požara i eksplozije. Budući mlinovi na valjke proizvode nekoliko finoća manje će se materijala izgubiti u atmosferi. Osim toga visoko-djelotvorne instalacije mlina čekićara zahtijevaju zrak za svoj rad. Cikloni i vrećasti filteri nisu 100% djelotvorni u uklanjanju čestica iz struje zraka i tako dolazi do meke emisije. Da li je takva emisija problem ili ne, ovisi o lokalnim uvjetima ili pravilima. Stoga što mlin na valjke radi na manjoj brzini i različitom vrstom redukcije, stvara se manje buke u procesu mljevenja. U mnogo slučajeva ta redukcija buke znači da mlin na valjke neće zahtijevati posebno okruženje za ograničenje izloženosti zaposlenika

buci. Niže radne brzine znače manje zagrijavanja trenjem i manje inercijalne energije. To smanjenje izvora zapaljenja kombinirano s manje prašine u struji proizvoda, uvelike smanjuje rizik od požara.

Mlin na valjke za mljevenje

Za mljevenje se ne može svaka izrada ili vrsta mlina na valjke primijeniti. Mlin na valjke koristit će valjke u promjeru od 9 do 12 inča radeći na diferencijalnim brzinama. Brzine valjaka bit će veće za mljevenje nego za lomljenje/zarezivanje i pahuljičenje. Tipične brzine iznose od 1500 stopa/min do više od 3000 stopa/min za valjak od

12 inča. Zbog više brzine i većeg opterećenja ležajevi i osovine mlina na valjke za mljevenje izrađeni su s većim zahtjevima nego mlinovi za lomljenje i zarezivanje.

Diferencijalni iznosi variraju od 1,2:1 do 2:1 za tipične obrade mljevenja stočne hrane. Niži diferencijalni iznosi ne dozvoljavaju adekvatnu redukciju, dok viši iznosi mogu dovesti do pretjeranog trošenja valjaka. Bitno je da se diferencijal brzine va-

ljaka održava pri radu s punim opterećenjem motora kako bi se postigli željeni rezultati mljevenja.

Unutarnji pogon valjaka može koristiti cilindrične zupčanike, lance i dvostruko klinasto remenje, nazubljeno remenje ili reduktor montiran na osovinu za postizanje diferencijalnog djelovanja. Svaki tip pogona ima svoja ograničenja. Općenito govoreći, najjednostavniji pogon koji je pogodan za maksimalnu snagu je i najbolji.

Tablica 2: Usporedba ušteta kapitalnih troškova električne energije sustava mljevenja 50 HP: Mlin čekićar spram mlina na valjke

Table 2. Comparison of saving on capital costs of electrical energy in the milling system 50 HP. Hammer mill against roller mill

Kukuruz 600 mikrona Maize 600 micron	Mlin čekićar Champion Hammer mill Champion 15x22 50 HP	Mlin na valjke Roskamp Roller mill Roskamp DP 900 - 36 50 HP	Razlika Difference
Kapacitet t/h - Capacity	6 - 6.5	8 - 8.5	+2
Konjske snage - Horse power	50	50	0
Kilovati - Kw	37.5	37.5	0
Cijena po kWh \$ - Price/kWh	0.065	0.065	0
Troškovi el. energije po satu \$ Electrical energy costs/hour	2.44	2.44	0
Troškovi el. energije po toni \$ El en. Costs/ton	0.38 - 0.41	0.29 - 0.31	0.09 - 0.10
Godišnja ušteta troškova \$ (10000 t godišnje) - Yearly saving on costs			900 - 1000

Zbog razmaka valjaka, koji treba održavati u traženim uvjetima, kućište mlina i prilagođenost mehanizma mlina na valjke za mljevenje moraju biti robustniji nego kod mlina na valjke za lomljenje i rezanje.

Nužno je precizno namjestiti i bolje kontrolirati doziranje kako bi se postigla puna iskoristivost mlina za mljevenje, kroz spektar njegovih mogućnosti. Valjci moraju raditi paralelno radi pouzdane proizvodnje. Zbog toga, mnogi postojeći mlinovi za lomljenje i zarezivanje ne mogu biti djelotvorni kao mlin na valjke za mljevenje.

Valjkasti dozator se općenito preferira za mlin na valjke za mljevenje kako bi se osiguralo jednoliko doziranje preko čitave duljine valjaka. Dok ostali tipovi dozatora mogu raditi, uključujući jednostavni klizni zasun ili složeniji vibracioni dozator, valjkasti dozator vrlo djelotvorno pokriva širok

raspon primjene. Budući da mlin na valjke za mljevenje više radi i koristi više snage nego mlinovi za lomljenje i zarezivanje ležajevi će se više trošiti. Valjke će trebati ponovno brazdati kada kapacitet mlina padne za 20-30% ili kada kakvoća završenog proizvoda nije dovoljna. Zbog toga što ne reducira djelotvorno vlaknaste materijale, mlin na valjke se najdjelotvornije koristi za mljevenje kukuruza, pšenice, soje i sličnih proizvoda. Mlin na valjke za mljevenje također se često koristi za materijale koji se dodaju stočnoj hrani i gnojiva gdje se traže slobodni tijek i granulasti proizvod gdje je poželjno smanjiti finoću.

Čišćenje zrna ispred mlina na valjke može poboljšati životni vijek valjaka i kakvoću završnog proizvoda. Potrebna je neka vrsta skalpela za uklanjanje prevelikih komada: stabljika, kamenja, korijenja i sl. Magnetska zaštita ispred mlina

osigurat će minimum metala između valjaka. Dok zrno za mlin na valjke ne zahtijeva više čišćenja nego zrno koje ide u mlin čekićar, neki vlaknasti materijali mogu proći neobrađeni kroz mlin na valjke. Valjci nastoje biti samoograničavajući kao veličina materijala koja se stavlja u zazor. Valjci ne mogu pokupiti veliko kamenje i sl. i trošenje valjaka može se ubrzati prisutnošću takvih predmeta, no mlin vjerojatno neće pretrpjeti velika oštećenja.

Glavni prigovor na mlin na valjke je njegova početna cijena, sati potrebni za izmjenu valjaka, i potreba držanja para valjaka na skladištu. Mlin na valjke je općenito skuplji od mlina čekićara istog kapaciteta, ali ukupni instalirani troškovi u oba sustava nisu tako različiti kada se razmotre svi čimbenici. Točke poput većeg motora, startera, ožičenja, sustava prozračivanja s ventilatorom i ciklonima i dodatni rad za instaliranje složenijeg sustava rukovanja materijalom mlina čekićara razlog je promjeni razlika u osnovnoj cijeni opreme. Budući da se održavanje mlina na valjke (izmjena

valjaka) obavlja u bloku, vrijeme izmjene čini se značajno. U stvari kada se usporede održavanja sati/tone, mlinovi na valjke za mljevenje sasvim su usporedivi s mlinovima čekićarima. Konačno, rezervni valjci mogu biti izvrsna investicija, ali opet uspoređujući stvarne troškove po toni, troškovi održavanja, ponovnog brazdanja i zamjene valjaka su između \$ 0,01 i 0,03 po toni troškova održavanja mlina čekićara.

Komadići kamenja veličine zrna, željezo, i ostali otpaci koji izbjegnu sustav čišćenja, proći će kroz stroj jer se valjci mogu otvoriti (s opružnom zaštitom) i ponovo zatvoriti. Valjci se ne oštećuju više od čekića i sita pri istim nečistoćama. Sustav zračnog usisa mlina čekićara nastoji izmijeniti razlike u temeljnim troškovima opreme. Održavanje mlina na valjke (izmjena valjaka) odvija se u bloku, pa se stvarno potrebno vrijeme čini da je značajno. U stvari, kada se uspoređi sa "satima održavanja po toni" mlinovi na valjke za mljevenje prilično su usporedivi s mlinovima čekićarima.

SUMMARY

By comparing the characteristics of the two mills, hammer mill and the roller mill further development of animal feed mixing in Croatia can be perceived. Introduction of new technologies is expected, which will improve the quality of products, reduce the price and yield material saving by its application. In the process of milling this certainly the roller mill which, by its functionality, evenly distributed size of particles, saving on production costs and low level of noise has its place in modern industry. The effects to milling quality must not be forgotten: no loss of moisture due to heating by which a better product control is achieved.

The proof of its qualities is its increasing use in factories throughout the world. It should also be mentioned that excellent fineness can be achieved by using three pairs of rollers so the objection to its limited efficacy is not true.

To install and run the machine is simple, certainly not more difficult than that of the hammer mill with the sieve exchanger, baggy filter, ventilator, the soft start system, etc.

Saving on energy only can pay in full the roller mill in one year.

The maintenance costs are approximate to those of hammer mill.

The costs of grooving the rollers are equal to annual costs of hammers.

Automatization is very simple.

The future of industrial plants and factories belongs to developed systems and new, more efficient technologies, which the roller mill already represents in cattle feed processing industry.