

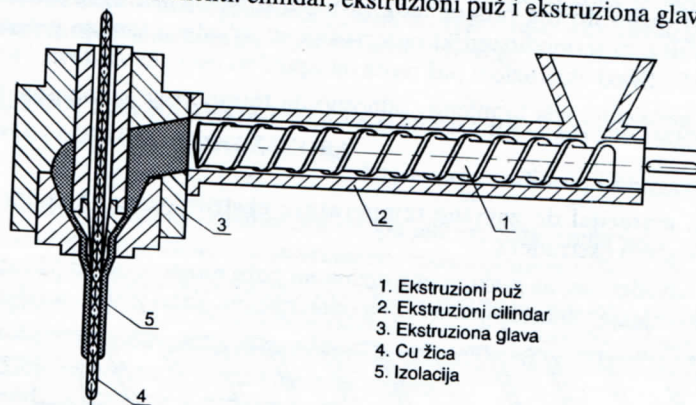
S. Mitrović, Z. Canić

UTICAJ POHABANOSTI OSNOVNIH ELEMENATA TMS-a EKSTRUDERA NA KVALITET EKSTRUDATA U KABLOVSKOJ INDUSTRIJI

Ekstruder čini sklop cilindra i puža. Ovaj sklop, zajedno sa ekstruzionim materijalom predstavlja tribomehanički sistem (TMS) od čijeg stepena pohabanosti zavisi funkcionalnost i proizvodnost ekstruzione opreme kao i kvalitet ekstrudovanog i plastičnog materijala. Tokom vremena eksploatacije dolazi do neminovnog habanja pomenutih elemenata TMS-a, tako da isti dovodi do otkaza kompletne ekstruzione linije. U cilju sprečavanja nekontrolisanih otkaza, a i održavanja kvaliteta nanošene izolacije na provodnicima i kablovima, neophodna su istraživanja razvoja procesa habanja, definisanje oblika habanja i utvrđivanje kriterijuma za ocenu potpune pohabanosti elemenata TMS-a, što je predstavljeno ovim radom.

1. UVOD

U kablovskoj industriji se za izolovanje provodnika i kablova termoplastičnim materijalima uglavnom primenjuje tehnika ekstruzije. Tehnika ekstruzije se koristi za izradu kako osnovne izolacije tako i za nanošenje plašta na već gotove kablove. Ekstruzija predstavlja transformaciju granulisanog termoplastičnog materijala u kontinualno - homogeno stanje najpogodnije za nanošenje na provodnik ili kabl. Mašine za transformisanje termoplastičnog materijala nazivaj se ekstruderi. Osnovni tribo - mehanički sistem, (TMS), svakog ekstrudera čine elementi: cilindar, ekstruzioni puž i ekstruzionna glava, slika 1.



1. Ekstruzioni puž
2. Ekstruzioni cilindar
3. Ekstruzionna glava
4. Cu žica
5. Izolacija

Slika 1. Osnovni elementi TMS-a ekstrudera, 1-puž, 2-cilindar, 3-ekstruzionna glava

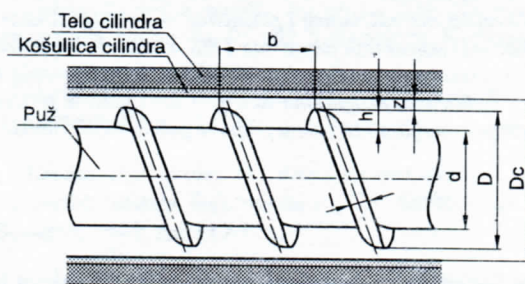
Slobodan Mitrović, dipl. ing., "MultiComp", Kragujevac
Zoran Canić, dipl. ing., DD FEK HK "KABLOVT", Jagodina

Tokom vremena eksploatacije dolazi do neminovnog habanja pomenutih elemenata TMS-a, tako da isti dovodi do otkaza kompletne ekstruzione linije. U cilju sprečavanja nekontrolisanih otkaza a i održavanja kvaliteta nanošene izolacije na provodnicima i kablovima, neophodna su istraživanja razvoja procesa habanja, definisanje oblika habanja i utvrđivanje kriterijuma za ocenu potpune pohabanosti elemenata TMS-a.

2. OSNOVNE FUNKCIJE ELEMENATA TMS-a EKSTRUDERA

Ekstruziona glava služi za formiranje izolacionog sloja od PVC-a ili drugog pogodnog materijala na provodnik ili kabl.

Zadatak sklopa cilindra i puža ekstrudera, slika 2, je da se u njima termoplastični materijal dovede u stanje plastičnosti, tj. stanje najpogodnije za nanošenje na provodnik. Takvo stanje homogenosti i umešanosti ekstrudata mora da bude bez ikakvog prisustva vazduha i vlage.



Slika 2. Funkcionalni sklop ekstruzionog cilindra i puža

Ekstruzioni puž u ekstruzionom cilindru služi za transportovanje neplastificiranog materijala iz hranilice i doprema ga pod odgovarajućim pritiskom i brzinom u matricu glave u obliku homogenog rastopa (kao najpivoljnijeg oblika).

Da bi se došlo do tog homogenog rastopa, u navojcima ekstruzionog puža se dešavaju vrlo složeni termodinamički procesi koji su uslovljeni samom geometrijom ekstruzionog puža. Svaki ekstruzioni puž mora da ispuni tri osnovna zahteva, i to:

- da svojim navojcima vrši hranjenje, odnosno da transportuje granulisani materijal iz hranilice,
- da sabija, zagreva i plastificira materijal i
- da dovodi materijal do završne temperature ekstrudovanja, homogenizuje ga i potiskuje u glavu ekstrudera.

Prema navedenom, na svakom ekstruzionom pužu mogu se uočiti tri karakteristične zone: zona hranjenja, zona sabijanja i zona odmeravanja, kako je dato na slici 3.



Slika 3. Karakteristične zone na ekstruzionom pužu

Pored ovih osnovnih funkcija koje treba da zadovolji, ekstruzioni puž svojom geometrijom i kvalitetom obrade površina treba da u svim zonama omogući i složene termodinamičke procese tečenja termoplastičnog materijala, što je uslov za dobijanje što homogenije i žitkije mase pogodne za nanošenje na provodnike i kablove.

3. PARAMETRI POHABANOSTI SKLOPA CILINDAR-PUŽ I NJIHOV UTICAJ NA KVALITET EKSTRUDATA

Kako je u proizvodnim uslovima analizirane kablovske industrije posmatrana ekstruziona linija nabavljena krajem sedamdesetih godina, na pojedinim linijama je uočen drastično smanjen kapacitet ekstrudera. Poremećena geometrija ekstruzionog puža i povećan zazor između navojaka puža i cilindra direktno prouzrokuje smanjenje brzine topljenja polimera što uslovljava loš kvalitet ekstrudata (pojava zrnaca i mehurića).

Da bi se ustanovilo stanje pohabanosti ekstruzionog puža i cilindra i u kojoj meri je prisutno, treba pratiti nekoliko karakterističnih parametara:

- promenu geometrije ekstruzionog puža i unutrašnjeg prečnika cilindra, odnosno povećanje zazora između temena navoja puža i unutrašnjeg prečnika cilindra,
- kapacitet ekstrudera, koji se smanjuje u toku povećanja zazora između cilindra i puža pri konstantnom broju obrtaja puža,
- kvalitet rastopljene mase, nije zadovoljavajući za normalno propisane režime prerade, a to se ogleda u neumešanosti mase, što znači da masa nije homogena,
- pojavu neujednačenih zadebljanja na izolacijama i plaštevima nanešenim na provodnicima i kablovima, odnosno pojavu neravnomernosti prečnika izolacije provodnika i
- pojavu zrnaca i mehurića po površini izolacije i plašta.

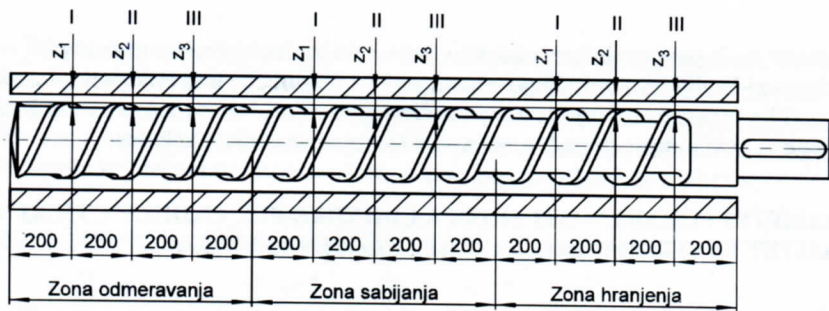
Veličina pohabanosti ekstruzionog puža i cilindra se ogleda u promeni veličine međusobnog zazora, koji je veći kod ekstrudera koji duže vremena rade. Najpouzdaniji način utvrđivanja veličine pohabanosti puža i cilindra vrši se merenjem međusobnog zazora. Ovako dobijeni zazor predstavlja parametar na osnovu koga se može tačno predvideti ponašanje ekstrudera u proizvodnji, odrediti režim rada u eksploataciji i utvrditi da li pristupiti reparaciji sklopa cilindar - puž ili nabavci novog.

4. RAZVOJ PROCESA HABANJA PUŽA I CILINDRA PRAĆEN PROMENOM NJIHOVOG MEĐUSOBNOG ZAZORA

Za utvrđivanje stepena pohabanosti sklopa puž - cilindar treba vršiti merenje zazora i ostalih geometrijskih parametara, povremeno, tokom eksploatacije ekstrudera.

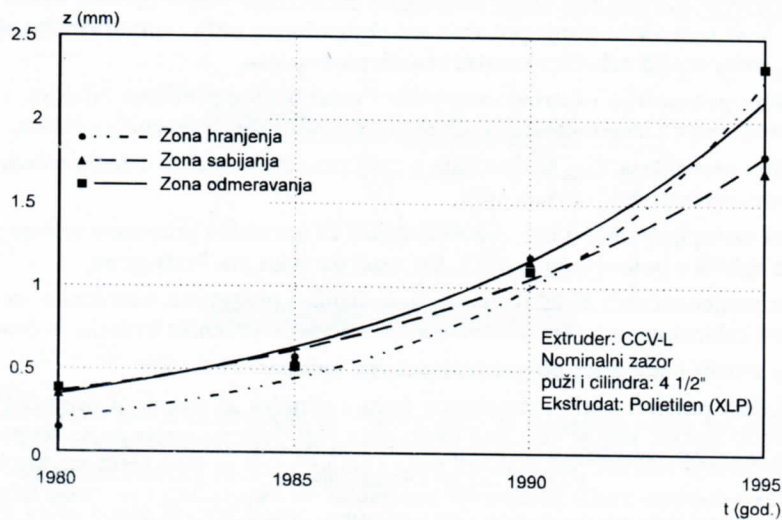
U tom cilju vršena su merenja zazora na konkretnom sklopu puž - cilindar u vremenskom periodu od 1980. do 1995. godine u razmaku od pet godina. Na sklopu puž - cilindar odabrano je devet mernih tačaka (u svakoj zoni puža po tri) na međusobnom rastojanju od 200 mm, slika 4, na kojima je vršeno merenje zazora.

Praćenje pohabanosti puža i cilindra vršeno je u proizvodnim uslovima na ekstruzionoju liniji CCV-L (kontinualna linija sa parom) na kojoj je vršeno izolovanje provodnika i kablova tzv. umreženim polietilenom (XLP) sa nominalnim prečnikom puža i cilindra od 4 i 1/2".



Slika 4. Raspored mernih tačaka na pužu

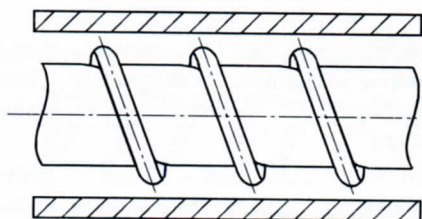
Na osnovu dobijenih srednjih vrednosti zazora konstruisane su odgovarajuće krive habanja za svaku zonu ekstruzionog puža, slika 5.



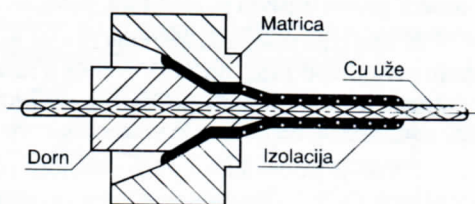
Slika 5. Razvoj procesa habanja ekstruzionog puža i cilindra

Povećanje zazora sa vremenom, u svim zonama puža, dovodi do negativnih pojava na ekstrudatu.

U zoni hranjenja navojci ekstruzionog puža su zaobljeni, slika 6, tako da pri hvatanju granulisanog materijala dolazi do klizanja (vraćanja) što dovodi do nedovoljnog priliva istog u ostale dve zone (zonu sabijanja i odmeravanja).



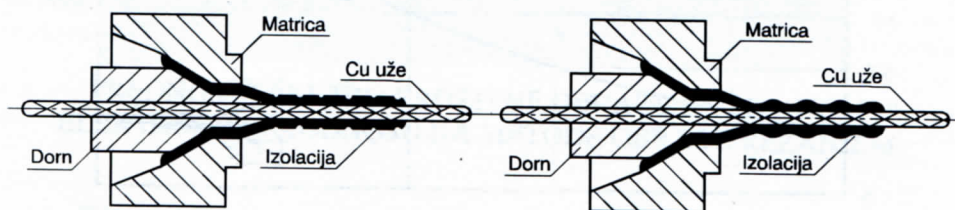
Slika 6. Zaobljenje navojaka puža



Slika 7. Pojava uključaka i mehurića u izolaciji

Posledica ove pojave je smanjeni kapacitet na ekstruzionoj glavi, a u zonama sabijanja i odmeravanja dolazi do zadržavanja polimera, što na izolaciji i plaštu izaziva pojavu uključaka i mehurića, slika 7, koji slabe otpornost izolacije na visoke napone.

U zoni sabijanja i odmeravanja se vrše glavni termodinamički procesi pretvaranja granulisnog materijala u žitko homogeno stanje, pogodno za nanošenje na provodnik. Pri povećanom zazoru, a dovoljnog priliva materijala iz zone hranjenja, dolazi do nedovoljne umešavanosti, što na izolaciji i plaštu dovodi do pojave kratera i cepanja izolacije i plašta, slika 8.



Slika 8. Pojava kratera i cepanje na izolaciji

Slika 9. Zadebljanja i suženja na izolaciji

Ovaj problem se obično ublažava dužim zadržavanjem materijala unutar cilindra, a to se postiže smanjenjem broja obrtaja puža. Pri tome treba voditi računa da se broj obrtaja puža ne smanji previše jer se u ekstrudatu mogu pojaviti izgoreli uključci. Zato se češće pribegava izmeni dorna i matrice kako bi se povećao izlazni pritisak ekstrudata.

Zona odmeravanja na ekstruzionom pužu ima vrlo važnu funkciju jer obezbeđuje ravnomeran (kontinualan) dotok materijala kroz alat na provodnik ili kabl. Međutim u slučaju povećanih zazora usled habanja javljaju se tzv. "bambusna" zadebljanja i suženja na izolaciji odnosno plaštu sa neumešanim uključcima, slika 9.

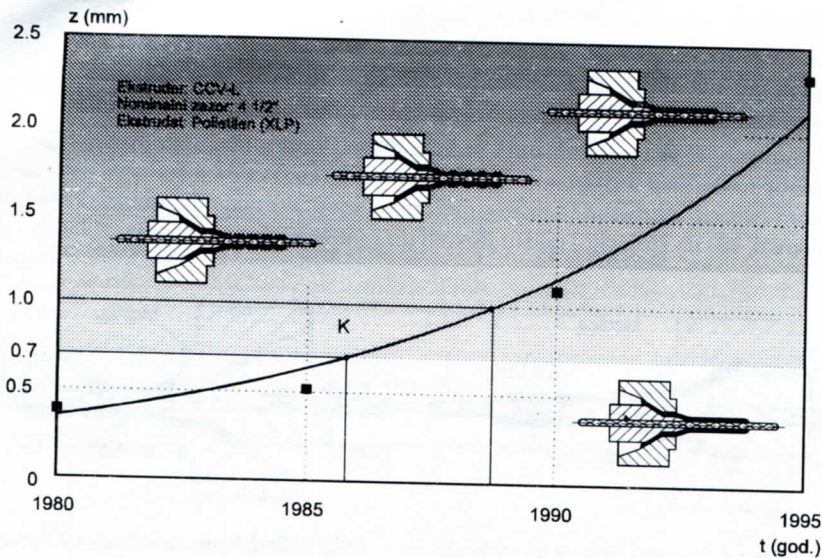
5. ZAKLJUČAK

Iz prethodno iznešenih razmatranja može se zaključiti da habanje TMS-a puž - cilindar nije u svim zonama (hranjenja, sabijanja i odmeravanja) ravnomerno. Sa dijagrama na slici 5, jasno se uočava da je habanje najintenzivnije u zoni odmeravanja, odnosno na izlazu puža i cilindra, pa se kao merodavna veličina zazora za određivanje stepena potpune pohabanosti TMS-a puž - cilindar uzima zazor u zoni odmeravanja, slika 10.

Ispitivanja su pokazala da se dopuštena vrednost zazora u zoni odmeravanja kreće od 0.7 do 1.0 mm, odnosno ova oblast predstavlja gornju granicnu do koje se kvalitet izolacije može kontrolisati korigovanjem radnih parametara ekstrudera (promena zazora između dorna i matrice, promena broj obrtaja puža, promena temperature topljenja).

Kada veličina zazora izađe iz ove kritične oblasti (K), odnosno kada zazor dostigne veće vrednosti od 1.0 mm dolazi do niza neželjenih posledica koje su u radu opisane (pojava uključaka i mehurića u izolaciji, pojava kratera, smanjenje otpornosti izolacije na visoke napone, neujednačena debljina izolacije).

Na kraju se može zaključiti da za jedan kvalitetan rad ekstrudera, odnosno dobijanje kvalitetne izolacije na provodniku i kابلu, treba u svakom trenutku poznavati veličinu zazora između ekstruzionog puža i cilindra.



Slika 10. Definisane kriterijuma potpune pohabanosti puža i cilindra u zoni odmeravanja

Tako bi se blagovremeno uticalo na kvalitet rastopljenog polimera i kapacitet ekstrudera, bilo korekcijom režima prerade ekstrudata, bilo zamenom dotrajalih ekstruzionih puževa i cilindara novim ili revitalizacijom istih. Takođe, treba napomenuti i to, da su troškovi revitalizacije dotrajalih elemenata u odnosu na nove niži i preko 50%.

LITERATURA

- [1] Fenner, R. T., 1970, Extruder Screw Design, London, Iliffe book LTD.,
- [2] Mitrovic, S., Canic, Z., 1995, Analiza stanja pohabanosti najugroženijih elemenata TMS-a linija za ekstruziju gume i plastike, Tribologija u industriji 4

INFLUENCE of WORN OUT ELEMENTS of TMS EXTRUDER on EXTRUDATE QUALITY in CABLE INDUSTRY

The effect of wear between screw and barrel, as a tribomechanical parameter, on extrusion of thermoplastics materials has been presented in this work.

Growth of a radial clearance between barrel and screw as a consequence of surface wear, could be controlled during extruder operation which can be valuable for cable production since both, the extruder output rate and extrudate quality, are in direct proportion with the value of the radial clearance.

Criterion determination of completely worn out extruder elements in a cable industry, (screw and barrel), enables on time preventive intervention in the sense of reparation and production new elements (screw and barrel) which would greatly reduce the cost of production.