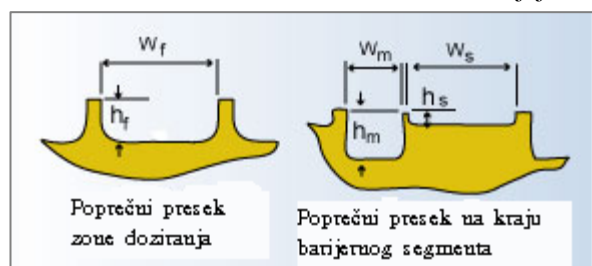


Osnove geometrije pužnog vijka (2. Deo): Stvari koje vam projektanti pužnih vijaka nikada nisu rekli

U drugom nastavku teksta čiji je autor Timothy Womer, pojašnjavaju se pojmovi kompresionog odnosa kod barijernih pužnih vijaka, kao i osnovni parametri u slučaju postojanja dvostepenih pužnih vijaka. Poznavanje ovih karakteristika ima značajnu ulogu u pravilnom odabiru tehnološkog rešenja i budućem radu bez problematičnih situacija

Kompresioni odnos kod barijernih pužnih vijaka

Kao što je važno proceniti kompresioni odnos kod standardnih pužnih vijaka, ovo je takođe bitno i kod barijernih tipova pužnih vijaka, gde je neophodno doći do realne vrednosti kompresionih odnosa. U cilju određivanja realnog kompresionog odnosa kod pužnog vijka barijernog tipa, potrebno je izvršiti upoređenje poprečnog preseka zone doziranja sa kombinovanom zonom poprečnog preseka na kraju barijerne sekcije. Ovo je prikazano na sledećoj slici.



Volumetrijski kompresioni odnos kod barijernog pužnog vijka se može matematički izraziti preko sledeće formule:

$$VCR = \frac{(W_f \cdot h_f)}{(W_m \cdot h_m) + (W_s \cdot h_s)}$$

Gde je:

VCR – Volumetrijski kompresioni odnos;

W_f – Širina kanala u sekciji doziranja;

h_f – Dubina kanala u sekciji doziranja;

W_m – Širina kanala za rastop na kraju barijerne sekcije;

h_m – Dubina kanala za rastop na kraju barijerne sekcije;

W_s – Širina kanala za materijal u čvrstom stanju na kraju barijerne sekcije;

h_s – Dubina kanala za materijal u čvrstom stanju na kraju barijerne sekcije.

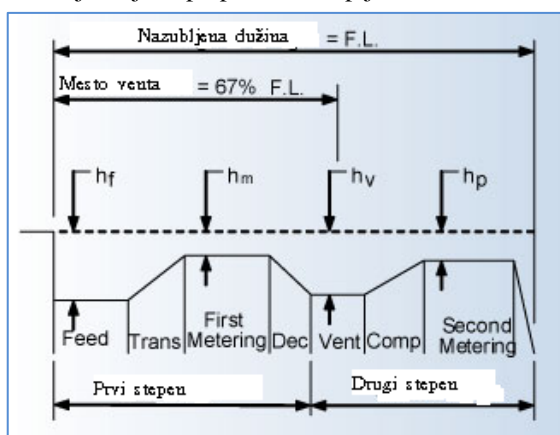
Ovaj metod poređenja jedne sekcije sa drugom će dati pouzdanije uporedne vrednosti.

Ovde treba naglasiti da, u zavisnosti od toga ko može da bude projektant pužnog vijka, kapacitet pužnog vijka može da bude odredivan kapacitetom barijerne sekcije ili mogućnošću potiskivanja sekcije za istiskivanje. Odnosno, u potpunosti zavisi od projektanta i njegove ideje kakve će biti karakteristike pužnog vijka.

Dvostepeni pužni vijci

Dvostepeni pužni vijci su u osnovi dva jednopužna vijka, postavljena tako da se kraj jednog naslanja na početak drugog, a vrše različite funkcije. Na donjoj slici je data uobičajena terminologija koja se koristi kod dvostepenih pužnih vijaka.

Primarni razlog za ventovanje ekstrudera je izbacivanje isparljivih gasova ili vlage. U današnje vreme je najveći broj dvostepenih ekstrudera sa sistemom za ventovanje (degazaciju) obično odnosa $L/D=30:1$ ili $32:1$ minimalno. U ranijim fazama razvoja ekstrudera ili mašina za injekciono presovanje su korišćeni manji odnosi dužina/prečnik. Današnje tehnologije ekstrudiranja zahtevaju veće dužine pužnih vijaka. Uobičajeno je da je kapacitet dvostepenih ekstrudera oko 2/3 kapaciteta ekstrudera bez ventovanja sa sličnim odnosom L/D . Ovo je iz razloga što je potrebno 100% rastopiti sav materijal pre nego što dođe do sekcije za ventovanje na pužnom vijku. Ukoliko materijal nije u potpunosti istopljen



kada dođe u sekciju za ventovanje kod dvostepenog ekstrudera, postoji mogućnost da vlaga ili gasovi budu zarobljeni u unutrašnjosti nedovoljno istopljenih granula. Usled toga, neće biti u mogućnosti da se ispuste kroz otvor za ventovanje na cilindru.

Postoje i slučajevi kada je neophodno izvršiti izbacivanje velike količine gasova i vlage, što zahteva instalaciju drugog otvora za ventovanje na zidu cilindra. U tom slučaju je potrebno koristiti trostepeni pužni vijak. Kod ovakvih tipova ekstrudera se koristi odnos L/D od 36:1 ili više.

Kao što je napomenuto ranije, dvostepeni pužni vijak je jednostavno tandem dva pužna vijka, gde prvi kompresioni odnos biva određen na isti način kao i kod jednostepenog ekstrudera. Treba napomenuti da u nekim slučajevima barijerne sekcije mogu da budu iskorišćene u prvoj fazi kod dvostepenog pužnog vijka.

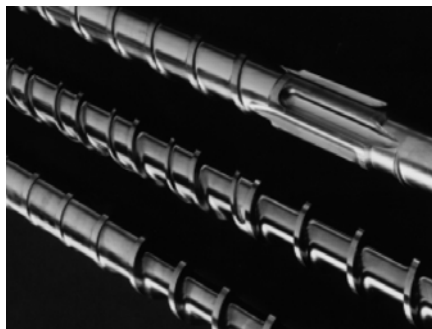
Primarna razlika u projektovanju prvog stepena kod dvostepenog pužnog vijka je da sekcija za istiskivanje ne treba da bude projektovana tako da prevaziđe bilo koju vrstu povratnog pritiska. Pošto ne postoje ograničenja od strane glave alata ili drugih elemenata, prva zona istiskivanja treba samo da izvrši kompletan proces formiranja rastopa i upumpa materijal u sekciju ventovanja, u kojoj nema pritiska ili postoji negativan pritisak.

Kod nekih primena ventovanja, kada se radi o preradi veoma viskoznih materijala, neophodna je instalacija vakuumske pumpe na otvoru za ventovanje na cilindru, da bi se pospešilo izvlačenje isparljivih gasova. Na kraju, primarna svrha drugog stepena je da omogući zonu za otparavanje i da zatim istisne materijal kroz glavu alata.

Ranije se ovo definisalo kao "odnos pumpanja" i obično je korišćen odnos koji se kretao u opsegu 1,5:1 do 1,6:1.

Odnos pumpanja = h_f/h_m

Ovaj metod će obično funkcionisati kod primena gde se prerađuju veoma viskozni materijali. Bolji



metod za projektovanje dubine navoja kod sekcije za istiskivanje u drugom stepenu je računanje neto protoka u drugom stepenu, u odnosu na neto protok u prvom stepenu.

Sekcija za istiskivanje (ili pumpanje) u drugom stepenu mora da bude projektovana tako da može da ispumpa više od sekcije istiskivanja u prvom stepenu za minimum 25%, kako bi se zaštitila sekcija ventovanja od prepunjavanja i kako ne bi došlo do izbacivanja rastopa kroz otvor za ventovanje. U smislu određivanja dubine u sekciji za ventovanje, obično je odnos 2:1 do 2,5:1 dovoljan u drugom stepenu zone istiskivanja, da bi se sprečio povratni tok materijala i curenje kroz otvor za ventovanje.

Svrha ovog teksta nisu nikakvi posebni zaključci, već način da se pojasne neka razmišljanja projektanta pužnih vijaka i prilaz optimalnom projektovanju pužnih vijaka. Kao i uvek, važno je obezbediti projektantu pravilne informacije o opremi i materijalu koji će se preradivati. Uz bolje razumevanje mehanizama delovanja svake sekcije pužnog vijka, lakše će se shvatiti i rešiti problemi u preradi ili poboljšati konstrukcija pužnog vijka.

Kao dodatna informacija o ovoj temi se mogu koristiti i sledeće knjige:

1. Chung, "Extrusion of Polymers - Theory and Practice", Hanser Gardner Publishing, Inc., Cincinnati, Ohio.
2. Bernhardt, "Processing of Thermoplastic Materials", Robert E. Krieger Publishing Company.
3. Rauwendaal, "Polymer Extrusion", Hanser Publishers.
4. Tadmor and Gogos, "Principles of Polymer Processing", John Wiley and Sons, New York.
5. Spirex Corporation, "Plasticating Components Technology", ©1992 Youngstown, Ohio.

Timothy W. Womer

(Autor teksta je dugogodišnji predsednik američkog Society of Plastics Engineers i direktor u firmi Xaloy, poznatog proizvođača pužnih vijaka)

Moguće greške pri injekcionom presovanju



Buka pri otvaranju kalupa:

Pri otvaranju kalupa se stvara velika buka.

Uglovi konusa suviše mali: Pro-

veriti efikasnost poliranja i uglove konusa i ukoliko su suviše mali preraditi kalup; Koristiti odgovarajuće sredstvo za oslobađanje iz kalupa.

Uređaj za centriranje kalupa nepodešen ili pohaban: Popraviti centriranje kalupa. *Pritisak u kalupnoj šupljini suviše visok:* Smanjiti pritisak u kalupnoj šupljini; Ranije izvršiti prebacivanje sa pritiska ubrizgavanja na pritisak držanja; Smanjiti pritisak držanja. *Nedovoljna krutost kalupa:* Ojačati konstrukciju kalupa.

Korozija kalupa: Formiranje tamnih ili crnih naslaga na kalupu, što kontaminira sve otpreske. *Degradacija polimernog materijala:* Smanjiti temperaturu rastopa i vreme zadržavanja.

Loše ventovanje kalupa: Poboľjšati ventovanje. *Čelik kalupa podložen koroziji:* Koristiti čelik otporan na koroziju i habanje. *Kalup nepravilno zaštićen kada nije u upotrebi:* Koristiti sredstvo za zaštitu kalupa.



Kalup se ne otvara:

Čak i pri maksimalnoj sili otvaranja, kalup ostaje zatvoren. *Pritisak u kalupnoj šupljini suviše visok:* Sma-

njiti pritisak u kalupnoj šupljini; Ranije prebaciti sa pritiska ubrizgavanja na pritisak držanja; Smanjiti pritisak držanja; Povećati temperaturu rastopa do prihvatljive granice. *Neodgovarajuća krutost konstrukcije kalupa:* Ojačati kalup. *Kontrola klizača nije u funkciji:* Proveriti pozicije i kontrolu. (Ukoliko je neophodno, podići temperaturu kalupa iznad temperature prelaska u staklasto stanje polimera i razvući kalupne polovine).



Otpresak ostaje u kalupnoj šupljini:

Otpresak se uvija, deformiše ili probuši od izbacivača.

Kalup preopterećen: Smanjiti brzinu ubrizgavanja i pritisak držanja; Ranije prebaciti na pritisak držanja. *Premali ugao konusa i prenaplašeni prelazi ivica:* Povećati ugao i zaobliti prelaze. *Kalup nije dovoljno ispoliran kod rebrastih ojačanja i ispupčenja:* Ispolirati kalup u pravcu izvlačenja otpreska. *Stvaranje vakuuma između površine kalupa i otpreska:* Optimizovati ventovanje kalupa.

Prerano izbacivanje iz kalupa jer je

otpresak još uvek lepljiv ili mek:

Povećati vreme hlađenja i smanjiti temperaturu kalupa. Igle izbacivača loše postavljene ili ih ima premalo; Koristiti više izbacivača ili im promeniti poziciju.



Neobičan miris:

Jak miris koji može ili ne mora da bude svojstven materijalu. *Termička degradacija materijala;* *Vreme*

zadržavanja u cilindru i ulivnim kanalima suviše dugo; *Previsoka temperatura rastopa:* Smanjiti termičko opterećenje materijala; Skratiti vreme zadržavanja materijala u mašini; Smanjiti temperaturu rastopa. *Kontaminacija nastala usled nekompatibilnih tipova materijala ili suviše regenerata:* Koristiti samo jedan tip materijala ili regenerata.



Predugo vreme trajanja ciklusa:

Stvarno vreme ciklusa je mnogo duže od teorijskog. *Vreme istiskivanja suviše dugačko:*

Skratiti vreme; Povećati obodnu brzinu pužnog vijka do maksimalno 0,25 m/s; Koristiti veću jedinicu za plastifikaciju; Proveriti pohabanost jedinice za plastifikaciju; Primeniti efikasniji pužni vijak. *Vreme hlađenja suviše dugačko:* Smanjiti vreme hlađenja; Sniziti temperaturu kalupa do prihvatljivog minimuma; Poboľjšati hlađenje u kritičnim zonama. *Vreme za rukovanje i transport suviše dugo:* Optimizovati sistem rukovanja.



Varijacije u debljini sekcija:

Debljina otpreska ne odgovara zahtevima ili varira

van opsega tolerancija. *Neodgovarajuća krutost kalupa:* Proveriti krutost kalupa i izvršiti potrebna ojačanja. *Dimenzije kalupa ne odgovaraju jer nije pravilno predviđeno skupljanje:* Proveriti dimenzije kalupa i uporediti sa podacima proizvođača materijala o skupljanju. *Pritisak u kalupnoj šupljini suviše visok ili je sila zatvaranja suviše mala:* Smanjiti pritisak u kalupnoj šupljini ranijim prebacivanjem sa pritiska ubrizgavanja na pritisak držanja, smanjiti pritisak držanja; Povećati silu zatvaranja. *Mehanizam centriranja kalupa neispravan ili pohaban:* Proveriti centriranje kalupa i ako je potrebno izvršiti zamenu mehanizma.