

DK 621.97:658.51

Izbira in izkoriščenje mehaničnih preš pri štancanju in hladnem preoblikovanju

HEINRICH MÄKELT — FRANC GOLOGRANC

(Nadaljevanje in konec)

7. Konstrukcijske značilnosti in lastnosti različnih mehaničnih preš

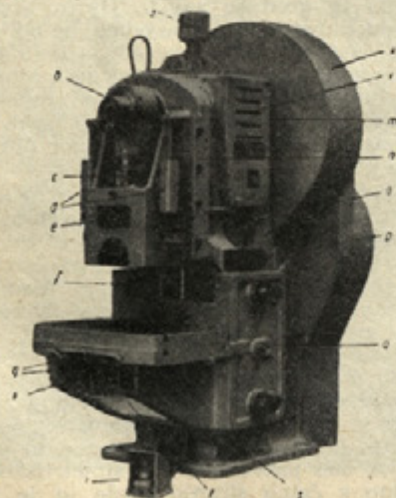
Za postopke plastičnega preoblikovanja so pri mehaničnih prešah na voljo različne izvedbe, ki imajo glede na namen uporabe določene lastnosti. V glavnem lahko razlikujemo naslednje vrste preš:

- a) enostebne odprte (konzolne) ekscentrske preše in odprte preše z dvojno steno,
- b) dvostebne zaprte ekscentrske ali ročične preše,
- c) kolenske preše,
- d) vretenne preše.

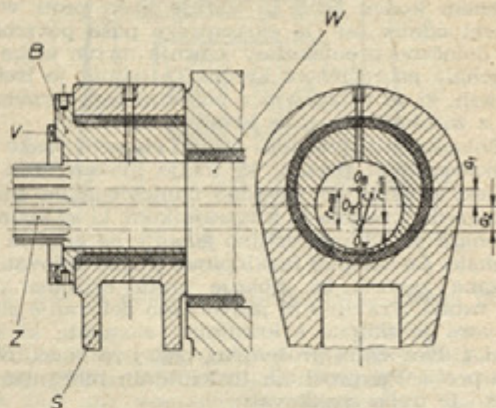
Zaradi dobre dostopnosti do orodja je v tehniki štancanja zelo razširjena enostebna konzolna ekscentrska preša, kakršno v sodobni izvedbi prikazuje slika 14.

Preša ima naslednje značilnosti:

- a) avtomatično centralno mazanje vseh drsnih ploskev,
- b) stopenjsko spreminjanje giba z ekscentrsko pušo in zaskočno sklopko,
- c) ojnico z zglobnim vijakom za premikanje pehala s kazalno napravo,
- d) obojestransko pnevmatično uravnoteženje pehala, ki omogoča miren tek preše, zlasti pri uporabi rezilnih orodij,
- e) zaščito proti preobremenitvi z lomljivimi vavalkami, ki se pri prekoračenju največjega dopustnega pritiska porušijo in jih je mogoče hitro zamenjavati,
- f) nastavno vreteno za spreminjanje lege mize, ki je vgrajeno v stojalu preše in posreduje dodatno ojačenje,
- g) zaščitno dvoročno strežbo s kontrolnimi lučkami, ki takoj ustavi gibanje pehala, kakor hitro izpustimo eno samo tipalo, kar lahko dosežemo tudi s pritiskom na gumb za zaustavljanje v sili,
- h) izbirno stikalo z varnostnim ključem za pet različnih strežnih možnosti (skupno s stalnim obratovanjem), ki so pri vklopljenem prekinjevanem obratovanju zavarovane proti naknadnemu poseganju v delovni prostor, torej ne dopuščajo nobenega nepredvidenega ponovnega giba,
- i) možnost za vklapljanje z nožnim stikalom, ki je pri uporabi primernih orodij sklopljeno z izbirnim stikalom,



Sl. 14. Konstrukcijske značilnosti 80 Mp-ekscentrske preše s predležjem in dvižno mizo



Sl. 15. Načelo spreminjanja giba

k) proti nezgodam in nesnagi zavarovano zaprto zobniško predležje s pogonskim motorjem, vgrajenim v stojalu,

l) možnost za zobniški priključek na ekscentrsko gred za pogon naprav za avtomatično podajanje materiala,

m) torni sklopko z brezstopenjskim vklapljanjem z magnetnimi ventili in zavoro, ki ustavlja pehalo pri gibu navzdol takoj in v vsaki legi (zaščita proti naknadnemu poseganju),

n) na obeh straneh nastavljive vodilne letve za pehalo, ki v zvezi z dolgimi dvignjenimi vodilji omogočajo natančno gibanje pehala brez zvrčanja, tudi pri obremenitvi,

o) izbijalo za obdelovance, vgrajeno v pehalu, s prestavljivimi prisloni na obeh straneh,

p) dolga vodila na obeh straneh stojala za vertikalno nastavljanje mize, ki povečujejo prerez stojala in s tem njegovo togost,

q) vertikalno prestavljivo mizo z močnimi stranicami, ki dopuščajo skupaj s pritrdilno klinasto letvijo na vodilih pri preobremenitvi le minimalen odklik med mizo in vodili za pehalo,

r) prazen prostor pod mizo za izdelke, ki se izmetavajo navzdol, ali za vgraditev pnevmatične vlečne blazine za globoki vlek ter

s) težko, trdno stoječe in togo ogrodje iz prvovrstne litine.

Pomen dvižne mize prihaja do veljave zlasti, če se pogosto uporabljajo orodja za izdelke z različnimi višinami. Vgraditev vlečne blazine v prostoru pod mizo je primerna za orodja za obrnjeni vlek. Pri tem je matrica pritrjena na pehalu, medtem ko vlečni pestič miruje na mizi. Držalo za pločevino, ki le-tega obdaja, je z odbijali zvezano z vlečno blazino in ga pehalo skupaj z vloženim pločevinskim izrezkom potiska navzdol. Za odstranjevanje izdelkov iz matrice rabi izbijalo, ki zadeva pri gibu navzdol ob prislone na obeh straneh vodila za pehalo.

Kakor prikazuje slika 15, se pri čelnih ročičnih in ekscentrskih gredeh gib pehala spreminja s posebno ekscentrsko pušo B, ki se da sukati okrog ekscentrskega čepa Z na sprednjem koncu gredi W. S tem se spreminja lega osi ekscentra, ki je hkrati tečaj za ojnico S nasproti osi gredi O_W , pri čemer potuje os puše O_B po krožnici okrog osi čepa O_Z . Vsakokratna razdalja $O_B O_W$ ustreza dolžini ročice $r = H/2$, ki jo sestavlja ekscentričnost a_1 puše B nasproti čepu Z

ter ekscentričnost a_2 čepa Z nasproti gredi W. Tako dobimo za največji oziroma najmanjši gib pehala:

$$H_{max} = 2 r_{max} = 2 (a_2 + a_1)$$

$$H_{min} = 2 r_{min} = 2 (a_2 - a_1)$$

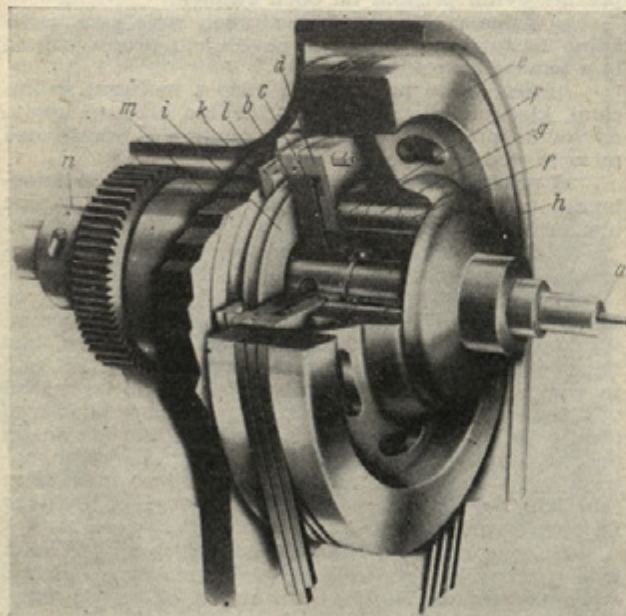
Gib se lahko spreminja samo po stopnjah zaradi čelnega ozobja V na ekscentrski puši, s kakršno je spojen sojemni obroč, ki se lahko premika samo aksialno na utorjenem koncu čepa in varuje pušo proti vrtenju. Stranski odmik osi O_R ekscentrske puše povzroča seveda določeno premaknitev zgornje mrtve točke gibanja pehala na ročičnem krogu. Ta odmik je treba pri sklopkah, ki se vklaplajo v poljubni legi, izravnati, in sicer z zasukom ustrezne krmilne krivulje.

Sklopka je najvažnejši strojni element vsake preše. Pri ekscentrskih prešah, ki imajo glavno gred v simetrijski ravnini, je navadno nameščena na zadnjem koncu gredi. Zvezana je z vztrajnikom, ki se stalno vrti in prenaša pri vklopu vrtilno gibanje na gred in s tem na pehalo. Če sklopko razklopimo, prične delovati z njo povezana zavora, ki gibanje gredi oziroma pehala takoj ustavi. Pravilno in pravočasno delovanje sklopke in zavore je skupno s krmilnimi elementi, ki so zaščiteni z dvoročnim proženjem, pogoj za varno obratovanje preše. Pri prožilnih in krmilnih mehanizmih za sklopko je treba razlikovati:

a) mehanično prožilno vzvodje, ki terja določeno silo in hitreje utruja,

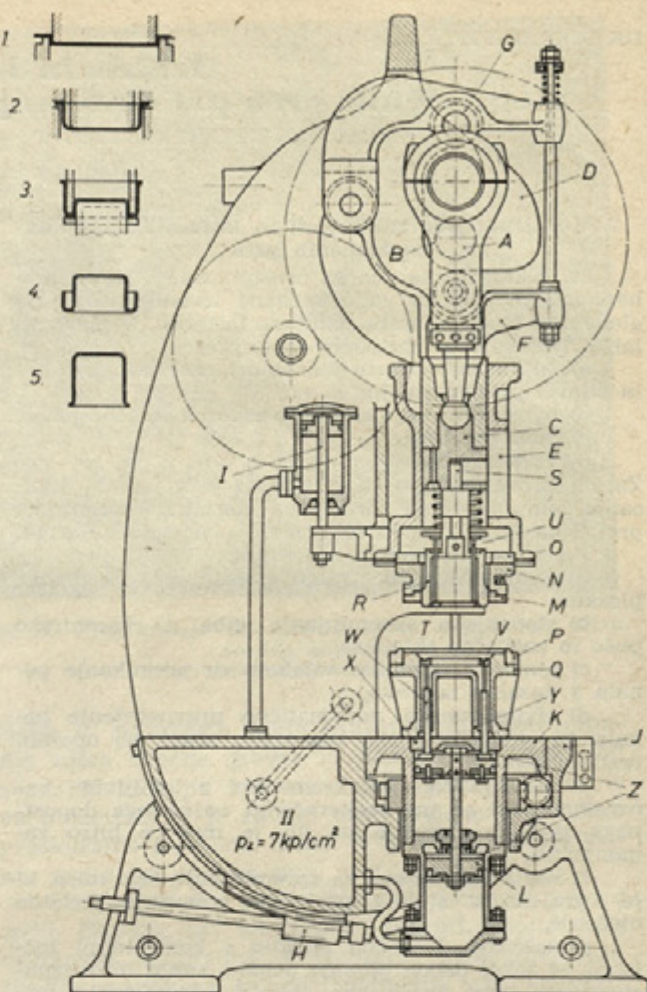
b) elektropnevmatična in elektrohidravlična tipkalna krmilja, pri katerih rabi za proženje komprimiran zrak ali tlačno olje.

Membransko torni sklopko s hidravličnim proženjem, ki se je zelo uveljavila, prikazuje slika 16. Tlačno olje, potrebno za povzročanje torne sile, prihaja v sklopko skozi elektromagnetni krmilni ventil na zadnjem koncu ekscentrske gredi v aksialno izvrtino a in dalje v pesto b, ki je nasajeno na gredi in na katerem je namesto bata napeta fleksibilna obročasta membrana c iz sintetične mase. Pod vplivom oljnega tlaka se ta membrana izboči ter premakne torni kolot d in v vztrajniku e pomiče torne čepi f z vmesnimi členi g v aksialni smeri. Brž ko so torni čepi stisnjeni med sklopino ploščo d in tej nasprotno ploščo h,



Sl. 16. Membranska torni sklopka

a — izvrtina v gredi, b — pesto, c — obročasta membrana iz sintetične mase, d — torni kolot, e — vztrajnik, f — torni čep, g — vmesni člen, h — torni plošča, i — obročaste vzmeti, k — torni obloga, j — zavora, m — stojalo preše, n — matica za nastavljanje



Sl. 17. Nagibna dvojno delujoča preša z vlečno blazino

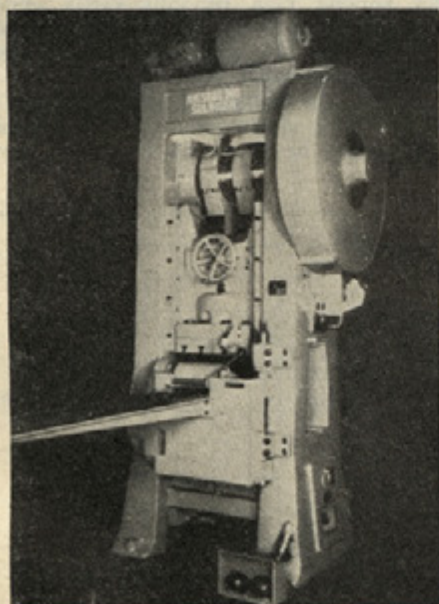
A — ročična gred, B — ojnica za vlečno pehalo, C — pehalo, D — krivuljna plošča za držalo, E — držalo za ploščevino, F — zgornji in G — spodnji vodilni lok, H — vreteno za nagibanje preše, J — miza, K — tlačni valj za vlečno blazino, L — dvojni bat, M...O, R...U — deli spodnjega orodja, P, Q, V...Y — deli zgornjega orodja, I — uravnoteženje pehala, II — tlačna posoda

ki je trdno nasajena na koncu gredi, je torna zveza vzpostavljena in gred se zavrti. Hkrati z aksialnim premikom sklopine plošče d se odmakne od ogrodja m zavorna plošča l, ki ima torni obloga k in je s prednapetimi obročastimi vzmetmi oprta na pesto b. Temu nasproti deluje zavora takoj, brž ko preneha pritisk olja na membrano in s tem trenje v sklopki. Matica n omogoča nastavljanje zavore pri morebitni obrabi njene torne ploskve.

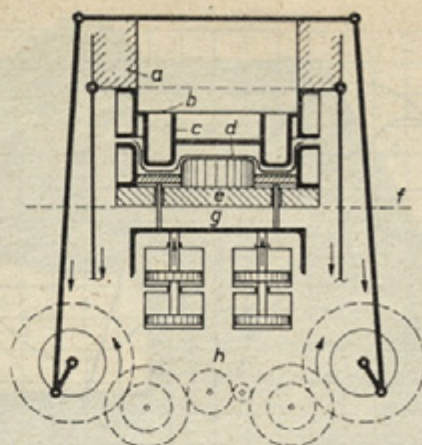
Slika 17 prikazuje prerez nagibne ročične preše z dvojno steno in vgrajenim globokovlečnim orodjem. Stojalo preše sestoji pri tej izvedbi iz dveh polnih navpičnih sten, ki sta med seboj povezani, spodaj z mizo in zgoraj z vodikom za pehalo. Med njima je v hrbtu stojala odprtina, skozi katero se lahko odvajajo obdelovanci na zadnjo stran preše. To gre navadno najlaže, če se miza J oziroma celotno stojalo lahko nagiba nazaj. Za ta namen je stojalo uležajeno v stojnem podnožju, v katerem se lahko nagiba z vijačnim vretenom H in zobniškim segmentom. Tipičen za globoko vlečenje je dvojno delujoči pogon te preše. Ročična gred A leži pravokotno na simetrijsko ravnino, tj. vzporedno s čelno stranjo preše in je uležajena v obeh straneh stojala. Med njima je koleno ročične gredi z ojnico B, ki premika vlečno pehalo C. To

pehalo je vodeno v držalu za pločevino E, ki se prav tako premika navzgor in navzdol, njegova vodila pa so navadno na okviru preše. Pehalo z držalom za pločevino mora mirovati tako dolgo, dokler traja proces vlečenja. Zato sta oba bočna kraka kolena izdelana v obliki ustreznih krivuljnih plošč D. Po njih tečejo diametralno nasproti uležajeni valjčki spodnjega in zgornjega vodilnega loka F in G, ki sta trdno spojena z držalom za pločevino E. Gibanje tega pehala je odvisno od oblike krivulje obeh kolotov D, toda neodvisno od gibanja pehala za vlečenje. Zaradi uravnoteženja je pehalo z držalom za pločevino zvezano z batnico valja za tlačni zrak, ki je priključen na tlačno posodo (vetrnik) v spodnjem delu stojala. V mizo preše J je vgrajena pnevmatična vlečna blazina, ki je prav tako priključena na vetrnik in sestoji iz dveh po višini prestavljivih valjev K z dvema batoma L, pritrjenima na skupno batnico. Zgornji bat pritiska z odmičnimi trni, ki so speljani skozi mizo, na gibljivo nasprotno držalo spodnjega dela vlečnega orodja s sestavnimi deli P in Q ter V do Y, ki je nameščeno nad mizo. Nasprotno držalo se lahko pri dotiku zgornjega dela orodja R do U s pločevino poda, medtem ko je pločevina stisnjena med zgornjim delom orodja M do O na držalu za pločevino E in nepomičnim delom spodnjega orodja. Povrh mehaničnega gibanja vlečnega pehala in držala za pločevino omogoča torej pnevmatična vlečna blazina še tretje gibanje, in sicer premikanje gibljivega nasprotnega držala v spodnjem delu orodja, tako da ima preša v tem primeru trojni učinek na obdelovanec. Posamezne faze 1 do 5 (slika 17 zgoraj levo) prikazujejo izdelavo lonca po tako imenovanem obrnjenem vleku, pri katerem si pri enem gibu pehala sledita dva vlečna procesa neposredno, vendar v nasprotnih smereh.

Za posebno natančno rezanje, luknjanje in upogibanje z zelo kvalitetnimi orodji, npr. z bločnimi rezili, ima pred odprto prednost zaprta dvostebna izvedba, slika 18. Stojalo preše je tu ojačeno v vogalih s štirimi prednapetimi jeklenimi sidri, kar omogoča najmanjše deformacije pri obremenitvi in s tem varuje orodja ter povečuje njihovo obstojnost. Slednjemu je namenjena tudi izvedba z dvema vzporednima ekscentroma na gredi in dvema ojnica, ki enakomerno prenašata silo od ekscentrske gredi na pehalo. To in pa dolga,



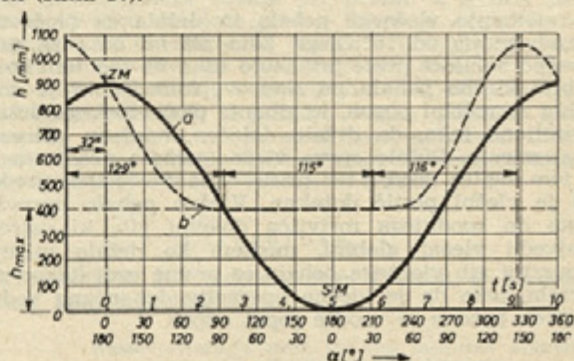
Sl. 18. 80 Mp-zaprta dvostebna preša z dvema ekscentroma in valjčnim podajalnim aparatom



Sl. 19. Shema dvojno delujoče široke vlečne preše

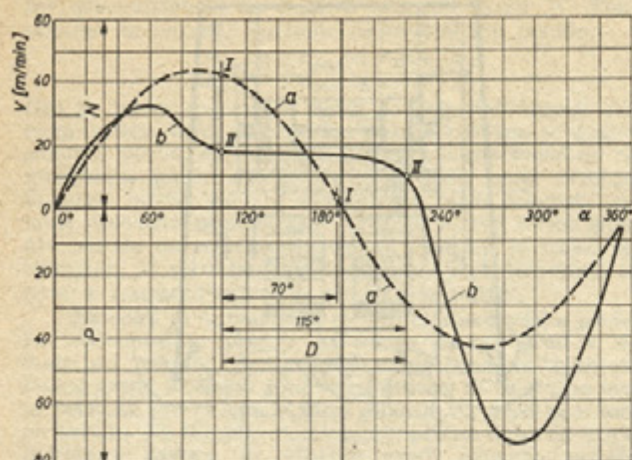
nastavljiva vodila ter dodatno vodenje podaljška pehala na zadnji strani stojala onemogoča zvrčanje pehala tudi pri nesimetrični obremenitvi. Da bi bil delovni prostor od vseh strani kar moč dostopen, so v obeh stebrih stranske odprtine. V zobniškem predležju vgrajena pnevmatična lamelna sklopka z zavoro dopušča vklapljanje in razklapljanje v vsaki poljubni legi pehala kakor tudi tipalni gib pehala za nastavljanje orodja. Preša lahko obratuje prekinjevano ali stalno. Pri trajnem obratovanju je na sprednji strani montiran valjni podajalni aparat, ki skrbi za avtomatično dovajanje traku v orodje.

Dvostebne preše gradijo do največjih dimenzij, npr. za globoko vlečenje ali rezanje pločevinskih izdelkov z velikimi ploskvami v avtomobilski ali letalski industriji. Takšne preše so največkrat dvojno delujoče, tj. imajo razen vlečnega pehala še neodvisno pločevinsko držalo z mehaničnim pogonom, podobno kakor pri opisani nagibni preši (slika 17). Posebna značilnost širokih vlečnih preš je pogon na spodnji strani, katerega delovanje je razvidno s slike 19. Vlečno pehalo premikata težki vlečni ojnici na obeh straneh, ki sta povezani z dvema prečno postavljenima ročičnima gredema pod nivojem tal. Podobno je zvezano pločevinsko držalo prek vlečnih ojnici z dvema sistemoma kolenastih vzvodov, ki jih premikajo ekscentri na obeh ročičnih gredih. Ker je pogon spodaj, sta stebra preše precej razbremenjena, kar ugodno vpliva na natančnost delovanja. Prednost take razporeditve pogona sta tudi zelo ugodna lega težišča in enostavna konstruktivna izvedba preše. Pod mizo je vlečna blazina z dvema valjema za tlačni zrak. S tem se dosega tudi pri tej preši trojno gibanje, na način, ki je shematično prikazan na primeru orodja za obrnjeni vlek (slika 17).



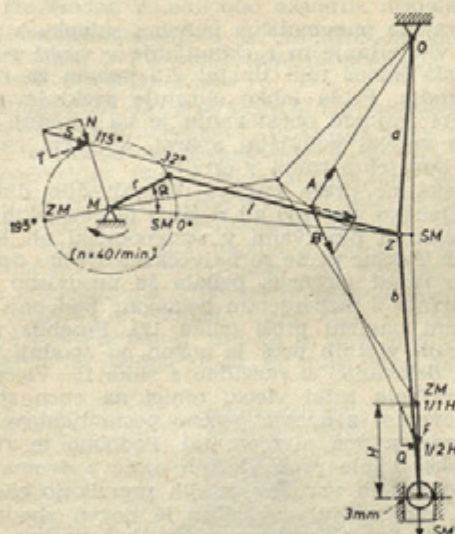
Sl. 20. Gibanje vlečnega pehala in držala za pločevino pri dvojno delujoči preši

a — gibanje vlečnega pehala, b — gibanje držala za pločevino



Sl. 21. Potek hitrosti pehala pri preši z dvojnimi vezanimi ročičnim mehanizmom

N — gib navzdol, P — povratni gib, D — delovno območje, a — normalni ročični pogon, b — pogon z dvema ročičnima gredema, d — ročični kot, v — hitrost pehala



Sl. 22. Shema pogona kolenske preše

M — os ročične gredi, O — vrtilišče nihalnega vzvoda, T — tangencialna sila na ročičnem krogu, S — sila v ojnici, N — normalna sila, A — sila v nihalnem vzvodu, B — sila v tlačnem vzvodu, Z — kolenski zgib, r — ročica, l — ojnica, a — nihalni vzvod, b — tlačni vzvod, H — celotni gib, F — sila na pehalu, Q — prečna sila na vodilu

Gibanje vlečnega pehala in držala za pločevino v odvisnosti od ročičnega kota ali od časa za take dvojno delujoče preše prikazuje slika 20. Medtem ko se giblje vlečno pehalo po sinusovi funkciji, ki je značilna za ročični pogon, je gibanje pločevinskega držala krmiljeno tako, da držalo določen, namenu ustrezen čas, miruje. Držalo sprva vlečno pehalo prehiteva in s tem zapira orodje ter pritiska na pločevino, preden se je vlečni pestič dotakne. Vlečno pehalo opravi nato do spodnjega mrtvišča delovni gib, ki ustreza največji vlečni globini, medtem ko držalo miruje. Povratni gib vlečnega pehala se prične prej kakor gib držala, tako da je vlečna operacija dokončana vedno poprej, preden se orodje zopet odpre.

8. Mehanične preše s posebnimi pogoni

Za pogon pehala so pri mehaničnih prešah v rabi tudi razni sestavljeni ročični mehanizmi, s katerimi je

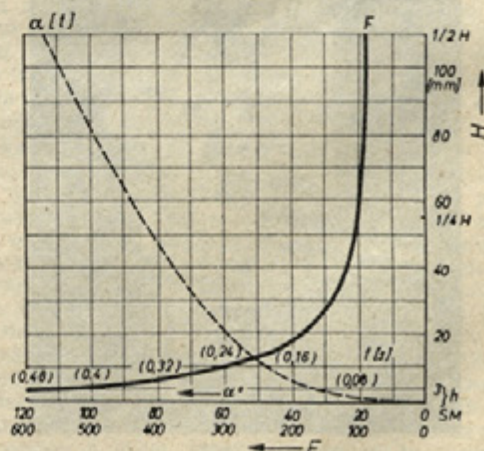
mogoče dosegati počasnejšo, skoraj enakomerno hitrost pehala v območju delovnega giba. To je pomembno pri tistih preoblikovalnih postopkih, pri katerih je delovni gib razmeroma dolg, npr. pri globokem vleku in iztiskavanju.

Pri teh sestavljenih mehanizmi hitrost pehala ne poteka po sinusovi funkciji kakor pri ročičnem pogonu, ampak je v določenem območju enakomerna, pri povratnem gibu pa znatno pospešena. Tehnološko zelo popoln potek gibanja pehala, tj. počasen, enakomeren delovni gib ter hiter prazen in še hitrejši povratni gib, je mogoče dosegati z dvojnimi ročičnim pogonom z vezanimi ročičnima gredema. Potek hitrosti pehala pri takem mehanizmu prikazuje slika 21.

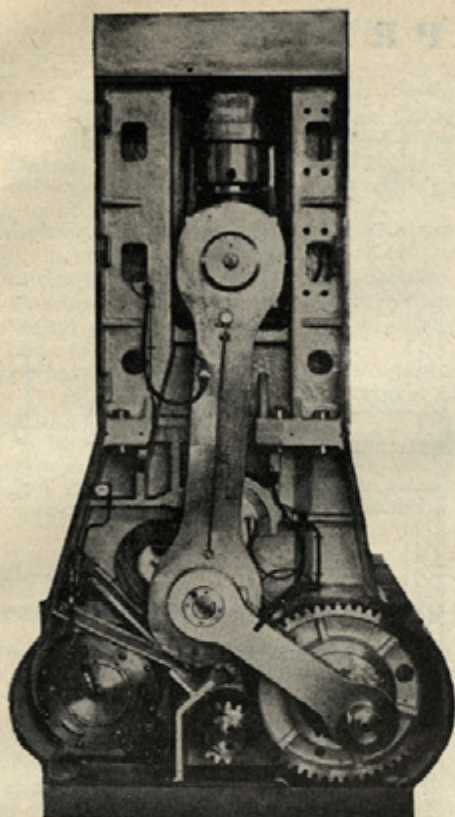
Za iztiskavanje in vtiskavanje, kjer je potreben v spodnjem mrtvišču gibanja pehala velik končni pritisk za kalibriranje obdelovancev, se koristno uporabljajo kolenske preše. Pritisk pehala ob koncu giba daje štirizgibni kolenski mehanizem z razmeroma majhnim pogonom, ki je navadno zgornji. Slika 22 prikazuje shemo pogona take kolenske preše. Ročica r, ki je uležajena v M in se vrti s hitrostjo n, je z ojnico l in skupnim členom Z, ki opisuje krožni lok, na eni strani spojena z nihalnim vzvodom a, na drugi pa s tlačnim vzvodom b, na katerega je priključeno v vertikalnem vodilu gibljivo pehalo. Za gib pehala od zgornjega do spodnjega mrtvišča je tu potreben večji ročični kot, npr. 195°. Polovičen gib dosega pehalo pri 80° za ZM, torej 115° pred SM. Ročičnemu kotu $\alpha_k = 32^\circ$ ustreza v tem primeru koristen gib $h_k = 3\text{ mm}$ do SM, na katerem je na voljo končni pritisk $F_{max} = F_l$ (imenjski pritisk preše).

Mejna krivulja koristnih pritiskov poteka pri kolenskih prešah podobno kakor pri ročični preši. Vendar maksimalni pritisk ni dvakrat večji od tistega, ki je na voljo pri polovičnem gibu ročične preše, temveč je več kakor šestkrat (slika 23). Pri tem je razpoložljiva energija pri trajnem obratovanju enaka produktu iz končnega pritiska in prebitka poti je zopet označena z ustrezno površino pravokotnika. Zveza med dolžino giba in ročičnim kotom, ki je prav tako drugačna kakor pri ročičnih prešah, je naznačena s črtkasto krivuljo. Hkrati s kotom α lahko pri dani vrtilni hitrosti ročične gredi odbiramo tudi čas. Iz tega izhaja, da poteka končna faza preoblikovanja obdelovanca v zadnjem delu giba pred SM razmeroma počasi, kar je npr. pomembno pri stiskanju, pri katerem mora material povsem izpolniti gravuro orodja.

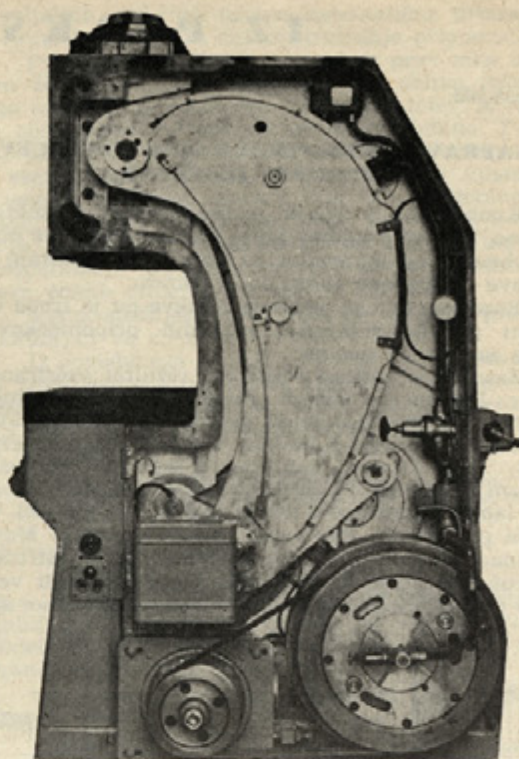
Za premikanje pehala lahko namesto tlačnega vzvoda b rabi tudi vlečni drog. V tem primeru mora biti pogon spodaj, ne glede na to, ali je okvir preše



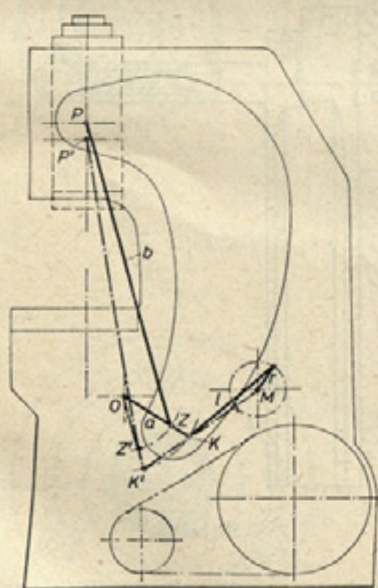
Sl. 23. Diagram koristnih pritiskov in poti pri kolenskih prešah



Sl. 24. Dvostebrna kolenska preša z vlečnim drogom in spodnjim pogonom



Sl. 25. Enostebrna konzolna kolenska preša z vlečnim drogom



Sl. 26. Shema kolenastega mehanizma z vlečnim drogom
M — os ročične gredi, O — vrtišče nihalnega vzvoda, Z — kolenski zgib, K — tečaj ojnice na nihalnem vzvodu, r — ročica, l — ojnica, a — nihalni vzvod, b — vlečni drog

zaprt (slika 24) ali odprt (slika 25). Kinematično shemo preše z odprtim okvirom C prikazuje slika 26. Označbe posameznih členov in zgibov pogona ustrezajo onim pri kolenastem mehanizmu (slika 22). Vzvodni sistem je dvojen — na obeh straneh stojala. Ročni plošči z ročico r in osjo M , ki sta pritrjeni na skupni gredi, dobivata pogon od vzporedne, niže ležeče predležne gredi, na kateri so vztrajnik, sklopka in zavora. Ojnici l tukaj nista priključeni na nihalna vzvoda a neposredno v kolenskih zgibih Z , temveč s posebnimi tečaji K . Učinek kolena ob koncu giba se pojavlja, ko sta tečaja O in Z skoraj v isti liniji s tečajem P , ki povezuje pehalo z zakrivljenima vlečnima drogoma b . Ta dva vlečna elementa sta zelo toga in prevzemata glavno komponento sile na pehalu, tako da je stojalo preše v glavnem razbremenjeno. Pri kolenskih prešah se v najnižji legi pehala koleno ne sme popolnoma izravnavati, da ne bi zadrževalo povratnega giba.

Sestavljeni kolenasti mehanizmi so v rabi tudi za pogon pločevinskega držala pri prešah z dvema pehaloma (dvojno delujoče preše). Ustreden enakomerni gib pehala za držalo se tu dosega s kombinacijo več kolenastih vzvodov, ki omogočajo, da držalo za pločevino dalj časa miruje v spodnjem najnižjem položaju.

Razen kolenskih dopuščajo velike pritiske tudi vretenne preše, ki imajo sicer zelo enostaven torni pogon, se pa po kinematičnem vidiku bistveno razlikujejo od dosedaj opisanih mehaničnih preš.

Literatura:

H., Mäkel: Die mechanischen Pressen, C. Hanser Verlag, München, 1961.

Naslov avtorjev: Prof. Dr. Ing. Heinrich Mäkel, Technische Hochschule, Darmstadt, doc. Ing. Franc Gologranc, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana