

NASVETI

VAKUUMSKO PRIJEMANJE IN TRANSPORT PREDMETOV (2. del) Osnove za projektiranje vakuumskega prijemalnega sistema

Glavni podatki, ki jih potrebujemo za projektiranje oz. dimenzioniranje vakuumskega sistema prijemalne naprave in prijemalk, so:

- masa oz. teža, oblika in površina bremena
- zahtevani čas prijema in sprostitve bremena
- dolžina vakuumskega voda od predvidene postavitev črpalnega sistema do prijemalk
- način izvedbe upravljanja naprave (ročno, električno).

Maso bremena navadno poznamo ali pa nam jo sporoči naročnik naprave. Pri izračunu je treba upoštevati varnostni faktor, ki je od 1,5 do 2. Neobremenjena prijemalka mora torej ustvariti silo, ki je 1,5 do 2 F_g (F_g je teža bremena, ki je enaka njegovi masi, pomnoženi z zemeljskim pospeškom $9,81 \text{ m s}^{-2}$, oz. zaokroženo 10 ms^{-2} ; teža bremena z maso 1 kg je 10 N).

Površina bremena je lahko **gladka, srednje groba** ali **groba**, kar je vzrok za puščanje med tesnilom prijemalke in površino predmeta. To moramo upoštevati in ovrednotiti oz. eksperimentalno ugotoviti, pri poroznih bremenih pa še dodatno puščanje skozi njihovo strukturo. Ker tesnitev ni nikoli idealna, je treba vedno in za vsak primer posebej eksperimentalno ugotoviti lastnost stične površine, izbrati ustrezno obliko in trdoto tesnila ter ugotoviti *specifično puščanje* ($\text{mbar ls}^{-1}\text{m}^{-1}$) na tesnilni površini ter skozi (porozno) breme. Poleg teže bremena je puščanje glavni parameter pri dimenzioniranju črpalnega sistema.

Če smo eksperimentalno ugotovili, da zaradi puščanja lahko dosežemo pod prijemalko v nekem času notranji tlak p_n samo 300 mbar, to pomeni, da ne bomo mogli izkoristiti celotne prijemalne moči, kot bi jo lahko, če bi bil notranji tlak okoli 1 mbar ali nižji. Razlika med zunanjim tlakom p_z (1000 mbar) in notranjim p_n (300 mbar) je torej $p_d = 700 \text{ mbar}$. Ker moramo pri izračunu tlak izraziti z N/cm^2 (1 mbar je 10^{-2} N/cm^2), je to 7 N/cm^2 . (Opomba. Pri notranjem tlaku 1 mbar ali nižjem bi bila sila prijetanja 10 N/cm^2).

Vzemimo za zgled kovinsko ploščo, ki ima maso 1000 kg ($F_g = 10\,000 \text{ N}$). Izberemo varnostni faktor 2. To pomeni, da mora obstajati efektivna sila F_{ef} , ki je enaka F_g oz. da mora biti sila na neobremenjeno prijemalko F enaka $2 F_g$ ($F_{ef} = F - F_g = 2 F_g - F_g = F_g$).

Iz enačbe:

$$F_{ef} = p_d \cdot S - F_g$$

lahko izračunamo površino prijemalke S (cm^2), ki je:

$$\begin{aligned} S &= (F_{ef} + F_g) / p_d = (F_g + F_g) / p_d = \\ &= 2 \times 10000 \text{ N} / 7 \text{ Ncm}^{-2} = 2857 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Če bi to prijemalno površino razdelili na dve prijemalki, bi imela vsaka po $1428,5 \text{ cm}^2$, in če bi bili okrogli, bi imeli obseg po 134 cm oz. 1,34 m, skupaj 2,68 m. Ta podatek bomo potrebovali pri naslednjem izračunu kapacitete (črpalne zmogljivosti) črpalke.

Pri izbiri kapacitete vakuumske črpalke je treba poznati celotni volumen med prijemalko in bremenom, volumen vakuumskega voda in ev. komore, ki je vključena iz varnostnih razlogov ali pa kot »amortizer« tlačnih sunkov. Glede na celotni volumen V določimo torej kapaciteto črpalke. Čas prijema izberemo za manjša bremena nekaj sekund, pri večjih pa sorazmerno več. Čas sprostitve naj bo prav tolikšen.

Na zelo poenostavljen način lahko izračunamo kapaciteto vakuumske črpalke po enačbi:

$$K = 2,33 V/t \log (p_{1n}/p_{2n})$$

pri čemer je K (l/s) črpalna hitrost črpalke pri atmosferskem tlaku, V je celotni volumen v litrih, tlak p_{1n} (mbar) je začetni notranji tlak (navadno 1000 mbar), p_{2n} pa tlak, pri katerem želimo dvigati breme (v našem primeru je 300 mbar), t (s) pa je zahtevani »čakalni« čas do zanesljivega prijema bremena (npr. 5 s).

Pri pogledu na zgornjo enačbo opazimo velik vpliv volumna V , ki je pri vakuumskem prijemanju (teoretično gledano) balast, torej odveč, vendar ga v celoti ne moremo nikoli izločiti, navadno pa ga celo želimo ohraniti iz varnostnih razlogov.

Če navežemo številčni izračun na naš zgled s tem, da vzamemo celotni volumen $V = 5 \text{ l}$ in zahtevani čas prijema 5 s, $p_{1n} = 1000 \text{ mbar}$, $p_{2n} = 300 \text{ mbar}$, dobimo:

$$\begin{aligned} K &= 2,33 \times 5 \text{ l/s} \times \log (1000/300) = \\ &2,33 \times 0,52274 = 1,218 \text{ l/s} \text{ oz. } 4,38 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

Za črpanje tega volumna bi potrebovali rotacijsko črpalno z nominalno kapaciteto $4 \text{ m}^3/\text{h}$, vendar ne smemo pozabiti na puščanje, ki lahko »požre« precej črpalne kapacitete.

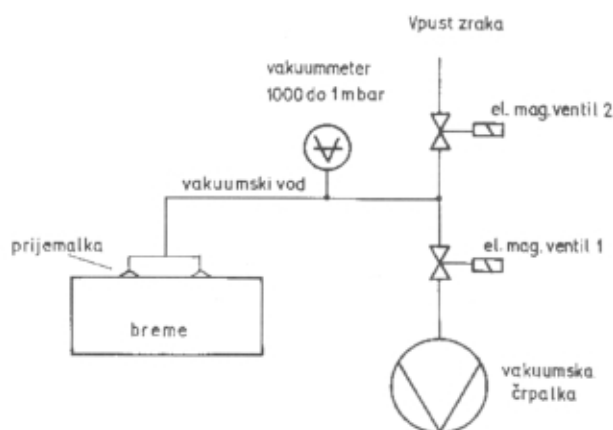
Eksperimentalno smo ugotovili, da je *specifično puščanje* na obeh prijemalkah pri $p_{n2} = 300 \text{ mbar}$ enako $L_s = 1 \text{ mbar l s}^{-1}\text{cm}^{-1}$. Izračunali smo že skupni obseg tesnil na obeh prijemalkah $l = 2 \times 134 \text{ cm} = 268 \text{ cm}$. Celotno puščanje $L = L_s (\text{mbar l s}^{-1}\text{cm}^{-1}) \times l (\text{cm}) = 268 \text{ mbar l s}^{-1}$. Pri tlaku p_{n2} bo treba upoštevati še dodatno kapaciteto črpalke $K_d = L / p_{n2} = 268 \text{ mbar l s}^{-1} / 300 \text{ mbar} = 0,8933 \text{ l/s}$ oz. $3,22 \text{ m}^3/\text{h}$, kar je skupaj $K + K_d = 4,38 \text{ m}^3/\text{h} + 3,22 \text{ m}^3/\text{h} = 7,6 \text{ m}^3/\text{h}$. Izbrali bomo standardno črpalno z nominalno črpalno hitrostjo pri atmosferskem tlaku (in tudi pri 300 mbar)

8 m³/h. Če ne bi bilo puščanja na tesnilnih površinah med tesnilko prijemalke in površino bremena, bi zadoščevala črpalka s polovično zmogljivostjo, ki je tudi cenejša.

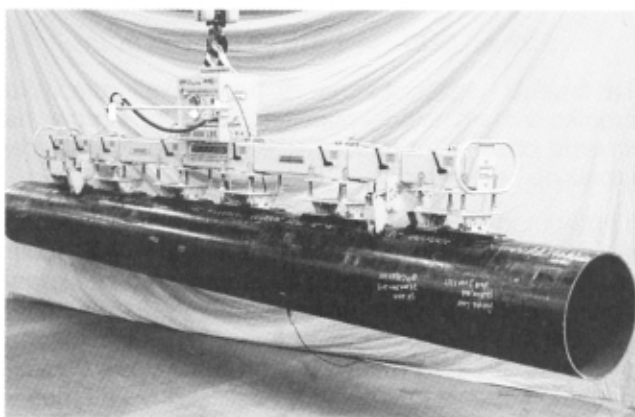
Pri dimenzioniranju vakuumskega sistema moramo upoštevati, da imajo vakuumski vodi za pretok plinov neko upornost, ki je odvisna od tretje oz. četrte potence notranjega premera cevi d , tj. od d^3 oz. d^4 , česar se priučeni »vakuumisti« ne zavedajo in delajo kardinalne napake pri gradnji črpalnih sistemov.

Upravljanje prijemalne naprave je lahko ročno ali daljinsko električno. Ročno upravljanje uporabljamo za prijetanje in prenašanje majhnih in lahkih bremen, kot npr. prenašanje pločevinskih kosov iz kupa do stroja, ki jih preoblikuje, in nazaj. Za večja bremena pa se uporablja daljinsko električno krmiljenje, ki je navadno združeno s transportno napravo (dvigalom, žerjavom ipd.) Principialna shema vakuumske prijemalne naprave z električnim krmiljenjem je prikazana na sl. 1, nekaj aplikacij pa na naslednjih slikah.

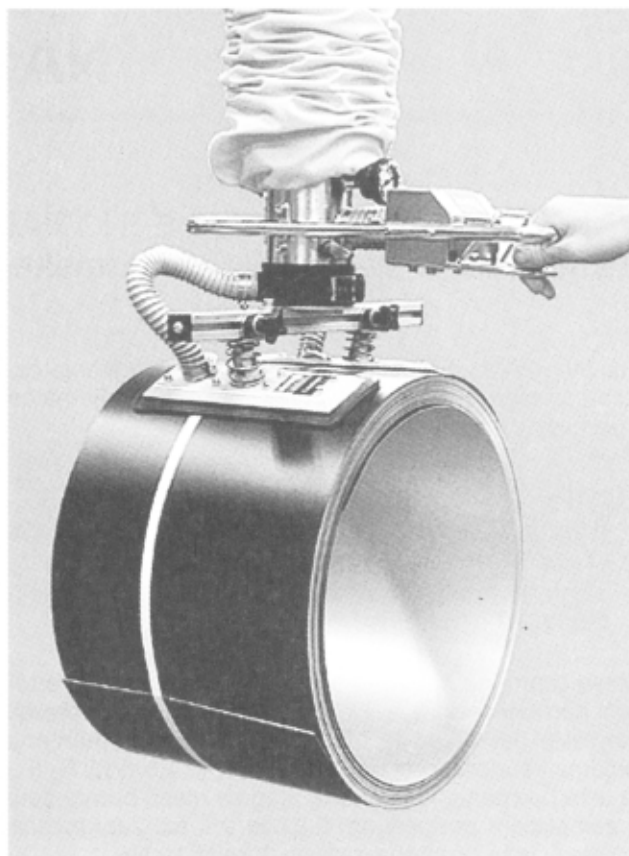
Dr. Jože Gasperič



Slika 1: Principialna shema vakuumske prijemalne naprave z električnim krmiljenjem



Slika 2: Vakuumsko prijetanje okroglih cevi



Slika 3: Vakuumsko prijetanje zvitkov pločevine



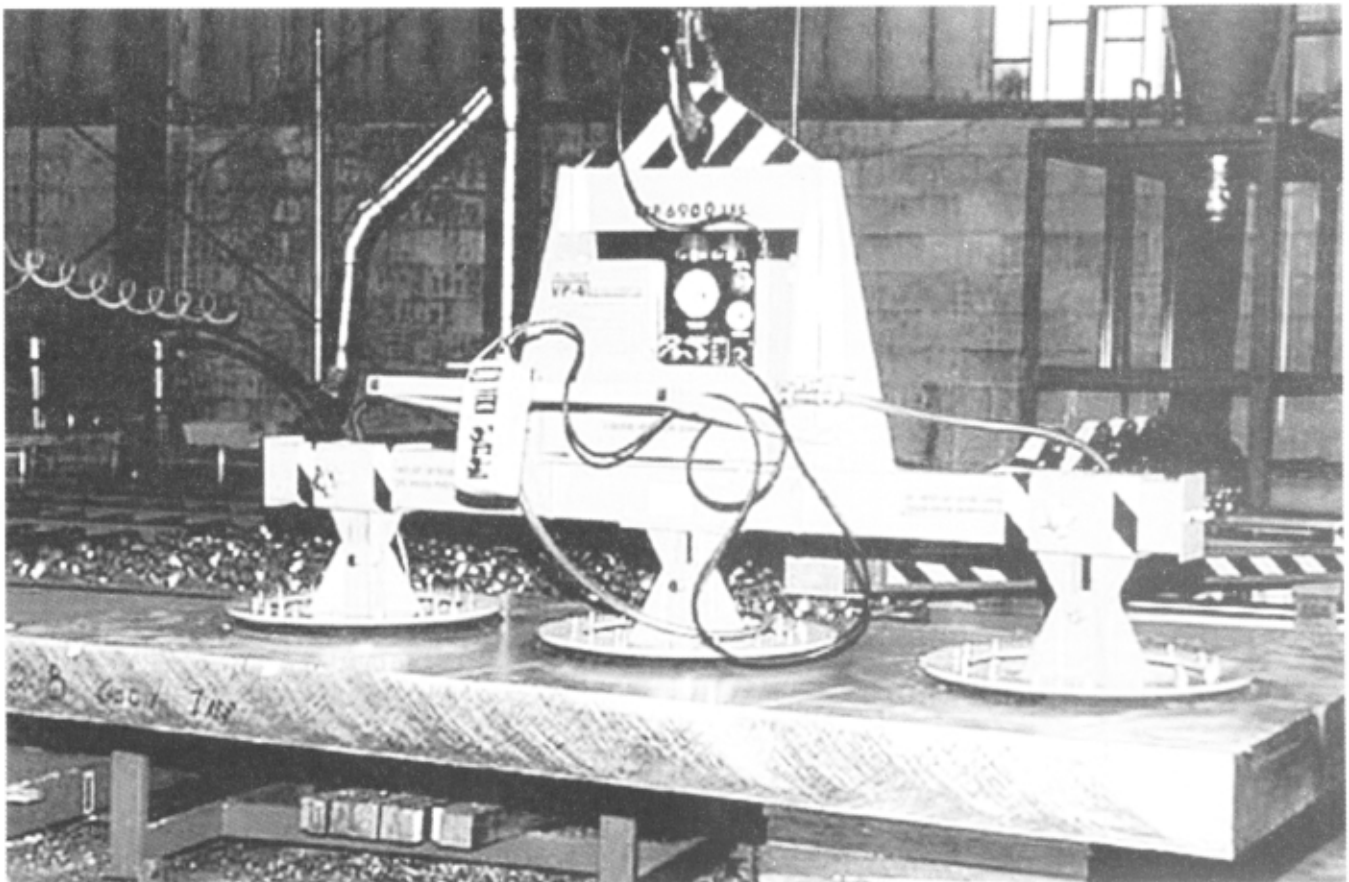
Slika 4: Vakuumsko prijetanje zabojnika



Slika 5: Vakuumsko prijemanje plastičnih vreč s sipkim materialom



Slika 6: Vakuumsko prijemanje kartonskih škatel



Slika 7: Vakuumske prijematke, pritrjene na posebno ogrodje za dviganje težkih kovinskih plošč