

Vizi László

LA SEKURIGA SIFONO

Sekuriga sifono estas ofta elemento de industriaĵoj, en kiuj estas aŭ povas estiĝi pli ol 100000 Pa (paskalo = Pascal) absoluta (tio estas pli ol nul relativa) premo. La tasko de tiu teknika sistemo estas limigi la maksimuman premon, rezulte sekurigi la tutan instalaĵon aŭ ĝian difinitan sektoron kontraŭ difekto aŭ eksplodo.

La principo

La principo de la sekuriga sifono estas tre simpla, por ne diri primitiva, sed por efektiviĝi kaj konkrete apliki (adapti ĝin al certaj instalaĵoj) estas bezonataj altnivelaj, inĝenieraj konoj. La baza ideo estas U-forme kurbigita tubo situanta tiel, ke la ekstremoj de la branĉoj estas supre kaj la kurbo malsupre, do ĝia situo estas vertikala. (fig. 1.) Unu el la branĉoj estas pli alta (teorie ĝuste duoble pli) ol la alia. Tiu tubo enhavas akvon. La limigenda (interna) vaporpremo, komuniĝas tra la malpli alta branĉo, la normala (ekstera) atmosfera premo tra la alia. Kiam la premo de la sekurigenda sistemo superas tiun de la normala atmosfero, la nivelo de la akvo malaltiĝas en la premflanka branĉo (*faltubo*), samtempe kaj samgrade altiĝas en la libera branĉo (*levtubo*).

Kiom estas la mezuro de la malleviĝo kaj respektiva leviĝo?

Se la nivelo de la akvo en la branĉoj estas egalaj, la hidraŭlika premo ĉe la surfacoj estas nulo laŭ la principo de komuniĝantaj vazoj. Se la niveloj ne egalas, tiu stato ŝanĝiĝas. Ĉe la malpli alta nivelo efikas premo, kaj ĝia mezuro egalas kun la premo de akvokolono, kiu estas ĝuste tiom alta, kiom estas la diferenco inter la niveloj en la du branĉoj. Konsiderante, ke dek metrojn alta akvokolono prezentas ĝuste 100000 Pa premon, eĉ dekelkjara knabo povus facile kalkuli la interrilaton inter la datumoj. Evidente, dum la nivelo malaltiĝas en la faltubo, konforme al tio samgrade altiĝas la akvonivelo en la levtubo ĝis la hidraŭlika premo tenos ekvilibron kun la vaporpremo en la faltubo.

Ĝis kia grado daŭras tio?

Se la premo atingas la gradon difinitan per la akvokolono de la levtubo, la akvonivelo en la faltubo atingas la plej malaltan punkton de la kurbo, kaj la supre menciita diferenco ne povas plu kreski. La vaporpremo simple elsputas la akvan obstrukcon, la ekstera kaj interna atmosferoj komuniĝas, la premdiferenco egaliĝas, do la relativa premo nuliĝas.

Malavantaĝoj de la sekuriga sifono

La sekuriga sifono teorie estus uzebla por limigi konsiderinde altajn premojn, sed en la praktiko ĝi estas uzata nur ĝis 0,8 bar (80000 Pa) premo. La kialojn mi ne deziras detale trakti, nur du kaŭzojn mi mencias:

1. Estus malprudenta ideo konstrui tre altajn, plurdekmetrajn sifonojn por sekurigi relative ne tre grandajn instalaĵojn.
2. Ĉe grandpovaj[?] (nagyteljesítményű) aparatoj la premo povas tre rapide altiĝi kaj en tiaj kazoj ĉe la difino de la mezuroj oni devas serioze kalkuli ankaŭ per la inercio, dinamika viskozeco kaj aliaj ecoj de la akvo. La konformaj diametroj de la sifono estus enormaj kaj ĝia praktika uzebulo malebliĝus.

Pri la avantaĝoj

Tamen la sekurigaj sifonoj estas larĝe disvastiĝintaj pro kelkaj kialoj:

1. Tiu strukturo estas tre simpla, komplikajn elementojn ne enhavas do ĝi estas simple fabrikebla.
2. La diametroj estas grandaj, hazarda ŝtopiĝo preskaŭ ne eblas.
3. Mekanikaĵon ĝi tute ne havas, do la sola imagebla difektiĝo povus esti nur truiĝo aŭ fendiĝo, sed tiukaze la akva obstrukco elfluus, la premo nuliĝus do eĉ tio ne kaŭzus danĝeron.
4. Konklude el la 2-a kaj 3-a punktoj, ĝi estas unu el la plej sekuraj sekurigaj sistemoj.

La praktika realigo (fig. 2.)

Rezulte de la ne tre alta relativa premo kaj ne tre granda povo de la koncernaj instalaĵoj, la elsputoj de la sekurigaj sifonoj ne signifas gravan danĝeron. Kelkajn sekundojn aŭ minutojn post la elsputo ĉesas la superlima eĉ la relativa premoj, oni rajtas repreni normalan funkciigon. Jes ja! Sed dum mankas la elsputita akva obstrukco, la premon ne eblas altigi ĝis la necesa grado, nome ĝi restos nul. Oni devus replenigi la sifonon per akvo. Estus komferte tion aŭtomatizi. Feliĉe la solvo ne bezonas komplikajn procedojn. Ĉirkaŭ la ekstremo de la libera branĉo estas muntita vazo, kiu povas enhavi la tutan volumenon de la elsputita akvo. Mi nomas ĝin *akceptujo*. Ĉe la plej malalta punkto de la akceptujo kontaktiĝas la rekondukilo. Konsiderante, ke la supra aperturo de la rekondukilo estas pli malalte ol la tiu de la levtubo, la rekonduko komenciĝas nur kiam la premo malaltiĝis ĝis la grado konforma al la mezuro de la rekondukilo. Tiam sekurigan sifonon oni uzas por instalaĵoj, ĉe kiuj nur malofte ŝanĝiĝas la premo, malofte necesas homa interveno.

Sekuriga sifono kun anticipa elsputilo (fig. 2.)

Se la premo ofte ŝanĝiĝas, elsputado ofte povus okazi, la instalaĵo ofte bezonas homan intervenon, la sekuriga sifono estas kompletigita ankoraŭ per unu elemento: tielnomata *anticipa elsputilo*. Ĝia supra aperturo estas proksimume same alte kiel la aperturo de la levtubo, sed malsupre ĝi havas kontakton kun la faltubo iom pli alte ol la plej malalta punkto de la kurbo. Se la premo atingas la gradon, konforman al la akvokolono kiun prezentas la anticipa elsputilo, la premo elsputas la akvan obstrukcon antaŭe el ĝi. Tio kaŭzas laŭtan krakan bruon, kaj avertas la operatoron pri neceso de interveno, sed la interna premo ankoraŭ ne komencas malaltiĝi, ĉar la diametro de la anticipa elsputilo estas tiel difinita, ke nur ignorebla procento da la vaporo forlasas la sistemon. La premo ja ankoraŭ ne superis la permesitan premon, sed la operatoro devas preventi la plian premaltiĝon, ke elsputado ne okazu, ĉar tio kaŭzus materialan, energian kaj tempajn perdojn.

problemoj pri la kalkulado de la mezuroj de sekuriga sifono

Supre mi jam aludis pri simpla, teoria kalkulado pri la mezuroj de la sekuriga sifono, do se ĝi estus nur la principa U-forma tubo, laŭlonge kun sama diametro kaj sen la kompletigaj kondukiloj, la altecojn de la faltubo (h_1) kaj levtubo (h_2) oni devus kalkuli jene: La levtubo devas esti tiom alta, kiom alta akvokolono egalas kun la difinita premlimo. Ekzemple por 0,1 bar (10000 Pa) permesita premo estas bezonata 1 metron alta levtubo. Se la relativa premo estas nul, kompreneble la tuta volumo de la akvo dividiĝas egale inter la levtubo kaj faltubo, do la alteco de la faltubo devas esti la duono de la levtubo, en tiu ĉi kazo 1/2 m.

Sed la sekuriga sifono havas ankoraŭ rekondukilon, anticipan elsputilon kaj tio komplikigas la aferon. Tiuj elementoj estas en komuniĝanta rilato kun la lev- kaj faltubo, do volumenparto de la akva obstrukco penetras en ilin, kiam la premo komencas la akvon elŝovi el la faltubo. Tiu volumenparto kompreneble mankas el la teoria volumeno ĉe la levtubo, rezulte la mezuro de leviĝo ne atingas la mezuron de la malleviĝo ĉe la faltubo.

Kiel do kalkuli?

Ni prenu fikcion pri sekuriga sifono, kiu krom fal- kaj levtubo havas nur rekondukilon, kaj la diametro de ĉiu tubo egalas. Krome ni prenu la fikcion, ke la premo ĝuste atingas la permesitan

gradon. Evidente, ke en la faltubo la nivelo malaltiĝis je nul, la nivelo ĉe la alia flanko en ambaŭ liberaj branĉoj estas egalaj (ĉar inter si ili estas komunkiĝantaj vazoj), kaj la alteco devas esti egala kun tiu de la akvokolono konforma al premo 0,1 bar, tio estas 1 m. Nun ni nuligu la relativan premon! La akvovolumeno dividiĝos inter tri samdiametraj tuboj. Du partoj dividiĝas je tri partoj, do la alteco de la nivelo estas 2/3 de la antaŭa alteco. Tio devas esti la proporcio inter lev- kaj faltubo. La diametro de la rekondukilo en la realo multe diferencas de la diametroj de fal- kaj levtubo, sed personon, eĉ nur iom spertan pri fiziko kaj matematiko, tio jam ne povas konfuzi. Ni simple devas ekzameni la esencon de la supra kalkulado. Ni adiciis la surfacon de la transversaj sekcoj de la levtubo kaj rekondukilo (do ĉe la leva flanko), poste tiun sumon ni dividis per la sumo de ĉiuj surfacoj de ĉiuj transversaj sekcoj. ĝenerale: La alteco de la faltubo (h_1) estas:

$$\text{la permesita premo difinita en bar} \times 10 \times \frac{\text{ĉiuj surfacoj de transversaj sekcoj de la leva flanko}}{\text{ĉiuj surfacoj de transversaj sekcoj ambaŭflanke}} \text{ metroj}$$

Aliaj malfacilaĵoj

La inĝenieroj kompreneble ne rajtas ignori eĉ unu fizikan econ de la akvo kaj vaporo. Interalie ili devas atenti viskozecon, kaj fluajn proprecojn de la medioj (akvo kaj vaporo), fortikecon de la konstrumaterialoj ktp. do oni devas detale kalkuli ne nur la altecon, sed ankaŭ ĉiun diametron, volumon kaj ceterajn dimensiojn de la aparato. Por plani novan sekurigan sifonon, pluraj fakuloj devas kalkuladi, planadi dum longa tempo.

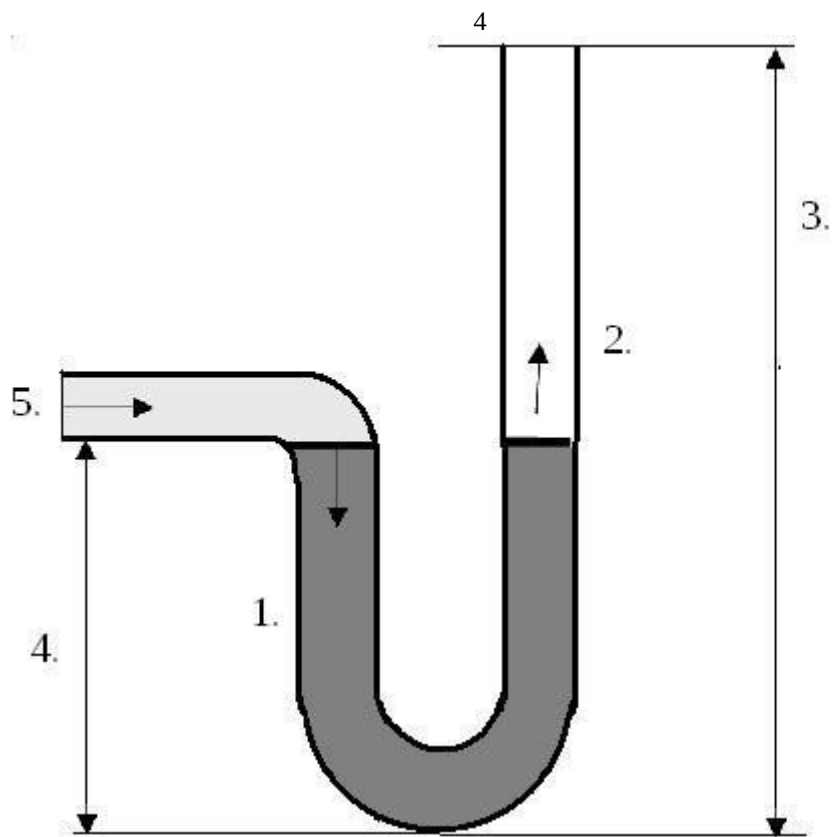


Fig. 1.

- 1. faltubo
- 2. levtubo
- 3. alteco de la levtubo(h_2)
- 4. alteco de la faltubo (h_1)
- 5. vaporpremo

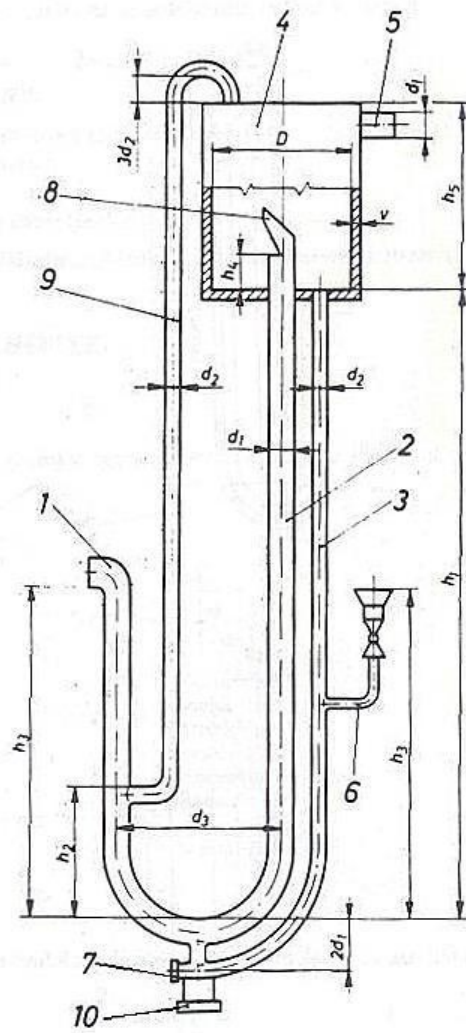


Fig. 2.

1. faltubo
2. levtubo
3. rekondukilo
4. akceptujo
5. elsputa stumpo
6. pleniga valvo
7. rando por malpleniga krano
8. deflankiga kasko
9. anticipa elsputilo

Glosaro

absoluta premo	premo, rilate al la perfekta vakuo
relativa premo	premo, rilate al la atmosfera premo
akceptujo	cilindroforma vazo, kiu entenas la akvon, elsputitan el la sifono
akvokolono	teoria kvadrata prismo, el kies mezuroj oni deduktas la hidraŭlikan premon
anticipa elsputilo	kondukilo, kiu per kraka bruo avertas la operatoron ke la premo preskaŭ atingis la permesitan limon
bar	pli frua premezurunuo, kiu ne estas uzebla en “SI” mezursistemo; 100000 Pa
branĉo	disforkiĝinta parto de iu kondukilo
datumo?	
dinamika viskozeco	fortoj inter fluidoj kaj solidaj materioj, kiuj malhelpas movon dum moviĝo
efiki	havi efektivan rezulton; iamaniere influ
elsputi	elĵeti en granda kvanto
faltubo	kondukila parto en la sekuriga sifono, kie la akva obstrukco komuniĝas kun la interna vaporpremo
hidraŭlika premo	premo de fluido rezultata de ĝia pezo
inercio	eco de materio, pro kiu ĝi emas, kiam senmova, resti tia, kaj kiam moviĝanta, daŭrigi senŝanĝe sian movon
instalajo	tuto de la aranĝoj faritaj por la funkciado de iu afero
komunikiĝantaj vazoj	
komunikiĝi	havi komunan spacon, (parolante prigasoj kaj/aŭ fluidoj) ne apartigate hermetike
levtubo	kondukila parto, kiu komuniĝas kun la atmosfero, kaj en kiu leviĝas la akvo konforme al la interna premo ĉe la faltubo
nivelo	la alteco de fluida surfaco
obstrukco / (víz)dugó /	
principo	fundamenta veraĵo sur kiu baziĝas rezonado, scienco ktp.
procedo	agmaniero, aplikota por atingi difinitan rezulton, kaj precipe farmetodo sekvata por fabriki, presi, foti, ktp.
rekondukilo	kondukilo, kiu rekondukas la akvon el la akceptujo al la sifono
respektiva	tia, ke ĝi respondas al unu sola el la priparolataj objektoj, dum aliaj paralele respondas al ĉiu el la ceteraj priparolataj objektoj; propra al ĉiu
sektoro	ĉi tie tiuj difinitaj internaj partoj de aparato, kiujn eblas hermetike apartigi de la aliaj partoj
sekuriga	sendanĝeriga
sifono (<i>ĝenerale</i>)	U-forma tubo kun malegalaj brakoj, per kiu eblas transverŝi likvaĵon helpe de gaspremo
superlima premo	premo, pli alta ol la permesita
transversa sekco	teoria surfaco, kiun rezultus transversa tranĉo de la objekto
volumeno	spaco, okupita de materia objekto