

Felügyelet nélküli, távtáplált erősítő állomások tartályainak általánosított tömítettségvizsgálati módszerei

MIHÁLY ANDRÁS
TERTA

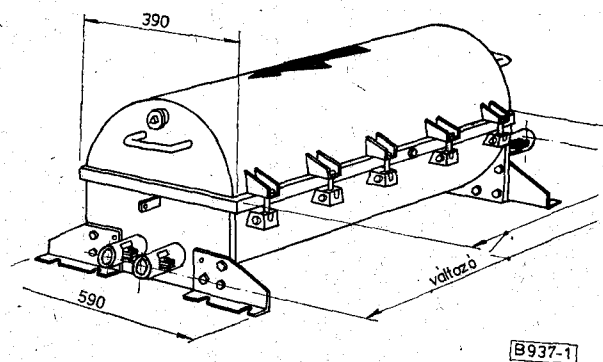
A félvezető elemek bevezetése, illetve alkalmazása forradalmi változást idézett elő a vivőfrekvenciás átviteli rendszerek erősítőinek szerkezeti megoldásában. A jelentős új technológiák és kisebb alkatrész-méretetek alkalmazásával olyan erősítőket hoztak létre, amelyek függetlenek a helyi energiaforrásoktól, mert tápáramot távtáplálás útján kapnak. Az ilyen erősítővel felszerelt állomást — gazdaságos módon — kezelőszemélyzetnek felügyelnie nem kell. Fő feladatuk a távközlő kábel illesztett lezárása és csillapításának kompenzálása, illetve kiegyenlítése. Mivel az erősítők üzemeltetése gyakorlatilag a föld bármely klímaövezetében lehetséges, működésük feltételeit zárt térben a külső klímaviszonyoktól függetlenül kell biztosítani. A területi viszonyoktól függően az üzemeltetés külső hőmérséklet-tartománya $-40\text{ °C} \dots +50\text{ °C}$ között lehet. Ezenkívül természetesen még sok más hatás is érheti a berendezést, amelyet nem szabad figyelmen kívül hagyni, mint pl. a pára, talajnedvesség, ipari gázok és különböző vegyi hatások.

A kezelőszemélyzet nélküli állomások erősítői kábelaknában felszerelt, ill. közvetlenül földbe helyezett tartályokban (konténerekben) vannak elhelyezve. Hogy a tartály a fentebb említett klimatikus hatások ellen védelmet nyújtson, első és legfontosabb feladat a hermetikus zártság biztosítása. Azokon a helyeken, ahol akár az összeszerelés, akár javítás céljából szükségszerűen nyílást képeztünk, ott szilikongumi tömítést alkalmaztunk, például a kábelvezetés helyén, továbbá a tartály és a fedél csatlakozási síkjában. Ez utóbbi jelentette a nagyobb nehézséget, így erre a helyre érdemes egy kissé több figyelmet fordítani, mivel ez a tartály megvalósítása során sok gondot okozott.

Az 1. ábrán látható hegesztett kivitelű tartály alsó része és zárófedele között a légtömör lezárás kifogástalan kialakításának három tényezőjeként a tömítést, a zárófelületeket és végül a zárófedél rögzítő szerkezetét említhetjük meg.

A tervezéskor többféle lezárási módot vizsgáltunk meg, de végül is a 2. ábrán bemutatott szerkezeti megoldás mellett állapodtunk meg. A 2. ábrán látható, hogy a felső rész két nyomóéllal van ellátva, amely záráskor az alsó rész peremének hornyában levő gumitömítésre fejt ki nyomást. A tömítési

rendszer mechanikai védelme és a tömítés számára szükséges állandó jellegű nyomási hézag (h) biztosítva van. Lezárt állapotban a két nyomóéll közötti tér nyomás alá helyezhető a tömítés hatékonyságának az ellenőrzéséhez. A nyomás alá helyezett tér kis térfogata miatt ez a vizsgálat rendkívül gyorsan elvégezhető. A rögzítő szerkezet csúklóanyás kivitelű, mely gyors nyitást és zárást tesz lehetővé. A röviden ismertetett elrendezés, megbízható, hermetikus lezárást biztosít, ennek ellenére a tartály talajnedvesség — tömítéseken keresztüli — beszivárgásának megakadályozása végett $50\text{--}70\text{ kPa}$ túlnyomású levegővel fel van töltve, ami az üzemeltetés során nem egyenlítődhet ki a légköri nyomással. Ha figyelembe vesszük a fenti szempontokat, azt állapíthatjuk meg, hogy e tartályok alkalmazása esetén nélkülözhetetlen a tömítési rendszer szivárgásvizsgálata.

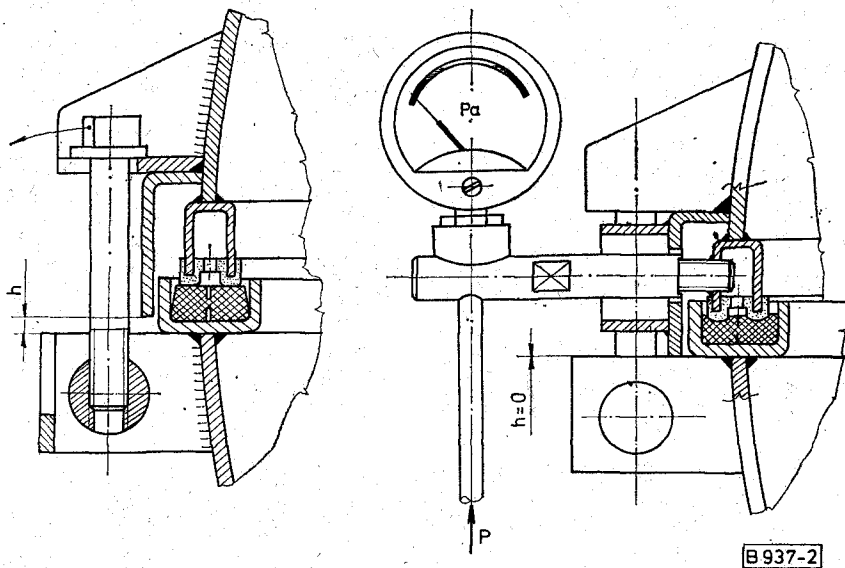


1. ábra. Fekvő helyzetű, hengeres alakú konstrukció

Ezek után térünk rá a szivárgásból adódó nyomásváltozás problémájának elméleti és gyakorlati ismertetésére, amihez a legújabb ismeretanyag szolgált alapul.

Tömítésekről és szivárgási jelenségekről általában

A tömítések kialakításához az szükséges, hogy a tömítés és a tömítendő felület közötti rést többé-kevésbé elzárjuk. Gázközeg esetén a rés tökéletes elzárása szükséges. Ha tekintetbe vesszük, hogy a



2. ábra. A tartály (konténer) lezárása a) A rögzítőszerszemet metszeti rajza b) A tömítési rendszer hatékonyságának ellenőrzése

legkisebb elérhető felületi vérdesség maximuma is több százszorosa a gázmolekula méretének, arra a következtetésre jutunk, hogy a felület hibátlan megmunkálásával sem érhető el pontos rész-zárás, tehát a felületi mikroegyenletlenség kiküszöbölésére a tömítőanyagoknak deformálódniuk kell. Emellett alakhűségekből adódó felületi hullámosságok is előfordulhatnak, melyekhez szintén illeszkedni kell a tömítésnek. Ez az illeszkedés a tömítés megfelelő előszorításával (rugalmas határon belüli deformálásával) biztosítható.

Tömítetlenséget magán a tömítésen keresztül történő közegdiffúzió is előidézhet. A tömítések hatékonyságát vizsgálva tehát kimondható, hogy nincs abszolút tömítettség, csak relatív és ennek következménye a szivárgás. A tömítések működőképességének értékelésére a következő két jóság kritérium határozható meg:

1. Δp [Pa/s] nyomásvesztés, a tömített térben időegység alatt fellépő nyomásesés,
2. ΔM [kg/s] közegvesztés, a tömített térből időegység alatt kilépő anyagmennyiség.

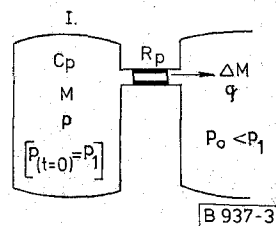
Az ismertetett kritériumok vizsgálatára azonban nincsenek egységes módszerek. A kapcsolódó gépelemek, valamint az üzemi paramétereknek olyan sok variációja állítható össze, hogy nem alakulhatott ki egységes vizsgálati módszer a tömítések működőképességének vizsgálatára. Szükséges esetekben a tényleges üzemi körülményeket előállítva kell a tömítések működését megvizsgálni.

Nyomástartó tartályok szivárgásvizsgálatának elmélete
A nyomástartó edények, illetve tartályok modellezhetők két tartállyal, amelyekben különböző a nyomás. A két tartály R_p pneumatikus ellenállással van összekötve, melyre értelmezhető egy olyan típusú összefüggés, mint a villamos Ohm-törvény:

$$R_p = \frac{p_{12}}{q} \left[\frac{\text{Pas}}{\text{kg}} = \frac{1}{\text{ms}} \right], \quad (1)$$

ahol: p_{12} a nyomáskülönbség [Pa]; q a tömegáram, az időegység alatt átáramló tömeg [kg/s].

Ha a 3. ábrán látható egyik tartály végtelen nagy, akkor azt szabad térnek tekinthetjük. Ebben az esetben az I. jelű nagyobb nyomású tartályból a pneumatikus ellenálláson (tömítetlenségen) keresztül anyagáramlás jön létre, melynek következménye a szivárgás.



3. ábra. Matematikai modell

A rendszert a C_p pneumatikus kapacitás jellemzi, melyet definíciószerűen egyenlőnek veszünk azzal a közegmennyiséggel, amely a belső nyomás egységnyi megváltoztatáshoz szükséges.

$$C_p = -\frac{dM}{dp} = -\frac{q \cdot dt}{dp} \text{ [ms}^2\text{]}. \quad (2)$$

A negatív előjel az I. jelű tartályban levő anyagmennyiség, ill. nyomás csökkenését jelenti.

A (2) alapján a tömegáram:

$$q = -C_p \cdot \frac{dp}{dt}, \quad (3)$$

a pneumatikus ellenállásra pedig az (1) szerint az alábbi egyenlet érvényes:

$$q = \frac{p - p_0}{R_p}. \quad (4)$$

A (3) és (4) egyenletek egyenlőségét felírva megkapjuk a rendszer dinamikáját leíró elsőrendű lineáris differenciál egyenletet:

$$C_p \cdot \frac{dp}{dt} + \frac{p-p_0}{R_p} = 0. \quad (5)$$

Az (5) differenciálegyenlet mindkét oldalát szorozva R_p -vel és bevezetve a $\tau = C_p \cdot R_p$ [s] időállandót, kapjuk egyszerűbb formában a fenti differenciálegyenletet:

$$\tau \cdot \frac{dp}{dt} + (p-p_0) = 0. \quad (6)$$

A (6) differenciálegyenlet általános megoldása:

$$p-p_0 = C \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}. \quad (7)$$

Ha az I. jelű tartályt p_1 nyomásra feltöltöttük és a táplálást hirtelen megszakítottuk, akkor a C konstans értéke a $t=0$ -nál $p=p_1$ kezdeti feltételből:

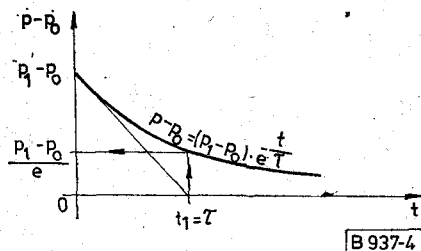
$$C = p_1 - p_0.$$

A C értékét behelyettesítve a (7)-be, kapjuk a keresett összefüggést:

$$p-p_0 = (p_1-p_0) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}, \quad (8)$$

ahol p a pillanatnyi nyomás, p_1 a kezdeti nyomás, p_0 a légköri nyomás, t az idő és τ az időállandó. A (8) összefüggést a 4. ábra szemlélteti. Az ábrából látszik, hogy a nyomás exponenciális törvényszerűség szerint fog csökkenni. A 4. ábrán látható függvénygörbét a $t=0$ pontjában húzott érintőjének a $p-p_0=0$ tengellyel való metszéspontja jellemzi. Írjuk fel a görbe ehhez a pontjához tartozó érintőjének egyenletét:

$$(p-p_0) - f(0) = f'(0) \cdot t.$$



4. ábra. A kiürítés függvénye

Ez az érintő a t tengelyt abban a t_1 abszcisszájában metszi, amelynek ordinátája $(p-p_0)$ nulla, azaz:

$$-f(0) = t_1 \cdot f'(0),$$

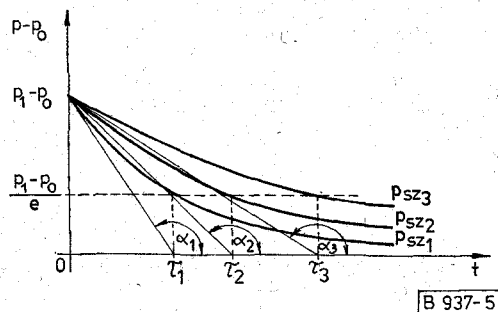
és ebből:

$$t_1 = -\frac{f(0)}{f'(0)} = -\frac{[(p-p_0)]_{t=0}}{\left[\frac{d(p-p_0)}{dt}\right]_{t=0}} = -\frac{p_1-p_0}{-\frac{1}{\tau} \cdot (p_1-p_0)} = \tau.$$

A $t_1=\tau$ értéket a (8) összefüggésbe behelyettesítve kapjuk, hogy:

$$p-p_0 = (p_1-p_0) \cdot \frac{1}{e},$$

vagyis τ az az idő, ami alatt a nyomás a tartályban az $\frac{1}{e}$ -ed részére csökken. Minél nagyobb a τ értéke, annál jobb a tömítettség, mint ahogy azt az 5. ábra is mutatja.



5. ábra. Szorító nyomás és a tömítettség közötti összefüggés

Az 5. ábra különböző szorítónyomásokon felvett görbéket mutat be. Az ábra alapján belátható, hogy a P_{sz} szorítónyomás növelésével az érintők iránytangense, ill. az időállandó növekszik, és ezzel — mint ahogy az előzőkben már említettük — a tömítettség javul.

A szorítónyomás növelésének határa az alkalmazott tömítőanyagra megengedett P_{meg} terhelhetőség:

$$P_{sz1} < P_{sz2} < P_{sz3} < \dots \leq P_{meg}.$$

A (8) egyenlettel leírható bármely elsőrendű rendszer nyomásesése, ill. szivárgása, ha az időállandót ismerjük.

Az elsőrendű rendszer legfontosabb jellemzője az időállandó. Meghatározható az alábbiak szerint: a nyomásváltozás menetét valamilyen műszerrel regisztrálni kell. Jó eszköz erre nyomásindikátor vagy más megfelelő pontosságú regisztráló műszer. Egy meghatározott időintervallum — pl. 50 óra — alatt mérés felvett kiürülésfüggvényt (4. ábra) pontonként ábrázoljuk. A (8) összefüggésből:

$$\frac{p_1-p_0}{p-p_0} = e^{\frac{t}{\tau}},$$

Szemléletesebb képet kapunk, ha a relatív nyomásváltozást logaritmikus léptékben ábrázoljuk. Vezessük be:

$$Z = \ln \frac{p_1-p_0}{p-p_0}.$$

Így kapjuk

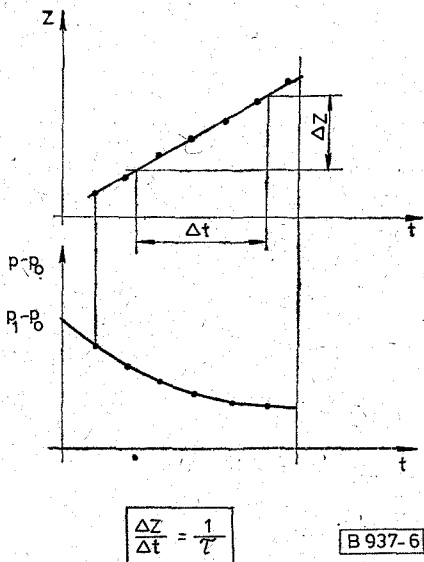
$$Z = \frac{t}{\tau}, \quad \frac{dZ}{dt} = \frac{1}{\tau}. \quad (9)$$

A kísérleti görbét átrajzolva a $Z(t)$ függvény pontjainak egy egyenesre kell esniök. A $Z(t)$ egyenes irány-

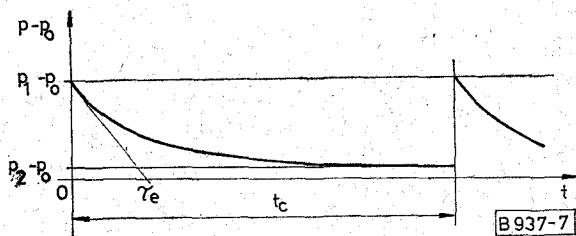
tangense az időállandó reciprokát adja. Mivel iránytangenset kell meghatározni, eszik a $t=0$ pont meghatározásának kérdése.

A tartály kísérletileg felvett kiürülésfüggvényének grafikus értékelését a 6. ábra szemlélteti.

Tételezzük fel, hogy ismerjük a tartály feltöltés utáni kezdeti nyomását (p_1) és a szivárgás következtében lecsökkent, még szükséges végnyomását (p_2), valamint a rendszer karbantartási ciklusidejét (t_c), akkor a 7. ábra alapján a fenti adatokból meghatározható egy elméleti τ_e időállandó.



6. ábra. Az időállandó meghatározása



7. ábra. A rendszer nyomásesése

A 7. ábra jelölésével az időállandó:

$$\tau_e = \frac{t_c}{\ln \frac{p_1 - p_0}{p_2 - p_0}}, \quad (10)$$

Ha a kísérleti úton mérés felvett kiürülés függvényét a 6. ábra alapján kiértékeljük és meghatározzuk konkrétan a vizsgált tartályra jellemző τ időállandót, akkor az alábbi összefüggésnek kell teljesülni ahhoz, hogy a tartály az előírásoknak megfelelő legyen:

$$\tau > \tau_e.$$

Mivel a szivárgásból adódó nyomáscsökkenés időben igen lassan folyik le, így a tartályban levő közegnek alkalma van arra, hogy a folyamat során mindvégig termikus egyensúlyban maradjon környezetével. Így a folyamatban részt vevő közeg hőmérsék-

letét közelítőleg azonosnak tekinthetjük, ami számottevően nem befolyásolja az eddigiekben ismertetett matematikai módszert. Az aránylag rövid idő alatt végzett ellenőrző mérésekkor azonban ügyelni kell arra, hogy a hőmérséklet állandó legyen, mert különben nem kapunk helyes eredményt. Erre a következő fejezetben részletesebben is kitérünk.

Szivárgásból adódó nyomásváltozás mérése

Nyomásmérésről általában

Folyadékok, gőzök, gázok nyomásának mérése néhány Pa-tól több MPa-ig terjedő nyomástartományt ölel fel. A mérés tárgya lehet az abszolút nyomás, vagy valamely vonatkozási nyomáshoz képest fennálló túlnyomás, illetve nyomáskülönbség. Az abszolút nyomás vonatkoztatási alapja az abszolút légüres tér, a vákuum, a túlnyomásé legtöbbször az atmoszféranyomás, a barométernyomás. A nyomást vagy a nyomáskülönbséget mérő műszerek két fő csoportba oszthatók: a) közvetlen nyomásmérők, b) közvetett nyomásmérők.

A műszert a mérendő nyomás és az üzemi nyomástartomány, a kívánt pontosság és a cél (ellenőrzés, szabályozás stb.) szempontjából kell kiválasztani. A kiválasztáskor fontos az a tény, hogy az üzemi nyomás (a nyomás névleges értéke) nyugvó terhelés esetén a műszer mérési tartományának kb. 2/3-ára, ingadozó terhelés esetén kb. 1/2-ére essék. A nyomásmérést állandó hőmérsékleten kell végezni.

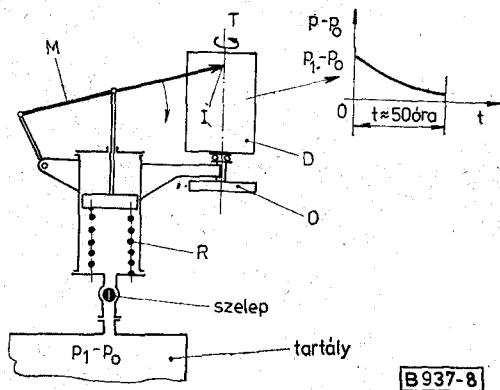
Általános beépítés néhány szabálya

A statikus nyomást mérő műszer csatlakoztatását úgy kell elhelyezni, hogy az áramló közeg sebességi energiája ne hamisítsa meg a mérést. A műszer csatlakozó vezetékébe — a leágazáshoz közel — elzáró szelepet kell kötni, mely nemcsak a műszert zárja el, hanem alkalmas ellenőrző nyomás felvételére és a vezeték kifúvatására is. A csatlakozó vezeték lehetőleg rövid és feltétlenül merev legyen. Egész hosszában ugyanaz az anyag töltse ki. Gőz- és gáznyomást közvetítő csatlakozásnak ellenesése ne legyen.

Nyomásindikátor

Kis nyomásváltozások mérési eredményét célszerű regisztrálni, mivel így a vizsgálat kiértékelése hatékonyabban elvégezhető, valamint a regisztrált jelleggörbét további vizsgálatokhoz fel lehet használni. Ennek megfelelően választottuk jelen esetben a nyomásváltozás méréseére a nyomásindikátort. Ez megfelel az üzemi mérésekre, de nagy pontossága folytán próbaállomáson és laboratóriumban is. Ha rugó helyett súlyterheléssel látjuk el, kalibráló műszerként is használatos. A mérési hiba 0,2%.

A 8. ábrán vázolt dugattyús nyomásindikátor viszonylat lassú nyomásváltozások regisztrálására alkalmas. Ennek az íróműszernek M mutatóját R rugóval terhelt műszerdugattyú a tartályban uralkodó $p_1 - p_0$ túlnyomás szivárgásból adódó esésével arányosan süllyeszti. Rugócserevel a műszer mérőhatára megváltoztatható. Lágább rugóval ugyanaz a nyo-



B 937-8

8. ábra. Nyomásindikátor szerkezeti vázlata

máscsökkenés nagyobb kitérést ad. A nyomásváltozást az idő függvényében az indikátor úgy rajzolja fel, hogy az I írótü függőleges mozgásával egyidejűleg a papíroslap vízszintes mozgást végez. Ha ugyanis a papírost (mm-papír) a függőleges T tengely körül elforgatható D indikátordobra erősítettük, és azt az O óraművel összekapcsoljuk, akkor a műszer a nyomás időbeli változását rajzolja fel. A felrajzolt függvény segítségével meghatározható a τ időálló grafikus módszerrel (lásd 6. ábra). Az időálló ismeretében megoldást nyerhetünk a szivárgásból adódó nyomásesés mértékéről. A műszer mérési tartományának határai: 0,6...20 000 kPa.

A hőmérséklet-változás befolyása méréskor a rendszerre

A szivárgásból adódó nyomásváltozás mérésekor nem hanyagolható el a hőmérséklet-változásból adódó nyomásváltozás.

Az alábbiakban meghatározzuk a Δt hőmérséklet-változáshoz tartozó nyomásváltozást:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{p_1}{p_1 + \Delta p} = \frac{T_1}{T_1 + \Delta t} \quad (11)$$

Rendezve a (11) egyenletet, a keresett összefüggés:

$$\Delta p = p_1 \cdot \left(\frac{T_1 + \Delta t}{T_1} - 1 \right) \quad (12)$$

A „Bevezető”-ben ismertetett erősítőtartályok nyomása:

$$p_1 = 150 \text{ kPa};$$

a mérési hőmérséklet:

$$T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C} = 293 \text{ }^\circ\text{K}.$$

Behelyettesítve a (12) egyenletbe, ha $\Delta t = 1 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$\Delta p = 150 \left(\frac{294}{293} - 1 \right) = 0,51 \text{ kPa}.$$

Tehát $\Delta t = 1 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérséklet-változásnak (20 $^\circ\text{C}$ mérési hőmérsékleten) $\Delta p = 510 \text{ Pa}$ nyomásváltozás felel meg, amit a nyomásváltozás mérésekor figyelembe kell venni.

Mozdulaflan felületek tömítésének vizsgálata

A gyakorlatban kialakultak különböző vizsgálati módszerek. Ezekből kívánunk egy olyan összeállítást közölni, amelyek alapján adott esetben a tömítés működési vizsgálatát meg lehet tervezni és el lehet végezni.

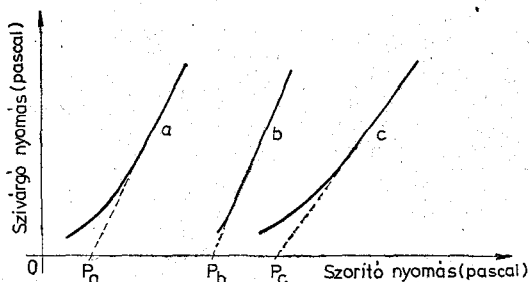
A tömítés felületén létrehozott szorító nyomások függvényében lehet vizsgálni a tömítendő nyomást és a közegvesztéseget különböző tömítőanyagokra. Mozdulatlan felületek tömítésének vizsgálatára az alábbi módszereket ismertetjük:

- szivárgásmérés buborékmódszerrel,
- szivárgásmérés utánáramoltatási módszerrel,
- tömítő felület deformálódásának mérése.

Szivárgásmérés buborékmódszerrel

A tartályba közegnyomás-csatlakozón vezetjük be a nyomóközeget, és manométerrel észleljük a belső nyomást. A szorítócsavarokon keresztül például nyomtatékkulccsal hozzuk létre az F szorítóerőt, azaz a szorítónyomást. A tömítés méretváltozását mérőórával érzékeljük. A vizsgálandó tömítést vízköpennyel vesszük körül. A tömítetlenség (szivárgás) buborékmódszerrel határozható meg. Azt a belső nyomást határozzuk meg szivárgási nyomásként, amelynél a zárófolyadékban az első buborék megjelenik. Ez az ún. buborékmódszer.

Adott tömítőanyagnál változtatva a szorítónyomást, különböző szivárgási nyomásokat kapunk, amelyeket egy görbén ábrázolva jellemző lesz a kérdéses anyagra. A 9. ábrán látható ilyen mérések eredménye különböző anyagokra. A görbék egyenes szakaszának meghosszabbítása kimetszi az abszcisszán az ún. kritikus előszorítási nyomást, amely biztosítja a tömítőfelülethez a megfelelő illeszkedést. Minimálisan ennyire kell deformálni a tömítést.



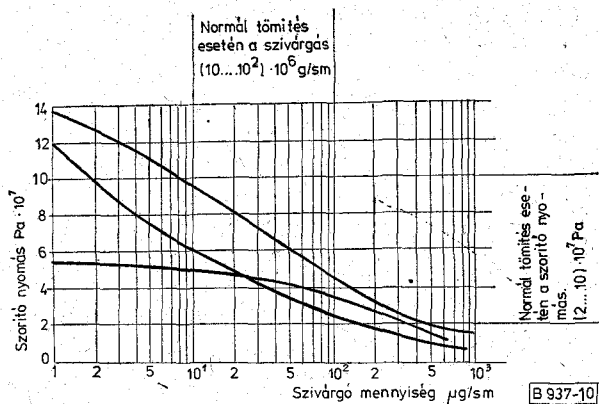
B 937-9

9. ábra. Szivárgó nyomás és a szorító nyomás összefüggése különböző tömítőanyagoknál

Szivárgásmérés utánáramoltatási módszerrel

E módszernél a tömítés jószágának kritériuma a tömített közeg állandó nyomásának fenntartásához szükséges utántáplált közegmennyiség.

Ennél a módszernél mérőelemként általában folyadékkal töltött U-csövet használnak, amelynél a folyadékszint időbeli változása adja a szivárgás mértékét, de lehetséges a tömítési hossz (kerület) egységében is megadni a szivárgott mennyiséget (10^{-6} g/s) dimenzióval. A 10. ábra például ilyen méréssel



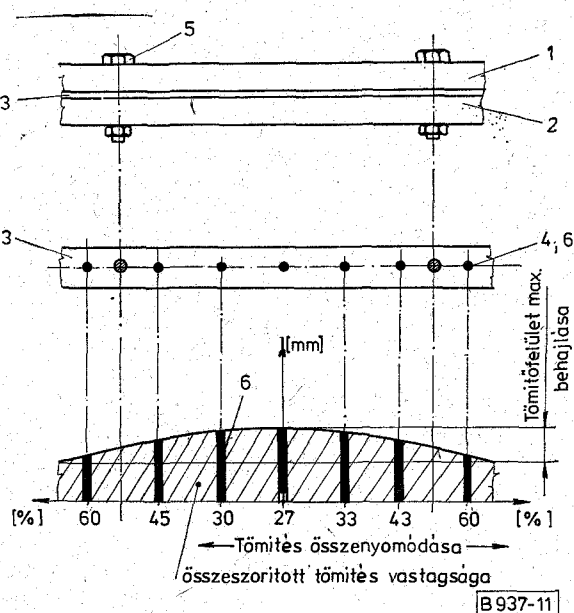
10. ábra. Szivárgott mennyiség és a felületi nyomás összefüggése különböző tömítőanyagú tömítésekre

készített szivárgási görbéket — bizonyos méretű és tömítő anyagú — mutat különböző tömítésekre. Normál tömítésnek mondható gázok esetén ($10 \dots 10^2$) · 10^{-6} g/s a méterenkénti szivárgás, folyadékoknál ($10^2 \dots 10^4$) · 10^{-6} g/s méterenként. Az atomiparban és a vákuumtechnikában a megengedett méterenkénti szivárgás ($10^{-3} \dots 10^{-5}$) · 10^{-6} g/s.

Tömítőfelület deformálódásának mérése

Tömítéssel kombinált kötésnél — lágy anyagú tömítés esetén — ahhoz, hogy a tömítés megfelelően működjön, az egész tömítés kiterjedésében egy meghatározott minimális felületi nyomásnak kell lenni. Ha valamelyik helyen a felületi nyomás a minimális érték alá csökken, akkor szivárgás lép fel. A valóságos oka ennek azonban nem a tömítőanyagban, hanem a tömítés kiképzésében van. A 11. ábrán látható a csatlakozó elemek deformálódása és az elemek behajlásakor fellépő tömítőnyomás-változás.

Az 1 és 2 peremek közé helyezett 3 tömítésben a 4 furatokat készítették, ahová a behajlás mérésére



11. ábra. Szerkezeti elemek deformációja és a tömítő nyomás alakulása behajlás esetén

alkalmas 6 ólomhengereket helyezték el. A peremeket az 5 csavarokkal összeszorították, majd oldás után a 6 ólomhengerek változott méretével követhető a csavarok meghúzása utáni tömítőfelület behajlása és az ennek megfelelő kisebb tömítőnyomás. A 11. ábra alsó részén a diagramból látható a tömítés összenyomódásának változása a tömítőfelületek behajlása következtében.

Hegesztett kivitelű erősítőtartályok kötéseinek ellenőrző vizsgálata

A hegesztett kivitelű tartályok tömítettségének vizsgálatát nem elégíti ki teljesen a tömítés hatékonyságának, ill. szivárgásának a vizsgálata. Fontos követelmény a hegesztett kötések ellenőrző vizsgálata, amelynek célja, hogy a hegesztett kötések megkívánt minőségét igazolja. Az ellenőrzésnél és vizsgálatnál három szakaszt különböztethetünk meg:

- hegesztés előtt,
- hegesztés közben,
- hegesztés után.

Részletesebben — mint a befejező vizsgálattal — csak a hegesztés utánival foglalkozunk.

Ellenőrzés és vizsgálat a hegesztés után

A megelőző és munka közbeni ellenőrzés gondos és lelkiismeretes végrehajtásának tulajdonképpen elegendő biztosítékot kellene adnia a megfelelő minőségre, a valóságban azonban a hegesztéskor szerepet játszó számos tényező és különösen a munkás teljesítőképességének elkerülhetetlen változékonysága miatt kiviteli hibákkal kell számolni.

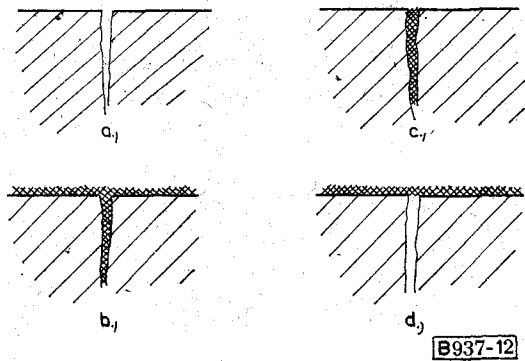
A legszokásosabb roncsolásmentes vizsgálati módszerek a következők:

- sugárvizsgálat röntgensugarakkal vagy gamma-sugarakkal,
- ultrahangvizsgálat,
- mágneses repedésvizsgálat,
- indikátor (penetráló) folyadékkal végzett vizsgálat,
- mésztejvizsgálat.

Ezek közül az utóbbi két vizsgálati módszert ismertettjük, mint jelen esetben a gazdaságosan kivitelezhetőket.

Vizsgálat indikátor- (penetráló) folyadékkal

Alapelv: A felületre kifutó hibák kimutatására való ez az eljárás (lásd 12. ábra). A vizsgálandó anyag felületét fluoreszkáló por oldatát tartalmazó (pl. fluoreszcien könnyű petróleumban), kis felületi feszültségű folyadékkal nedvesítsük be. A folyadék a felületre kifutó láthatatlan hajszálrepedésekbe hatol. A munkadarabot ezután lemoszuk, megszáritjuk. Csak a hibák tartják vissza a folyadékot. Végül pedig előhívónak nevezett száraz port (gipszet vagy zsírkövet) szórunk a munkadarabra, a por az üregekbe hatolt folyadékot abszorbeálja. Az előhívó a hibák helyén nedvessé válik, és ibolyántúli lámpával vizsgálva fluoreszkáló foltokat jelent meg.



B937-12

12. ábra. Vizsgálat indikátor folyadékkal. a) Erősen felnagyított repedés b) Az indikátor folyadék benedvesíti a felületet és kitölti a repedést c) Mosás után csak a repedésben marad folyadék d) Az észlelőanyag felszívja (abszorbeálja) a folyadékot és felszínre hozza

Végrehajtás a gyakorlatban: Az indikátor folyadékot ecsettel, fecskendezéssel vagy merítéssel vihetjük fel a vizsgálandó munkadarab felületére.

A kapilláris beszívághoz szükséges idő a hibák mérete szerint változik, de átlagosan: $t_{\text{ait}} \approx 1$ óra.

A folyadékfelesleget egyszerűen nedves ronggyal távolítjuk el, és a felületet (pl. meleg levegővel) szárítjuk. Az előhívóport a munkadarabra fújuk, majd kb. fél órán át hagyjuk hatni, ezután hozzákezdünk a megfigyeléshez ibolyántúli fénnel (Woodsfény), lehetőleg sötétben, hogy a lehető legnagyobb kontrasztot kapjuk. A fluoreszkáló foltok terjedelme a hibák mélységével és terjedelmével arányos.

Az ismertett eljárás változataképpen olyan eljárást is alkalmazhatunk, amelynél a fluoreszkálásról, tehát az ibolyántúli fénnel való megfigyelés szükségességéről lemondunk és egyszerűen — rendszerint vörösre — festett folyadékokat használunk. Ebben az esetben a felszerelés három kis szórópalackból áll:

- zsírtalanító anyagot tartalmazó palack a vizsgálandó felületek előzetes tisztítására;
- vörös indikátor folyadékot tartalmazó palack;
- illófolyadékban (éterféle) emilgált előhívót, zsírkövet vagy gipszet tartalmazó palack.

A folyadék azonnal szárad, a visszamaradó száraz anyag pedig a vörös indikátor folyadékot abszorbeálja.

Alkalmazás: A szóban forgó eljárás, a felületi hajszálrepedések kimutatására a kész hegesztett kötésen vagy minden egyes felrakott varratsarkon alkalmazható. Kis falvastagságoknál (kb. 5 mm-ig) az

indikátorfolyadékos eljárás bármilyen anyag repedésein átmenő rések felkutatására is alkalmazható. Ebben az esetben a folyadékot a vizsgálandó munkadarab egyik oldalára visszük fel, viszont az előhívást és megfigyelést az ellenkező oldalon hajtjuk végre. A rések kimutatására a fentiekben ismertett folyadékos eljárás érzékenyebb, mint a túlnyomásos levegővel dolgozó módszer.

Mésztejvizsgálat

A mésztejvizsgálat hajszálrepedések kimutatásának jól bevált gyakorlati módszere. A vizsgálandó tárgyat tiszta, 20 °C-on 6...10 °E viszkozitású fűróolajban vagy más vízben emuigálható olajban kb. 100...120 °C-on 20—30 percig melegítjük. Zsírtalanítás, majd forró vízben való öblítés után a tárgyat alkoholos vagy benzines iszapolt krétaoldattal vonjuk be, és 80...100 °C hőmérsékletű száraz kemencében kiszárítjuk, utána kihűlni hagyjuk. Ha a felületeken hajszálrepedések, pórusok, zárványok stb. vannak, a belőlük kiszivárgó olaj a fehér felületű alapon olajfoltok alakjában kiüt, és jelzi a hibákat.

Összefoglalás

A jelentkező piaci igények mindig magasabb gyártmányszínvonalat követelnek meg. Természetesen a gyártmányszínvonal és ezen belül az élettartam, a megbízhatóság növelése elképzelhetetlen a „Bevezető”-ben röviden ismertett professzionális felügyelet nélküli, távtáplált erősítőállomások tartályainak tömítettségével kapcsolatos különböző vizsgálati technológiák fejlesztése nélkül.

Cikkünkben a fenti problémák általánosításával — a szerteágazó szakirodalom felhasználásával — egy átfogó tömör összefoglalót kívántunk közreadni a kisnyomású, nyomástartó edények — a szivárgási jelenség következtében beálló — nyomásesésének elméleti számításáról, méréséről és a különböző vizsgálati technológiákról.

I R O D A L O M

- [1] Bisztray S. (szerk.): Tömítések. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1971
- [2] Lukács Gy.: Méréstechnikai kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1963
- [3] Jászay T.: Műszaki hőtan. Tankönyvkiadó, Bp., 1972
- [4] Dr. Petrik O.: Finommechanika. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1974
- [5] A. Valiim: A hegesztés és vizsgálata. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1970