HE 47-2019

HITELESÍTÉSI ELŐÍRÁS

IPARI REZGŐCSÖVES SŰRŰSÉGMÉRŐK HITELESÍTÉSE

TARTALOMJEGYZÉK

1. A HITELESÍTÉSI ELŐÍRÁS HATÁLYA ... 3
2. MÉRTÉKEGYSÉGEK ... 3
3. ALAPFOGALMAK ... 3
3.1 A rezgőcsöves sűrűségmérők működési elve ... 3
3.2 Anyagminta sűrűsége ... 3
3.3 Periódusidő ... 3
3.4 Frekvencia ... 3
4. MEGHATÁROZÁSOK ... 3
4.1 Sűrűség számítás „Solartron formula” szerint ... 3
4.1.1 A korrigálatlan sűrűség ... 3
4.1.2 A hőmérséklet-korrigált sűrűség ... 4
4.1.3 A nyomás és hőmérséklet-korrigált sűrűség ... 4
4.2 Sűrűség számítás „Sarasota formula” szerint ... 4
4.2.1 A sűrűség számítása a kalibráció hőmérsékletén és nyomásán ... 4
4.2.2 Hőmérséklet és nyomáskorrigált sűrűség számítása ... 4
5. SZERKEZETI ELŐÍRÁSOK ÉS KIVITEL ... 5
6. MEGJELÖLÉS, FELIRATOK ... 5
7. METROLÓGIAI KÖVETELMÉNYEK ... 5
7.1 A pontosságot befolyásoló tényezők ... 5
8. HITELESÍTÉS ... 5
8.1 A hitelesítés mérőeszközei ... 5
8.2 A hitelesítés segédeszközei ... 6
8.3 A hitelesítés körülményei ... 6
8.4 Hitelesítési eljárás ... 6
8.4.1 Szemrevételezés, külalaki vizsgálat, általános előírások ... 6
8.4.2 Méréstechnikai vizsgálat ... 7
8.4.2.1 Előkészítés ... 7
8.4.2.2 A sűrűség-frekvencia karakterisztika ellenőrzése ... 7
8.4.2.3 Tömegárammérők sűrűségmérő funkciójának hitelesítése ... 7
8.5 Kiértékelés ... 8
8.6 Bélyegzés ... 8
8.7 Bizonylatolás ... 8
9. EGYÉB RENDELKEZÉSEK ... 8

1. A HITELESÍTÉSI ELŐÍRÁS HATÁLYA

Ez az előírás a mérésügyről szóló 1991. évi XLV. törvény és annak végrehajtásáról szóló 127/1991. (X. 9.) Korm. rendelet mellékletében felsorolt sűrűségmérőkre vonatkozik. Hatálya kiterjed a csővezetékben áramló anyagok (folyadékok és gázok) sűrűségének folyamatos mérésére szolgáló ipari kivitelezésű rezgőcsöves sűrűségmérőkre.

Az előírás kiterjed azokra a mérőeszközökre (tömegárammérőkre) is, amelyek funkcióik mellett rezgőcső elvén sűrűséget is mérnek. A hitelesítés kizárólag a sűrűségmérés üzemmódra vonatkozik.

2. MÉRTÉKEGYSÉGEK

A mennyiség					
megnevezés	jele	SI alapegységének		További törvényes mértékegységek	
		megnevezése	jele	megnevezése	jele
sűrűség	ρ	kilogramm per köbméter	kg/m^3	gramm per köbcentiméter	g/cm^3
hőmérséklet	T(t)	Kelvin	K	Celsius-fok	°C
nyomás	p	pascal	Pa	bar	bar
frekvencia	f	hertz	Hz	–	–
periódusidő	T	másodperc	s	mikroszekundum	μs

3. ALAPFOGALMAK

3.1 A rezgőcsöves sűrűségmérők működési elve

Elektromágneses úton rezgésbe hozott különböző alakú csőszakasz saját rezgési frekvenciája megváltozik a benne átáramló folyadék tömegének, illetve sűrűségének függvényében. A rezgő cső frekvenciájának ismeretében meghatározható az átáramló (vagy a csőbe betöltött) folyadék sűrűsége.

3.2 Anyagminta sűrűsége

Egy anyagminta sűrűsége: a minta tömege osztva a térfogatával, vagyis $\rho = m/V$

3.3 Periódusidő

Egy teljes rezgés időtartama.

3.4 Frekvencia

Másodpercenkénti periódusok száma: $f = 1/T$

4. MEGHATÁROZÁSOK

A periódusidő (frekvencia) és a sűrűség kapcsolatát a mérőeszközök műszerkönyvei tartalmazzák. Ezek a számítások a mérőeszköz gyártójától és típusától függően különbözőek. A leggyakrabban előforduló mérőeszközökre vonatkozó összefüggések az alábbiak.

4.1 Sűrűség számítás „Solartron formula” szerint

4.1.1 A korrigálatlan sűrűség

$$\rho = K_0 + K_1T + K_2T^2$$

ahol:

T a periódusidő (μs)

ρ az anyag sűrűsége (kg/m^3)

K_0, K_1, K_2 műszerállandók

4.1.2 A hőmérséklet-korrigált sűrűség

$$\rho_t = \rho[1+K_{18}(t–20)] + K_{19}(t–20)$$

ahol:

ρ_t	hőmérsékletkorrigált sűrűség (kg/m^3)
t	a hőmérséklet (°C)
K_{18}, K_{19}	kalibrációs hőmérsékleti állandók

4.1.3 A nyomás és hőmérséklet-korrigált sűrűség

$$\rho_p = \rho_t[1+K_{20}(p–1)] + K_{21}(p–1)$$

ahol:

ρ_p	a hőmérséklet- és nyomáskompenzált sűrűség (kg/m^3)
p	az abszolút nyomás (bar)
K_{20}, K_{21}	műszerállandók (általában két tagból tevődnek össze) $K_{20} = K_{20A} + K_{20B}$ (p-1) $K_{21} = K_{21A} + K_{21B}$ (p-1)

4.2 Sűrűség számítás „Sarasota formula” szerint

4.2.1 A sűrűség számítása a kalibráció hőmérsékletén és nyomásán

$$\rho = D_0 \frac{(T - T_{ok})}{T_{ok}} \left(2 + K \frac{(T - T_{ok})}{T_{ok}}\right)$$

ahol:

ρ	a sűrűség (kg/m^3)
T	a periódusidő (µs)
K, D_0, T_0	műszerállandók

4.2.2 Hőmérséklet és nyomáskorrigált sűrűség számítása

$$T_{ok} = T_o + TC(t - t_{cor}) + PC(p - p_{cor})$$

ahol:

T_{ok}	korrigált műszerállandó (µs)
t	hőmérséklet (°C)
t_{cor}	a kalibráció hőmérséklete (°C)
p	nyomás (bar)
p_{cor}	nyomás a kalibrációkor (bar)
TC	a sűrűségmérő hőmérsékleti tényezője (µs/°C)
PC	a sűrűségmérő nyomástényezője (µs/bar)

Megjegyzés:
Az összefüggések nem tartalmazzák a mérendő folyadék viszkozitásának befolyását a mérés eredményére. Referenciahőmérsékleten és nyomáson a sűrűség-periódusidő összefüggést két állandó felhasználásával kielégítő pontossággal le lehet írni, azaz a $\rho = K_0 + K_1T^2$ forma elégséges a mért sűrűség számításához.

5. SZERKEZETI ELŐÍRÁSOK ÉS KIVITEL

A mérőeszköz kialakítása olyan legyen, hogy az általa meghatározott érték a hozzá tartozó hőmérséklet értékéhez hozzárendelhető legyen.

A szerkezeti előírásokra vonatkozólag, a hitelesítendő sűrűségmérő a műszerkönyvében leírtaknak és a Típusvizsgálati jegyzőkönyvben leírtaknak kell, hogy megfeleljen.

A mérőeszközökbe beépített ellenállás hőmérők mérik a hőmérsékletet.

A mérőeszköz üzemelhet mint sűrűség érzékelő periódusidő (frekvencia) kimenőjellel.

Az érzékelő üzemelhet a frekvenciajelet feldolgozó számítóművel. A számítómű által kijelzett sűrűség jele lehet g/cm^3, kg/m^3 vagy dimenzió nélküli relatív érték.

A sűrűségmérők rezgőcsövének mérete, alakja és anyaga (egy típuson belül is) nagyban befolyásolja a mérőeszköz pontosságát, ezért az ezekre vonatkozó adatokat mindig meg kell adni.

6. MEGJELÖLÉS, FELIRATOK

A sűrűségmérőn minden esetben feltüntetésre kerül a gyártó neve, a mérőeszköz típusa és egyedi gyári száma.

A sűrűségmérőn elhelyezett egyéb feliratokról annak műszerkönyve és a rá vonatkozó Típusvizsgálati jegyzőkönyv intézkedik.

7. METROLÓGIAI KÖVETELMÉNYEK

A sűrűségmérő pontosságát (hitelesítési hibahatár) és a hitelesítés módját minden esetben a mérőeszköz Hitelesítési engedélye és Típusvizsgálati jegyzőkönyve adja meg.

7.1 A pontosságot befolyásoló tényezők

A mérőeszköz üzemi körülmények között mért hibáját az alábbi tényezők befolyásolják:

- A mérőeszköz alaphibája referencia körülmények között.
- Hőmérsékletváltozás okozta járulékos hiba.
- Nyomásváltozás okozta járulékos hiba.
- Áramlásfüggés.
- A mérendő folyadék viszkozitása okozta járulékos hiba.
- A mérendő folyadék inhomogenitása.
- A rezgőcső tisztasága.

8. HITELESÍTÉS

8.1 A hitelesítés mérőeszközei

Laboratóriumi rezgőcsöves sűrűségmérő a referencia anyag sűrűségének meghatározására. Hibahatára ± 0,05 kg/m^3 (DMA 4500 M)

A referencia anyagok sűrűsége kalibrált piknométerrel, tömegméréses módszerrel is meghatározható.

Digitális frekvenciamérő, mérési bizonytalansága 0,01 μs.

Hőmérő, mérési bizonytalansága legfeljebb 0,05 °C. Célszerű ellenálláshőmérőt használni.

Légnyomásmérő.

Referencia anyagok a sűrűségmérők hitelesítéséhez (típusoktól függően):

- szagtalan petróleum, víz, n-nonán, levegő, metán-levegő gáz elegy

8.2 A hitelesítés segédeszközei

- Termosztát, stabilitása legalább ± 0,1 °C. (Tömegárammérőbe épített sűrűségmérők hitelesítése esetén.)
- Főzőpohár vagy mérőhenger.
- Perisztaltikus vagy egyéb szivattyú, amely alkalmas a folyadékok keringtetésére, olajálló rugalmas falú csővel.
- A sűrűségmérő tisztításához szükséges anyag, pl. benzin.
- Törlőrongy.
- Megfelelő eszközök, állvány vagy csővezeték a sűrűségmérő befogásához.
- 24 V DC tápegység

8.3 A hitelesítés körülményei

A hitelesítést normál laboratóriumi körülmények között, légköri nyomáson kell elvégezni.

Azokat a sűrűségmérőket, amelyek méretük miatt laboratóriumban nem hitelesíthetők (pl. NA 100-nál nagyobb karimájú), a hitelesítés a telepítésük helyszínén is elvégezhető. Ilyen esetben a referencia folyadék a csővezetékben áramló folyadék, amelynek sűrűségét (mintavétel alapján) laboratóriumban kell meghatározni ± 0,05 kg/m^3 pontossággal.

A sűrűségmérők tisztításhoz használt oldószerek és egyes referencia anyagok illékonyak és tűzveszélyesek, ezért a helyiség jól szellőztethető legyen és nyílt láng használata tilos.

8.4 Hitelesítési eljárás

8.4.1 Szemrevételezés, külalaki vizsgálat, általános előírások

- Meg kell vizsgálni, hogy a sűrűségmérő szerkezeti felépítése és feliratai megfelelnek-e a vonatkozó Típusvizsgálati jegyzőkönyv, valamint a műszerkönyv előírásainak.
- Meg kell vizsgálni, hogy a sűrűségmérő tiszta, sérülésmentes és működőképes-e. A sérült vagy működésképtelen mérőeszközt javítás céljából vissza kell küldeni a megrendelőnek.
- Tömegárammérőknél ellenőrizni kell, hogy a mérőeszközhöz mellékelt Kalibrációs lapon szereplő gyári állandók megegyeznek-e a mérőeszközbe beprogramozott állandókkal.
- Ha a frekvencia a kimeneten nem mérhető, a kimenő mérhető jelet (pl. 4 ÷ 20 mA) kell a frekvencia helyett figyelembe venni, ekkor azonban a sűrűség érzékelő nem tekinthető önálló mérőeszköznek, így az érzékelő egység csak a kijelző eszközzel együtt képezi a hitelesítendő sűrűségmérő eszközt.
- A hitelesítésről Mérési jegyzőkönyvet kell kiállítani, amely tartalmazza az ügyiratszámot, a megrendelőt, a sűrűségmérő gyártóját, a típusát, gyári számát, az alkalmazott referencia anyagokat, a hitelesítés helyét, idejét, a mérési eredményeket, a hitelesítési hibahatárt, a hitelesítési bélyeg számát és a hitelesítést végző nevét.
- A sűrűségmérők különböző típusai miatt a konkrét előírást a hitelesítés elvégzésére mindig az adott sűrűségmérő Típusvizsgálati jegyzőkönyve tartalmazza.

8.4.2 Méréstechnikai vizsgálat

8.4.2.1 Előkészítés

A sűrűségmérőket hitelesítés előtt temperálni kell annyi ideg, míg az anyaguk fel nem veszi a laboratórium hőmérsékletét (24 óra temperálás elegendő).

A hitelesítés elvégzéséhez a sűrűségmérőt megfelelő módon rögzíteni kell. (Függőleges vagy vízszintes helyzetbe, az eszköz műszerkönyvének és az elvégzendő – statikus vagy dinamikus – méréseknek megfelelően.)

8.4.2.2 A sűrűség-frekvencia karakterisztika ellenőrzése

- A sűrűségmérőket csővezetékből kiszerelt állapotában két ponton kell vizsgálni, levegővel és a kiválasztott referencia folyadékkal. (A levegővel mért értékek csak tájékoztató jellegűek.)
- Amikor a rezgőcső levegővel van töltve, fel kell jegyezni a mérési jegyzőkönyvbe a kijelzett frekvenciát (periódusidőt) és a környezeti hőmérsékletet.
- Ezután a kiválasztott referencia folyadékkal (általában szagtalan petróleum) a sűrűségmérőt fel kell tölteni buborékmentesen. Egyes típusok esetén egy szivattyú segítségével a folyadékot keringtetni kell.
- A betöltött folyadék hőmérsékletét megmérjük úgy, hogy a hőmérő nyúljon bele a mérőtérbe. A hőmérséklet értékét feljegyezzük, majd kivesszük a hőmérőt, és a frekvenciamérőn leolvassuk a mért sűrűséghez tartozó periódusidő (vagy frekvencia) értékét.
- Ha a sűrűségmérő kimenőjele ingadozik, vagy tartósan helytelen értéket mutat, feltételezhető, hogy a vizsgálathoz használt folyadék levegőt tartalmaz, ami buborék formájában kivált a mérőcső falán. Ekkor a sűrűségmérőből le kell üríteni a folyadékot és újra beletölteni, hogy a buborék eltávozzon.
- A laboratóriumi rezgőcsöves sűrűségmérőt (DMA 4500 M) beállítjuk arra a hőmérsékletre, amelyet az előzőekben mértünk, és beletöltjük a referencia folyadékot. A kijelzett helyes sűrűség értékét feljegyezzük.
- A karakterisztika ellenőrzését a referencia folyadékkal kétszer kell elvégezni.
- Ha a sűrűségmérő hibája meghaladja a rá megengedett legnagyobb hibát, akkor lehetőség van a gyári kalibrációs állandók megváltoztatására. Típustól függően, a gyártó adja meg, melyik állandót lehet megváltoztatni.

8.4.2.3 Tömegárammérők sűrűségmérő funkciójának hitelesítése

- Tömegárammérők sűrűségmérő funkciójának hitelesítésekor először a levegővel mért sűrűség és hőmérséklet kijelzett értékeit kell feljegyezni. A levegő hőmérsékletét az etalon hőmérővel is meg kell mérni.
- A csővezetékbe befogott tömegárammérőkön termosztát segítségével vizet keringtetünk, és öt különböző hőmérsékleten végezzük el a méréseket, kb. 15, 20, 25, 30 és 35 °C-on.
- A kijelzett sűrűség és hőmérséklet értékeket feljegyezzük. A termosztát vizének (csap víz) hőmérsékletét etalon hőmérővel minden alkalommal megmérjük, és ez alapján táblázatból kikeressük a hőmérsékletnek megfelelő helyes vízsűrűség értéket.
- A termosztát vizének sűrűségét rendszeresen ellenőrizni kell és meghatározni a sűrűségének eltérését a sótalanított víz sűrűségéhez képest.
- A hőmérséklet emelkedésével a víz buborékossá válhat és a mérő rossz értéket mutathat. Néhány bar nyomás alkalmazásával a gázok beoldódnak, így a hiba kiküszöbölhető.

8.5 Kiértékelés

A sűrűségmérő megfelelőségét a műszerállandók figyelembevételével a mért sűrűség kiszámításával kell megállapítani. A sűrűségmérő hibája a mért periódusidőből, nyomásból és hőmérsékletből számított sűrűség és a betöltött referencia folyadék sűrűségének különbsége.

A sűrűségmérő megfelelő, ha egyetlen mérés eredménye sem tér el nagyobb mértékben a helyes értéktől, mint a Hitelesítési engedélyében megadott hiba.

Ha a sűrűségmérő hibája meghaladja a megengedett legnagyobb hiba nagyságát, akkor a mérőeszköz hitelesítését el kell utasítani.

8.6 Bélyegzés

A hitelesítés követelményeinek megfelelt sűrűségmérőkön törvényes tanúsító jelet (egyedi sorszámos hologramos matrica) kell alkalmazni. A matricán a hitelesítés évét és hónapját ki kell lukasztani. A matricát a mérő Típusvizsgálati jegyzőkönyvében leírt helyeken kell elhelyezni.

8.7 Bizonylatolás

A hitelesítésről olyan Hitelesítési bizonyítványt kell kiállítani, amely tartalmazza a műszerállandókat is.

Az ipari sűrűségmérők hitelesítésének érvényességi ideje, a 127/1991. (X. 9.) Korm. rendelet 2. számú mellékletében meghatározott érvényességi időtől (2 év) a Korm. rendelet 6. § (2) bekezdése figyelembe vételével eltérhet, az érvényességi időt a vonatkozó Hitelesítési engedély tartalmazza.

A tapasztalatok alapján, valamint a mérőeszközök stabilitását, driftjét figyelembe véve, az ipari sűrűségmérők hitelesítésének érvényességi ideje 1 év.

A sűrűségmérők hitelesítettségét a Hitelesítési bizonyítvány és a hitelesítési bélyeg együttesen igazolja.

9. EGYÉB RENDELKEZÉSEK

A sűrűségmérőkre vonatkozólag egyéb rendelkezések nincsenek érvényben.