

Vízműveknél alkalmazott gáztalanító készülék és olajipari alkalmazhatósága

VARGA JÓZSEF okl. gázipari bányamérnök – MUCSI ANDRÁS okl. vízépítő szakmérnök –
VIRÁG JÁNOS okl. vízépítő szakmérnök



A szerzők a cikkben a felszín alatti vízbázisokból kitermelt ivó- és termálvizekben lévő oldott állapotú gázok (elsősorban metán) leválasztásának szükségességét és módjait taglalják. Bemutatják a célra kifejlesztett VLV (víz-levegő viszony) nevű gáztalanító készüléket. Ismertetik a víztechnológiákba a veszélyes metángáz leválasztására beépített VLV készülék olajipari adaptálhatóságára vonatkozó elképzeléseket, annak feltételeit.

Bevezetés, előzmények

Ivóvizeink (és termálvizeink) az ország számos területén oly mértékben tartalmaznak szénhidrogén (elsősorban metán) gázt oldott és gázfázisban, hogy ezek a gázok a kitermelés, kezelés és szolgáltatás során az in situ légtérrel érintkezve tűz- és robbanásveszélyes keveréket képezhetnek.

A békéscsabai víztoronynál bekövetkezett robbanás arra készítette az akkori Országos Vízügyi Hivatalt (OVH-t) és a Békésmegyei Vízművek Vállalatot, hogy 1974-ben országos tervpályázatot hirdettek további hasonló eseteket elkerülő megoldás kidolgozására. (A pályaműveket a VÍZGAZDÁLKODÁS c. folyóirat 15. évf. 1. számában tették közzé).

Jelen cikk az akkor legjobbnak minősített és díjazott VLV (víz-levegő viszony) fantázia nevű gáztalanító készüléket (1. ábra) mutatja be és jó hatásfokú működését ismerteti.

A berendezés minősítésénél az élet- és vagyonbiztonság volt az elsődleges és legalapvetőbb szempont. A víztechnológia során teljesen új feladatként jelentkezett a veszélyes metángáz leválasztása. A pályázók javaslataikat az elvégzett kisminta kísérletekre alapozták.

Felmerült a földtudományi gázgenetika és a különféle gázok fázisegyensúlyi oldódásának (abszorpció) és leválasztásának (deszorpció) számszerű vizsgálatának szükségessége. A gázok vízben történő oldódásának a nyomás és a hőmérséklet függvényében való vizsgálatáról kiváló irodalom állt rendelkezésre.

Kezdetben az olajipar gázkromatográfiai és pVT mérések elvégzésével és az eredmények értelmezésével segítette a vízműveket. Azóta a vízműveknél létesített akkreditációs ivóvíz-gázlaborok végzik a kötelező időszakos gázvizsgálatokat. A mérések során kialakult adatbank iránt érdeklődnek a földtani geokémiai szakterületek is. A mélyvízkutaknál helyben történik a teljesáramú szeparálás, valamint a részáramú szeparálás során a fluidumminták vétele. A folyamat során

végzett kvalitatív és kvantitatív analízis a VLV gáztalanító anyagmértékére is kiterjed, ellenőrizve a jó hatásfokú metán deszorpciót a víz-levegő fázis hatásos érintkeztetésével.

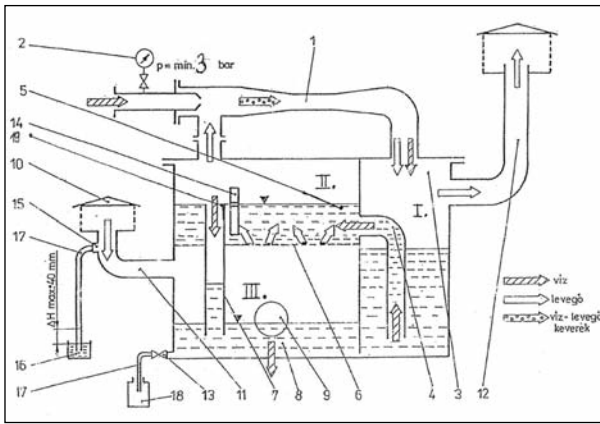
A VLV gáztalanító

A gáztalanító készüléket dr. Balázs Ádám és Gesztesi Gyula, a Szénhidrogénipari Kutató és Fejlesztő Intézet (SZKFI) munkatársai tervezték. (A tervezési alapadatokat a szerzők egy tízszeres kicsinyítésű plexiből készült modellen végzett mérésekből nyerték.) A készülék szerkezeti felépítését és működési mechanizmusát az 1. ábra mutatja be.

– Méretei: alaphossz kb. 1,8 m, oldalél 1 m, magasság 1,4 m, falvastagság: 5-10 mm acéllemez, csövezés NA 80.

– Működése: Vízművi tapasztalatok szerint 3 bar nyomás szükséges ahhoz, hogy a vákuumtechnikai konfúzor-diffúzor injektor jól működjön.

A gázos víz az injektor négy Ø18 mm furatú fűvókáján lép be a konfúzor részbe és mintegy 80 mm vízoszlop mértékű nyomáscsökkenéssel elszívja a II. szeparációs tér gázfázisát (metán-levegő keverék). A levegő munkaközeg a légszűrőn keresztül áramlik be és a szitatányéron a bukó által adott magasságú vízrétegen átbuborékolva nagy felületen érintkezik a gázos fázissal. A tányéron kb. 20-30 sec tartózkodási idő áll rendelkezésre a mindenkori geometriától és vízhozamtól függően. Az elvont gázfázis visszaoldódásával nem kell számolni, mert a II. és az I. tér közötti távolság nagyon kicsi, az áramlási sebesség pedig nagy. Az I. térrészben – az érintkezéses (flasch) szeparátorban – a vízfázis tartózkodási ideje mintegy 1 perc, ami nagyobb a buborékok felemelkedési idejénél. A bukóél utáni vízvezetés csöve a III. tér gáztalan vízébe merül és onnan kb. 1 perc tartózkodási idő után gázmentes ivóvízként távozik. Az I. térből a metán-levegő keverék a kémény Dawy-hálóval borított furatos részén a szabad légterbe kerül.



1. ábra: VLV gáztalanító

1. vízszugár légszivattyú; 2. nyomásmérő; 3. szeparátortér;
4. felszálló cső; 5. buborékoltató tér; 6. perforált lemez;
7. vízzáras túlfolyó; 8. vízgyűjtő tér; 9. vízelvezetés; 10. lég-szűrő; 11. légbeszívó cső; 12. kémény; 13. mintavevő csap;
14. látóüveg nívópálcával; 15. 1/2"-os menetes dugó;
16. üveg vagy műanyag pohár; 17. műanyag cső; 18. minta-
vevő üveg; 19. bukóél szintszabályozó

A gáztalanítás jelenlegi helyzete az ALFÖLDVÍZ Regionális Vízközmű Zrt.-nél

A veszélyes metángáz

A természetben a víz a leggyakoribb oldószer. A felszín alatti mélységi ivóvizek gyakran oldott metán gázzal dúsán telítettek, a sokszor hatalmas vízföldtani területekre kiterjedő laterális migráció és diffúziós anyagtranszport miatt. Az 1. táblázatban a legismertebb – gyakran magmás eredetű – oldott gázok vízre vonatkozó oldódási abszorpciós tényezői láthatók az átlagos vízhőmérséklet függvényében.

A metángáz (CH₄) oldódási tényezője a gyakori 10-20°C éghajlati hőmérsékleten 42-33 ml/l. Hogy az oldott metán milyen veszélyt jelent, az egy gyors közelítő kalkulációval szemléltethető: Ha egy víztorony-kehely vízterfогata 15 m³, és a vele érintkező „munka” levegő összesen 10 légmentesítő, a 10°C-on tárolt víz összesen 0,63 m³ metángázt tartalmaz, ami a munkalégtér térfogatára vonatkoztatva 6,3 tf% metángázt jelent. A levegő-

1. táblázat: A gázok vízre vonatkozó oldódási abszorpciós tényezői a hőmérséklet függvényében

Gáz	Mol. tömeg	Vízhőmérséklet [°C]				
		0	10	20	50	100
Abszorpciós tényező [ml/l]						
H ₂	2	22	20	18	16	16
CH ₄	16	56	42	33	21	2
NH ₃	17	1300	910	710	250	
N ₂	28	23	19	16	11	9
O ₂	32	49	38	31	21	17
H ₂ S	34	4700	3500	2600	1400	800
CO ₂	44	1700	1200	880	440	
O ₃	48	640	520	370		
SO ₂	64	80000	5700	40000		
Cl ₂	70	46000	3100	2300	1200	

ben lévő metán 5-15 térfogat% érték között igen brizáns robbanókeveréket alkot, ami – pl. műszálas ruha viselése esetén – egy kisebb szikrától is berobbanhat. (E számítás során az oldatból kiváló metán térfogatával azonos térfogatú tiszta levegő kiszorulását tételeztük fel, metángáz veszteség nélkül.)

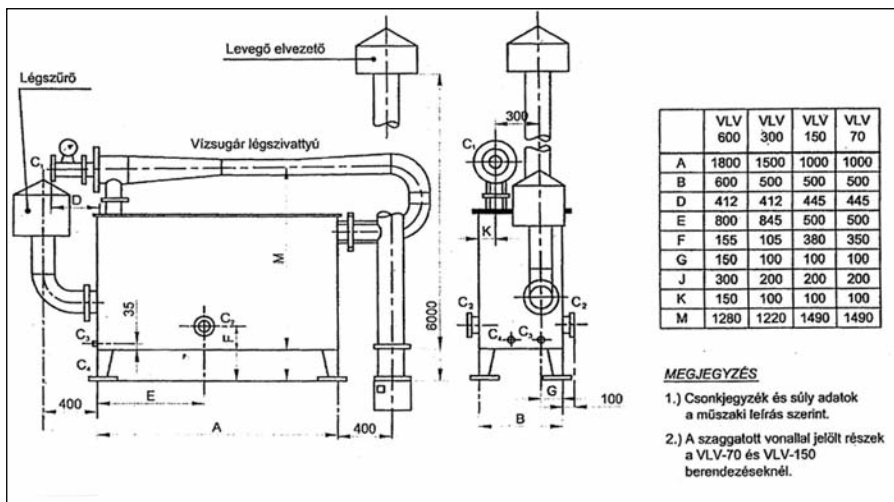
Békéscsabán (1973. 03. 13-án), Fehérgyarmaton (2010. 07. 13-án) és Domaszéken (2017. 02. 21-én) történt ilyen robbanás. Mindez azért is sajnálatos, mert 1974 őszétől már beszerezhető volt a kiválóan üzemelő gáztalanító készülék.

Jogszabályi rendelkezések a termelt és a szolgáltatott vizek gázmentesítéséről

Ivóvizek és termálvizek gáztartalmára vonatkozóan hozott 12/1977.(VIII.29.) KHVM sz. „A termelt és szolgáltatott vizek gázmentesítéséről” c. rendelet a vizek gáztartalmára vonatkozóan – 1013 mbar nyomásra és 20°C hőmérsékletre számítva – az alábbi kategóriákat írja elő:

2. táblázat: A VLV gáztalanító készülékcsalád típus és teljesítményadatai

	VLV-70	VLV-150	VLV-300	VLV-600
Névleges vízterhelés l/perc	70	150	300	600
Szabályozási tartomány l/perc	40 - 90	90 - 160	160 - 400	300 - 700
Tápvíz metántartalma NI/m ³	max. 80			
Tápvíz belépő nyomása:				
metántartalom < 10 NI/m ³	min. 2,5 bar			
metántartalom < 30 NI/m ³	min. 2,7 bar			
metántartalom < 50 NI/m ³	min. 3,2 bar			
metántartalom > 50 NI/m ³	min. 3,7 bar			
Gáztalanítás hatásfoka	min. 98%			
Berendezés tömege üresen kg	300	300	410	530
Berendezés tömege üzemben kg	800	800	1350	1800
Csatlakozó és beépítési méretek	2. ábra szerint			
Csonkok méretei:				
C1 tápvíz bevezetés	DN50	DN50	DN50	DN80
C2 vízelvezetés	DN50	DN80	DN80	DN100
C3 fagyvédelem	C 1/2"			
C4 leürítés	C 1/2"			



2. ábra: A VLV méretadatos vázlata

- „A” kategória: $0,8 \text{ l/m}^3$ alatt,
- „B” kategória: $0,8\text{-}10 \text{ l/m}^3$ határértékek között,
- „C” kategória: 10 l/m^3 határérték fölött.

Az „A” kategóriás vizet be lehet vezetni zárt térbe, a „B” kategóriás víz zárt térbe csak gázérzékelő, szellőztető és riasztó berendezés beépítése mellett vezethető, a „C” fokozatú gáztartalom esetén az üzemeltetőnek az MSZ 15285/1998 szabvány előírása szerinti gáztalanító berendezést kell beépíteni. 30°C -nál nagyobb hőmérsékletű vizek esetében a robbanásveszélyes gáz jelentős része fizikai úton is eltávolítható (pl. kilevegőztetéssel, kaszkados, ütközőtányéros, szórórózsás műszaki megoldásokkal).

A VLV készüléksalád

Az ALFÖLDVÍZ Regionális Vízközmű Rt. mint a Békés Megyei Vízművek Rt. jogutódja kezdettől (1975-től) fogva tapasztalt üzemeltetője – és később gyártója is – a VLV típusú gáztalanító készülékek. Az ALFÖLDVÍZ rendelkezik gyártási jogosultsággal és az Országos Közegészségügyi Központ engedélyező szakvéleményével is (OKI ikt.sz.: 6820/2014 sz. (2015. április 27.)). Minden gyártott készüléket teljesen megbízható (akkreditált) minőség-ellenőrzés után bocsátanak a megrendelő rendelkezésére.

A VLV típusú gáztalanítók előnyei

- Az egy berendezésben megvalósított kétlépcsős szétválasztó készülék
- használatával az ismertett üzemeltetési paraméterek betartása mellett a kezelt víz gáztartalma (metán) $0,8 \text{ NI/m}^3$ alá csökken
- mozgó segéd- vagy szabályozó szerelvényt (pl. ventillátort) nem tartalmaz
- felépítése, üzemeltetése, karbantartása egyszerű
- üzeme zajtalan
- energiaigénye alacsony ($0,10\text{-}0,15 \text{ kW/m}^3$ víz) a betáplálási nyomásenergia formájában
- könnyen illeszthető a meglévő vízellátási rendszerbe

- szakszerű üzembe helyezés esetén a tűzrendészeti, biztonságtechnikai és egészségvédelmi előírásokat maradéktalanul kielégíti
- több készülék párhuzamos kapcsolásával nagyobb vízmennyiségek kezelésére is megfelelő
- robbanásveszélyes környezetben minden külön védelem nélkül alkalmazható
- a levegő- és vízszállítás természetes kényszerkapcsolatban van, ezért külön reteszelés nem szükséges

Üzemelése során betartandók a 24/2007. (VII. 3.) KVVVM Vízügyi Biztonsági Szabályzat, valamint az ALFÖLDVÍZ Zrt. Munkavédelmi Szabályzata és a vonatkozó biztonsági rendeletek.

A VLV gáztalanítók üzemeltetésénél fellépő előnyös és hátrányos vízkémiai változások

A tűzvédelmi okokból szükséges metángáz eltávolítás a nyersvíz összetevőinek és a víz további kezelésének függvényében kedvező, vagy kedvezőtlen folyamatokat indukálhat.

Az ALFÖLDVÍZ Zrt. üzemeltetési területein minden esetben felszín alatti vízbázisokból történik a vízkivétel. A kitermelt víz jellemző tulajdonsága többek között az ammónium, vas, mangán és szervesanyag tartalom, mely a mélyebb vízadó rétegek esetében 20°C feletti hőmérséklettel társul.

- A gázmentesítés során a kitermelt – eredetileg redukív állapotú – felszín alatti vízbe juttatott oxigén reakcióba lép az oldott formában jelen lévő fémekkel (elsősorban vassal és mangánnal) és közvetve az ammónium tartalommal.
- Ivóvízbiztonsági szempontból az ammónium jelenti a legnagyobb veszélyt, mivel a nitrifikáló baktériumok segítségével lejátszódó folyamatok során az emberi egészséget veszélyeztető nitrit képződhet.
- Az oldott állapotú vas és mangánionok a levegő oxigénjével érintkezve hidroxidok formájában kicsapódnak és lebegő anyagokat, üledéket képeznek, organoleptikus szempontból kedvezőtlen ivóvíz minőséget eredményezhetnek. Az elsősorban vas és mangán vegyületeket tartalmazó üledék – a víz magas oldott oxigén koncentrációja miatt – kiváló életteret biztosít a mikroorganizmusok számára.
- Problémát jelent a metanotróf baktériumok oxigén hatására előálló drasztikus szaporodása is, mely az előzőekben említett folyamatokkal együttesen másodlagos mikrobiológiai vízminőségromlást okoz a vízellátó rendszerben.

A levegőbevitellel működő gáztalanítás kedvező hatást is eredményezhet, amennyiben a víz kezelése során vastalanítás, vagy biológiai ammónium eltávolítás valósul meg és a gáztalanító táplevegőt a megfelelő szűrőrendszer alkalmazásával biztosítják. Ilyen esetben nem szükséges további, oldottoxigén-koncentrációt növelő műszaki megoldást alkalmazni, mivel a készülék működése során az oxigén bevitel is megtörténik. A légbevitellel üzemelő gáztalanító berendezés ivóvízellátási célú alkalmazásakor azonban mindenkor számolni kell a másodlagos vízminőségromlás kezelésének szükségességével.

A kedvezőtlen vízminőségváltozás megelőzése érdekében (az oxigéndiffúzió csökkentésére) fejlesztették ki a Békés Megyei Vízmű Vállalat szakemberei az 1980-as években a vákuumos elven alapuló gáztalanító berendezést, amelyet mint alkalmazandó módszert a 12/1977. (VIII.29) KHVM sz. rendelet is megemlíti.

A VLV gáztalanító fontosabb elemeinek szerepe az üzemeltetés során

Vízugár-légszivattyú: Fúvókataratóba szerelt 4, megfelelő szögben elhelyezett fúvókát tartalmaz. A fúvókás teljesítmény-szabályozás – a fúvókák cseréjével – tág határok között mozoghat, és hatékonyan védi a víztermelő kutakat a hirtelen hozamváltozással járó homokolástól.

Légszűrő: A beszívott levegő tisztítását, por- és csiramentesítését a gépkocsikon használatos papír légszűrők biztosítják. Ha a légszűrő ellenállása a 0,004 bar-t meghaladja, csere szükséges.

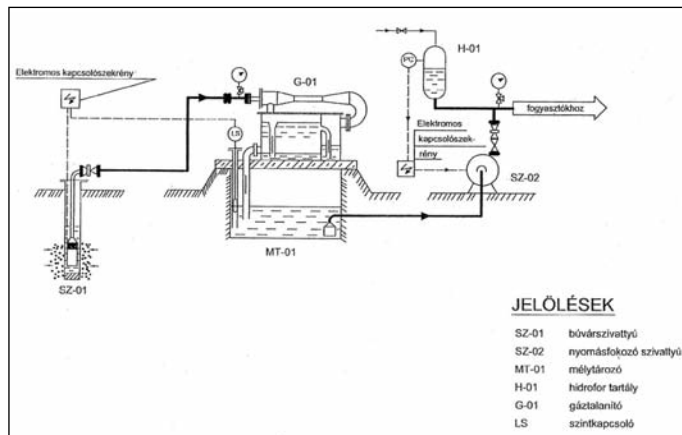
Levegő (metán-levegő keverék) elvezető: A szennyezett levegőt visszaroobanás-gátló szerelvényvel ellátott cső vezet a szabad légtérbe (a gázkeverék a metántartalomtól függően 0,1-2 tf% lehet, ekkor nem képződik robbanásveszélyes elegy).

Csatlakozó szerelvények, műszerek: A gáztalanító szabványos, oldható, karimás kötésekkel csatlakozik a vízmű műtárgyaihoz. A belépő víz nyomását manométer méri, egyéb műszerre nincs igény.

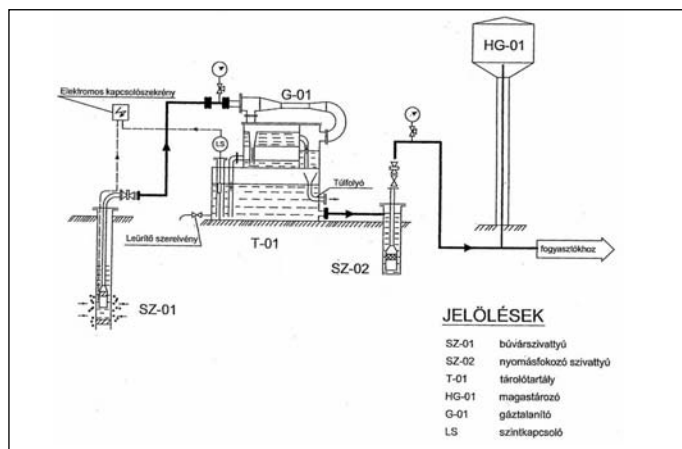


1. kép: Telepített VLV berendezés

Fagyvédelem: A berendezés szabadba telepíthető (1. kép) hőszigetelést nem igényel. A víz betáplálásának leállítása esetén a készülék mindhárom víztere önműködően leürül, egy 6-8 mm átmérőjű vezetéken.



3. ábra: VLV készülék hidroforos telepítése



4. ábra: VLV készülék víztornyos telepítése

Telepítés

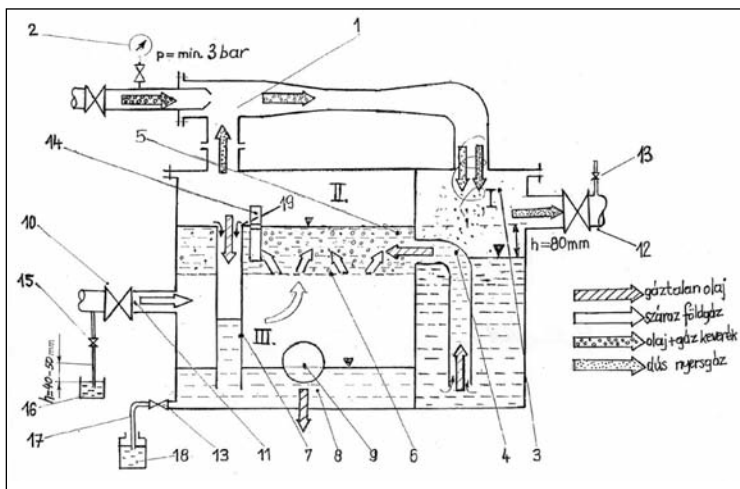
A vízellátó rendszerekbe telepített gáztalanító készülék a meglévő műtárgyak közé települ, ezért létesítésének a vízügyi államigazgatási eljárás előírásainak megfelelően kell történnie (OVH Vízgazdálkodási Intézet 359/76. sz. szakhatósági állásfoglalása). Villamos besorolása az MSZ 1600 szerint: A3 Rb. II. G3 „M”.

A gáztalanító készülék bekötésének két, viszonylag gyakori kapcsolás sémája (hidroforos és víztornyos változat) a 3. és a 4. ábrán látható.

Néhány gondolat a gázvizsgálatokról

A víztermelő kutaknál részarámú szeparálással történik a víz- és gázmintavétel. A reprezentatív gáztartalmú mintákat az ALFÖLDVÍZ Zrt. Központi Laboratóriumában vizsgálják akkreditált szabványos módszerrel.

Az oldott metán kihajtása szénhidrogén mentes szén-dioxid gázzal történik, zárt térben. A vízmintán átáramló CO₂ kihajtja az oldott gázkomponenseket,



5. ábra: VLV készülék olajipari alkalmazásának sémája

amelyek telített káliumhidroxidot (KOH) tartalmazó gázbürettában gyűlnek össze, a CO₂ gáz pedig a lúgban elnyelődik. A képződött gázkeverék-minta összetételét gázkromatográfia határozza meg, szoftveres kiértékeléssel.

A gázvizsgálati adatokat a rendszer gázkataszterként tárolja. A kutaknál, vagy a technológiai soron vett minták könnyen megjeleníthetők és további elemzés alapjául szolgálnak. Tapasztalat szerint a több évtizedes adattár alapján sem mutatható ki mérési hibahatárt meghaladó változás. Mindez egy kedvező, stacioner vízkitermelési készletbázis kedvező meglétére és megnyugtató működésére utal.

A gáztalanítóknál mért nagyobb szórás eredmények figyelembevételével történhet a készülékek jó hatásfokú beállítása.

A VLV készülék olajipari alkalmazásának lehetősége

Az előző fejezetekben közöltek alapján elvileg van lehetőség a VLV készülék olaj-gáz szeparátor üzemmódban történő olajipari alkalmazására, az adaptáció működési sémája az 5. ábrán látható.

A kétlépcsős szeparálás során a második fokozatban alkalmazott vákuumozási technika és a keresztáramú metángáz buborékoltatás igen jó PB-kihozatalt eredményezhet. A szeparált nyersgáz tartalmazza az értékes „fehérarut” (PB és nyers-gazolin), amit a gázüzemben leválaszthatnak, majd értékesíthetnek.

Az olajipari alkalmazásnál figyelembe kell venni az alábbiakat:

- Az adaptáció kicsi, vagy ún. „egykutas” szénhidrogén-előfordulásoknál nem javasolt.
- A változatos szeparálási módozat a nagyobb készletű olajmezőknél alkalmazható gazdaságosan, ahol nyersgázgyűjtő (gerinc, vagy körvezeték) rendszer és gázüzem került kiépítésre. Ezt a lehetőséget már a műveléstervezési fázisban érdemes tervebe venni.
- A szeparátor működéséhez min. 3 bar kútfelnyomás szükséges.

- A gáztalanítandó olajhozam sem lehet kevesebb 50-70 liter/perc értéknél (becsült adat).
- Összevont (2-3 kutas) alkalmazás is lehetséges.
- Kiviteli tervezésnél – a gázos vízhez képest – sokkomponensű nyersolaj szeparálást kell méretezni. A sűrűség itt kisebb a víznél, viszont a viszkozitás nagyobb mértékű, ez határt is szabhat a tervezésnél.
- A gáz-olaj viszony (GOV) hatása figyelembe veendő. Pl. nagyobb GOV esetben a kisebb átlagsűrűség miatt a keverék csak kisebb energiájú kinetikus elszívó hatást képes biztosítani.
- Alapfeltétel az is, hogy az olajhozam és a nyomás stacioner mértéke elégséges legyen a vákuum-injektor működéséhez.

- Fontos a biztonsági szelep szerepe.
- Paraffin-tartalom esetén a fenti adaptáció nem alkalmazható.
- Vizsgálni kell a gázbuborékok felemelkedési idejét az ún. tartózkodási idő viszonylatában.
- A kiviteli tervezésnél szakavatott biztonságtechnikai szakember közreműködése és haváriaterv elkészítése szükséges.

Az előzőkből következik, hogy a VLV készülék olajipari adaptálhatóságához kisminta vizsgálatokra feltétlenül szükség van. Mivel a kétlépcsős szeparálást explicit módon leíró egyenlet nincs, a kisminta anyagmennyiség (és összetétel) egyenletek alapján lehet extrapolálni – fázis paraméterek figyelembevételével – az ipari méretű olaj-gáz szeparátor működését.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük dr. Juhász József professzor folyamatos ellenőrző, irányító tevékenységét és a lektorálást.

IRODALOM

- [1] Antall Attila – Varga József: Közüzemi vízművek metángázt tartalmazó vízének gáztalanítására kiírt országos tervpályázat tapasztalatai. (Vízgazdálkodás 15. évf. 1. sz. 1975. 31-34 p.)
- [2] Namiot – Bondareva: Razstvorimoszty gazov v vodu pád davlényiem (Szakkönyv. Nyedra kiadó)
- [3] V. J.: Gashaltigen Wasser und Umweltsutz. (Előadás Bergakadémia Freiberg. 1975.)
- [4] Dr. Bártfai Zoltán: Fürdőgépészeti rendszerek üzemeltetése Szent István Egyetem, Gödöllő, 2011.
- [5] OKI 6820/2014. sz. szakvélemény (2015. április 27.)
- [6] VLV típusú víz-gáztalanító berendezés technológiai leírása (ALFÖLDVÍZ Regionális Vízközmű Zrt.)
- [7] Műszaki megbeszélés. (ALFÖLDVÍZ Regionális Vízközmű Zrt. Szervizüzem, Békéscsaba, 2018. VIII. 15.)