GAZLARNI QURITISH USULLARI VA GLIKOLLI ABSORBSIYANING TEXNOLOGIK O‘RNI

Xamrokulova Gulnoza Odiljon qizi
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti

Annotatsiya. *Maqolada tabiiy va texnologik gazlarni quritishning sovitib kondensatsiyalash, qattiq adsorbentlar, suyuq glikollar, delikvessent tuzlar, membrana va gibrid jarayonlari yagona mezonlar bo'yicha qiyoslandi. Baholash mezonlari quruq gazning talab etilgan suv shudring nuqtasi, gaz sarfi, bosim, uglevodorod tarkibi, jarayonning uzluksizligi, regeneratsiya energiyasi, absorbent yoki adsorbent yo'qotilishi va ekologik xavfdan iborat. Tahlil shuni ko'rsatdiki, molekulyar elaklar LNG va kriogen jarayonlar oldidan o'ta chuqur quritishda ustun, membranalar ixcham va modulli, sovitish esa dastlabki suv yukini kamaytirishda samarali.*

Kalit so'zlar: *tabiiy gaz, quritish, suv shudring nuqtasi, TEG, glikolli absorbsiya, adsorbsiya.*

Аннотация. *Сопоставлены охлаждение и конденсация, адсорбция, гликолевая абсорбция, деликвесцентные соли, мембранные и гибридные процессы осушки газа. Молекулярные сита предпочтительны для сверхглубокой осушки перед криогенными процессами, а ТЭГ обеспечивает наиболее сбалансированное непрерывное решение для средних и крупных потоков при требованиях трубопроводного транспорта. Ограничения ТЭГ связаны с пенообразованием, коррозией, уносом, поглощением BTEX и деградацией в ребойлере; предложены меры их технологического контроля.*

Ключевые слова: *природный газ, осушка, точка росы, триэтиленгликоль, абсорбция, адсорбция, мембрана, регенерация.*

Abstract. *Cooling-condensation, solid adsorption, glycol absorption, deliquescent salts, membranes and hybrid gas-dehydration routes are compared using product dew point, throughput, pressure, continuity, regeneration duty, material losses and environmental risk. Molecular sieves remain preferable for ultra-deep drying upstream of cryogenic processing, whereas TEG absorption is the most balanced continuous option for medium-to-large pipeline gas streams. Foaming, corrosion, BTEX*

absorption, thermal degradation and glycol carryover define its operating limits and monitoring requirements.

Keywords: *natural gas, dehydration, water dew point, triethylene glycol, absorption, adsorption, membrane, regeneration*.

Kirish

Gaz oqimidagi suv bug'i bosim va harorat o'zgarganda kondensatlanadi, gidrat kristallari hosil qiladi hamda CO_2 yoki H_2S ishtirokida elektrolit muhit yaratib korroziyani tezlashtiradi. Namlik quvur o'tkazuvchanligini, kompressor va armatura ishonchliligini hamda suyultirish jarayonining sovuq bloklarini bevosita cheklaydi. Shu sababli gaz quritish chuqurligi 'eng past shudring nuqtasi' bo'yicha emas, keyingi texnologik bosqich talabiga mos va iqtisodiy asoslangan darajada tanlanishi kerak.

Amaliyotda bir xil gaz uchun turli usullar texnik jihatdan ishlashi mumkin, biroq ularning energiya, uzluksizlik va ifloslanishga sezgirligi keskin farq qiladi. Maqolaning maqsadi asosiy quritish usullarini qiyoslash, glikolli absorbsiyaning qo'llanish chegarasini aniqlash va TEG konturini barqaror ishlatish uchun nazorat mezonlarini shakllantirishdan iborat.

Muammoning dolzarbligi gaz tarkibi va ishlab chiqarish rejimining doimiy emasligi bilan kuchayadi. Quduq yoki kon hayot sikli davomida bosim, suv-gaz nisbati, kondensat miqdori va nordon komponentlar ulushi o'zgaradi. Bir marta tanlangan quritish usuli keyinchalik ortiqcha energiya sarflashi yoki chiqish spetsifikatsiyasini ta'minlamasligi mumkin. Shuning uchun texnologiya tanlashda nominal loyihaviy nuqta bilan birga minimal va maksimal yuklama, ishga tushirish, turndown, regeneratsiya va avariya rejimlari ham ko'rib chiqiladi.

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, so'nggi ishlarda TEG qurilmalarining termodinamik modeli va energiya optimallashtirilishi ancha rivojlangan [2, 5-9]. Biroq usul tanlash haqidagi qaror faqat hisobiy minimal energiyaga asoslanmasligi kerak. Molekulyar elakda yotoqning breakthrough va changlanishi, membranada permeat bilan uglevodorod yo'qotilishi, TEGda esa ko'pik, korroziya va uchuvchan organik birikmalarni yutish kabi operatsion tavakkallar yakuniy bahoga kiritilishi zarur.

1. Tadqiqot metodikasi va tanlash mezonlari

Qiyosiy tahlilda 2020-2025-yillardagi TEG-suv-gaz muvozanati, metanning glikolda eruvchanligi, regeneratsiyani intensivlashtirish, jarayon optimallashtirish va glikol barqarorligi bo'yicha tajribaviy hamda hisobiy ishlar umumlashtirildi [2-12]. Quritish usullari besh guruh mezonida baholandi: mahsulot sifati; gaz sarfi va yuklama diapazoni; kapital va energiya sig'imi; ifloslantiruvchilarga chidamlilik; absorbent yoki

adsorbentning qayta tiklanishi. Suv shudring nuqtasi ISO 6327 talabiga muvofiq bosim ko'rsatilgan holda talqin qilinishi kerak [1].

Usulning maqbulligi kirish namligiga emas, chiqishdagi ruxsat etilgan suv miqdori va keyingi jarayon tavakkaliga bog'liq. Quvur transporti uchun yetarli bo'lgan quritish LNG yoki past haroratli NGL ajratish oldidan yetarli bo'lmasligi mumkin. Shuning uchun quyidagi jadvaldagi 'quritish chuqurligi' mutlaq son emas, usullarni nisbiy texnologik joylashtirish mezonidir.

1-jadval. Gazlarni quritish usullarining texnologik qiyosi

Usul	Asosiy mexanizm	Maqbul qo‘llanish sohasi	Ustun tomoni	Asosiy cheklov
Sovitish va kondensatsiya	Harorat pasayganda suvning kondensatsiyasi	Dastlabki yukni kamaytirish; yuqori bosimli oqim	Oddiy va bir vaqtning o‘zida og‘ir uglevodorodlarni ajratadi	Chuqur quritish cheklangan; sovitish energiyasi
Delikvessent tuzlar	Suvni yutib konsentrlangan eritma hosil qilish	Kichik, uzoqdagi va davriy obyektlar	Apparat sodda, harakatlanuvchi qismlar kam	Reagent sarfi va sho‘r chiqindi; nazorat aniqligi past
Glikolli absorbsiya	Suv bug‘ining TEG suyuq fazasiga o‘tishi	O‘rta va katta uzluksiz quvur gaz oqimlari	Regeneratsiya lanadi, yuklamaga moslashadi, sanoatda sinalgan	Ko‘pik, korroziya, BTEX, olib ketilish va reboiler energiyasi

Sovitish usuli odatda mustaqil yakuniy yechimdan ko'ra oldindan ajratish bosqichi sifatida foydaliroq: u kontaktor yoki adsorberga tushadigan suv va suyuq uglevodorod yukini kamaytiradi. Delikvessent quritgichlar kichik obyektlarda sodda bo'lsa-da, tuz sarfi va chiqindi eritma ularni katta oqimlarda cheklaydi. Membranalar maydon kam bo'lgan obyektlarda jozibador, ammo permeat bilan metan yo'qotilishi hamda kompressiya bosimini baholash shart.

2. Glikolli absorbsiyaning fizik-kimyoviy asoslari

Glikolli quritishda suv bug'i gazdan suyuq absorbentga kimyoviy reaksiyasiz, muvozanat va massa uzatish harakatlantiruvchi kuchi ta'sirida o'tadi. Absorberdagi elementar oqim uchun ajratilgan suv massasi $m_s = Qg(Ykir - Ychiq)$, suyuq fazaga o'tish tezligi esa $N_v = KGa(y - y^*)$ ko'rinishida ifodalanadi. Bu yerda Qg - quruq gaz sarfi;

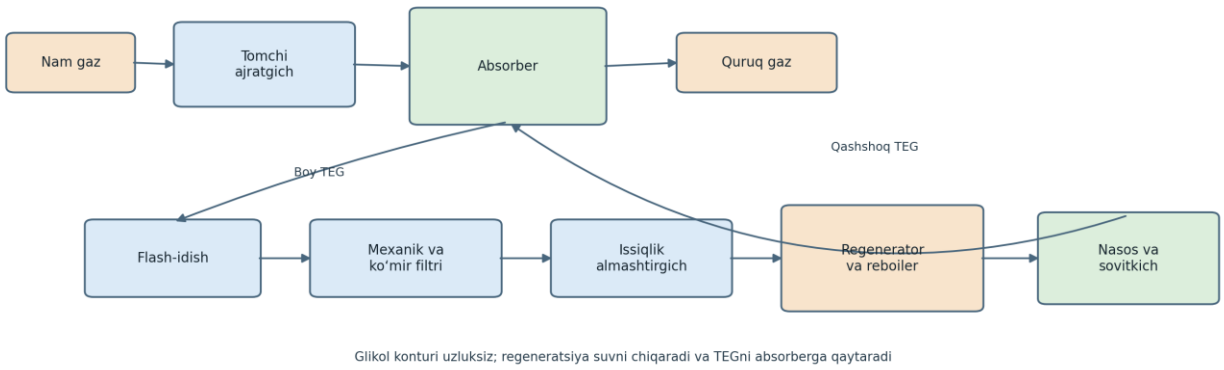
Ykir va Ychiq - gazning kirish va chiqish suv miqdori; KGa - hajmiy massa uzatish koeffitsienti; y - gazdagi haqiqiy, y* esa glikol bilan muvozanatdagi suv ulushidir. Qashshoq TEG konsentratsiyasi oshganda y* kamayadi va quritish harakatlantiruvchi kuchi ortadi.

2-jadval. Sanoat glikollarining quritish jarayonidagi qiyosiy o‘rni

Glikol	Normal qaynash harorati, taxminan °C	Ekspluatatsion tavsif	Quritishdagi o‘rni
MEG	197	Uchuvchanligi yuqoriroq, qovushqoqligi pastroq	Gidrat ingibitori va ayrim maxsus konturlar; bug‘lanish yo‘qotilishi yuqori
DEG	245	MEG va TEG oralig‘idagi xossa	Tarixiy va cheklangan quritish qurilmalari
TEG	285-287	Past bug‘ bosimi, yetarli gigroskopiklik va boshqariladigan qovushqoqlik	Quvur gazini uzluksiz quritish uchun asosiy sanoat absorbenti

Izoh: qaynash haroratlari modda tozaligi va bosimga bog'liq; ular apparatni loyihalash uchun emas, glikollarni qiyosiy joylashtirish uchun keltirilgan. TEGning ustunligi faqat yuqori qaynash haroratida emas, suv yutish, massa uzatish, nasoslash, regeneratsiya va yo'qotishlarning umumiy muvozanatidadir [12].

1-rasm. TEGli absorbsiya va regeneratsiyaning yopiq texnologik konturi



Absorberda nam gaz qashshoq TEG bilan qarama-qarshi oqimda kontaktlanadi. Boy glikol flash-idish, mexanik va faol ko'mir filtrlari hamda issiqlik almashtirgichdan o'tib regeneratorga keladi. Reboiler suvni bug'latadi, qashshoq TEG esa sovitilib absorberga qaytariladi. Shu yopiq aylanish TEG sarfini cheklaydi, biroq sirkulyatsion

ifloslantiruvchilarni ham tizimda to'plashi mumkin; filtratsiya va davriy reclaimer shuning uchun jarayonning ajralmas qismidir.

Absorber samaradorligi glikol va gaz harorati, kontakt bosqichlari, L/G nisbati, tarelka yoki nasadka namlanishi hamda ko'pik bilan belgilanadi. Qashshoq TEG haddan tashqari issiq bo'lsa muvozanat yomonlashadi, juda sovuq bo'lsa og'ir uglevodorodlar kondensatsiyasi va ko'pik xavfi oshishi mumkin. Shu bois TEG harorati kirish gaziga nisbatan boshqariladigan kichik farqda ushlanadi; aniq qiymat gaz tarkibi va bosim bo'yicha pilot yoki termodinamik hisob bilan belgilanadi.

Xulosa

Gazlarni quritish usullarining hech biri barcha obyektlar uchun universal emas. Sovitish va separatsiya dastlabki yukni kamaytiradi, delikvessent tuzlar kichik obyektlarda sodda, membranalar ixcham, molekulyar elaklar esa o‘ta chuqur quritishda ustun. TEGli absorbsiya o‘rta va katta gaz sarflarida quvur sifatiga erishish uchun uzluksizlik, qayta regeneratsiya, yuklamaga moslashuvchanlik va sanoat tajribasining eng muvozanatli birikmasini beradi. Uning samaradorligi qashshoq TEG konsentratsiyasi va L/G nisbatinigina oshirish bilan emas, kirish separatsiyasi, flash-gazni qaytarish, ikki bosqichli filtratsiya, issiqlik integratsiyasi va degradatsiya-ko‘pik-korroziya nazorati bilan ta’minlanadi. LNG yoki juda past suv spetsifikatsiyasida TEG molekulyar elak oldidagi yukni kamaytiruvchi bosqich sifatida ishlatilishi maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. ISO 6327:1981. Gas analysis - Determination of the water dew point of natural gas - Cooled surface condensation hygrometers. Reconfirmed 2024.

2. Qvistgaard D., Trancoso J., Solbraa E. va boshq. Multicomponent vapor-liquid equilibrium measurements and modeling of TEG, water and natural gas mixtures at 6.0, 9.0 and 12.5 MPa. Fluid Phase Equilibria. 2023;565:113660. DOI: 10.1016/j.fluid.2022.113660.

3. Rasoolzadeh A., Raeissi S., Shariati A., Peters C.J. Experimental measurement and thermodynamic modeling of methane solubility in TEG within 343.16-444.95 K. Journal of Chemical & Engineering Data. 2020. DOI: 10.1021/acs.jced.0c00198.

4. Lotfi Z., Keshavarz P. High-efficiency water vapor absorption by tri-ethylene glycol combined with methyldiethanolamine. Separation and Purification Technology. 2021;270:118841. DOI: 10.1016/j.seppur.2021.118841.

5. Chen W.-C., You X.-G., Liu P. va boshq. Enhanced regeneration of TEG solution by rotating packed bed for offshore natural gas dehydration. Chemical Engineering and Processing. 2021;168:108562. DOI: 10.1016/j.cep.2021.108562.

6. Liu G., Zhu L., Hong J., Liu H. Technical, economical, and environmental performance assessment of an improved TEG dehydration process for shale gas. ACS Omega. 2022;7:1861-1873. DOI: 10.1021/acsomega.1c05236.

7. Mukherjee R., Diwekar U.M. Optimizing TEG dehydration process under metamodel uncertainty. Energies. 2021;14:6177. DOI: 10.3390/en14196177.

ministration. 2023.