


UO‘K: 66.074.3

 10.70769/3030-3214.SRT.4.1.2026.41

TABIY GAZNI ABSORBSION TOZALASH SAMARADORLIGIGA TA’SIR ETUVCHI OMILLARNI O’RGANISH



Dustqobilov Eldor Nurmatovich

Dotsent, Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
ORCID ID: 0009-0003-3703-0860
Science ID: FQD-0326-0002

Annotatsiya. Tabiiy gazni nordon komponentlardan absorbtiviyali tozalash jarayonining ko‘rsatgichini oshishi massa uzatish koeffitsientlari gidrodinamik, geometrik va fizik-kimyoviy omillarga hamda kolonnaning ichidagi nasadkalarining joylashishiga, konfiguratsiyasiga va to‘qnashuvchi oqilarning yunalishiga chambarchas bog‘liq holatlari o‘rganilgan. Bunday muammolardan kelib chiqqan holda geometrik omillar, fizik-kimyoviy omillar, muayyan omillarning ta’sirini eksperimental tadqiqotlashda jiddiy qiyinchiliklarni tug‘dirishi bilan bog‘liqligi, faza zichligining va yopishqoqlikning ta’siri, turbulent rejimdagi oqimlarda to‘qnashish harakatidagi jarayonlar ustida tadqiqotlar olib borilgan. **Kalit so‘zlar:** gidrodinamik, geometrik, fizik-kimyoviy, kontsentratsiya, yopishqoqlik, likopchalar, turbulent rejim, diffuziya koeffitsienti, vibratsiya va pulsatsiyalarning ta’siri, ovoz tebranishlar, yuzaki qarshilik.

ИЗУЧЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ АБСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Дустқобилов Элдор Нурмаатович

Доцент, Қаршинский государственный технический университет, Қарши, Узбекистан

Аннотация. Изучено, что увеличение показателя процесса абсорбционной очистки природного газа от кислых компонентов тесно связано с гидродинамическими, геометрическими и физико-химическими факторами, а также с расположением, конфигурацией и направлением сталкивающихся осей насадок внутри колонны. Исходя из таких проблем, были проведены исследования геометрических факторов, физико-химических факторов, связанных с тем, что влияние определенных факторов создает серьезные трудности в экспериментальных исследованиях, влияния плотности фазы и вязкости, процессов движения столкновений в турбулентных потоках. **Ключевые слова:** гидродинамический, геометрический, физико-химический, концентрация, вязкость, тарелки, турбулентный режим, коэффициент диффузии, влияние вибрации и пульсации, звуковые колебания, поверхностное сопротивление.

STUDY OF FACTORS INFLUENCING THE EFFECTIVENESS OF ABSORPTIONAL GAS PURIFICATION

Dustkobilov Eldor Nurmatovich

Docent, Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

Abstract. It was studied that the increase in the process of absorption purification of natural gas from acidic components is closely related to hydrodynamic, geometric, and physicochemical factors, as well as the location, configuration, and direction of the colliding axes of the nozzles within the column. Based on such problems, studies were conducted on geometric factors, physicochemical factors related to the fact that the influence of certain factors creates serious difficulties in experimental studies, the influence of phase density and viscosity, and collision movement processes in turbulent flows.

Keywords: hydrodynamic, geometric, physicochemical, concentration, viscosity, plates, turbulent regime, diffusion coefficient, influence of vibration and pulsation, sound vibrations, surface resistance.

Kirish. Tabiiy gazni zaharli komponentlardan absorbttsiya usuli yordamida tozalash jarayonida massa almashinuvi va uni kuchaytirish usullari muhim ahamiyat kasb etadi. Massa uzatish koeffitsientining kattaligi gidrodinamik, geometrik hamda fizik-kimyoviy omillarga bog'liq bo'ladi. Ayniqsa, suyuqliklarning o'zaro to'qnashuvi jarayonida gidrodinamik kuchlar hal qiluvchi rol o'ynaydi. Apparat turi va gidrodinamik rejimga qarab, massa uzatish koeffitsienti oqim tezligining 0,3–1 darajali quvvatiga mutanosib bo'ladi.

Geometrik omillar, xususan nasadkali absorberlarda nasadkaning o'lchamlari yoki likopchali absorberlarda likopcha elementlarining parametrlari, nisbatan kamroq ta'sir ko'rsatsa-da, ayrim hollarda sezilarli ahamiyatga ega bo'lishi mumkin. Gidrodinamik va geometrik omillarning ta'siri fazalar orasidagi kontakt shakliga bog'liq holda o'zgarib turadi.

Fizik-kimyoviy omillarga esa massa almashinuvida ishtirok etuvchi fazalarning fizik xossalari, harorat, bosim va konsentratsiya kabi parametrlar kiradi. Mazkur omillarning ta'siriga oid nazariy va eksperimental natijalar [1, 3] manbalarda keltirilgan. Shuni ta'kidlash lozimki, ayrim salbiy omillar turli qurilmalarda va gidrodinamik rejimlarda turlicha namoyon bo'ladi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, alohida omillarning ta'sirini eksperimental ravishda aniqlash murakkab bo'lib, bir omilning o'zgarishi boshqa fizik ko'rsatkichlarning ham o'zgarishiga olib keladi. Bu esa turli tadqiqot natijalari orasidagi tafovutlarni izohlaydi. Ba'zi hollarda esa qo'llanilgan eksperimental metodikalar yetarlicha aniqlikka ega emas. Bir vaqtning o'zida bir nechta omillarni o'zgartirishda regressiya usullaridan foydalanish ham har doim ham ishonchli natija bermaydi, chunki omillar o'zaro korrelyatsiyada bo'ladi [5].

Fazalar zichligining ta'siri alohida

o'rganilmagan, chunki uning o'zgarishi boshqa fizik xususiyatlarga ham bog'liqdir. Nazariy jihatdan, zichlik doimiy bo'lganda ($\omega = \text{const}$), massa almashinuvi koeffitsienti β_s ga sezilarli ta'sir ko'rsatmasligi kerak. Biroq, ayrim hollarda, agar mezon tenglamasiga Weber (We) soni kiritilsa, zichlikning bilvosita ta'siri kuzatiladi.

Yopishqoqlikning ta'siri yetarlicha chuqur o'rganilmagan, ayniqsa gaz fazasi uchun. Nazariy tahlillarga ko'ra, β ning yopishqoqlikka bog'liqligi m , n va p koeffitsientlariga qarab turli qiymatlarni qabul qiladi [3, 5]. Gaz fazasi uchun $m = 0,7-0,8$; $n = 0,33-0,5$ va $p = 0$ bo'lganda, yopishqoqlik darajasi $-0,2$ dan $-0,47$ gacha bo'lgan oraliqda o'zgaradi. Eksperimental tadqiqotlar natijasida esa β ning $v^{(-0,2)}$ ga mutanosibli aniqlangan.

Suyuq fazada $n = 0,5$, $m = 0,5-1$ va $p = 0-0,33$ bo'lganda, yopishqoqlik ta'siri keng diapazonda o'zgaradi. Tajribalar shuni ko'rsatdiki, o'zgartirilgan disk kolonnasida bu ko'rsatkich $-0,54$ ga teng. Turbulent rejimda aralastirgichli idishlarda esa bu qiymat taxminan $-0,3$ ni tashkil etadi. Shunga o'xshash natijalar purkovchi va elak likopchalarda ham kuzatilgan.

Bundan tashqari, CO_2 ning turli yopishqoqlikdagi suyuqliklarda yutilishini o'rganish natijasida Reynolds sonining ma'lum oraliqlarida ($\text{Re} = 650-10700$) β ning $v^{(-0,56)}$ ga, yuqori intensiv sharoitlarda esa ($\text{Re} = 64000-180000$) $v^{0,4}$ ga mutanosib ekanligi aniqlangan [6, 7].

Tadqiqot natijalarining muhokamasi. Jarayonga diffuziya koeffitsientining ta'siri ko'plab ilmiy ishlarda o'rganilgan bo'lib, u massa almashinuvi mexanizmini tushunishda muhim omil hisoblanadi. Nazariy tahlillarga ko'ra, yangilanish modeli uchun $n \approx 0,5$ bo'lsa, chegaraviy diffuziya qatlam modeli turbulent pulsatsiyalar qonuniga bog'liq holda $n = 0,33-0,5$ oraliqda o'zgaradi.

Fizik omillar, xususan harorat, bosim va

tortish kuchi ham massa almashinuvi jarayoniga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Gaz fazasida massa almashinuvi doimiy massa tezligida ($Wr = \text{const}$) o'rganilganda, massa uzatish koeffitsienti diffuziya koeffitsienti, yopishqoqlik va zichlikka bog'liq holda o'zgaradi.

Haroratning oshishi bilan gaz fazasida diffuziya koeffitsienti va kinematik yopishqoqlik ortadi, zichlik esa kamayadi. Natijada massa uzatish koeffitsienti haroratga taxminan 0,8–1,07 darajali bog'liqlikda o'zgaradi. Suyuq fazada esa harorat ortishi diffuziyani kuchaytirib, yopishqoqlikni kamaytiradi va bu massa almashinuvi intensivligini oshiradi. Eksperimental natijalarga ko'ra, massa uzatish koeffitsienti $\beta_s \approx \exp(0,023 \cdot t)$ qonuniyatiga bo'ysunadi.

Nazariy jihatdan, massa uzatish yo'nalishi (absorbtsiya yoki desorbtsiya) koeffitsient qiymatiga ta'sir qilmaydi. Shu sababli, ideal sharoitlarda bu jarayonlar uchun massa uzatish koeffitsientlari teng bo'lishi kutiladi. Biroq, issiqlik effekti, sirt tarangligi va gidrodinamik sharoitlar tufayli ayrim hollarda farqlar kuzatilishi mumkin.

$\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ tizimida olib borilgan tadqiqotlar massa uzatish yo'nalishi suyuq fazadagi koeffitsientga deyarli ta'sir qilmasligini ko'rsatgan. Biroq, sirt turbulentligi kuchli bo'lgan sharoitlarda yoki kimyoviy reaksiyalar ishtirok etganda, desorbtsiya jarayonida modda chiqishi kamayishi mumkin.

Jarayonga vibratsiya va pulsatsiyalarning ta'siri ham alohida ahamiyatga ega. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, oqim tebranishlari va ultratovush ta'siri fazalararo kontakt yuzasini kengaytirib, massa almashinuvi intensivligini oshiradi. Masalan, CO_2 ning absorbtsiyasi tajribalarida ultratovush intensivligi ortishi bilan yutilish tezligi sezilarli darajada oshgan.

Shuningdek, mexanik tebranishlar ta'sirida absorbtsiya samaradorligi ortadi. Tebranishli kolonnalarda o'tkazilgan tajribalar massa uzatish samaradorligi bir necha baravar oshishini ko'rsatgan. Bu hodisa fazalararo yuzaning ortishi va aralashish intensivligining kuchayishi bilan izohlanadi.

$$\beta_j = D_j^{0.5} \cdot \rho_j^{0.5} \cdot v_0^{1.5} / \sigma^{0.5} \quad (1)$$

bu yerda v_0 - sirtga perpendikulyar yo'nalishda undan ma'lum masofada λ bo'lgan o'rtacha pulsatsiyalanuvchi tezlik, bunda kapillyar kuchlarning ta'siri hali ham o'zini namoyon qiladi.

U $y < \lambda$ sirtidan masofalarda o'rtacha pulsatsiyalanuvchi tezlik 0 dan v_0 gacha y ga proporsional ravishda o'zgaradi.

Yangilanish modeli yoki chegara qatlami modeli bilan birgalikda mahalliy izotrop turbulentlik nazariyasiga asoslanib olingan [2, 11].

$$\beta_j = D_j^{0.9} \cdot E^{0.3} / \sigma^{0.2} \quad (2)$$

Bu yerda E — 1 kg suyuqlik uchun energiya sarfi (Vt/kg).

Nazariy tahlil turbulent harakat sharoitida sirt tarangligi (σ) ning massa uzatish koeffitsienti (β_s) ga ta'sirini tasdiqlaydi. σ ning bevosita ta'siridan tashqari, u ko'pincha bilvosita ham ta'sir ko'rsatadi, chunki sirt tarangligi gidrodinamik jarayonlarga sezilarli darajada ta'sir qiladi va bu eksperimental aniqlangan β_s qiymatlarida namoyon bo'ladi.

Masalan, nasadkali absorberlarda σ namlangan sirt maydoniga sezilarli ta'sir etsa, ko'pikli absorberlarda esa ko'pik balandligi va uning tuzilishiga ta'sir qiladi. Umuman olganda, ko'pik hosil bo'lishi gazlarni absorbtsiyalash jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Bu xulosalar asosan sof suyuqliklarning sirt tarangligiga taalluqlidir. Sirt faol moddalar qo'shilganda esa σ ning o'zgarish mexanizmi yanada murakkablashadi.

Ba'zi hollarda absorbtsiya jarayonida sirt tarangligining kamayishi bilan bog'liq hodisalar kuzatiladi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, sug'oriladigan devorli trubkalar va nasadkali kolonnalarda σ kamayganda massa uzatish koeffitsienti ham kamayadi. Bunday holat "salbiy tizimlar" (masalan, $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$) uchun xos bo'lib, bunda eritma konsentratsiyasi ortishi bilan σ kamayadi. Massa uzatish koeffitsientining pasayishi sirtning yomon namlanishi bilan izohlanadi.

Shuningdek, ayrim sharoitlarda σ ning o'zgarishi sirt turbulentligi deb ataluvchi hodisani yuzaga keltirishi mumkin.

Jarayondagi yuzaki qarshilik. Ko'plab absorbtsiya modellarida moddaning faza ichida (chegara sirtiga tomon yoki undan uzoqlashib) harakatlanishi ko'rib chiqiladi, biroq sirtning o'zi bo'ylab transport jarayoni yetarlicha hisobga olinmaydi. Odatda fazalar chegarasida muvozanat mavjud deb qabul qilinadi, ya'ni sirt orqali o'tishda qo'shimcha qarshilik yo'q deb hisoblanadi.

Biroq amalda sirt qatlamida modda uzatilishiga qarshilik yuzaga kelishi mumkin. Bu

holat sirtlarda sodir bo'ladigan geterogen kimyoviy reaksiyalar yoki boshqa murakkab fizik-kimyoviy omillar bilan bog'liq bo'ladi. Agar sirt yopishqoqligi massa almashinuvi jarayoniga ta'sir etsa, unda fazalar orasidagi muvozanat buziladi.

Bunday holatda sirt yaqinidagi gaz konsentratsiyasi (y_p) muvozanatdagi suyuqlik konsentratsiyasi (x_p^*) ga, suyuqlik konsentratsiyasi (x_p) esa muvozanatdagi gaz konsentratsiyasi (y_p^*) ga mos keladi. Farq ($y_p - y_p^*$) sirt qarshiligi orqali massa uzatishning harakatlantiruvchi kuchi sifatida qaraladi.

$$W_A = \beta_{sy} \cdot F \cdot (y_p - y_p^*) \quad (3)$$

Bu yerda β_{su} — sirt qarshiligi orqali massa o'tkazish koeffitsienti (sirt qarshiligi koeffitsienti) hisoblanadi.

Agar harakatlantiruvchi kuch sifatida ($x_p^* - x_p$) farqi qabul qilinsa, sirt qarshiligiga mos keluvchi koeffitsient $\beta_{sx} = m \cdot \beta_{sy}$ ko'rinishida ifodalanadi.

Sirt qarshiligini hisobga olgan holda, massa almashinuvi tenglamalari mos ravishda quyidagi ko'rinishni oladi [11].

$$\frac{1}{K_y} = \frac{1}{\beta_y} + \frac{1}{\beta_{sy}} + \frac{m}{\beta_x} \quad (4)$$

$$\frac{1}{K_x} = \frac{1}{m\beta_y} + \frac{1}{\beta_{sx}} + \frac{1}{\beta_x} \quad (5)$$

Xulosa. Tabiiy gazni absorbtsiya usuli yordamida tozalash jarayonida yomon eriydigan gazlar (CO_2 , O_2) uchun o'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatdiki, sirt qarshiligi orqali massa uzatish koeffitsienti β_{sx} ning qiymati β_x ga nisbatan ancha katta bo'lib, 0,3–4 sm/s oralig'ida o'zgaradi.

Ko'pchilik hollarda urilma (kontakt) yuzalarda sirt qarshiligini aniqlash sezilarli murakkablik tug'dirmaydi. Biroq, sirt faol moddalar qo'shilganda sirt qarshiligining keskin ortishi kuzatiladi.

O'tkazilgan tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, texnologik sxemalarni takomillashtirish va zamonaviy aloqa (kontakt) qurilmalarini qo'llash orqali absorbtsiya jarayonining samaradorligini oshirish mumkin. Shu asosda tabiiy gazni zaharli komponentlardan tozalash jarayonini modernizatsiya qilish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Современные технологии переработки сероводородсодержащих природных газов. (1998). Газовая промышленность, (7).
- [2] Гриценко, А. И., Галанин, И. А., Зиновиева, Л. М., & Мурин, В. И. (1985). Очистка газов от сернистых соединений при эксплуатации газовых месторождений. Недра.
- [3] ГОСТ 51.40-93. (1993). Газы горючие природные, поставляемые и транспортируемые по магистральным газопроводам: Технические условия.
- [4] Николаев, В. В., Бусыгина, Н. В., & Бусыгин, И. Г. (1998). Основные процессы физической и физико-химической переработки газа. Недра.
- [5] Айнштейн, В. Г., Захаров, М. К., Носов, Г. А., и др. (2003). Общий курс процессов и аппаратов химической технологии (Кн. 2). Логос; Высшая школа.
- [6] Семенова, Т. А., и др. (1997). Очистка технологических газов. Химия.
- [7] Lin, C.-Y., Soriano, A. N., & Li, M.-H. (2009). Mass transfer characteristics in gas purification processes. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 40(4), 403–412.
- [8] Хафизов, Ф. Ш., Афанасенко, В. Г., & Хафизов, Н. Ф. (2007). Кавитирование жидкой фазы как способ интенсификации массообменных процессов. Естественные и технические науки, (4), 267–268.
- [9] Юлдашев, Т. Р. (2023). Моделирование процесса очистки углеводородных газов от кислых компонентов. Композиционные материалы, (2), 59–62.
- [10] Yuldashev, T. R., Makhmudov, M. J., & Svaykosov, S. O. (2022). Modern liquid-phase methods for gas feed sulfur purification. Science and Education in Karakalpakstan, 3/1(26), 31–35.
- [11] Чуракова, С. К., & Богатых, К. Ф. (2013). Разработка ресурсо-энергосберегающих технологий фракционирования на основе конструктивно-технологического подхода. Технологии нефти и газа, (4), 8–14.