

UO‘K 622.691.4

GORIZONTAL QUVURLARDAGI QATLAMLI GAZ-SUYUQLIK ARLASHMASI OQIMI

Avlakulov Abdimajit Meilievich¹ — katta o‘qituvchi, ORCID: 0009-0006-6480-0076

E-mail: abdimajit.avlakulov@mail.ru.

Babajanova Iroda Yuldashevna² — dotsent, ORCID: 0000-0003-0466-5352,

E-mail: babajanova.i@mail.ru

Babajanov Yuldosh Tilovatovich³ - fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent,

ORCID: 0009-0001-1674-7163, E-mail: babajanov.y@mail.ru

¹Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

²O‘zbekiston Respublikasi oliy harbiy aviatsiya instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

³Qarshi davlat universiteti, Qarshi sh., O‘zbekiston

***Annotatsiya.** Quvurlardagi gaz-suyuqlik aralashmalari oqimining gidrodinamik hisoblari sohasidagi tadqiqotlar ko‘plab tadqiqotchilar tomonidan amalga oshirilgan. Ular gaz-suyuqlik oqimlarining turli gidravlik va gidrodinamik xususiyatlarini nazariy va eksperimental jihatdan o‘rganganlar. Biroq, bu ishlarda olingan parametrlar ikki fazali oqimni tavsiflovchi ko‘p sonli o‘zgaruvchilar bilan bog‘liq xatoga ega. Shuning uchun, ushbu maqola quvur liniyasidagi qatlamlı oqim tuzilishi uchun hisoblangan bog‘liqliklarni matematik tavsiflashga qaratilgan maqsadni qo‘yadi. Bunday holda, ishning maqsadi gorizontāl quvur liniyalarida yoki qatlamlı oqim tuzilishi bilan nishab burchagining nisbatan kichik qiymatlari bilan ikki fazali oqim va bosim yo‘qolishining hisoblangan parametrlarini aniqlashdir. Nishab burchagi α 1^0 dan 10^0 gacha bo‘lgan pastga qarab oqimlarni gidravlik hisoblashda Altshul, Gaz Butunittifoq ilmiy-tadqiqot instituti (Gaz BITI) formulalaridan foydalanildi va undan qatlamlı gaz-suyuqlik aralashmalari o‘tganda quvurning asosiy parametrlari uchun tenglamalar ishlab chiqildi.*

***Kalit so‘zlar:** qatlamlı tuzilish, bosimning yo‘qolishi, gorizontāl quvur liniyasi, tezlik, haqiqiy gaz miqdori, aralashma.*

УДК 622.691.4

РАССЛОЁННОЕ ТЕЧЕНИЕ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ СМЕСИ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ТРУБАХ

Авлакулов Абдимажит Мейлиевич¹ - старший преподаватель,

Бабажанова Ирода Юлдашевна² – доцент

Бабажанов Юлдош Тиловатович³- кандидат физико-математических наук, доцент

¹Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

²Высший военный авиационный институт Республики Узбекистан, г. Карши

³Каршинский государственный университет, г. Карши, Узбекистан

***Аннотация.** Исследования в области гидродинамических расчётов течения газожидкостных смесей в трубопроводах проводились многими исследователями. Ими теоретически и экспериментально изучены различные гидравлические и гидродинамические особенности газожидкостных потоков. Однако в этих работах полученные параметры имеют погрешность, связанную с большим количеством переменных, характеризующих двухфазное течение. Поэтому в данной статье ставится цель, математического описания расчётных зависимостей при расслоённой структуре потока в трубопроводе. При этом задачами работы является определение расчётных параметров двухфазных течений и потери давления в горизонтальных или с относительно небольшими значениями угла наклона*

трубопроводах при расслоённой структуре потока. Для гидравлического расчета нисходящих потоков с углом наклона α от 1^0 до 10^0 воспользовались формулами Альтишуля, ВНИИ газа и были выведены уравнения основных параметров трубы при прохождении по ней расслоённые газожидкостные смеси.

Ключевые слова: расслоённая структура, потери давления, горизонтальный трубопровод, скорость, истинное газосодержание, смесь.

UDC 622.691.4

STRATIFIED FLOW OF GAS-LIQUID MIXTURE IN HORIZONTAL PIPES

Avlakulov, Abdimazhit Meilievich¹ - Senior lecturer

Babajanova, Iroda Yuldashevna² - Independent researcher

Babajanov, Yuldosh Tilovatovich³ - Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor

¹Karshi engineering-economics institute, Karshi city, Uzbekistan

²Higher Military Aviation Institute of the Republic of Uzbekistan, Karshi city

³Karshi state university, Karshi city, Uzbekistan

Abstrakt. Research in the field of hydrodynamic calculations of the flow of gas-liquid mixtures in pipelines has been carried out by many researchers. They theoretically and experimentally studied various hydraulic and hydrodynamic features of gas-liquid flows. However, in these works the obtained parameters have an error associated with a large number of variables characterizing the two-phase flow. Therefore, this article sets a goal aimed at a mathematical description of the calculated dependencies for a stratified flow structure in a pipeline. In this case, the objectives of the work are to determine the calculated parameters of two-phase flows and pressure loss in horizontal pipelines or with relatively small values of the angle of inclination with a stratified flow structure. For the hydraulic calculation of downward flows with an angle of inclination α from 1^0 to 10^0 , we used the formulas of Altschul and the Research Institute of Gas, and equations for the main parameters of the pipe when stratified gas-liquid mixtures passed through it were derived.

Keywords: stratified structure, pressure loss, horizontal pipeline, speed, true gas content, mixture.

Kirish

So‘nggi yillarda gaz quvurlarida gaz-suyuqlik oqimlari harakati muammosiga katta e‘tibor berilmoqda. Bu muammoning ko‘plab sohalarida, jumladan, gaz konlaridan gazni qayta ishlash zavodlariga yig‘ish va tashish tizimlarida uchrashi bilan izohlanadi [10].

Quvurlardagi gaz-suyuqlik aralashmalarining harakatini tavsiflash juda qiyin. Shuning uchun, relyef quvurlarini gidravlik hisoblashda maqbul natijalarni olish uchun alohida yondashuv talab etiladi.

Quvurlardagi gaz-suyuqlik aralashmalari oqimining gidrodinamik hisob-kitoblari sohasidagi tadqiqotlar jahon olimlari, ya‘ni A.A.Armand, S.S. Kutateladz, I.Nigmatullin, G.Valins, V.A.Mamaev, G.E.Odishariya va boshqalar tomonidan o‘rganilgan. Biroq, gaz-suyuqlik aralashmalari oqimlarini hisoblashning zamonaviy usullari bir fazali oqimlarning gidrodinamikasiga xos bo‘lgan haqiqiylik va aniqlik darajasiga mos emas.

Uslub va materiallar

Ishlarda gaz-suyuqlik oqimlarining turli gidravlik va gidrodinamik xususiyatlari: turlari, oqimlari, bosim yo‘qotishlari va boshqalar nazariy va eksperimental jihatdan o‘rganilgan, ammo bu ishlarda olingan parametrlar ikki fazali oqimni tavsiflovchi o‘zgaruvchilarning ko‘pligi bilan bog‘liq

bo‘lgan xatoliklar uchraydi. Ushbu ishning maqsadi quvur liniyasidagi qatlamli oqim tuzilishi uchun hisoblangan bog‘liqliklarni matematik tavsiflashdan iboratdir [1-4].

Ishning vazifasi qatlamli oqim tuzilishiga ega gorizontall quvur liniyasida ikki fazali oqimlarning hisobiy parametrlarini va bosimning yo‘qolishini aniqlashdan iborat.

Ikki fazali oqimlar oqimning turli konstruktiv shakllari mavjudligi bilan tavsiflanadi, bu asosan quvur liniyasida birgalikda harakat qilganda suyuqlikdagi gazning taqsimlanish xarakterini bildiradi. Gaz-suyuqlik oqimining strukturaviy shakllari juda xilma-xil bo‘lib, aralashmaning tezligi, gaz tarkibi, gaz va suyuqlik fazalarining fizik xususiyatlari, quvur liniyasining diametri va burilish burchagiga bog‘liq [5-8].

Eksperimentlardan ma’lum bo‘lishicha, quvurlarni amaliy hisoblash uchun oqimning bir qator strukturaviy shakllarining faqat uchasi: qatlamli (bo‘lingan to‘lqinli), tiqinli va halqalidan tashqari, birlashtirish qulay bo‘lib hisoblanadi.

Gaz-suyuqlik oqimining qatlamli tuzilishi faqat gorizontall quvurlarda yoki nishablik burchagi nisbatan kichik qiymatlari bilan, tortishish kuchlari ta’sirida oqim qatlamli bo‘lganda paydo bo‘lishi mumkin: suyuqlik pastki qismda quvurning faqat bir qismini namlangan holda oqadi, yuqori qismida esa gaz harakatlanadi [3, 9].

Natijalar va munozaralar

Qatlamli struktura harakatlanuvchi ikkita mustaqil gomogen (suyuqlik va gaz) oqimga ega bo‘lgan, harakatchan chegarali bo‘linish orqali ifodalanadi. Bosim koordinatalarning uzluksiz funksiyasi bo‘lganligi sababli, har qanday belgilangan kesimda u oqimning suyuq va gaz komponentlari uchun bir xil qiymatlarga ega. Shuning uchun quvur liniyasida Δl uzunlikdagi kesimda bosim tushishi $\Delta P = P_1 - P_2$ oqim komponentlarining har biridagi bosimning pasayishiga teng, masalan, gaz oqimida

$$\frac{\Delta P}{\Delta l} = \lambda_r \frac{w_r^2}{2D_r} \rho_r + \rho_r g \sin \alpha, \quad (1)$$

bu yerda λ_r - gaz oqimining gidravlik qarshiligi koeffitsiyenti; D_r - gaz oqimining gidravlik diametri.

Haqiqiy gaz tarkibining markaziy burchak θ bilan bog‘liqligini hisobga olsak

$$\varphi = (\theta - \sin \theta \cos \theta) / \pi,$$

u holda gidravlik diametr D_r φ , θ , D orqali quyidagi formula bilan ifodalanadi

$$D_r = \frac{\pi \varphi D}{\theta + \sin(\pi - \theta)},$$

u holda (1) tenglikni quyidagicha ifodalash mumkin.

$$\frac{\Delta P}{\Delta l} = \lambda_r \rho_r \frac{8(\theta + \sin(\pi - \theta)) Q_r^2}{\pi^3 \varphi^3 D^3} + \rho_r g \sin \alpha, \quad (2)$$

bu yerda ρ_r - gaz zichligi; λ_r - Altschul formulasi bilan aniqlanadi va undan gaz oqimi uchun Reynolds sonini hisoblashda gidravlik diametr tushunchasida foydalanish lozim.

Gaz-suyuqlik oqimining qatlamli tuzilishi bilan gidravlik qarshilik tufayli bosim yo‘qotishlarini hisoblash uchun haqiqiy gaz tarkibini to‘g‘ri aniqlash kerak bo‘ladi.

Nishablik burchagi α 1^0 dan 10^0 gacha bo‘lgan pastga qarab oqimlar bo‘lsa, biz Gaz BITI ilmiy-tadqiqot institutida olingan quyidagi empirik formulalardan foydalanishimiz mumkin [2, 3].

$$0 \leq \chi \leq 0,18 \text{ da, } \quad \varphi = \frac{\beta}{0,18} (1 - \chi^{0,4}) \quad (3)$$

$$0,18 < \chi < 1 \text{ da, } \quad \varphi = \frac{\beta}{0,18} (1 - \chi) 0,615, \quad (4)$$

bu yerda β – hajmiy gaz oqimi sarfi bo‘lib, u gazning hajmiy sarfi Q_r va aralashmaning hajmiy sarfi Q_{cm} ga nisbati sifatida tushuniladi.

$$\beta = \left(\frac{Q_r}{Q_{cm}} \right).$$

(3) va (4) ifodalardagi χ parametrining qiymati quyidagi formula orqali topiladi

$$\chi = 0,705 \frac{\lambda_{ж} \cdot F_{2\text{ cm}}}{2 \sin \alpha}, \quad (5)$$

bu yerda $\lambda_{ж}$ - suyuq oqimning uzunligi bo'ylab gidravlik qarshilik koeffitsiyenti. Quvur diametri o'rninga $D_{ж}$ gidravlik diametrining qiymatini qo'ysak

$$D_{ж} = \frac{\pi(1-\varphi)}{\pi-\theta} D. \quad (6)$$

Shuni ta'kidlash kerakki, α ning kichik qiymatlari uchun (0 dan 1^0 gacha) (3) va (4) iboralar ishlatilmaydi. $\alpha=0$ (gorizontal quvur liniyasi holati) bo'lganda, χ parametri o'z ma'nosini butunlay yo'qotadi, chunki maxrajdagi $\sin \alpha$ nolga teng bo'ladi. Shuning uchun $\alpha \rightarrow 0$ da Gaz BITI usuli yordamida gidravlik hisob-kitoblarni amalga oshirish mumkin emas [2]. Biroq, α ning belgilangan o'zgarishlar oralig'ida boshqa usullardan foydalanish mumkin, bu qatlamli oqim ikkita bir xil oqimni ifodalashiga asoslangan bo'lib, ularning har biri uchun harakat tenglamasini yozish mumkin [5]. Suyuqlik oqimi uchun gidravlik diametr tushunchasidan foydalansak, shunga o'xshash tenglamani yozishimiz mumkin

$$\frac{\Delta P}{\Delta l} = \lambda_{ж} Q_{ж} \frac{8Q_m^2(\pi-\theta)}{\pi^3 D^5(1-\varphi)^3} + Q_{ж} g \sin \alpha. \quad (7)$$

(2) va (7) tenglamani ikkita noma'lum algebraik tenglamalar sistemasi sifatida ko'rib chiqsak, uni yechish natijasida bir vaqtning o'zida haqiqiy gaz tarkibi φ va bosim tushishi ΔP ni topish mumkin. Keltirilgan tenglamalar sistemasi yagona yechimga ega ekanligini ko'ramiz. (2) va (7) tenglamalardan $\frac{\Delta P}{\Delta l}$ ni chiqarib tashlasak, φ uchun quyidagi tenglamani olamiz:

$$\frac{A}{\varphi^3} = \frac{B}{(1-\varphi)^3} \quad (8)$$

bu yerda $A = \lambda_r Q_r \frac{8(Q + \sin(\pi-\theta))Q_r^2}{\pi^3 D^5}$

$$B = \lambda_{ж} Q_{ж} \frac{8Q_m^2(\pi-\theta)}{\pi^3 D^5}$$

(8) tenglamani yechib, φ ni hisoblash formulasini olamiz:

$$\varphi = \frac{\sqrt[3]{A}}{\sqrt[3]{A} + \sqrt[3]{B}} \quad (9)$$

(9) ni (1) tenglamaga almashtirib, quyidagini topamiz

$$\frac{\Delta P}{\Delta l} = \frac{A(\sqrt[3]{A} + \sqrt[3]{B})}{\sqrt[3]{A}} = \sqrt[3]{A^2}(\sqrt[3]{A} + \sqrt[3]{B}) \quad (10)$$

(2) va (7) tenglamalarda $\sin \alpha = 0$.

Xulosa

Shuni ta'kidlash kerakki, qatlamli gaz-suyuqlik oqimida ΔP ni aniqlashning yuqorida keltirilgan usullari, bo'linish fazasi chegarasida sezilarli to'lqin hosil bo'lgan taqdirda, bosim o'zgarishining pasaygan qiymatlarini beradi. Bu yuqori tezlikda harakatlanadigan fazalardan biri oqimni ifodalashi bilan izohlanadi, uning chegarasini bir qismi quvurning ichki yuzasining g'adir-budurligidan kattaroq ekvivalentli g'adir-budurlikda harakatlanuvchi to'lqin yuzasidir. Ma'lum bo'lgan gidravlik formulalar yordamida λ ni aniqlashda bu omil hech qanday tarzda hisobga olinmaydi.

Adabiyotlar

- [1] Huseynzadeh M.A., Yufin V.A. M, Unsteady behavior of oil and gas in main pipelines M.: Nedra, 1981 (*In Rus.*).
- [2] Babajanov Yu.T. The problem of the movement of real gas in a pipeline // Problems of Mechanics, 2003, No. 4 (*In Rus.*).
- [3] Khamidov A.A. Sadullaev R, Makhkamov M.P. The problem of the laminar boundary layer of a compressed gas in a working chamber // Mechanics problem. 2005 year. No. 6
- [4] Suleymanov, V.A. Peculiarities of gas hydraulics in the pipelines with smooth internal coating [Особенности газовой гидравлики в трубопроводах с внутренним гладкостным покрытием]. Газовая Промышленность. 2014, no. 11, pp. 91–94. ISSN 0016-5581. (*In Rus.*).
- [5] Bazarov O.Sh. Studying hydrodynamic phenomena in the stationary process of pipeline gas transportation // Innovative technology. 2021. No. Special issue 1. (*In Rus.*).
- [6] Chekushina T.V., Shafeeva G.Kh. Innovative technologies in the construction and operation of pipeline transport // Universum: technical sciences: electron. scientific magazine 2023. 4(109). A (*In Rus.*).
- [7] Guseinzade M.A., Drugina L.I. Petrova O.N., Stepanova M.F. Hydrodynamic processes in complex pipeline systems. - Moscow: Nedra, 1991. - 168 p. (*In Rus.*).
- [8] Eshev S.S. Babazhanov Yu.T. Bazarov O.Sh. Babazhanova I.Yu. Movement of liquid in a pipe with a fract // Universum: technical sciences: electron. scientific magazine. 2021. 12(93). (*In Rus.*).
- [9] Mamaev V.A. and others. Hydraulics of gas-liquid mixtures in pipes. M.: Nedra, 1969. P. 208. (*In Rus.*).
- [10] Eshev S.S. Babazhanov Yu.T. Bazarov O.Sh. Babazhanova I.Yu. Movement of liquid in a pipe with a fract // Universum: technical sciences: electron. scientific magazine. 2021. 12(93).
- [11] Avlakulov, M., Saidov, I.E., Fayziev, S.S. Simulation of the movement of shallow water along furrows during surface irrigation. E3S Web of Conferences 2024, 494, 04047.
- [12] Авлакулов М. Многослойные капиллярные модели для разработки стохастической закономерности массопереноса //The 1 st International scientific and practical conference “European scientific congress” (February 20-22, 2023) Barca Academy Publishing, Madrid, Spain. 2023. 469 p. – 2023. – С. 187. (*In Rus.*).