



СТАЦИОНАР МАСАЛАНИ ЕЧИШНИНГ СОҢЛИ УСУЛИ

Аминов Хаётжон Халимжонович

Ориентал университети, Тошкент, Ўзбекистон

Газ қувурлари тармоғини лойиҳалашда одатда формулалардан – стационар шароитдаги масалаларнинг аналитик ечимларидан фойдаланилади, ҳисоб-китоблар босим, қувур элементар қисмининг ёки тармоқнинг ўтказувчанлик қобилияти ва газ жамлаш имконияти бўйича амалга оширилади [1].

Амалиётда қувур қисмини маълум бир диаметрли ва қиялиги фиксирланган бурчакка эга бўлган соҳаларга бўлиш усули қўлланилади. Бундай бўлиниш учун қўлланиладиган формулалар [2, 3] ишларда келтирилган. Афсуски, унда босимнинг ҳисоб-китоби ошқормас формула билан амалга оширилади, бу эса фойдаланувчиларнинг ишини қийинлаштиради. Шу муносабат билан ўзгарувчи диаметрли ва қияликли трассаларни ҳисоблаш газ қувурлари тармоғини лойиҳалаш амалиётида алоҳида масала бўлиб қолади ва унга эътибор қаратамиз.

Бобнинг биринчи параграфиди келтирилган босим градиенти тенгламаси (3.3) ўзгарувчи диаметр D ёки кўндаланг кесим юзаси $f(x) = \pi D(x)^2 / 4$ учун ишлайди.

Бунинг сабаби $\frac{\partial f}{\partial x}$ ҳаднинг мавжудлиги бўлиб, у сакраб ўзгариб туради. Муҳандислик амалиётида бу ҳол маҳаллий қаршилиқ билан ҳисобга олинади [4]. Турли диаметрли қувурлар кесими ҳисоблашнинг якуний босқичида ҳисобга олинади. Ушбу фаразга кўра, тенглама қувурнинг кўндаланг кесим юзаси ўзгариши билан боғлиқ ҳадни ҳисобга олмадик [5-10]:

$$\frac{dp}{dx} = (1-\psi)^{-1} \left(-\frac{pg \sin \alpha}{c^2} - \frac{\lambda p}{2D} \psi \right),$$

бу ерда

$$\psi = \psi(x) = \frac{16(M^0)^2 c^2}{\pi^2 D^4 p}.$$

Киришдаги босим p_0 ва ўзгармас масса сарфи M^0 маълум бўлса, берилган қувурнинг l узунлиги бўйлаб α ва D ўзгариши қонунлари берилганида биз охириги тенгламани

$$\frac{p_{i+1} - p_i}{\Delta x} = \left(\frac{g}{c^2} \sin \alpha_i - \frac{\lambda}{2D_i} \psi_i \right) p_i / (1 - \psi_i)$$

оркага қараб аппроксимация қиламиз ва бу ердан биз рекуррент формулани оламиз:

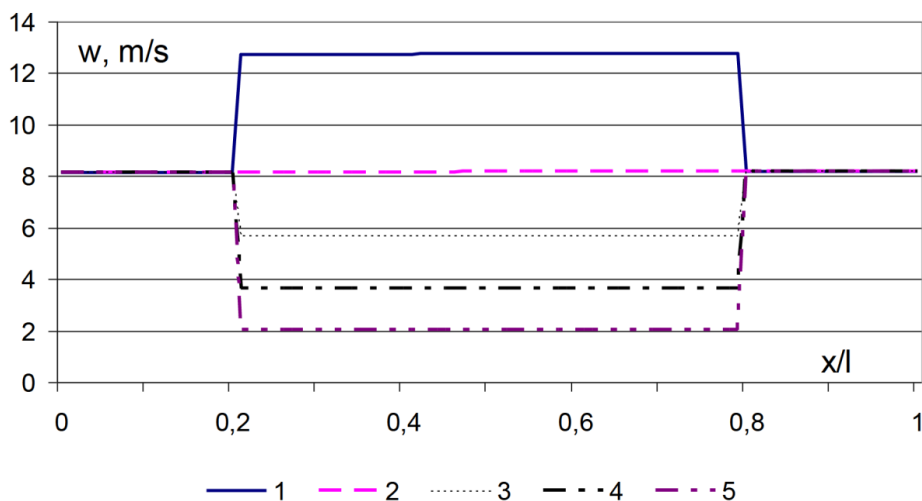
$$p_{i+1} = p_i + \frac{\Delta x p_i}{1 - \psi_i} \left(-\frac{g}{c^2} \sin \alpha_i - \frac{\lambda}{2D_i} \psi_i \right).$$



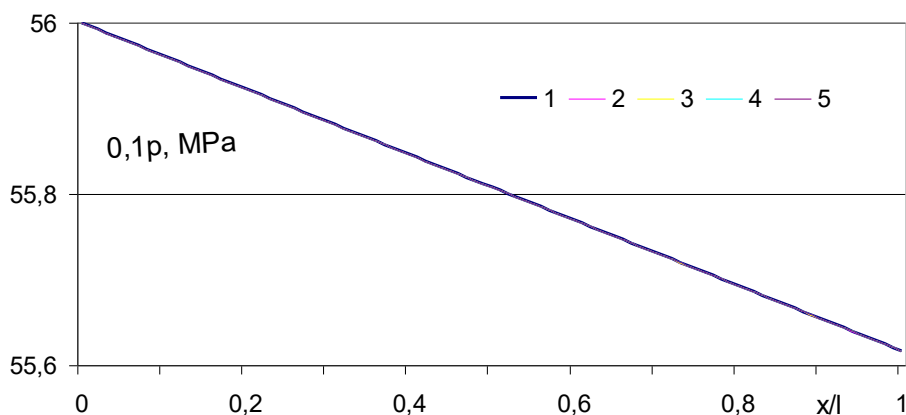
Ушбу формуладан чизиқли участканинг параметрлари учун турли хил вариантларда босимни топишда фойдаланамиз. Диаметр силлиқ ўзгарганда $\frac{1}{f} \frac{df}{dx} = 2 \frac{d}{dx} \ln D$ ни ҳисобга олиш учун қўшимча $\frac{2}{\Delta x} \ln \frac{D_i}{D_{i-1}}$ хадни қўшиб олиш мумкин.

Шундай қилиб, ушбу параграфда диаметр силлиқ ўзгарган ҳолда нивелир баландлиги аниқ газ қувури қисмини ҳисоблаш усули ишлаб чиқилди ва сонли тажрибалар ўтказилди.

Тақдим этилган схема бўйича шартнинг турли вариантлари бўйича ҳисоб-китоблар ўтказилди. Вставкали горизонтал қисми, ўзгармас диаметрли эгри трассани, вертикал қувурни ва қувур диаметрининг локал синусоидал ўзгариши ҳолларини қўриб чиқдик. Бу мақсадда қуйидаги маълумотлардан фойдаланилди: $L=1000, 10000$ м; $D=0.8, 1, 1.2, 1.5$ и 2 м; $\lambda = 0.028$; $M=250$ и 350 кг/с; $T=300$ К, $\rho_* = 0.699$ кг/м³, $c=378,2$ м/с, $p_{00} = 5.6$ МПа, $z=0.92$.



1-расм. Диаметри 1 м (2-чизиқ) бўлган 10 км ли қувурнинг 2-8 км оралигида диаметри 0,8 м (1), 1,2 м (3), 1,5 м (4) ва 2 м бўлган қувур (вставка) ўрнатилганда газ тезлигининг тақсимланиши. $M^0 = 250.0$ кг/с, $p_{00} = 5.6$ МПа, $\sin \alpha = 0.1$, $L = 10$ км



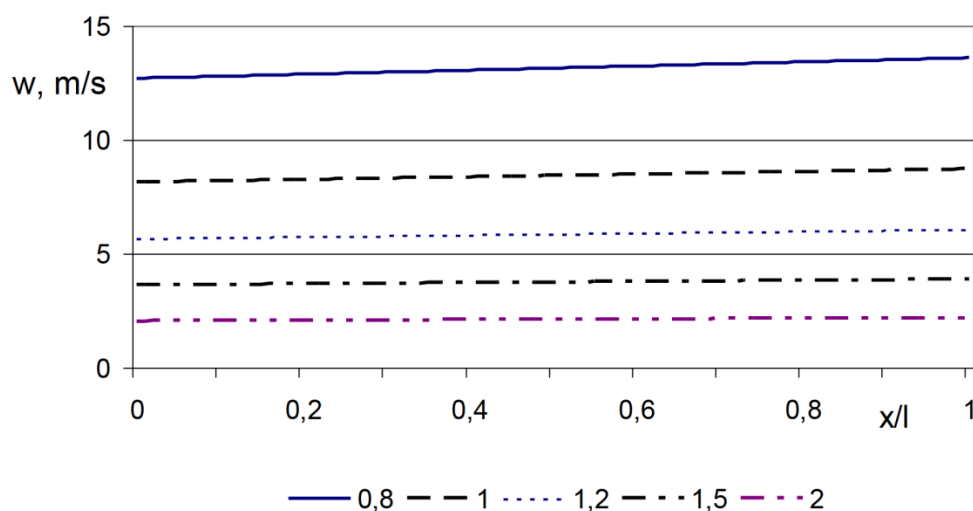
2-расм. 1-расмдаги ҳоллар учун қия қувурда босим тарқалиши



Дастлабки иккита расмда газ тезлиги ва босимнинг 10 км узунликдаги ҳамда $x < 2$ км ва $x > 8$ км бўлганда диаметри 1 м ли қувурдаги тақсимотлари кўрсатилган. Қўшимчанинг диаметри 0,8 (1), 1 (2), 1,2 (3), 1,5 (4) ва 2,0 (5) м. Киришда босим 5,6 МПа, газнинг масса сарфи эса 250 кг/с ни ташкил этди. Қувурнинг қиялиги $\sin \alpha = 0.1 = const$ эди.

1-расмдан кўришиб турибдики, диаметрнинг кескин ошиши билан тезликнинг пасайиши содир бўлади ва аксинча. Катта диаметрли қувурни улаш босимнинг пасайишига деярли таъсир кўрсатмади.

Шу каби ҳисоб-китоблар $\sin \alpha = 0$, $\sin \alpha = -0.1$ учун амалга оширилди. Олинган натижалар тезликнинг тақсимланишидаги ўзгаришлар аҳамиятсиз эканлигини кўрсатди ва $\sin \alpha = 0$ билан олинган босим тушиши (5.63856 МПа) 2-расмдагида ва $\sin \alpha = -0.1$ да (5.63861 МПа) эса камроқ бўлди.



3-расм. Турли диаметрли (м) вертикал қувурда газ тезлигининг тақсимланиши. Белгилашлар 1-расмда берилган

Қувурнинг узунлиги бўйича босимнинг ўзгариши кичиклиги туфайли эгри чизиқлар 3.1-расмдаги тезликларни такрорлади. 0.8, 1.0, 1.2, 1.5 ва 2.0 м ли диаметрлар учун участканинг кириш қисмида тезлик 12.70, 12.70, 8.13, 5.65, 3.61, 2.03 м/с ва участканинг чиқишида ($l=1$ км) 13.6, 8.71, 6.05, 2.87, 2.18 м/с бўлди: 5.6 МПа кириш босими, чиқиш босими 5.22849 – 5.22891 МПа оралиғида ўзгарди. Бу ерда босимнинг пасайиши қаршилиқ кучига ва қувур ўқининг баландлиги ўзгаришига қараб содир бўлди. Газ юқорига кўтарилганда, оғирлик кучини енгишга энергия сарфланлиги сабабли босим пасайиши янада ортади.

$l=1$ км, $\sin \alpha = -1$ да ҳисоблаш натижалари шуни кўрсатдики, киришдаги газ тезлиги қийматлари $\sin \alpha = 1$ билан бир хил бўлади. Аммо чиқиш тезлиги 11,86, 7,59, 5,27, 3,37 ва 1,90 м/с ни ташкил қилади, бу $\sin \alpha = 1$ га қараганда анча паст. Бунинг сабаби шундаки, маълум бир диаметрлар тўплами ва $\sin \alpha = -1$ учун доволон орти оқим

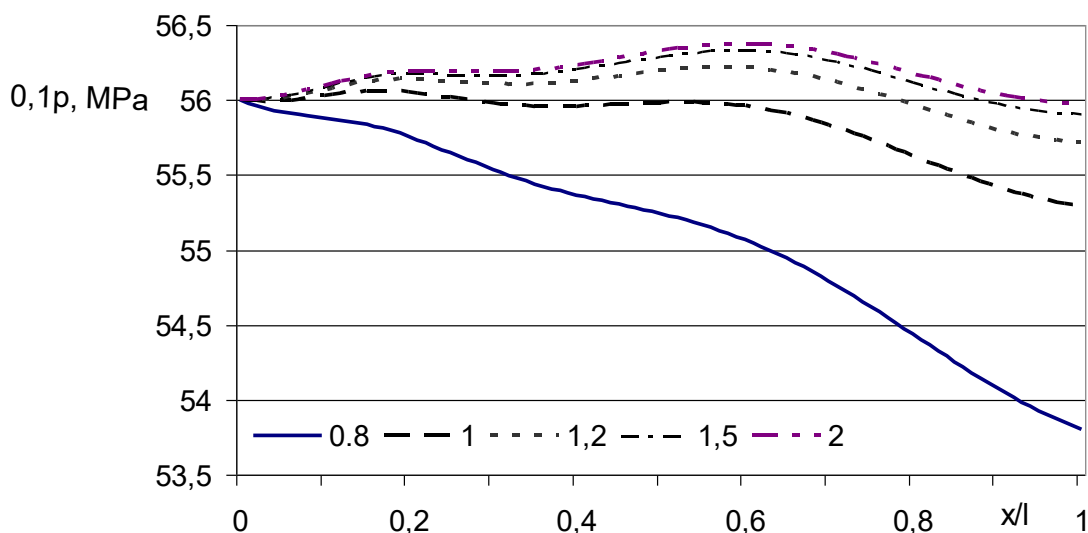


режими ҳосил бўлади [39, 44]: тортишиш кучи ишқаланиш кучини енгиш учун қисман сарфланади, қолган қисми эса газни сиқишнинг потенциал энергияси шаклида тўпланади. Шунинг учун доvon орти режимида босим кесим диаметрига қараб 5,6 МПа дан 59,9782 - 59,9740 МПа гача кўтарилади.

Трассанинг мураккаб шакли сифатида рельефнинг куйидаги варианты кўриб чиқилди:

$$z_1(x) = \begin{cases} \frac{H}{4} \left(\cos \frac{\pi x}{0.2l} - 1 \right) & \frac{x}{l} \leq 0.2 \text{ да,} \\ -\frac{H}{2} & 0.2 < \frac{x}{l} \leq 0.3 \text{ да,} \\ \frac{H}{4} \left(\cos \frac{\pi \left(\frac{x}{l} - 0.3 \right)}{0.3l} - 3.0 \right) & 0.3 < \frac{x}{l} \leq 0.6 \text{ да,} \\ -\frac{H}{2} \cos \left(\frac{\pi(x-0.6l)}{0.4l} \right) + 1 & 0.6 < \frac{x}{l} \leq 1 \text{ да.} \end{cases}$$

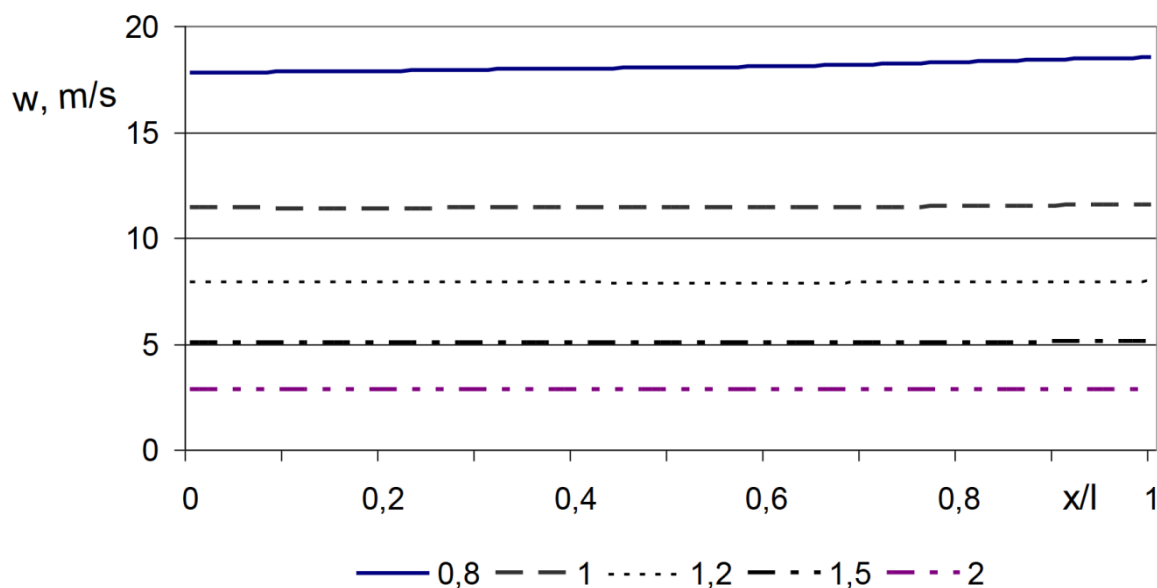
Ушбу йўналишдаги босимнинг турли хил ўзгармас диаметрларда ўзгариши 4-расмда келтирилган. Бу натижалар $l=10000\text{м}$, $H=1000\text{м}$ учун олинган. Кичик диаметрда ($D=0.8$ - узлуксиз чизиқ) монотон камаювчи босим олинди. Диаметрниг ошиши билан одатий ва доvon орти оқим режимларининг аралашиб келиши кузатилди.



4-расм. Турли диаметрлар (м) учун эгри чизиқли трасса бўйлаб босимнинг ўзгариши



Эгри трассага тегишли тезлик тақсимотлари 5-расмда кўрсатилган.



5-расм. Газ тезлигининг эгри трасса бўйича тақсимланиши, участканинг ҳар хил диаметрларида (м)

Диаметрнинг локал синусоидал кенгайиши ҳолида ҳамбилан 1 м дагига ўхшаш натижалар олинди. Қувур қисмининг хирида босим 55.5145 дан 55.5505 МПа гача ораликда бўлди.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

1. Акбасов А.Р. Разработка интеллектуальной системы управления тепловыми сетями города: Дисс... док-ра PhD. – Алматы, Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, 2011. – 115 с.
2. Аствацатурьян Р. Е., Кочарян Е. В. Моделирование движения газа в газопроводах с учетом сил инерции потока // Электронный научный журнал: Нефтьгазовое дело, 2007. <http://www.ogbus.ru>
3. Бобровский С. А., Щербаков С. Г., Гусейн-заде М. А. Движение газа в газопроводах с путевым отбором. – М.: Наука, 1972. – 193 с.
4. Бозоров О. Ш., Маматкулов М. М. Аналитические исследования нелинейных гидродинамических явлений в средах с медленно меняющимися параметрами. – Ташкент, ТИТЛП, 2015. – 96 с.
5. Будаков Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике. – М.: Наука, 1972. – 678 с.
6. Булович С. В. Математическое моделирование течения газа в окрестности открытого торца трубы при колебаниях поршня на другом конце трубы по



гармоническому закону на резонансной частоте // Журнал технической физики, 2017, том 87, вып. II. – С. 1632-1636. DOI: 10.21883/JTF.2017.II.45121.2086

7. Ванчин А. Г. Методы расчета режима работы сложных магистральных газопроводов. – Электронный научный журнал «Нефтьгазовое дело». 2014, №4. – С. 192-214. <http://www.ogbus.ru>

8. Ванчин А. Г. Определение границ применения стационарной и нестационарной моделей работы газопровода // Нефтьгазовое дело: электронный научный журнал. 2014, №1. – С. 598-617. <http://www.ogbus.ru>

9. Воеводин А. Ф., Никифоровская В. С. Численный метод определения места утечки жидкости или газа в трубопроводе // Сибирский журнал индустриальной математики. Январь–март, 2009. Том XII, №1(37). – С. 25-30.

10. Галиакбарова Э. В., Галиакбаров В. Ф. Математическое моделирование при импульсном исследовании магистральных трубопроводов в режиме перекачки нефтепродуктов для обнаружения утечек // Электронный научный журнал «Нефтьгазовое дело», 2013, №1. – С. 281-293. <http://www.ogbus.ru>