

Multifazalı boru kəmərlərində dinamik yüklərin qiymətləndirilməsi

F.B. İsmayılova, X.T. Cəfərova

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

Açar sözlər: multifazalı axın, dinamik təzyiq, qaz tutumu, fazaların sıxlığı, böhran sürəti, disperslanmış, dominant faza.

DOI.10.37474/0365-8554/2021-9-29-31

e-mail: xedi1996@mail.ru

Оценка динамических нагрузок в мультифазных трубопроводах

Ф.Б. Исмаилова, Х.Т. Джафарова

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

Ключевые слова: мультифазный поток, динамическое давление, газосодержание, плотность фаз, критическая скорость, диспергированный, доминирующая фаза.

Определение направления и значения динамических нагрузок в трубопроводах имеет особое значение с точки зрения обеспечения надежности транспортных систем.

С целью определения динамических нагрузок предложено математическое выражение с учетом структурных изменений в мультифазных потоках.

Приведенные расчеты по полученной формуле на основе критической скорости и изменений плотности отдельных фаз потока показали, что по сравнению с однородной диспергированной средой, возникающие в смесях с пробковой структурой динамические нагрузки намного больше.

The estimation of dynamic loads in multi-phase pipelines

F.B. Ismailova, Kh.T. Jafarova

Azerbaijan State University of Oil and Industry

Keywords: multiphase flow, dynamic pressure, gas content, phase density, critical speed, dispersed, dominating phase.

The specification of direction and the values of dynamic loads in the pipelines are essential to the assurance of reliability of transportation systems.

With the purpose of the definition of dynamic loads, the paper offers the expression taking into consideration structural changes in multi-phase flows.

Presented calculations by obtained formula based on the critical speed and density changes of separate phases showed that compared to the homogeneous dispersed medium occurring in the mixtures with the plug structure, the dynamic loads are higher.

Neftqazçıxarmada geniş yayılmış multifazalı boru kəmərlərində (karbohidrogenlərin yığılı və nəqlini həyata keçirən boru kəmərləri, fəkel kollektorları və qazlift kompressor stansiyalarının sorma boru xətlərində, hazırlıq mərhələsi keçməyən qazların nəqli zamanı və s.) multifazalı axınların mövcudluğu müntəzəm olaraq xeyli dinamik yüklər yaradır. Bu yüklər boru kəmərlərinin tərkib hissəsi olan bütün tikinti konstruksiyalarının əlavə yüklənməsinə səbəb olur. Belə təsirlərdən həmin tikinti konstruksiyalarının sıradan çıxması, zədələnməsi kimi hallar yaxşı məlumdur [1].

Əsasən multifazalı axınlara xas olan dinamik yüklər boru kəməri magistralının dönmə yerində, qravitasiyalı axın zonalarında və ümumiyyətlə nəql olunan mühitin sıxlığının dəyişmə anında baş verir. Əgər boru kəmərinə sıxlığı sabit olan mühit hərəkət edirsə, onda dinamik yüklər yaranmır. Bu zaman boru kəməri hər bir döngədə sabit təzyiq altında olur və reaktiv qüvvə ilə yüklənir.

Dinamik qüvvələrin istiqaməti və qiymətinin multifazalı boru kəmərinə təyin edilməsinin nəql sisteminin etibarlığının təmini baxımından əhəmiyyətli böyükdür.

Axın dinamikasına baxılarkən nəzərə almaq lazımdır ki, sərfin dəyişməsi zamanı multifazalı axının strukturunun da dəyişməsi mümkündür. Belə ki, sərfin yüksək qiymətində, yəni sürətin böhran sürətindən çox olduğu zaman, axında struktur dəyişikliyi baş verir və dispers struktur forması reallaşır. Bu halda komponentlərin qarışığı bircinsli struktur olmaqla, axının bütün həcmində sıxlığın eyni olması ilə xarakterizə edilir. Əgər qarışığın sərfi az olarsa, hərəkət sürətinin qiyməti böhran sürətindən aşağı olduğu üçün

axında qradient-sürət sahəsinin gərginliyi bir-cinsli qarışığın yaranması üçün kifayət etmir [2]. Bu halda multifazalı axın bir-birilə növbələşən qaz və maye tıxaclardan ibarət olur. Axında komponentlər bir-biri ilə fazaların sərhədlilə ayrılış olur. Beləliklə, boru kəmərinə qeyd edilən tıxac-ların hərəkəti zamanı magistralın döngələrində qeyri-taraz dinamik yüklər yaranır.

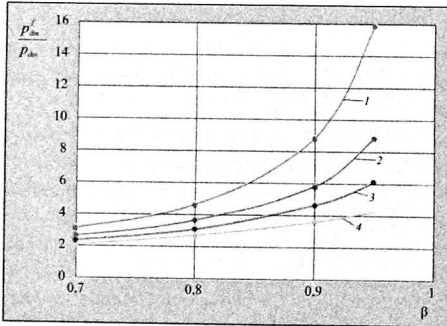
Multifazalı axınlarda xarakterik dinamik yük-lərin və təzyiç döyüntülərinin yaranması, aşağı-dan yuxarı və ya yuxarıdan aşağı istiqamətlənmiş, fazaların sürüşməsi mövcud olan axın struktur-larında da geniş yayılmışdır. Məsələn, dəniz ya-taqlarının istismarı zamanı quyu məhsullarının yığılması və naqlini həyata keçirən sualtı neft-qaz kəmərlərində multifazalı sistemlərin mövcudluğu hesabına qeyd olunan proseslər tez-tez baş verə bilər [3].

Məlumdur ki, boru kəmərlərində multifazalı qarışığın yaratdığı dinamik təzyiç qarışığın sıxlığı və sürətindən asılı olaraq aşağıdakı ifadəyə əsasən təyin edilir:

$$p_{din} = \rho_{qar} v^2, \quad (1)$$

burada ρ_{qar} – qarışığın sıxlığı, kq/m^3 ; v – axının orta sərf sürətidir, m/s .

Dinamik təzyiçin maksimal qiymətini təyin etmək üçün axının böhran sürətini (strukturun dəyişməsinə uyğun gələn qiymət) müəyyən etmək lazımdır. Məhz qarışığın sürətindən bu qiymətində boru kəmərinə təsir edən dinamik yük maksimal olacaq. Bu onunla izah olunur ki, sürət çox olduqda qarışıq bircinsli, bütün həcmində sıxlığı eyni olan struktura malik olduğundan dinamik qüvvələr öz təsirini itirir. Daha kiçik sürətlərdə isə tıxaclar maksimal sürətdən aşağı sürətlə hərəkət edir. Bircins olmayan qarışığın axınından yara-



Şəkil 1. Dinamik təzyiqlərin nisbətindən qaz tutumundan asılılığı
1-4 – uyğun olaraq $p_q/p_m = 1.3; 6.5; 10; 15 \cdot 10^{-2}$ olduqda

nan dinamik yüklər onun hərəkət sürətindən kvadratından asılı olduğundan böhran sürətindən kiçik sürətdə dinamik qüvvələrin qiyməti maksimal qiymətdən az olacaqdır.

Aparıcı fazası qaz olan multifazalı axınlar üçün qarışığın böhran sürətini v_b aşağıdakı riyazi ifadəyə əsasən təyin etmək olar [2]:

$$v_b = 1.26 \sqrt{g(\rho_m - \rho_q)D / \rho_q}, \quad (2)$$

burada ρ_m, ρ_q – uyğun olaraq maye və qazın sıxlıqları, kq/m^3 ; D – boru kəmərinin diametridir, m .

Sonuncu ifadəni (1) tənliyində nəzərə alsaq, dinamik təzyiç üçün aşağıdakı ifadəni yazmaq olar

$$p_{din} = 1.59 \rho_{qar} g D (\rho_m - \rho_q) \rho_q. \quad (3)$$

Multifazalı boru kəmərinə qarışığın sıxlığının dəyişməsi hesabına yaranan dinamik təzyiç fazaların (maye və qaz) dinamik təzyiqlərinin fərqi kimi də qiymətləndirmək olar:

$$p'_{din} = (\rho_m - \rho_q) v^2. \quad (4)$$

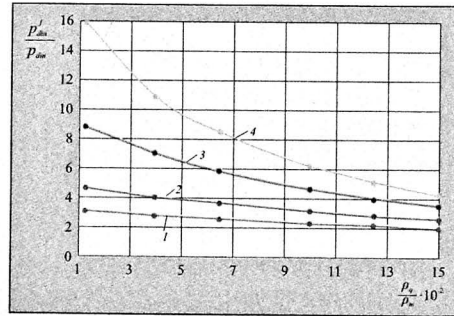
Sonuncu düsturla (2) ifadəsi ilə təyin olunan böhran sürətini nəzərə alsaq aşağıdakı ifadəni ala-riq:

$$p'_{din} = 1.59 (\rho_m - \rho_q)^2 g D / \rho_q. \quad (5)$$

(3) və (5) ifadələrini tutuşdursaq, alırıq:

$$\frac{p'_{din}}{p_{din}} = \frac{p_m - \rho_q}{\rho_{qar}}. \quad (6)$$

Sonuncu ifadənin təhlili bir daha sübut edir ki, multifazalı boru kəmərləri üçün xarakterik olan dinamik təzyiçin yaranması sıxlığı ρ_{qar} paramet-ri ilə təyin olunan və bircinsli mühit kimi qəbul edilə bilən, mayenin aparıcı mühit olan qazda dis-



Şəkil 2. Dinamik təzyiqlərin nisbətindən fazaların sıxlıqlarının nisbətindən asılılığı
1-4 – uyğun olaraq $\beta = 0.7; 0.8; 0.9$ və 0.95 olduqda

perqlənmiş (emulsiyalı) axınlarda deyil, əsasən fa-zalara ayrılmış, tıxaclı hərəkət strukturlarında baş verir. Həqiqətən, (6) ifadəsində $(\rho_m - \rho_q)$ və ρ_{qar} pa-rametrlərinin müqayisəsi onu göstərir ki, qaz faza-sının dominantlıq təşkil etdiyi multifazalı axınlar üçün qaz tutumunun $\beta > 0.7$ olması və maye faza-nın sıxlığının qaz fazasının sıxlığı ilə müqayisədə xeyli çox olması hesabına $(\rho_m - \rho_q)$ parametrlərinin qiyməti ρ_{qar} -in qiymətindən dəfələrlə çoxdur

$$p'_{din} \geq p_{din}.$$

Məlumdur ki, multifazalı qarışığın (neft+qaz) sıxlığını fazaların sıxlıqlarını və həcmi qaz tutu-munu (β) nəzərə almaqla aşağıdakı kimi təyin et-mək olar:

$$p_{qar} = \beta \rho_q + (1-\beta) \rho_m. \quad (7)$$

Sonuncu ifadəni aşağıdakı kimi yazaq:

$$\rho_{qar} = \rho_m - \beta(\rho_m - \rho_q). \quad (8)$$

(8) ifadəsini (6)-da nəzərə alsaq alırıq:

$$\frac{p'_{din}}{p_{din}} = \frac{1 - \frac{\rho_q}{\rho_m}}{1 - \beta \left(1 - \frac{\rho_q}{\rho_m}\right)}. \quad (9)$$

Gördüyü kimi, multifazalı boru kəmərinə yaranan dinamik təzyiç qarışığın həcmi qazlılığı və fazaların sıxlıqlarının nisbətindən (ρ_q/ρ_m) asılı olaraq dəyişir.

β və (ρ_q/ρ_m) -nin müxtəlif qiymətlərində (9) ifa-dəsinə uyğun olaraq dinamik təzyiqlərin qiymət-ləri hesablanmış və müvafiq olaraq $\frac{p'_{din}}{p_{din}} = f(\beta)$

və $\frac{p'_{din}}{p_{din}} = f\left(\frac{\rho_q}{\rho_m}\right)$ asılılıqları qurulmuşdur

(şəkil 1, 2).

Ədəbiyyat siyahısı

1. *ПБ 03-576-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.* – М.: ГУП НТЦ Промбезопасность, 2003, 186 с.
2. *Ситенков В.Т. Теория градиентно – скоростного поля.* – М.: ОАО “ВНИИОЭНГ”, 2004, 308 с.
3. *Мамедов В.А., Одишария Г.Э., Кларчук О.В. и др. Движение газожидкостных смесей в трубах.* – М.: Недра, 1978, 270 с.

References

1. *PB 03-576-03. Pravila ustroystva i bezopasnoy expluatatsii sosudov, rabotayushchikh pod davleniem.* – М.: GUP NTS Prombezopasnost', 2003, 186 s.
2. *Sitenkov V.T. Teoria gradientno-skorostnogo polya.* – М.: ОАО “VNIIOENG”, 2004, 308 s.
3. *Mamedov V.A., Odishariya G.E., Klarchuk O.V. i dr. Dvizhenie gazozhidkostnykh smesey v trubakh.* – М.: Nedra, 1978, 270 s.