

Multifazalı sualtı boru kəmərlərində axın strukturları və istismar çətinlikləri

Ş.Z. İsmayilov, t.e.n.¹, M.E. Şahlarlı², Şd.Z. İsmayilov¹

¹Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, ²"Neftqazelmətdəqiqatlayihə" İnstitutu

e-mail: mansursahlarli1994@gmail.com

Açar sözlər: multifazalı axın, dik boru, mexaniki bərk hissəciklər, korroziya, eroziya.

DOI.10.37474/0365-8554/2022-1-32-35

Структуры потоков и эксплуатационные осложнения в мультифазных подводных трубопроводах

Ш.З. Исмаилов к.т.н.¹, М.Э. Шахларлы², Шд.З. Исмаилов¹
¹Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, ²НИПИнефтегаз

Ключевые слова: мультифазный поток, райзер, твёрдые механические частицы, коррозия, эрозия.

В настоящее время новые нефтяные и газовые месторождения находятся на глубоководье, в связи с этим возникает проблема безопасного транспорта продукции этих месторождений из морских глубин на платформу и берег. Сегодня одним из наиболее используемых средств транспортировки нефтегазовой продукции являются трубопроводы. Поэтому исследование и предотвращение влияния нежелательных случаев мультифазного потока в трубопроводах является одним из основных задач. В результате проведённых исследований стало ясно, что в связи с рельефом морского дна на углублённых участках трубопровода и на кривых с радиусом R вертикальных труб при подъёме со дна на платформу твёрдые механические частицы оседают на дно. В таком случае в результате повреждений трубопровода возможны утечки, которые могут быть причиной уничтожения бентоса и фауны на море и загрязнения окружающей среды. В этой статье были анализированы структурные формы мультифазного потока в подводном трубопроводе, исследованы их действия на трубопровод и показаны нежелательные случаи, образующиеся в райзерах.

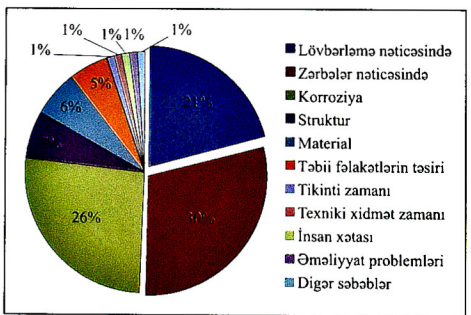
Flow structures and operation complications in multi-phase subsea pipelines

Sh.Z. Ismayilov Cand. in Tech. Sc.¹, M.E. Shahlarly², Shd.Z. Ismayilov¹
¹Azerbaijan State University of Oil and Industry, ²"Oil-Gas Scientific Research Project" Institute

Keywords: multiphase flow, riser, solid mechanical particles, corrosion, erosion.

Currently, new oil and gas fields are located in deep water, in this view, a problem of secure transportation of the products of these fields from deep-sea water to the platform and shore occurs. Today, one of the widely used means of transportation of oil-gas products are the pipelines. Therefore, the research and prevention of the impact of troublesome cases of multi-phase flow in the pipelines are one of the main tasks. As a result of the studies carried out, it was defined that due to the relief of sea bed in the deep areas of the pipeline and on the curves with R radius of vertical tubes while lifting to the platform, the solid mechanical particles are settled at the bed. In such a case, as a result of pipeline damages, the leakages, which may lead to the elimination of benthos at the sea and pollution of environment, may arise.

The paper analyzes the structural forms of multi-phase flow in subsea pipeline, their effect on the pipeline studied and troublesome cases appearing in the riser shown as well.



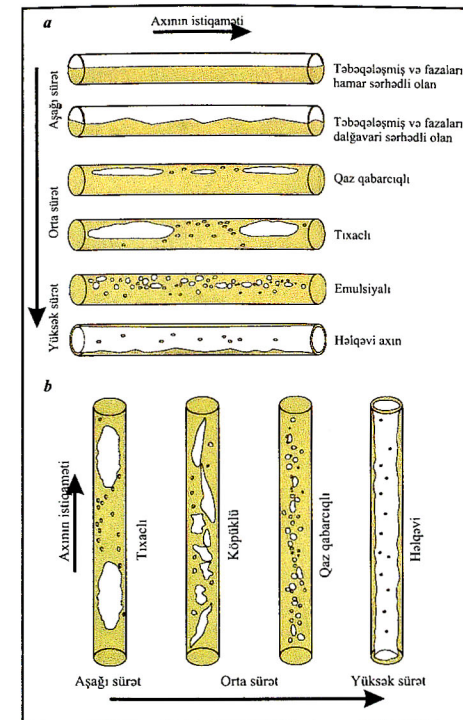
Şəkil 1. Sualtı boru kəmərlərində baş verən qaza hallarının faizlə statistikası

baş verən qəza hallarının əsas səbəblərindən biri korroziyadır. Şəkil 1-də sualtı boru kəmərlərində baş verən qəza hallarının statistik nəticələri faizlə göstərilmişdir [1].

Sualtı boru kəmərlərinin korroziya və ya eroziya nəticəsində dağılmasının əsas səbəblərindən biri də multifazalı axının struktur formaları ilə əlaqədardır.

Maye və qaz axının struktur formaları onların xüsusiyyətləri və nəzəri tədqiqi

Üfüqi boru kəmərlərində multifazalı axının struktur formaları aşağıdakılardır: təbəqələşmiş, fazaları hamar sərhədli və dalğavari sərhədli olan, qaz qabarcıqlı, tıxaclı, emulsiyalı, həlqəvi.



Şəkil 2. Üfüqi (a) və şaquli (b) boru kəmərlərində axının struktur formaları

Şəkil 2, a-da üfüqi boru kəmərlərində qaz-maye axınlarının struktur formaları uyğun olaraq aşağı, orta və yüksək sürətlərdə göstərilmişdir. Qaz-maye axınlarının struktur formaları bir-biri ilə əlaqəlidir və axın şəraiti dəyişdikdə həmin formaların biri, digərinə keçə bilər [2].

Şaquli boru kəmərlərində multifazalı axının struktur formaları aşağıdakılardır: tıxaclı, köpüklü, qaz qabarcıqlı, həlqəvi.

Şəkil 2, b-də şaquli boru kəmərlərində qaz-maye axınlarının struktur formaları uyğun olaraq aşağı, orta və yüksək sürətlərdə göstərilmişdir.

Qaz qabarcıqlı axın – qabarcıq axını ümumiyyətlə çox yüksək maye sürətində və aşağı qaz sürətində meydana gəlir, yəni mayenin axın sürəti, qazı qabarcıqlara parçalamaq üçün kifayət qədər yüksəkdir, lakin maye fazada qabarcıqların daha yaxşı qarışması üçün kifayət deyil [3].

Həlqəvi axın – qazın sürəti kifayət qədər yüksək olduqda, borunun ortasındakı maye, həlqəvi axını əmələ gətirmək üçün qaz fazası tərəfindən divara itələnilir [3].

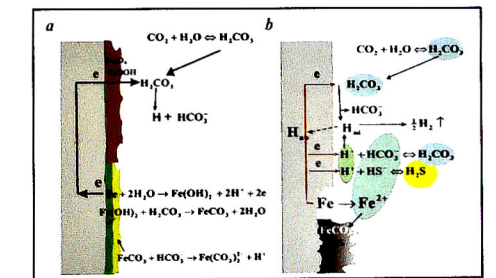
Tıxaclı axın – tıxaclı struktur forması sistemdə təzyiqləndirilmədən doyma təzyiqindən aşağı düşməsi (əsasən qeyri-stabil neft və kondensatın nəqli zamanı) həm həll olmuş vəziyyətdən ayrılması, həm də əvvəl ayrılmış qazın həcmnin gənişlənməsi sayəsində qaz fazasının həcmnin artması baş verir [2]. Bu zaman ayrı-ayrı qabarcıqlar toplanaraq tıxac əmələ gətirir [2]. Qabarcıqlar ümumiyyətlə boru diametridən təxminən 1.5 ilə 3 dəfə uzun olur [4].

Köpüklü və ya kiçik dispersiyalı axın rejimi, sabit tıxaclı axından sabit həlqəvi axına keçid zamanı çox xaoslu dalğalı bir axın növüdür.

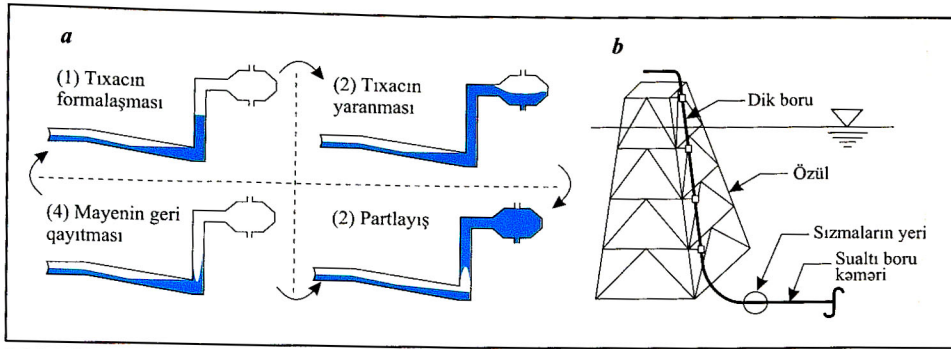
Təbəqələşmiş axın – bu struktur forma əsasən ağırlıq qüvvəsinin təsirindən yaranır və iki faza arasındakı sərhəd hamar və müxtəlif amplitudlu dalğalardan ibarət olur. Multifazalı axının bu rejimində boru kəmərinin demək olar ki yarısı quru, yarısı isə nəm olur.

Sualtı boru kəmərlərində multifazalı axın zamanı yaranan korroziya prosesinin nəzəri tədqiqi və təsirlərinin araşdırılması

Korroziya neft-qaz sənayesində əsas problemlərdəndir. Dəniz suyunun tərkibinin, çoxfazlı axının dəniz hidrotexniki qurğuların və sualtı boru kəmərlərinə təsirinə öyrənilməsi, dəniz neft və qaz qurğularının istismar müddətini artırmaq və



Şəkil 3. Karbonlu poladlarda H₂O-CO₂ (a) və H₂O-CO₂-H₂S (b) maddələrinin sistemli korroziya mexanizmi



Şəkil 4. Dik borularda arzuolunmaz halların yaranma prosesi (a), sualtı boru kəməri-dik boru sistemlərində sızmaların baş verdiyi yer (b)

optimal variant tapmaq üçün əsas məsələlərdən biridir. Araşdırmalar göstərir ki, boru kəmərlərində su olmadıqda karbon qazı (CO_2) kəmərlərin daxili səthinə təsir etmir [5]. Son zamanlar dünyanın müxtəlif yerlərində səhra, quru və 2200–3000 m dəniz dərinliklərindən keçən boru kəmərləri CO_2 daşımalarında istifadə edilmişdir [6].

Şəkil 3-də karbonlu poladlarda H_2O-CO_2 və $H_2O-CO_2-H_2S$ maddələrinin sistemli iştirakı ilə korroziyanın əmələgəlmə mexanizmi göstərilmişdir [7].

Araşdırmalar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, mexaniki hissəciklərin sualtı boru kəmərlərinin çökək hissələrində toplanması nəticəsində və multifazlı axın, sualtı boru kəmərinin dənizdibindən özülə qalxan əyrisinə daxil olmamışdan qabaq borunun dibində neft-qaz sızmaları baş verə bilər. Həmin hissələrdə sızmaların baş verməsinin əsas səbəbi korroziya-eroziya hadisələridir. Korroziya ümumiyyətlə qaynaq nöqtələri, tikişlər və yüksək təsirli zona kimi yüksək təzyiqli yerlərdə baş verir.

Aşağıda göstərilən bəzi maddələrin qarşılıqlı təsiri nəticəsində borudaxili korroziyanın sürəti artır: oksigen, müəyyən bir şəraitdə H_2S ilə reaksiyaya girərək elementar kükürd, kükürd turşusu və ya digər kükürd birləşmələri əmələ gətirir [8].

H_2S müəyyən şərtlərdə O_2 və SO_2 ilə reaksiyaya girərək elementar kükürd, kükürd turşusu və ya digər kükürd birləşmələri əmələ gətirir [8].

Müşahidələr göstərir ki, çoxfazlı axınların dənizdə özüllərərası və quyulardan özüllərə nəqli zamanı, boru kəmərinin dənizdibindən platformaya qalxan R-radiuslu əyri hissəsində mexaniki bərk və maye hissəciklərin ağırlıq qüvvəsinin təsirinə diyə çökmə, bu da boru kəmərlərinin yeyilmə və deşilməsinə səbəb olur.

Multifazlı axının R radiuslu bir qövş ilə dənizdibindən özülə qalxma əyrisində mexaniki bərk hissəciklərə cazibə, Arximed, müqavimət, təzyiqli qüvvələri təsir göstərir. Şəkil 4-də sualtı boru kəmərləri-dik boru sistemlərində baş verən arzuolunmaz halların ardıcılıq mexanizmi və bu zaman borularda eroziya nəticəsində yaranan sızmaların yeri göstərilmişdir.

Nəticə

Yuxarıda verilənləri nəzərə alsaq sualtı boru kəmərləri-dik boru sistemlərində multifazlı axın zamanı baş verən arzuolunmaz halların nəticələri bunlardır.

1. Korroziya-eroziya proseslərinin sürəti artır.
2. Boru kəmərinə tıxacların yaranması hesabına kəmərin diametrinin ən kəskin sahəsinin azalması baş verir.
3. Sualtı boru kəmərlərinin istismar müddəti, etibarlılığı və dayanıqlığı azalır.
4. Fasiləsiz texniki xidmət tələb olunur, bu da əlavə xərclərə səbəb olur.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Yutao Liu, Hao HU, Di Zhang. Probability Analysis of Damage to Offshore Pipeline by Ship Factors, Transportation Research Board 92nd 27 Annual Meeting 28 for Presentation and Publication.
2. Miraləmov H.F., İsmayilov Q.Q. Neftin və qazın boru kəmərləri ilə nəqli, 2010.
3. Udara S.P.R. Arachhige, Kohilan Rasenthiran, Lakshan M.A.L., Lakshitha Madalagama M.K., Prabhath Pathirana P.R., Sakuna Sandupama P.W. Multiphase flow regime transition in vertical flow, v. 4, Issue 5, May 2019.
4. John R. Thome and Andrea Cioncolini. Encyclopedia of Two-Phase Heat Transfer and Flow, Set 1: Fundamentals and Methods, v. 3: Flow Boiling in Macro and Microchannels, World Scientific Publishing, 2015.
5. Christopher Nwimae, Prof. Nigel Simms, School of Applied Science, Cranfield University, Cranfield, Bedfordshire, MK430AL, UK, Potential Corrosion Issue in CO_2 Pipeline // Journal of Education and Practice, 2019, v. 10, No.12.
6. Lucci, A., Demofonti, G. and Spinelli, C.M. " CO_2 Anthropogenic Pipeline Transportation", The Twenty-first International Offshore and Polar Engineering Conference, 2011, 19-24 June, Maui, The International Society of Offshore and Polar Engineers, Mountain View, California, Paper No. ISOPE-I-11-170.
7. J. Banas, U. Lelek-Borkowska, B. Mazurkiewicz, W. Solarzski. Effect of CO_2 and H_2S on the composition and stability of passive film on iron alloys in geothermal water, Electrochimica Acta 52 (2007) 5704–5714, Available online 15 February 2007.
8. New Look at Impruities in CO_2 for EOR and their consequences, Ray McKaskle, P.E. Trimeric Corporation, Presented at the 20th Annual CO_2 Flooding Conference, December 11-12, 2014, Midland, Texas.

References

1. Yutao Liu, Hao HU, Di Zhang. Probability Analysis of Damage to Offshore Pipeline by Ship Factors, Transportation Research Board 92nd 27 Annual Meeting 28 for Presentation and Publication.
2. Miraləmov H.F., İsmayilov G.G. Neftin və qazın boru kəmərləri ilə nəqli, 2010.
3. Udara S.P.R. Arachhige, Kohilan Rasenthiran, Lakshan M.A.L., Lakshitha Madalagama M.K., Prabhath Pathirana P.R., Sakuna Sandupama P.W., Multiphase flow regime transition in vertical flow, v. 4, iss. 5, May 2019.
4. John R. Thome and Andrea Cioncolini. Encyclopedia of Two-Phase Heat Transfer and Flow, Set 1: Fundamentals and Methods, vol. 3: Flow Boiling in Macro and Microchannels, World Scientific Publishing, 2015.
5. Christopher Nwimae, Prof. Nigel Simms, School of Applied Science, Cranfield University, Cranfield, Bedfordshire, MK430AL, UK, Potential Corrosion Issue in CO_2 Pipeline // Journal of Education and Practice, 2019, vol. 10, No.12, pp.
6. Lucci, A., Demofonti, G. and Spinelli, C.M. " CO_2 Anthropogenic Pipeline Transportation", The Twenty-first International Offshore and Polar Engineering Conference, 2011, 19-24 June, Maui, The International Society of Offshore and Polar Engineers, Mountain View, California, Paper No. ISOPE-I-11-170.
7. J. Banas, U. Lelek-Borkowska, B. Mazurkiewicz, W. Solarzski. Effect of CO_2 and H_2S on the composition and stability of passive film on iron alloys in geothermal water, Electrochimica Acta 52 (2007) 5704–5714, Available online 15 February, 2007.
8. New Look at Impruities in CO_2 for EOR and their consequences, Ray McKaskle, P.E. Trimeric Corporation, Presented at the 20th Annual CO_2 Flooding Conference, December 11-12, 2014, Midland, Texas.