

TEXNİKA ELMLƏRİ TECHNICAL SCIENCES

DOI: <https://doi.org/10.36719/2789-6919/54/145-149>

Rafiq İbrahimov

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

texnika üzrə fəlsəfə doktoru

<https://orcid.org/0000-0002-1093-6369>

rafiq.ibrahimov@yahoo.com

Ağa Qurbanov

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

magistrant

<https://orcid.org/0009-0003-5966-5509>

aqa.qurbanov2002@gmail.com

Qazıma quyu divarının sabitliyinə təsir edən udulma hadisəsinin qarşısının alınmasının tədqiqi

Xülasə

Qazıma məhlulu neft və qaz quyularında əsas təhlükəsizlik və işləkliyə təminat verən mayedir. Onun əsas funksiyaları quyu təzyiqini sabit saxlamaq, qazıma alətini soyutmaq və yağlamaq, eləcə də süxur parçalarını çıxarmaqdır.

Lakin qazıma məhlulunun idarə olunmasında ən ciddi problem məhlul itkisidir, yəni məhlulun çatlar, qırılmalar və yüksək məsaməlilikli zonalar vasitəsilə yeraltı süxur laylarına sızmasıdır. Məhlul itkisi hidrostatik təzyiqin layın hidravlik yarıma təzyiqini aşdığı hallarda baş verir. Bu vəziyyət quyu təzyiqinin azalmasına, quyu divarlarının çökməsinə və nəzarətdən çıxmış fontana səbəb olaraq həm işçilər, həm də ətraf mühit üçün ciddi təhlükə yaradır.

Məhlul itkisinin iqtisadi təsirləri də əhəmiyyətlidir, çünki sızan hər litr maye yenidən hazırlanmalı və quyuya vurulmalıdır, bu isə xərcləri artırır və layihə qrafikində gecikmələrə səbəb olur. Məhlul itkisini azaltmaq üçün hidrostatik təzyiq lay təzyiqindən yüksək, lakin layın yarıma təzyiqindən aşağı olmalıdır. Belə yanaşma quyu divarının bütövlüyünü qoruyur və qazıma əməliyyatın təhlükəsizliyini təmin edir. Məqalədə məhlul itkisi mexanizmləri, optimal mühəndisi hesablamalar aparılmış və ekoloji risklər təhlil edilmişdir.

Açar sözlər: qazma məhlulu, məhlul itkisi, qazma prosesi, məhlul dövriyyəsi, quyudibi təzyiq

Rafiq İbrahimov

Azerbaijan State Oil and Industrial University

PhD in Engineering

<https://orcid.org/0000-0002-1093-6369>

rafiq.ibrahimov@yahoo.com

Ağa Qurbanov

Azerbaijan State Oil and Industrial University

Master's student

<https://orcid.org/0009-0003-5966-5509>

aqa.qurbanov2002@gmail.com

Well Research to Prevent Solution Loss and Influence Wall Stability

Abstract

Drilling fluid is a key safety and operational fluid in oil and gas wells. Its main functions are to maintain wellbore pressure, cool and lubricate the drilling tool, and remove rock fragments.

However, the most serious problem in drilling fluid management is fluid loss, which is the leakage of fluid into subsurface rock layers through cracks, fractures, and high-porosity zones. Fluid loss occurs when the hydrostatic pressure exceeds the hydraulic fracturing pressure of the formation. This situation causes a decrease in wellbore pressure, collapse of the wellbore walls, and uncontrolled gushing, posing a serious threat to both workers and the environment.

The economic impact of fluid loss is also significant, as each liter of fluid that leaks must be re-prepared and injected into the well, which increases costs and delays the project schedule. To minimize fluid loss, the hydrostatic pressure must be higher than the formation pressure but lower than the formation fracturing pressure. This approach preserves the integrity of the well wall and ensures the safety of the drilling operation. The article analyzes the mechanisms of mud loss, optimal engineering calculations and environmental risks.

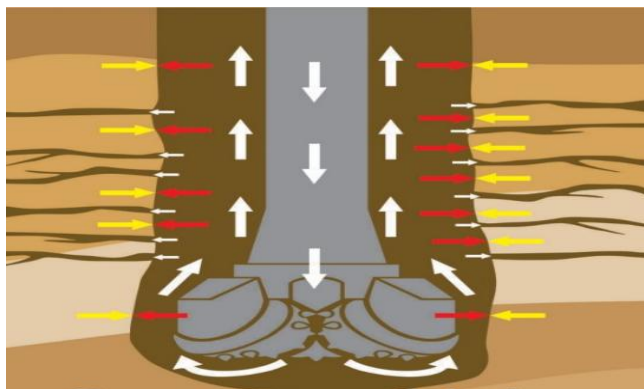
Keywords: drilling mud, mud loss, drilling process, mud circulation, downhole pressure

Giriş

Qazıma işləri yeraltında müxtəlif süxur laylarından keçməyi tələb edir və bu prosesin uğurlu və təhlükəsiz aparılması üçün qazıma məhlulu mühüm rol oynayır. Qazıma məhlulu quyu lüləsində təzyiqi sabit saxlayaraq laydan gələn mayelərin quyuya daxil olmasının qarşısını alır, qazıma alətini soyudur və yağlayır, həmçinin, süxur parçalarını yer səthinə qaldırır. Lakin qazıma məhlulunun idarə olunması ciddi problemlər yarada bilər, bunlardan ən vacibi məhlul itkisidir. Məhlul itkisi, yəni qazma məhlulunun təbii çatlar, qırılmalar və yüksək məsaməlilikli zonalar boyunca süxur laylarına sızması, quyu təzyiqinin azalmasına, divarların çökməsinə və nəzarətdən çıxmış neft qaz fontanlarına səbəb ola bilər. Bu hallar həm işçilər üçün təhlükə, həm də ətraf mühit üçün ciddi risklər yaradır, eyni zamanda iqtisadi xərcləri artırır və layihə qrafikində gecikmələrə gətirib çıxarır (Şirəli, İbrahimov, Rzazadə, Baxşəliyeva və b., 2000).

Tədqiqat

Qazıma məhlulunun əsas funksiyalarından biri lay təzyiqinə qarşı əks-təzyiq yaratmaqdır; bu yaradılan təzyiqə hidrostatik təzyiq deyilir. Normal qazıma əməliyyatlarında hidrostatik təzyiq lay təzyiqindən yüksək, lakin layın hidravlik yarılmə təzyiqindən aşağı olmalıdır. Əgər hidrostatik təzyiq yarılmə təzyiqini aşarsa, layda çatlar yaranır və qazıma məhlulu lay tərəfindən udularaq məhlul itkisinə səbəb olur (Səfərov, İsmayılov, 2001). Bu, sxem 1-də öz əksini tapmışdır.



Şəkil 1. Qazıma məhlulunun udulması sxemi.

Tədqiqatın məqsədi, məsələnin qoyuluşu. Təhlükəsiz qazmanı təmin etmək məqsədilə məhlul itkisinə qarşı effektiv tədbirlər hazırlanmalıdır. Bu tədbirlərin əsas məqsədi məhlul itkisini minimuma endirmək, quyuda təzyiqin sabitliyini təmin etmək və qazıma prosesinin təhlükəsizliyini qorumaqdır. Məqalədə dərin quyuların qazıması texnologiyalarının qazıma sənayesində rolu və əhəmiyyəti tədqiq edilmişdir. Bu prosesdə qazıma məhlulu təzyiq balansını qoruyur, qazıma alətini soyudur və qoparılmış süxur parçalarını yer səthinə qaldırılması qazımanın əsas məsələlərindəndir (Səfərov, İbrahimov, Baxşəliyeva, 2014). Lakin bəzən geoloji strukturların xüsusiyyətləri və ya qazıma əməliyyatlarının parametrləri səbəbindən məhlul udula bilər ki, bu da ciddi problemlərə yol açır. Məhlul itkisi quyuda təzyiq balansının pozulmasına, qazıma əməliyyatlarında gecikmələrə, təhlükəsizlik risklərinin yaranmasına və ətraf mühitin çirklənməsinə səbəb ola bilər. Bu məqalədə məhlul itkisinə qarşı tədbirlərin və yeni texnologiyaların tətbiqi də araşdırılmışdır.

Məhlul itkisi müxtəlif amillərdən qaynaqlana bilər. Geoloji amillərə yüksək məsaməlilikli layların (məsələn, qumdaşı və ya karbonat layları), çatların və boşluqların mövcudluğu daxildir. Bundan əlavə, təzyiq uyğunsuzluğu da məhlul itkisinə səbəb ola bilər (İbrahimov, Baxşəliyeva, Məmmədova, 2013). Məhlul itkisi, xüsusilə qazıma məhlulunun təzyiqi lay təzyiqindən aşağı olduqda, baş verə bilər. Qazıma parametrləri diqqətlə izlənməli, yüksək qazıma sürətləri və ya uyğunsuz qazıma texnikaları riskləri artırdığı üçün optimallaşdırılmalıdır. Məhlul itkisi ciddi nəticələrə səbəb ola bilər: əməliyyatlarda gecikmələr, əlavə resurs tələbi, quyu çökməsi və təhlükəli şəraitin yaranması kimi təhlükəsizlik riskləri, həmçinin, mayenin ətraf mühitə sızması nəticəsində ekoloji risklər meydana çıxır (İbrahimov, Baxşəliyeva, 2010).

Məhlul itkisinə qarşı tədbirlər və texnologiyalar müxtəlif üsullarla həyata keçirilir: məhlul sıxlığının tənzimlənməsi (məsələn, baryum sulfatın əlavə olunması) təzyiq balansını qorumağa xidmət edir (Xie, Li, Zhang, 2023); məhlul itkisinə qarşı əlavələr (anti-loss additives) çatları və məsamələri bağlayaraq maye udulmasının qarşısını alır; qazıma texnikalarının optimallaşdırılması, yavaş qazıma və dəyişdirilmiş azimut bucaqları kimi metodlar məhlul itkisinin riskini azaldır.

Tədqiqatın həll üsulları. Təzyiqin idarə olunması yüksək təzyiqli qazıma sistemlərindən və xüsusi təzyiq nəzarət cihazlarından istifadəni də özündə birləşdirir. Risklərin idarə edilməsi və təhlükəsizlik tədbirləri isə məhlul itkisi riskinə dair qabaqalayıcı tədbirləri və təhlükəsizlik protokollarını özündə təmsil etməlidir. Sıxlığın tənzimlənməsi ilə yanaşı, itkiyə qarşı əlavələrin istifadəsi də məhlul itkisinə nəzarətdə mühüm rol oynayır. Bu xüsusi əlavələr çatları və məsamələri bağlayaraq, məhlulun lay tərəfindən udulmasının qarşısını effektiv şəkildə alır. Bu, qazıma əməliyyatları üçün daha sabit bir mühit yaradır və məhlul itkisi ilə bağlı olan riskləri minimuma endirir. Bundan əlavə, qazıma texnikasında edilən dəyişikliklər məhlul itkisi riskini daha da azalda bilər. Məsələn, qazıma metodunun optimallaşdırılması mühüm faydalar verə bilər. Daha yavaş qazıma sürətləri tətbiq etmək və ya qazıma bucaqlarını tənzimləmək quyu divarına düşən mexaniki gərginliyi azaldır və beləliklə, qazıma prosesində məhlul itkisi riskini aşağı salır. Bu texnikaların diqqətlə seçilməsi və tənzimlənməsi qazıma əməliyyatlarının ümumi stabilliyini artırır (Khan, Chaudhary, Sultana, 2021).

Məhlul itkisi risklərinin qarşısını almaq üçün mühüm sahələrdən biri də təzyiq nəzarət sistemləridir. Yüksək təzyiqli qazıma sistemlərindən və xüsusi təzyiq nəzarət qurğularından istifadə quyu lüləsində optimal təzyiqin saxlanılması üçün vacibdir. Bu proaktiv yanaşma təzyiqin düşməsi nəticəsində baş verə biləcək məhlul itkilərinin qarşısını alır və daha təhlükəsiz qazıma əməliyyatlarına imkan yaradır. Nəhayət, risklərin idarə olunması yalnız reaktiv tədbirləri deyil, həm də proaktiv strategiyaları da əhatə etməlidir.

Məhlul itkisi riskləri ilə bağlı qabaqalayıcı tədbirlərin və təhlükəsizlik protokollarının tətbiqi həyati əhəmiyyət daşıyır. Buraya personal üçün mütəmadi təlimlərin keçirilməsi, geniş risk qiymətləndirmələrinin aparılması və fəvqəladə hallar zamanı fəaliyyət planlarının hazırlanması daxildir. Bu komponentlər qazıma əməliyyatlarına inteqrasiya olunduqda şirkətlər məhlul itkisi risklərinə qarşı daha güclü qorunma əldə edə bilərlər.

Məhlul itkisi probleminin yaratdığı çətinliklərlə effektiv şəkildə mübarizə aparmaq üçün müxtəlif azaldıcı strategiyaların və qabaqcıl texnologiyaların tətbiqi mümkündür. Əsas yanaşmalardan biri məhlulun sıxlığını tənzimləməkdir. Qazıma məhluluna baryum sulfat (BaSO_2) kimi ağır materiallar

əlavə etməklə məhlulun sıxlığını əhəmiyyətli dərəcədə artırmaq olar. Məhlulun sıxlığı aşağıdakı kimi ifadə olunur (Yang, Zhang, Zhang, 2023):

$$\rho = \frac{m}{V}$$

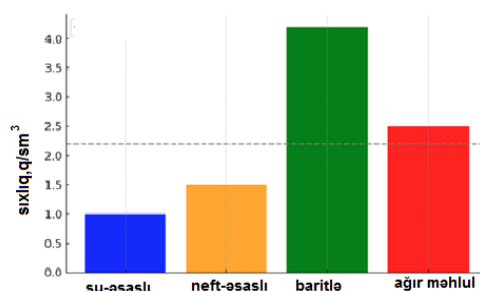
Burada, m -məhlulun kütləsi, V - həcmidir.

Bu tənzimləmə quyu lüləsində təzyiq balansının qorunması üçün son dərəcə vacibdir. Hidrostatik təzyiq aşağıdakı formada hesablanır:

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

Burada, P -təzyiq, g -cazibə qüvvəsinin sürətlənməsi, h - maye sütununun hündürlüyüdür.

Sıxlığı artırmaqla məhlul itkisi ehtimalını əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq mümkündür. Bunu şəkil 2-dəki diaqramdan görmək olar.



Şəkil 2. Qazıma məhlullarının növlərinin sıxlıqdan asılılığı diaqramı.

Sıxlığın tənzimlənməsindən əlavə, itkiyə qarşı əlavələrdən istifadə məhlul itkisinə nəzarətdə həyati rol oynayır. Bu əlavələr çat və məsamələri bağlayaraq, filtrasiya riskini azaldır. Onların effektivliyi “permeabilitet azalma faktoru” (R_k) vasitəsilə ölçülür (Zhou, Wang, Wu, 2022):

$$R_k = \frac{k_0 - k}{k_0}$$

Burada, k_0 -ilkin keçiricilik, k - əlavələrdən sonra ölçülən keçiricilikdir.

Qazıma texnologiyalarında aparılan dəyişikliklər də məhlul itkisi riskini azaldır. Məsələn, daha yavaş qazıma sürəti və qazıma bucağının optimallaşdırılması quyu divarına düşən dinamik yüklənməni azaldır və beləliklə, məhlul itkisi ehtimalını aşağı salır. Bu parametrlərin düzgün idarə edilməsi qazma əməliyyatlarının sabitliyini artırır. Problemin həlli birbaşa olaraq qabaqlayıcı tədbirlərdən və hazırlıq səviyyəsindən asılıdır. Fövqəladə hallar planı – yəni məhlul itkisi baş verdikdə nə etmək lazım olduğunu göstərən strategiyaların mövcudluğu – olduqca vacibdir. Personalın təlimi, yəni qazıma işçilərinin məhlul itkisi riskləri və müvafiq təhlükəsizlik tədbirləri barədə məlumatlandırılması xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Mütəmadi monitoring və analiz aparılmalıdır. Quyu təzyiqinin və qazma prosesinin izlənməsi sayəsində potensial məhlul itkisi hadisələrinin qarşısını almaq mümkündür. Bu çağırışla uğurlu mübarizə əsasən qabaqlayıcı strategiyalardan və yüksək hazırlıq səviyyəsindən asılıdır. Əhatəli fəvqəladə hallar planının hazırlanması əsasdır; belə planlar məhlul itkisi vəziyyətlərində operativ və səmərəli şəkildə reaksiya verməyə imkan yaradır (Zhang, Song, Yu, 2022).

Bundan əlavə, personal üçün geniş təlimlərin keçirilməsi mühüm əhəmiyyət daşıyır – qazma komandaları məhlul itkisi ilə bağlı konkret risklər barədə məlumatlandırılmalı və təhlükəsizlik tədbirlərini tam şəkildə anlamalıdır. Davamlı monitoring və detallı analiz də mühüm rol oynayır. Quyu təzyiqinin və qazma mərhələlərinin sıx şəkildə izlənməsi sayəsində məhlul itkisi riskinin ilkin əlamətlərini aşkar etmək və vaxtında müdaxilə etmək mümkündür ki, bu da əməliyyatın ümumi təhlükəsizliyini artırır.

Nəticə

Nəticə etibarilə, məhlulun udulması çoxfaktorlu geoloji və texnoloji amillərlə şərtlənən mürəkkəb mühəndislik prosesidir. Udulma mexanizmlərinin düzgün təhlili, lay xüsusiyyətlərinin qiymətləndirilməsi və qarşı tədbirlərin səmərəli seçilməsi quyu təhlükəsizliyinin təmin edilməsi və qazma işlərinin iqtisadi səmərəliliyinin artırılması baxımından son dərəcə vacibdir.

Qabaqlayıcı yanaşma, optimallaşdırılmış məhlul sistemi, düzgün hidravlik idarəetmə və real vaxt monitorinqi udulma riskini minimuma endirir və quyu idarəetməsində təhlükəsizliyi təmin edir.

Gələcəkdə süni intellekt və yüksək dəqiqlikli sensor texnologiyaları udulmaların əvvəlcədən proqnozlaşdırılması və qarşısının alınması sahəsində mühüm rol oynayacaq və qazıma sənayesində effektivliyi daha da artıracaqdır.

Ədəbiyyat

1. Fang, L., Sun, X., Zheng, T. (2021). Optimization of lost circulation materials for high-temperature and high-pressure wells. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 86, 103708. <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2021.103708>
2. Xie, L., Li, J., Zhang, D. (2023). Advanced study on the influence of drilling fluid rheology on lost circulation prevention. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 13(2), 627–635. <https://doi.org/10.1007/s10953-023-01188-1>
3. İbrahimov, R.S., Baxşəliyeva, Ş.O., Məmmədova, K.Ü. (2013). Geoloji tektonik aktivliyinin neft və qaz quyularının qazılması zamanı mürəkkəbləşmələrin əmələ gətməsinin bəzi məsələləri. *Azərbaycan Texniki Universiteti, Heydər Əliyev və Azərbaycan Təhsili, Respublika elmi konfransının materialları*, 7-8 may, 387–388.
4. İbrahimov, R.S., Baxşəliyeva, Ş.O. (2010). Qazıma zamanı texnogen təzyiqin yaranması və onun yaratdığı mürəkkəbləşmələrə qarşı tədbirlər. *Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərin Xəbərləri*, 5(6).
5. Khan, M., Chaudhary, D., Sultana, S. (2021). Development of a novel lost circulation material for effective sealing in fractured formations. *Journal of Energy Resources Technology*, 143(12), 125402. <https://doi.org/10.1115/1.4047033>
6. Səfərov, Y.İ., İsmayılov, Ş.İ. (2001). *Mürəkkəb şəraitdə neft və qaz quyularının qazılması texnologiyasının təkmilləşdirilməsi*. Elm.
7. Səfərov, Y.İ., İbrahimov, R.S., Baxşəliyeva, Ş.O. (2014). Neft və qaz quyularının qazılmasında layların hidravliki yarıqla təzyiqinin təyin edilməsi. *Azərbaycan Neft Təssərrüfatı jurnalı*, 3, 16–19.
8. Şirəli, A., İbrahimov, R., Rzazadə, S., Baxşəliyeva, Ş. və b. (2000). *Neft-qaz quyularının qazılmasının texnikası və texnologiyası*. Elm.
9. Wang, X., Liu, H., Tang, Z. (2023). A comprehensive study of lost circulation and mud loss management in deep and ultra-deep wells. *Journal of Energy Resources Technology*, 145(1), 12035. <https://doi.org/10.1115/1.4068909>
10. Yang, M., Zhang, P., Zhang, X. (2023). New methods for real-time monitoring of lost circulation during drilling operations. *Journal of Petroleum Technology*, 75(9), 35–43. <https://doi.org/10.2118/125465-PA>
11. Zhou, Y., Wang, Y., Wu, G. (2022). A novel approach for predicting lost circulation in deep wells. *SPE Drilling & Completion*, 37(6), 759–767. <https://doi.org/10.2118/212295-PA>
12. Zhang, L., Song, W., Yu, Z. (2022). An integrated approach for lost circulation prevention in drilling operations. *Energy Reports*, 8, 1321–1329. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.03.086>

Daxil oldu: 05.10.2025

Qəbul edildi: 10.01.2026