

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

GEOTERMAL MƏNBƏLƏRDƏ QUYULARIN QAZILMASI ZAMANI MÜRƏKKƏBLƏŞMƏLƏRİN QARŞISINI ALMAQ ÜÇÜN TERMOHİDRODİNAMİK ÜSULLARIN İŞLƏNİB HAZIRLANMASI

İxtisas: 2523.01 – Quyuların qazılması texnologiyası

Elm sahəsi: Texnika

İddiaçı: **Samirə Əli qızı Musayeva**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2024

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikasının Dövlət Neft Şirkətinin "Neftqazəlmətdəqiqatlayihə" İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbərlər:

AMEA- nın müxbir üzvü, texnika
elmləri doktoru, professor

Tulparxan Şarabudinoviç Salavatov

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Yaqub İsmayıl oğlu Səfərov

Rəsmi opponentlər:

Texnika elmləri doktoru, dosent
Baurjan Tazhikenoviç Umrəliyev
Texnika üzrə fəlsəfə doktoru,
Piri Məmməd Paşa oğlu Quluzadə
Texnika üzrə fəlsəfə doktoru,
Rəu Həsən oğlu Vəliyev

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya
Komissiyasının Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin
nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.03 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri: **Texnika üzrə elmlər doktoru, dosent**

Arif Ələkbər oğlu Süleymanov

Dissertasiya şurasının
elmi katibi :

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Yelena Yevgenyevna Şmonçeva

Elmi seminarın sədri:

Texnika üzrə elmlər doktoru, professor

Eldar Məmməd oğlu Süleymanov

İmzaları təsdiq edirəm

ADNSU- nun

Elmi katibi, dosent

N.T. Əliyeva



GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Yanacaq-energetika balansına, eləcə də dövlətin geotermal energetikasına əhəmiyyətli investisiya qoyuluşunu təmin etmək üçün geomexaniki, hidromexaniki, hidrogeoloji, termofiziki, texnoloji və digər səmərəli geotermal enerji sistemlərinin yaranması və istismarı ilə bağlı problemlərin sistematik həllini hazırlamaq lazımdır.

Zaman keçdikcə geotermal enerji ilə əlaqəli sistemlər və komplekslər milli iqtisadiyyatın formalaşmasında və inkişafında getdikcə daha mühüm rol oynamalı, eyni zamanda davamlı iqtisadi artıma nail olmaq üçün mühüm amil olmalıdır.

Geotermal enerji bərpa olunan enerjinin potensial mənbəyidir, lakin onun davamlı və iqtisadi cəhətdən səmərəli olması üçün müvafiq qiymətləndirmənin aparılması tələb olunur. Bu baxımdan geotermal enerjinin çıxarılması üçün daha səmərəli üsulların işlənib hazırlanması da onu daha səmərəli etmək üçün lazımdır. Yerin altından enerjinin çıxarılması üçün məhsuldar texnologiya hazırlamaq və ondan istifadənin optimal planlarını tapılması tələb olunur.

Ən yaxşı hesablamaları üzə çıxaran etibarlı, hidrodinamik, termohidrodinamik və geotermal sistemlərin təməli istilik və energetikanın bir-biri ilə əlaqəli olan zəncirinin mühüm halqasıdır.

Azərbaycan Respublikasının ərazisində termal sular demək olar ki, hər yerdə mövcuddur. Termal sular əsasən məhsuldar təbəqənin Abşeron mərhələsinin çöküntüləri, Maykop süitləri, eləcə də təbəşir dövrünün çöküntüləri ilə məhdudlaşır. Bu istiqamətdə indiyə qədər aparılan tədqiqatlar ümumiyyətlə kəşfiyyat xarakterli olmuşdur.

2005-2015-ci illərdə Azərbaycanda alternativ enerjinin inkişafı üzrə milli proqram təsdiq edilmiş, Sənaye və Yanacaq Nazirliyinin tabeliyində alternativ enerji üzrə xüsusi agentlik yaradılmışdır. Buna görə də qazma və sement məhlullarının termofiziki, termohidrodinamik və reoloji xassələrinin vəziyyətinin qiymətləndirilməsi meyarlarının elmi və metodoloji əsaslarının işlənib hazırlanması optimal və zəruridir.

2021-ci ildən sonra Azərbaycanın Energetika Nazirliyi tezliklə respublikanın işğaldan azad edilmiş ərazilərində geotermal enerji mənbələrinin potensialının öyrənilməsinə başlamaq niyyətindədir.

Belə ki, Kəlbəcər rayonunda termal su ehtiyatı sutkada 3093 min kubmetr, Şuşada isə 412 kubmetr qiymətləndirilir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Alternativ enerji əldə etmək məqsədilə geotermal mənbələrdə quyu qazarkən fəsadların qarşısını almaq üçün termohidrodinamik üsulların işlənilib hazırlanması.

Tədqiqatın əsas vəzifələri. Azərbaycan Respublikası ərazisində geotermal mənbələrin termohidrodinamik xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi;

Geotermal quyuların qazılması zamanı Coul-Tomson effektinin termohidrodinamik təzyiq balansına təsirinin öyrənilməsi;

Qazma məhlulunun itkisinin qarşısının alınması metodunun işlənilib hazırlanması imkanlarının öyrənilməsi;

Qazma alətinin yapışmasının qarşısını almaq üçün metodun işlənilib hazırlanması imkanının öyrənilməsi;

Geotermal quyuların qazılması zamanı hidrostatik təzyiqin böyüklüyünə əhəmiyyətli təsir göstərən temperatur amilinin təsirinin inkişafı;

Elektromaqnit sahəsinin gərginliyinin qazma məhlulunun istilik keçiricilik əmsalına təsirinin öyrənilməsi;

Geotermal quyuların qazılması zamanı qazma və sement qarışıqlarının istilik keçiricilik əmsallarının təyini.

Qarşıya qoyulan vəzifələrin həlli üsulları. Qarşıya qoyulan vəzifələr nəzəri, laboratoriya və çöl tədqiqatlarının tətbiqi ilə həll edilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

Qazma alətinin yapışmasının qarşısının alınması üsulu;

Geotermal quyuların qazılması zamanı qazma məhlulunun itkisinin qarşısının alınması üsulu;

Quyuların qazılması zamanı yaranan fəsadlara quyu lay sistemində temperatur amilinin təsirinin müəyyən edilməsi üsulu və modelləri;

Qazma və sement məhlullarının termofiziki xassələrinin və elektromaqnit sahəsinin gücünün qazma məhlulunun istilik

keçiriciliyinə təsirinin qiymətləndirilməsi üsulu.

Tədqiqatın elmi yeniliyi

Qazma alətinin yapışmasının qarşısını almaq üçün bir üsul təklif olunur;

Geotermal quyuların qazılması prosesində qazma məhlulunun udulmasının qarşısını almaq üçün metod işlənib hazırlanmışdır;

Quyuların qazılması zamanı yaranan fəsadlara quyu lay sistemində temperatur amilinin təsirini təyin etmək üçün üsul və modellər təklif edilmişdir;

Qazma və sement məhlullarının termofiziki xassələrinin və elektromaqnit sahəsinin gücünün qazma məhlulunun istilik keçiricilik əmsalına təsirinin qiymətləndirilməsi metodu işlənib hazırlanmışdır.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti.

Qazma məhlulunun sıxlığının dəyişməsinə temperatur amilinin təsirinin müəyyən edilməsi üçün işlənib hazırlanmış üsul “Azneft” İstehsalat Birliyinin Sədan sahəsinin № 1862 və Lökbatan-Puta-Quşxana № 1703 nömrəli quyularına tətbiq edilmişdir. Hər iki quyu müvəffəqiyyətlə layihə dərinliyinə qədər heç bir çətinlik yaratmadan qazılıb.

İşin aprobasiyası.

Dissertasiya işinin əsas müddəaları məruzə edilmiş və müzakirə edilmişdir:

1. Eighth International Conference on Soft Computing, Computing with Words and Perceptions in System Analysis, Decision and Control ICSCCW–2015.

2. 12th International Conference on Application o Fuzzy Systems and Soft Computing, ICAFS – 2016.

3. V Международной научно-практической конференции молодых ученых «Энергия молодежи для нефтегазовой индустрии» - 2020.

4. Dedicated to the 98 th anniversary of the national leader Heydar Aliyev the 2nd international student research and science con-ference on “Petroleum Geoscience and Engineering” - 2021.

5. The XXII International Scientific Symposium “Turkic World Between East and West” Türk Dünyası (“Şərqlə Qərb arasında Türk dünyası”) Andijan/Uzbekistan – 2022.

6. Dedicated to the 99 th anniversary of the national leader Heydar Aliyev the 3rd international student research and science conference on “Petroleum Geoscience and Engineering” - 2022.

Nəşrlər. Dissertasiyanın əsas materialları 14 çap əsəri, o cümlədən 7 tezis şəklində çap olunub, onlardan 4-ü Beynəlxalq elmi-texniki konfranslarda (Vyena, Avstriya, Türkiyə, Tatarstan) təqdim olunub.

İşin strukturu və həcmi. Dissertasiya giriş, 4 fəsil, nəticə və təkliflərdən, 27 rəqəmdən, 13 cədvəldən, istifadə olunan ədəbiyyat siyahısından, o cümlədən 206 ad və 2 əlavədən ibarətdir. Simvolların ümumi sayı 164342-dir.

İŞİN QISA MƏZMUNU

Giriş, problemin aktuallığını, işin məqsədini əsaslandırır, tədqiqatın əsas məqsədlərini, onların həlli yollarını, elmi yeniliyi, əsas qorunan müddəaları, işin praktiki dəyərini, işin strukturunu və həcmi müəyyənləşdirir. Dissertasiya 4 fəsildən ibarətdir.

Birinci fəsildə nəzəri və çöl məlumatlarının texniki və texnoloji səviyyədə geotermal quyuların qazılması problemlərinin mövcud vəziyyətinin təhlili, “Neftqazəlmütədqiqatlayihə” institutunun elmi işləri, elmi-texniki ədəbiyyat, patentlər və 2011-2020-ci illərdə ABŞ, Almaniya və digər aparıcı ölkələrdə nəşr olunmuş sənədlər müzakirə olunur. Onların hamısı əsasən geotermal quyuların qazılması zamanı gözlənilən mürəkkəbləşmələrin qarşısının alınmasının termohidrodinamik üsulları üzrə dissertasiyanın tədqiqat mövzuna uyğundur.

Müasir enerji siyasətinin əsas diqqəti enerji səmərəliliyini artıracaq və enerji istehlakının ətraf mühitə təsirini azaldacaq tədbirlər tapmağa çalışır. Bu, qeyri-standart bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə üçün ümumi strategiyadır. Böyük potensiala malik bərpa olunan enerji növlərindən biri də praktikada geniş istifadə olunan geotermal enerjidir. Geotermal enerjinin zəngin təcrübəsinə baxmayaraq, Azərbaycanın yanacaq-enerji balansında geotermal enerjinin payı çox da böyük deyil. Geotermal enerjiden müasir istifadənin məhdud miqyası zəngin resurs bazasının potensialını açıq şəkildə nümayiş etdirir.

Geotermal suyun temperaturu onun yerindən asılı olaraq çox dəyişə bilər. Beləliklə, temperatur bir çox yerli və xarici təsnifatlarda qrunut sularını keyfiyyətinə görə bölmək üçün istifadə olunan meyardır. Qiymətləndirməyə yavaşmaların müxtəlifliyinə və temperatur diapazonunun seçilməsində yüksək şərtiliyə görə hələ də geotermal suların vahid təsnifatı mövcud deyil. Təbəşir çöküntülərində temperaturun dəyişmə intervalları Muradxanlı yatağında 71-150°C, Sorsorda 73-105°C, Carlıda 64-111°C, Duzdağda 98-136°C, Qaracallıda 80-105°C, Mil 86-110°C təşkil edir.

Yuxarıda qeyd olunanlardan əlavə ərazi üzrə temperatur ölçmələri də mövcuddur: Dəliməmmədli (101°C), Tərtər (123°C), Əmirarx (130°C), Zərdab (109°C), Sovetlər (127-138°C), Şirinqum

(118°C), Acıdərə (98°C), Ağcabədi (110°C), Borsunlu (148°C), Beyləqan (61°C).

Saatlı ərazisində temperatur ölçmələri yalnız 2890 m dərinlikdə 57°C, 8229 m dərinlikdə isə 144°C-ə yüksələn 1SG quyusunda aparılmışdır.

Ərazilər üzrə orta temperatur qiymətləri əsasında Yuxarı Təbəşir sulu təbəqəsi kompleksi üçün geotermal xəritə qurulmuşdur ki, ondan görünür ki, çökəkliyin əraziləri üzərində, çöküntülərin çıxma zonasından yer səthinə qədər, çökəkliyin cənub-qərb tərəfi ilə mərkəzi, ən çox su altında olan sahəyə keçərkən temperatur 80°C-dən 140°C-ə qədər yüksəlir. 140°C geoizotermnin təsvir etdiyi mərkəzi zona ümumiyyətlə bununla üst-üstə düşür.

Yevlax-Ağcabədi çökəkliyinin 9 sahəsində 27 quyuda aparılmış 66 ölçmə ilə eosen sulu təbəqə kompleksi işıqlandırılmışdır.

Dəliməmmədli, Duzdağ, Ağcabədi və Sovetlər əraziləri üçün ölçmə intervalı 98-119°C-dir. Borsunlu - 130-132°C və Şirinqum - 120-138°C-də bir qədər yüksəkdir. Qazanbulaq (97°C), Gökəkbəz (106°C), Əmirarx (130°C) əraziləri üzrə məlumatlar mövcuddur. Carlı ərazisində termal sular üst təbəşir çöküntülərindəki quyudan 20000 m³/sutka debiti və 100°C temperaturu ilə aşkar edilmişdir, suyun ildə verdiyi istilik miqdarı $1,4 \times 10^9$ Qkal (63 MVt) təşkil edir), bütün axın vaxtı (15 il) üçün çıxarılan istilik $21 \cdot 10^{10}$ Qkal təşkil etmişdir.

Kürdəmir rayonunda bir quyuda hasilatı 10 000 m³/sutka, mənsəbində temperaturu 82°C olan termal sular aşkar edilmişdir. Suyun daşdığı istilik miqdarı $7,5 \times 10^5$ Qkal (27 MVt) təşkil edir.

Yevlax-Ağcabədi çökəkliyinin Carlı sahəsində Yuxarı Təbəşir dövrü termal sular kompleksi perspektivlidir. Suyun temperaturu 90°C-dən yuxarı, axın sürəti təqribən 8000 m³/gün, istilik gücü 350 MVt-dir. Şirvanlı ərazisində bir quyuda hasilatı 3000 m³/sutka 60°C temperaturlu termal sular aşkar edilmişdir. Suyun daşdığı istilik miqdarı $1,1 \cdot 10^6$ Qkal (4,37 MVt) təşkil edir. Aparılan kəşfiyyat işləri əsasında Kür çökəkliyinin cənub-qərb tərəfində yaşayış və sənaye obyektlərinin, istixana və başqa obyektlərinin qızdırılması, kimyəvi cəhətdən nadir elementlərin alınması, iqtisadi cəhətdən səmərəli və

kompleks şəkildə istifadə oluna bilən, kifayət qədər termal su ehtiyatları vardır.

Geotermal quyuların tikintisi zamanı yaranan çətinliklər və qarşısının alınması və aradan qaldırılması üsulları

Enerjiyə yüksək tələbat və neft sənayesi ilə bağlı artan ekoloji narahatlıqlar səbəbindən geotermal yataqlar əla bərpa olunan enerji mənbəyi hesab olunur. Bu səbəbdən son onilliklər ərzində geotermal yataqlara çıxış üçün geotermal kəşfiyyat və qazma layihələrinin sayı əhəmiyyətli dərəcədə artmışdır. Geotermal enerji, geotermal yataqlarda quyuların qazılması və geotermal quyulardan çıxarılan termal sulardan istifadə edərək yerin istiliyinin ötürülməsi yolu ilə əldə edilə bilər. Neft sənayesində qazma texnologiyasında əldə olunan nailiyyətlər geotermal qazmanın inkişafının açarındır.

Geotermal quyular temperaturlarına görə üç kateqoriyaya bölünür: aşağı temperatur (150°C -dən az), orta temperatur (150 - 200°C) və yüksək temperatur (200°C -dən çox). Bununla belə, geotermal quyularda temperatur kritik suyun temperaturunu keçə bilər, bu zaman qazma və tamamlama prosesi getdikcə çətinləşir.

Lay şəraiti geotermal quyuların qazılmasında bir çox problemlərə, o cümlədən quyuların bütövlüyünə və itkilərinə nəzarətlə bağlı problemlər yaratmışdır. Yüksək temperaturlara əlavə olaraq, qazma baltalarının, gövdəsinin möhkəmliyinə, qazma və sement məhlulunun reseptlərinin seçiminə əlavə texniki məhdudiyyətlər qoyur. Bu şərtlər quyuların qazılması prosesində çətinliklərin öhdəsindən gəlmək üçün çoxlu sayda texnoloji tərəqqiyə ehtiyac yaradır. Quyu şəraitində və qazma əməliyyatları zamanı qazma məhlulunun xassələri haqqında dəqiq biliklər vacibdir. Qazmanın səmərəli olmasını təmin etmək üçün yarana biləcək problemlər minimuma endirilməlidir. Geotermal quyularda rast gəlinən yüksək temperatur qazma məhlulunun reologiyasına əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. Bundan əlavə, yüksək temperatur qazma məhlulunda mövcud olan polimer əlavələri məhv edir və qazma məhlulunun özlülüyünü azaldır, bununla da onun iş qabiliyyətini aşağı salır və qazma əməliyyatları üçün ciddi problemlər yaradır.

Neft və qaz quyularının qazılması sahəsində texnologiyaların və nailiyyətlərin geotermal sənayeyə ötürülməsi və avtomatlaşdırılmış əməliyyatlara keçid qazma işlərinin qənaətcil olmasını təmin edəcək və geotermal layihələrin həyata keçirilməsini daha məqsəduyğun edəcək.

Quyuların tikintisində qazma məhlulu xüsusi əhəmiyyət kəsb etdiyindən quyunun litoloji kəsilişindən və geoloji şəraitindən asılı olaraq qazma məhlulunun növünün və onun parametrlərinin düzgün seçilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Hal-hazırda dünyada müxtəlif sahələrin spesifik xüsusiyyətlərinə uyğun olan çoxlu sayda qazma məhlulları hazırlanmış və hal-hazırda istifadə edilməkdədir. Qeyd etmək lazımdır ki, quyuların tikintisi zamanı yaranan fəsadların əksəriyyəti qazma məhlulu ilə bağlıdır. Buna görə də quyunun litoloji kəsilişinə uyğun olaraq qazma məhlulunun növünün, reoloji parametrlərinin və sıxlığının düzgün seçilməsi mühüm şərtidir.

Geotermal, neft və qaz quyularının qazılması eyni texnologiyaya əsasən və eyni qazma məhlulu ilə aparıldığından, geotermal quyuların qazılması zamanı qazma məhlulunun göstəricilərini düzgün seçmək lazımdır. Dissertasiya işində temperatur amilindən asılı olaraq geotermal quyuların qazılması zamanı yarana biləcək fəsadlar və onların qarşısının alınması üsulları araşdırılmışdır.

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, geotermal quyuların qazılması neft və qaz quyularının qazılması texnologiyasından prinsipcə fərqlənir. Fərq ondadır ki, geotermal quyuların qazılması zamanı hidrodinamik təzyiqə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edən temperatur amilini nəzərə almaq lazımdır. Bunun üçün quyu konstruksiyasını seçərkən istiliyədavamlı material kimi qazma məhlulları üçün kimyəvi reagentlər, qoruyucu kəmərlər və onu bərkidilməsi üçün materiallar düzgün seçilməlidir. Məsələn; Yüksək istilikli quyuların qazılmasında böyük təcrübəyə malik olan İslandiya qoruyucu kəmərlərin möhkəmliyini hesablayarkən 2 (iki) təhlükəsizlik əmsalı götürür.

Geotermal quyuların layihələndirilməsi quyunun gözlənilən məhsuldarlığını və istismarını nəzərə almalıdır.

Yüksək istilikli quyuların qazılmasının mürəkkəbliyini

müəyyən edən əsas amillər, yüksək temperaturun və mürəkkəb geoloji şəraitin -udulma zonalarının olmasıdır.

Geotermal quyuların qazılmasının geoloji mürəkkəbliyi və ona qarşı mübarizə tədbiri kimi aşağıdakılar nəzərə alınmalıdır:

- yuyucu mayenin udulması;
- uçulma, tökülmə hallarının olması;
- quyu lüləsinin daralması;
- qazma alətinin tutulması;

Geotermal quyuların qazılması zamanı aşağıdakılar nəzərə alınmalıdır:

- lay mayesinin geoloji-texniki şəraiti, debiti, təzyiqi və temperaturu quyunun işçi layihələndə nəzərə alınmalıdır;

- yüksək kommersiya sürətinə nail olmaq üçün qabaqcıl qazma texnologiyalarından istifadə etmək lazımdır;

- qazma zamanı quyuda qəzaların və fəsadların qarşısını almaq üçün qazma məhluluna daim nəzarət etmək, onun parametrlərini və temperaturunu tənzimləmək lazımdır;

- quyu ağzında flüid təzahürünün qarşısını alan atqıya qarşı avadanlığın (AQA) və dördpilləli qazma məhlulunun təmizlənməsi sistemi üçün avadanlıq dəstinin tətbiqi;

- işçi layihəyə uyğun olaraq qoruyucu boru kəmərlərin quyu ağzına qədər sementlənməsi təmin edilməlidir;

- geotermal quyuların etibarlı bərkidilməsi üçün şlaklı-qumlu və ağırlaşdırılmış şlaklı-qumlu tamponaj sement materialından istifadə edilməlidir;

Qeyd etmək lazımdır ki, temperaturdan asılı olaraq qazma məhlulunun reoloji parametrlərinin və sıxlığının dəyişməsi qazma aləti aşağı endirilərkən quyudibi təzyiqə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Bu baxımdan, geotermal quyuların qazılması zamanı fəsadların qarşısını əvvəlcədən alınması üçün bu amil nəzərə alınmalıdır.

Geotermal və neft quyularının tikintisi zamanı yaranan fəsadların əsas növü qazma məhlulunun udulmasıdır. 2010-2019-cu illərdə Abşeron yarımadasında Kompleks Qazma İşləri tresti tərəfindən qazılan quyularda yaranan mürəkkəbləşmələrin təhlili göstərir ki, fəsadlar əsasən məhlul dövrünün itirilməsi ilə bağlı olub

və bunun ləğv edilməsi müddəti ümumi təqvim vaxtının 9-11% -ni təşkil edib. Qeyd etmək lazımdır ki, udulmanın ləğv edilməsi vaxtı qazma təşkilatlarının texniki-iqtisadi göstəricilərinə böyük dərəcədə mənfi təsir göstərir.

Qazma məhlulu udulması yalnız maddi xərclərdən ibarət deyilr; bu zaman məhsuldar layın kollektorluq xassələri də pisləşir ki, bu da əlavə neft itkilərinə səbəb olur.

Absorbsiyaların baş verməsində hər hansı qanunauyğunluqları müəyyən etmək və udma fenomeninə səbəb olan amillərin çoxluğuna görə udmaların qarşısının alınması və aradan qaldırılması üçün effektiv tədbirlər və texnologiya seçmək çox çətindir.

Müasir qazma məhlulu udulmasını qarşısını alınması üçün mübarizə üsulları aşağıdakılardır:

1. quyunun tikintisi zamanı qazma məhlulunun udulmasının qarşısını almaq üçün qabaqlayıcı tədbirlər;

2. qazma məhlulunun udulma zonalarının təcrid olunmasının xüsusi üsulları (məsələn, zonaya tamponların vurulması, izolyasiya işləri, profilli boruların quraşdırılması və s.).

Quyuların tikintisi dövründə qazma məhlulları udulmasını aradan qaldırılması çoxlu material və vaxt tələb edir, ona görə də profilaktik tədbir kimi udulmanın qarşısının əvvəlcədən alınması xüsusi iqtisadi əhəmiyyət kəsb edir.

Bu baxımdan qazma məhlulunun itkisinin qarşısının alınması tədbirlərinin tətbiqi və itkilərin aradan qaldırılması üçün texnoloji üsulların təkmilləşdirilməsi, maksimum iqtisadi nəticə verən yeni texnologiya və materialların tətbiqi son dərəcə vacibdir.

Profilaktik tədbirlər tətbiq edilərkən, əsasən müxtəlif ölçülü və təyinatlı inert doldurucular istifadə olunur. Doldurucuların effektivliyi açıq kanalın ölçüsünə uyğun olaraq doldurucunun ölçüsünün düzgün seçilməsindən asılıdır. Rogers V.F görə 200 mD-ə qədər keçiricilikli laylarda, əhəmiyyətsiz təzyiq düşmələri ilə (0,7 MPa-a qədər) gil hissəciklərinin 2-3 sm dərinliyə nüfuz edə bilər.

Amerikada 90% hallarda çatlı süxurları qazarkən itkilərin qarşısını almaq üçün qazma mayesinə doldurucu əlavə edilir. Doldurucu kimi müxtəlif materiallardan istifadə olunur: lifi, rezin qırıntıları, sellofan qırıntıları, çınqıl, qum, doğranmış saman, yonqar,

ağac qırıntıları, günəbaxan qabıqları, qoz qabıqları, dənəvər plastiklər, slyuda, karxana gilinin parçaları və digər materiallar.

Rusiyada müxtəlif inert doldurucular hazırlanmış və istifadə edilmişdir. Qazma və sement şlamlarına doldurucular əlavə edildikdə, onların tıxanma qabiliyyəti artır ki, bu da onların hazırlanması üçün şlamların və materialların sərfini azaltmağa, həmçinin izolyasiya işlərinə sərf olunan vaxtı azaltmağa kömək edir.

Xarici firmalar 500-dən çox müxtəlif növ və ölçüdə doldurucular istehsal edir və onlardan erkən xəbərdarlıq və udulmanın aradan qaldırılması məqsədilə istifadə edirlər.

Doldurucular aşağıdakı tələblərə cavab verməlidir:

- doldurucuların ölçüsü və forması açıq kanalı doldura biləcək şəkildə olmalıdır;

- doldurucu material müxtəlif kimyəvi emallara, təzyiqə və temperatura məruz qalmamalıdır;

Doldurucu materialın keçiriciliyi müxtəlif sıxlıqlı qazma məhlullarında istifadə üçün 400-1200 kq/m³ arasında dəyişməlidir.

- doldurucular aşındırıcı olmamalıdır.

- saxlama zamanı doldurucunun xassələri dəyişməməlidir.

Yüksək temperaturlu quyularda maye dövrənin itirilməsinin qarşısını almaq üçün aşağıdakı tədbirlər görülməlidir:

- məhlulun axın sürətinin (yuxarıya doğru axınının sürətinin) nizamlanması;

- qaldırma-endirmə əməliyyatlarında (QEƏ) sürət həddi;

- nasosları işə salmazdan əvvəl quyuda qazma məhlulunun yerdəyişməsi üçün qazma alətini fırlatmaq və oxboyu hərəkət etdirməklə dövrənin rəvan bərpası;

- quyu lüləsinə uyğun qazma kəmərinin aşağı yığımının (QKAY) düzgün seçilməsi;

- lay təzyiqinə uyğun olaraq, məhlulun sıxlığının azaldılması, o cümlədən qazlı məhlulların və köpüklü məhlulların istifadəsi;

- RSS-in tətbiqi (fırlanma ilə idarə olunan sistem);

- kipgəc əmələgəlməsinin qarşısının alınması;

Xaricdə udma zonalarını aradan qaldırmağın ən təsirli yolu doldurucuların köməyi ilə kanalların bağlanmasıdır.

Xaricdə udma zonalarını ləğv edərkən istifadə edilən üsullar:

yüksək suverimi olan məhlulların, gil-sement qarışıqlarının, dizel yanacaq gillə-sement qarışığı, tez tutuşan sement məhlulları, qoruyucu kəmərlə buraxılması, profil borularla təcrid və s.

Son illərdə ABŞ-da quyular, əsasən, quyular lay sistemində lazımi doldurucu tərkibindən istifadə edilməklə balanslaşdırılmış təzyiqdə qazılır.

Məqalənin müəlliflərinin fikrincə, ABŞ-da udma zonalarının aradan qaldırılması problemi praktiki olaraq həll olunmuş hesab olunur. Bir tərəfdən ABŞ-da udma zonalarından keçmə texnologiyasının yüksək səviyyədə olması, digər tərəfdən stratigrafiya kəsilişdə nəhəng karbonatlı kavernalı çatların olmamasıdır.

Beləliklə, yuxarıda göstərilən qısa təhlil göstərir ki, geotermal quyuların qazılması zamanı fəsadların qarşısını almaq və texniki-iqtisadi göstəriciləri yaxşılaşdırmaq üçün aşağıdakı kompleks üsulları və texnologiya tapşırıqları hazırlamaq lazımdır:

- yüksək temperatur qazma məhlulunda mövcud olan polimer əlavələrini məhv edir və qazma məhlulunun özlülüyünü azaldır, bununla da onun xüsusiyyətlərini pisləşdirir və qazma əməliyyatları üçün ciddi problemlər yaradır;

- “quyunun yaranma” sistemində temperatur fərqi geotermal quyuların qazılması zamanı yaranan fəsadlara təsiri;

- mədən məlumatlarının, su mənbələrinin təhlili əsasında Azərbaycan Respublikasında alternativ enerjinin inkişaf konsepsiyası tədqiq edilmişdir;

- geotermal quyuların qazılması zamanı baş verən fəsadlara temperatur amilinin təsirinə müəyyən edilməsi üçün innovativ elmi metodların və modellərin işlənilməsi;

- qazma prosesində qeyri-sabit quyular divarlarının qazılması zamanı yaranan fəsadlara zamanın təsirinə öyrənilməsi;

- tədqiqatın nəticələrini istehsalata tətbiq etmək və onların texniki-iqtisadi göstəricilərə təsirinə müəyyən etmək.

İkinci fəsildə alternativ enerji əldə etmək üçün geotermal mənbələrdə quyuların qazılmasının termohidrodinamik üsullarının işlənilməsi haqqında bəhs edilir.

Dünyada enerji istehlakının durmadan artması və yerin təkində

ənənəvi neft və qaz mənbələrinin, kömürün tədricən tükənməsi ilə əlaqədar alim və mütəxəssislərin diqqəti yeni enerji mənbələrinin axtarışına yönəlib. Eyni zamanda, çox perspektivli geotermal enerji xüsusi əhəmiyyət kəsb edir, çünki onun ehtiyatları məhdud deyil və istifadəsi ətraf mühitin pisləşməsinə səbəb olmur.

Yerin dərin istiliyinin daşıyıcısı termal su və porohidroteriyadır. Onların elektrik enerjisi sənayesində istifadəsi həm iqtisadi, həm də sanitariya-gigiyena baxımından neft, qaz, kömür, torf ilə rəqabət aparır.

Bundan əlavə, dünya iqtisadiyyatına qarşısızalmaz şəkildə yaxınlaşan enerji böhranı geotermal enerjinin bərpa olunan mənbələrindən biri olan termal sulardan istifadəni dövrümüzün ən mühüm problemləri sırasına qoyur.

Geoloji materialların təhlili göstərir ki, Talış-Lənkəran zonasında dərin quyular vasitəsilə temperaturu təxminən 100°C olan termal suları aşkar etmək olar.

Kiçik Qafqaz geotermal rejim baxımından xüsusi maraq kəsb edir. Onun mərkəzi və cənub hissələrində termal sular əsasən maqmatik süxurların, əsasən dördüncü dövr vulkanizminin inkişaf sahələri ilə məhdudlaşır. Bu bölgənin termoanomal hissələrinin geologiyasının bir xüsusiyyəti, şimal-qərb istiqamətinin daha qədim qırıqları üzərində anti-Qafqaz (eninə-Qafqaz) qırışlıqlığının üst-üstə düşməsidir.

Tanınmış kurort zonası İstisu (Kəlbəcər rayonu) çay boyunca 40 km-dən artıqdır. İstisu anomal istilik rejimi ilə xarakterizə olunur. Cənub yamaclarında (İstisu kurortu və Bağırsax sahəsi) geotermal pillə 2-5 m və ya daha az azalır və bütün kurort zonası üçün $18\text{ m}^{\circ}\text{C}$ -ə yaxındır, yəni. həm də Yer qabığı üçün orta göstəricidən çox azdır.

Tektonik cəhətdən dağılmış ərazilərdə temperaturun yüksəlməsi bəzən səthə qədər müşahidə edilir və karbon qazının çıxması müşahidə olunur. Qazma əməliyyatlarının göstərdiyi kimi, Bağırsax sahəsində termal suların temperaturu dərinlik artdıqca sürətlə artır və təxminən 100 m dərinlikdə 80°C -ə çatır.

Xəzəryanı-Quba zonasında (Böyük Qafqazın cənub-şərq yamacı) 8 xüsusi qazılmış quyuda temperaturu $50-84^{\circ}\text{C}$, ümumi debiti $12360\text{ m}^3/\text{sutka}$ olan termal sular aşkar edilmişdir.

Su ilə həyata keçirilən istilik miqdarı $4,2 \times 10^6$ Kkal (12MW) təşkil edir.

Geotermal elektrik və istilik stansiyalarının tikintisi üzrə son illərin dünya təcrübəsi iqtisadi cəhətdən səmərəli obyektlər üçün aşağıdakı texniki parametrləri göstərir: geotermal quyuların ağzında minimum temperaturlar aşağıdakı kimi olmalıdır:

- 120°C elektrik enerjisi istehsal etmək üçün;
- 80°C istilik əldə etmək üçün;

Geotermal yataqların işlənməsinin texnoloji sxeminin yaradılması mərhələsində qazma işlərinin aparılmasına dair tələblər, şərti şaquli, maili və hopizontal və çoxlüləli quyuların quyulara qazılmasını əhatə etməlidir. Eyni zamanda, çoxlüləli quyuların tikintisi üçün quyuların tipik layihələrini və dizayn profilinin növlərini hazırlamalıdır. Çoxlüləli quyuların qazılması üçün hazırda köhnə quyularda yan lülənin tikintisində istifadə olunan texniki vasitələr kompleksindən də istifadə edilə bilər.

Geotermal quyuların debitini artırmaq üçün çoxlüləli quyuların qazılması təklif olunur (şək. 2.4). Eyni zamanda, seçilmiş hidrodinamik parametrlərə əsasən və Maskat-Boçever hidrodinamik metodundan istifadə edərək, quyunun məhsuldarlığını müəyyən edirik:

$$\sum_{i=1}^n Q = \frac{2\pi \sum_{i=1}^n k_{mi} S_i}{\frac{2 \sum_{i=1}^n a_i t_i}{r_{ki}^2} + \ln \frac{r_{ki}}{r_i} - 0,75}$$

harada, Q – quyu məhsuldarlığı, $\text{m}^3/\text{gün}$

k_m - komplekslərin su keçiriciliyi, $\text{m}^2/\text{gün}$

S - səviyyənin yolverilən azalması həddi, m

a – istilik keçiriciliyi, $\text{m}^2/\text{gün}$

t – hesablama üzrə istismar müddəti (10^4cyT)

r – quyunun radiusu, m

r_k – şərti qidalanma radiusu, m , $\pi=3,14$

n – quyuların sayı

$$r = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$$

burada, F - termal su qəbulu sahəsidir.

Süzmə əmsalı su daşıyan süxurların keçiriciliyinin qiyməti ilə müəyyən edilir

$$K_{süz} = \gamma/\mu - k_{keç}$$

burada, γ - termal suyun xüsusi çəkisi, 1,0-1,01 q/sm³ kimi qəbul edilir.

μ – qəbul edilmiş suyun dinamik özlülüyü 0,01 p

$k_{keç}$ - süxur keçiricilik əmsalı, MD.

Bu düsturla Xəzəryanı-Quba neft-qaz regionunun məhsuldar yataqlarının süxurlarının süzülmə əmsalı hesablanıb. Səviyyənin yol verilən azalması $S=0,5$ qiymətinə görə termal sudaşıyıcı kompleksin effektiv gücü ilə müəyyən edilmişdir.

Üçüncü fəsildə geotermal quyuların qazılması prosesində fəsadların yaranmasına qazma məhlulunun temperatur amilinin təsiri öyrənilir.

Geotermal quyuların qazılmasının səmərəliliyinin öyrənilməsində - quyuya daxil olan flüidin qazma məhlulunun temperaturuna təsiri xüsusi maraq doğurur. Aparılan tədqiqatlar göstərdi ki, geotermal quyularda quyudibi zonası ilə qazma məhlulu arasında böyük temperatur fərqi olduqda, Coul-Tomson effektinə görə təzyiq düşgüsü əhəmiyyətli dərəcədə dəyişə bilər. Yuxarıda göstərilənlər, xüsusilə ənənəvi hidrodinamik üsulların effekt vermədiyi hallarda daha aktualdır.

Geotermal quyuların divarlarında hidrodinamik təzyiqin balansını hesablayarkən Coul-Tomson effektini nəzərə almaq lazımdır. Təzyiqləri tarazlaşdırmaq üçün temperatur diferensialının olması qazma mayesinin temperaturuna nəzarət etməklə normal qazma prosesini saxlamağa imkan verir.

Tapşırıq aşağıdakı kimi formalaşır: qazma geotermal quyusuna girişdə qazma məhlulunun temperaturu necə olmalıdır ki, hidrodinamik baxımdan qazma prosesi ağırlaşmadan getsin.

Məlumdur ki, quyuda təzyiq qazma məhlulunun sütununun hidrostatik təzyiqi ilə quyuda qazma məhlulunun hərəkəti nəticəsində yaranan hidrodinamik təzyiqin cəmi Pg.d., yəni.

$$P_{quyu} = \gamma \cdot l + P_{h.d}$$

harada l – quyunun dərinliyi;

γ – qazma məhlulun xüsusi çəkisi

Bu düstur ilə hesablanan quyudibi zonada təzyiq yuxarıda qeyd edildiyi kimi, Coul-Tomson effekti nəzərə alınmadan hesablanır.

Coul-Tomson effektinin təsiri nəzərə alınaraq, quyudibində təzyiq düsturla müəyyən edilir:

$$P'_{\text{IIJ}} = P_{\text{IIJ}} + \frac{1}{\alpha} (T_{\text{IIJ}} - T_{\text{CKB}})$$

Burada;

a- Coul-Tomson əmsalıdır. Müxtəlif mühit üçün dəyişir

Hidrodinamik və termofiziki nöqteyi-nəzərdən geotermal quyuların qazılmasının normal prosesi aşağıdakı şərtlər yerinə yetirildikdə təmin ediləcək:

$$\gamma l + P_{\text{г.д.}} = P_{\text{IIJ}} + \frac{1}{\alpha} (T_{\text{IIJ}} - T_{\text{CKB}}).$$

Məşhur Darsi-Veysbax düsturuna əsasən və Coul-Tomson effekti nəzərə alınmaqla bəzi riyazi çevrilmələrdən sonra həlqəvi fəzadakı termohidrodinamik təzyiqi təyin etmək üçün müvafiq düsturlar alınmışdır.

Buradan görünür ki, quyuda normal qazma prosesinin aparılması üçün

$$P_{\text{h.d}} = 1/a (T_{\text{lay}} - T_{\text{quyu}})$$

bərabərliyi təmin olunmalıdır.

Həlqəvi fəzada yaranan hidrodinamik təzyiqin qiyməti isə Darsi-Veysbax düsturu ilə təyin olunur.

Temperatur amilinin hidrodinamik təzyiqin qiymətinə təsiri öyrənilərək, Coul-Tomson effekti əsasında müəyyən edilmişdir ki, temperaturu 1°C dəyişən geotermal quyularda quyudibi təzyiqi 0,4 MPa dəyişir.

Beləliklə, Coul-Tomson effektinə əsaslanaraq, təzyiq balansını təmin edən temperatur fərqlərinin olması qazma məhlulunun temperaturuna nəzarət etməklə normal qazma prosesini saxlamağa imkan verir və texnoloji qazma işlərinə nəzarət etmək üçün effektiv parametrlərdən biridir.

Eyni fəsilə həmçinin geotermal quyuların qazılması zamanı qazma məhlulu dövrünün itirilməsinin qarşısının alınması üsulu təklif edilir. Nəzəri tədqiqatlar və mədən məlumatlarının emalı əsasında müəyyən edilmişdir ki, Coul-Tomson effekti quyu dibi lay

zonasında baş verir ki, bu da quyuların qazılması zamanı rast gəlinən müəyyən növ fəsadların və qəzaların qarşısını almaq üçün istifadə edilə bilər. Bəzi prosesləri idarə etmək üçün quyuların qazılması zamanı Coul-Tomson effektinin tətbiqinin mahiyyəti quyu dibi zonası lay ilə quyu arasındakı temperatur fərqi ilə əlaqədar təzyiq düşməsinə (ΔP) əks təzyiqlə (ΔP_0) kompensasiya etməkdir. Eyni zamanda təzyiqin düşməsi nəticəsində baş verən qəzaların da qarşısı alınır. Təzyiq düşməsinə əks təzyiqlə kompensasiya etmək prosesi müxtəlif yollarla həyata keçirilə bilər. Bununla belə, ən real yol, fikrimizcə, qazma məhlulunun quyu ağzının temperaturunun tənzimlənməsinə əsaslanan üsuldur. Beləliklə, problem aşağıdakı kimi tərtib edilir: quyu ağzında qazma məhlulunun temperaturu necə olmalıdır ki, Coul-Tomson effekti nəticəsində yaranan əks təzyiq quyu ilə dib lay zonası arasında təzyiq düşməsinə kompensasiya etsin.

Beləliklə, quyudan çıxan temperaturda (T_{10}) qazma məhlulunun dövriyyəsi üçün normal şəraiti təmin edən quyuya vurulan qazma məhlulunun (T_{20}) temperaturu quyu ağzında temperaturun dəyişməsi haqqında nəticə çıxarmağa imkan verir, həmçinin quyunun girişində və çıxışında "quyu əmələ gəlməsi" sistemində təzyiqin düşməsinə tənzimləmək üçün. Düsturundan göründüyü kimi quyudan çıxan qazma məhlulunun temperaturu T_{10} bir çox amillərdən asılıdır:

$$T = f(T_{\text{lay}}, Q, \Delta P, A, l)$$

Burada; T_{lay} - lay temperature, Q -məhsuldarlıq, ΔP -təzyiqlər fərqi, geotermik qradient, l -dərinalik.

Bu fəsildə geotermal quyuların qazılması zamanı qazma alətinin tutulmasının qarşısını alan üsul təklif edilir. Geotermal quyuları qazarkən qazma alətinin təzyiqlər fərqi təsirindən tutulması ən ağır fəsadlar kateqoriyasına aiddir və bir qayda olaraq, böyük maddi itkilərə səbəb olur. Bir sıra texnoloji amillər bu tip qəzaların meydana gəlməsi prosesinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir.

Praktikada bəzən qazma baltalarının tutulması səbəbindən də baş verir. Təbii ki, buna bir çox obyektiv və subyektiv səbəblər, xüsusən də qazılan süxurun süxur kəsici alətinin növü arasında uyğunsuzluq, qazma rejimi parametrlərinin düzgün seçilməməsi,

quyudibinin şlamlardan keyfiyyətsiz təmizlənməsi, qazma kəmərinə dəşikli borunun olması və s. səbəb ola bilər. Bununla belə, aparılmış hesablama və tədqiqatlar göstərir ki, suxur kəsici alətin quyu dibində uzunmüddətli (fasiləsiz) işləməsi və onun qeyri-qənaətbəxş soyuması zamanı baltanın 2-4 mm istilik təsirindən genişlənməsinə səbəb ola bilər ki, bu da yolverilməzdir. Buradan belə nəticə çıxır ki, baltanın tutulması ehtimal olunan bərk suxurları qazarkən, fasiləsiz qazma müddətini azaltmaq lazımdır.

Coul-Tomson effektinə əsaslanan geotermal quyuların qazılması zamanı qəzaların və fəsadların qarşısının alınması üçün təklif olunan metodun mahiyyəti belədir:

- geotermal quyuların qazılması zamanı temperatur amili nəzərə alınmalıdır;

- temperaturun dəyişməsi ilə sıxlıq azaldıqda qazma məhlulunu ağırlaşdırmağa ehtiyac yoxdur, lakin qazma məhlulunu deqazatordan keçirməklə onun sıxlığını tənzimləmək lazımdır. Bu zaman qazma məhlulu ağırlaşdırılarsa, qazma məhlulunun çəkisi quyuda əlavə fəsadlara (qazma alətinin yapışması, sirkulyasiyanın itirilməsi və s.) səbəb ola bilər.

- optimal variant kimi quyuda texnoloji əməliyyatlar (yuyulma, qazma) zamanı temperaturun dəyişməsinin qiymətinin həlqəvi fəzada yaradılmış hidrodinamik müqavimətə bərabər olması təklif edilmişdir, yəni;

$$P_{h.d.m} = \frac{1}{a} (T_{lay} - T_{quyu})$$

Temperaturdan asılı olaraq, qazma məhlulunun struktur özlülüyünün və sürüşmə gərginliyi həddinin dəyişməsi qazma aləti aşağı endirilərkən quyudibi təzyiqə daha çox təsir göstərir. Bu baxımdan, geotermal quyuların qazılması zamanı fəsadların qarşısını almaq üçün bu amil nəzərə alınmalıdır.

Həqiqətən də quyudakı məhlulun temperaturunu və ya məhlulun quyu ağzının temperaturunu idarə etməklə, $\Delta P=0$ olmasını təmin etmək olar, yəni. qazma borularının təzyiq düşgüsü təsirindən tutulmasının qarşısını almaq olar.

Məlumdur ki, quyuda qazma məhlulunun istiliyi,

$$T_{quyu} = T_{lay} - a(P_{quyu} - P_{lay})$$

Şərtini ödəməlidir.

Bu fəsildə nəzəri və mədən məlumatlarına əsaslanaraq, təmas temperaturu, sürtünmə qüvvəsi, təmas təzyiqi, mexaniki təsir kimi əsas amilləri nəzərə almaqla, tutulmuş qazma alətinin qarşılıqlı hərəkəti zamanı süxurların statik və dinamik deformasiyalarını təyin etməyə cəhd edilir. Onlardan birinin səthinin elastik təbəqə (keçirici süxurlar), ikincisinin isə sıxılmış sərt gövdə (qazma boruları) olmaqla birinə qarşı müəyyən qüvvə ilə sıxılması güman edilir.

Fəsildə geotermal quyuların qazılması zamanı su ilə doymuş süxurların keçiriciliyinin təyini təsvir edilmişdir.

Yerdəki istilik enerjisinin ən ümumi və güclü mənbəyi su ilə doymuş və quru süxurların istisidir. Bir çox ərazilərdə 3-5 km dərinlikdə 150-250% təşkil edir. Tipik bir temperatur artımı yerin dərinliyindən asılıdır və hər 100 metr dərinlik üçün təxminən $2,5-3^{\circ}\text{C}$ təşkil edir. 5 km dərinlikdə temperatur təxminən 125°C , 10 km-də isə təxminən 250°C -dir. Dərinliklə temperatur artımı sürəti bütün Yer kürəsində 25 dəfə əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir!

Neft, qaz və geotermal sular üçün dərin kəşfiyyat quyularından əldə edilən hidrogeoloji və geotermal məlumatların təhlilinin toplanmasına, həmçinin öz litoloji və hidrogeoloji tədqiqatlarımıza əsasən, Azərbaycan ərazisində geotermal suların formalaşması və yayılması üçün istilik enerjisi resurs modeli hazırlanmışdır. Yevlax-Ağcabədi termal artezian hövzəsinin təbaşir və paleogen yataqları.

Mövzunun aktuallığına baxmayaraq, hazırda geotermal quyuların termohidrodinamik tədqiqatları az öyrənilmişdir. Ona görə də bu işdə quyu ağzından alınan qazma məhlulunun sərf və təzyiqinin zamanla dəyişməsi haqqında məlumat əsasında su ilə doymuş süxurların keçiriciliyinin müəyyən edilməsi təklif edilir. Metod Laplas çevrilməsindən istifadə etməklə borularda və həlqəvi fəzada özlü elastik mühitin kvaziölçülü qeyri-sabit hərəkətinin tərs məsələsinin dəqiq həllinə əsaslanır.

Tərs məsələnin həlli, diferensial tənliklərə və sərhəd şərtlərinə daxil olan sabit əmsalları təyin etməkdir.

Dissertasiya işinin dördüncü fəslində geotermal quyuların qazılması zamanı termofiziki və reoloji xüsusiyyətlərin qazma və sement şlamlarının xassələrinə təsiri ilə bağlı tədqiqatlar təqdim olunur.

Quyuda boru-həqəvi fəza sistemində sabit istilik xüsusiyyətlərinə malik qazma və sement şlamlarının hərəkətinə baxaq. Orta sürət Vi -i nəzərə almaq vacibdir. Ox istiqamətdə temperaturun dəyişməsi radial istiqamətdə temperaturun dəyişməsindən daha böyük olduğu ehtimal olunur.

Geotermal quyuların dərinliyi boyunca qazma və sement məhlullarının axınının temperaturunun dəyişməsi diferensial tənliyi həll etməklə müəyyən edilə bilər.

$$\frac{\partial T_i}{\partial t} + V_i \frac{\partial T_i}{\partial z} = \alpha_i^2 \frac{\partial^2 T_i}{\partial z^2} \quad (1)$$

ilkin və sərhəd şərtləri aşağıdakı formada verilir

$$\begin{aligned} T_i(z, 0) &= T_{i0} + A_i z; \quad T_1(0, t) = f(t) \\ T_i(l, t) &= T_{i0} = \text{const}; \quad \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \frac{\partial T_1}{\partial z}(l, t) = \frac{\partial T_2}{\partial z}(l, t) \end{aligned} \quad (2)$$

Burada T_i – qazma və ya sement məhlulunun temperaturu;

A_i – temperatur qradienti;

z – koordinat;

α_i – temperatur keçiricilik əmsalı;;

l – quyun dərinliyi;

λ_1, λ_2 – müvafiq olaraq borunun və həlqəvi fəzanın istilik keçiricilik əmsallarıdır.

Təklif olunan metodun mahiyyəti (2) şərtlərində və əlavə olaraq verilmiş sərhəd şərti ilə (1) tənliyinin həllindən istifadə etməklə qazma və sement məhlullarının axınının istilik xüsusiyyətlərini λ_1, λ_2 müəyyən etməkdir.

$$T_2(0, t) = \varphi(t) \quad (3)$$

Verilmiş problemi həll etmək üçün Laplas çevrilməsindən istifadə olunur.

Qazma və sement məhlullarının istilik keçiricilik əmsalı quyuda ağzındakı temperaturdan asılı olaraq zamanla dəyişir, ona görə də zamanla temperaturun dəyişməsinə ölçməklə istilik keçirmə əmsalını müəyyən etmək olar. Bir quyuda müəyyən bir yerdə zamanla temperaturu ölçmək üçün istifadə edilə bilər. Temperaturun bu dəyişməsi sabit və ya zamanla dəyişə bilər.

İndi quyudibi temperaturun zamanla dəyişdiyi hal üçün sabit istilik xassələri olan qazma məhlulunun V_i orta sürətlə boru-halqa sistemində hərəkətini nəzərdən keçirək.

Ehtimal olunur ki, quyu boyu ox istiqamətdə temperaturun dəyişməsi radial istiqamətdə dəyişmədən daha olduğu nəzərə alınaraq, quyunun dərinliyi boyunca qazma məhlulu axınının temperaturunun dəyişməsi diferensial tənliyin həlli ilə müəyyən edilir:

$$\frac{\partial T_i}{\partial t} + V_i \frac{\partial T_i}{\partial z} = \alpha_i^2 \frac{\partial^2 T_i}{\partial z^2} \quad (i=1,2) \quad (4)$$

İlkin və sərhəd şərtləri aşağıdakı kimi verilir

$$T_i(z,0) = T_{i0} + A_i z; \quad T_1(0,t) = f(t) \quad (5)$$

$$T_2(\ell,t) = \psi(t) \quad \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \frac{\partial T_1}{\partial z}(\ell,t) = \frac{\partial T_2}{\partial z}(\ell,t) \quad (6)$$

Təklif olunan metodun mahiyyəti, (5) şərtlərində və əlavə olaraq verilmiş sərhəd şərti ilə (6) tənliyinin həllindən istifadə edərək, qazma məhlulunun axınının istilik keçiricilik əmsalını təyin etməkdir:

$$T_2(0,t) = \varphi(t) \quad (7)$$

Laplas çevrilməsini tətbiq edərək, əldə edirik:

$$\alpha_i^2 \frac{d^2 T_i^*}{dz^2} = S T_i^* - (T_{i0} - A_i z) + V_i \frac{dT_i^*}{dz} \quad (8)$$

Deməli, temperaturun bərpası prosesinin nisbətən ləng getdiyini nəzərə alsaq, $S \ll 1$ və deməli, güman etmək olar ki,

$$k_{i1} = 0; \quad k_{i2} = \frac{V_i}{\alpha_i^2} \cdot$$

Hidrostatik təzyiqin qiyməti qazma məhlulunun xüsusi çəkisini (təbii şəraitdə ölçülür) quyunun dərinliyinə vurmaqla müəyyən edilir.

Lakin bu, quyudibi temperatur və təzyiqin birgə təsiri nəticəsində qazma məhlulunun həcmi və sıxlığını dəyişdirməsinə səbəb olur. Bu amil adi halda nəzərə alınmır. Təzyiq nəticəsində

qazma məhlulunun həcmi kiçilir, temperaturun təsirindən isə genişlənir.

Statistik olaraq, təzyiqin və temperaturun dərinliklə xətti artımı şərti ilə quyudakı hidrostatik təzyiqin hesablanması düsturu aşağıdakı kimi təqdim edilə bilər.

$$P = \gamma \cdot H \cdot \varepsilon$$

harada, $\varepsilon = \frac{2-a\cdot\Gamma\cdot H}{2-b\gamma H}$ - korreksiya əmsalı;

γ - quyu ağzında qazma məhlulunun xüsusi çəkis, N/m^3 ;

H – quyunun dərinliyi, m;

Γ – geotermal gradienti, $^{\circ}C/m$;

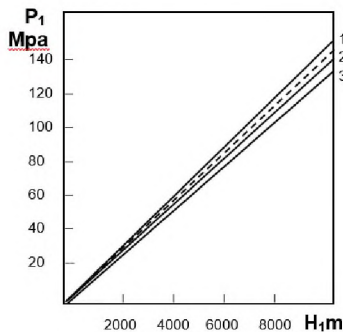
a – izobar istilik genişlənmə əmsalı, $1/^{\circ}C$;

b – təzyiqə qarşı izotermik sıxılma əmsalı, $1/\Pi a$.

Şəkil 1-də real qazma şəraiti ($\gamma=1400 N/m^3$; $a=4\cdot 10^{-4} 1/^{\circ}C$; $b=4\cdot 10^{-10} 1/\Pi a$).(8) düsturuna əsasən qurulmuş dərinliklə hidrostatik təzyiqin dəyişməsinin qanunauyğunluğu göstərilir.

Şəkil 1-dən göründüyü kimi, izotermik qradiyentin qiyməti quyunun dibində hidrostatik təzyiqin qiymətinə əhəmiyyətli təsir göstərir. Bunun səbəbi, izotermik gradient sabit olduqda a və b sıfırdır. Eyni zamanda, quyunun dərinliyi artdıqca, hidrostatik təzyiq hesablamalarının nəticələrində uyğunsuzluq artır, bəzən 10 MPa və daha çox olur.

Dərin quyuların qazılması zamanı ən çox rast gəlinən problemlərdən biri qazma dayandırıldıqdan sonra laydan qaz və ya mayenin quyuy daxil olmasıdır.



Şəkil. 1 Quyunun dərinliyi ilə müqayisədə quyuda hidrostatik təzyiq:

1;2;3 - $\Gamma = 0; 0,02; 0,040s/m$ uyğun olaraq

Eyni zamanda, kəmərin endirilməsi, geofiziki ölçmə, təmir işləri və s. dövrlərə görə də faktiki dayanma müddəti bir neçə günə çata bilər [41-51].

Misal. Zərdab yatağındakı 8 nömrəli quyuda təqribən 4158 metr dərinlikdə qazma alətini qaldırıb endirdikdən sonra aralıq yuyulma zamanı hidrostatik təzyiqin azalması baş verib. 115°C temperaturda qazma məhlulunun sıxlığı 1,97-dən 1,45 q/sm³-ə qədər azalmışdır. Növbəti yuyulma mərhələsi ilkin sıxlıq bərpa edildikdən və qazma aləti birbaşa quyu zonaya buraxıldıqdan sonra aparılır. Atqı xəttində yaranan təzyiqdə və qazma məhlulunun sıxlığında dəyişiklik (azalma) müşahidə olunur. Azərbaycanın kəşfiyyat quyuları qazılan sahələrində əksər dərin və yüksək temperaturlu quyuların qazılması zamanı bir sıra oxşar hadisələr müşahidə olunmuşdur.

Daha əvvəl qeyd edildiyi kimi, yüksək temperaturda qazma məhlulunun sıxlığını artırmaqla hidrostatik təzyiqin tənzimlənməsi məqsəduyğun deyil. Buna görə də qazma məhlullarının çökmə dayanıqlığını yaxşılaşdırmaq üçün tədbirlər görmək lazımdır. Bu halda ən real yollardan biri dərin quyuların qazılması prosesində yüksək temperaturda qazma məhlullarının dayanıqlığını təmin edən suda həll olunan polimerlər əsasında kimyəvi reagentlərin, eləcə də toz halında olan ağırlaşdırıcı maddələrin geniş tətbiqidir.

Qazma və qoruyucu kəmərlərin endirilməsi zamanı quyunun həlqəvi fəzada təzyiq və temperaturun eyni vaxtda artması alətin endirilmə sürətinin müəyyən edilməsi zərurətinə gətirib çıxarır ki, bu da həm hidravlik, həm də termik yarılmə ehtimalını istisna edir.

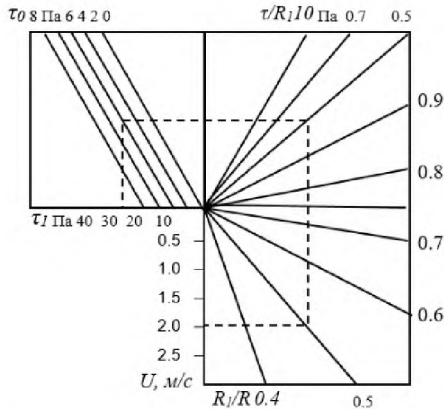
İstehsalat şəraitində hesablamaları asanlaşdırmaq üçün bu tədqiqatlar əsasında qazma və qoruyucu kəmərin endirilməsi prosesində qazma məhlulunun yuxarıya doğru axınının struktur və turbulent hərəkət rejimləri altında həlqəvari fəzada toxunan gərginliyini təyin etmək üçün qurulmuş nomogram şəkil 2-də göstərilmişdir.

Struktur hərəkət rejimi üçün nomogram bəzi sadələşdirmə nəticəsində əldə edilən düstura aşağıdakı düstura görə qurulur:

$$\tau = [\eta \gamma / \ln R_2 / R_1] \cdot [1 / (R_2 - R_1) + 3(R_2 + R_1) / 2(R_2 - R_1)] + 2\tau_0$$

Turbulent hərəkət rejimi üçün nomogram qurarkən aşağıdakı düsturdan istifadə olunur:

$$\tau = \varphi \rho u^2 / 32 \ln^2 R_2 / R_1$$



Şəkil 2. Boru kəmərinin endirilməsi zamanı həlqəvi fəzada qazma məhlulunun struktur hərəkət rejimində baş verən toxunan sürüşmə gərginliyini təyin etmək üçün nomogramma

Bundan əlavə, qazma və boru kəmərlərinin quyuya enməsi zamanı qazma məhlulunun həlqəvi fəzada yuxarı axını turbulent hərəkət rejimində Reynolds parametrinin ümumiləşdirilmiş qiyməti adətən 4000-dən çox olmur. Buna uyğun olaraq, həlqəvi fəzada hidravlik müqavimət əmsalı 0,03 ilə 0,035 arasında dəyişir.

Təbii ki, praktikada, xüsusən geoloji kəsiyində termiki dayanıqsız süxurların olduğu quyularda qazma və qoruyucu kəmərlərin endirilmə sürəti, temperatur və hidrodinamik təzyiqin yolverilən həddə dəyişməsinə təmin etməlidir. Eyni zamanda, təklif olunan nomogramlar əsasında, hidravlik və termik yarılmalar üçün, müvafiq olaraq, kəmərin endirilmə sürətlərinin kritik qiyməti, 0,75-ə bərabər olan təhlükəsizlik əmsalı nəzərə alınması tövsiyə olunur.

Bu fəsildə geotermal quyuların qazılması zamanı elektromaqnit sahəsinin gücünün qazma məhlulunun istilik keçiriciliyinə təsiri nəzərdən keçirilmişdir.

Elektrik keçiriciliyi olan keçirici qazma məhlulunun dairəvi boruda hərəkəti nəzərdən keçirilmişdir. Fərz edək ki, vahid maqnit

sahəsinin H (və ya induksiya B) intensivliyi qazma məhlulunun hərəkətinə perpendikulyar, E vahid elektrik sahəsinin intensivliyi isə B -yə perpendikulyardır.

Eninə elektromaqnit sahəsinin mövcudluğunda keçirici mayenin qeyri-stasionar hərəkəti üçün istilik keçiriciliyinin diferensial tənliyi aşağıdakı formaya malikdir:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + V \frac{\partial T}{\partial z} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \sigma(E + VB)^2$$

Burada; T -temperatura; V - məhlulun sürəti; α -istilikeçirmə əmsalı; σ – xüsusi elektrik keçiriciliyi; E - maqnit induksiyası; l - borunun uzunluğudur.

Məsələnin həlli üçün aşağıdakı ilkin və son şərtləri müəyyən edilir:

$$\begin{aligned} T(z, 0) &= T_0 \\ T(0, t) &= f(t) \\ T(l, t) &= \varphi(t) \end{aligned}$$

$\varphi(t)$ və $f(t)$ - borunun əvvəlində və sonunda temperaturun zamanla funksional asılılıqlarıdır.

Bu asılılıq keyfiyyətə təmiz metallar üçün alınan eksperimental asılılıqlara bənzəyir.

Laplas çevrilməsini tətbiq edərək işdə qeyd olunan riyazi hesablamalardan sonra əldə edirik:

$$\lambda = \frac{\alpha(T_1 - T_0)P_e l(e^{P^2} - 1)}{P_e^2(T_1 - T_2) + P_e G l^2 e^{P_e} + \sigma l^2}$$

Qeyd edək ki, B parametri λ dəyərlərinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir və E -nin artması ilə eyni T dəyərlərində ölçüsüz istilik keçiriciliyi artır. Aşağı temperaturda E -nin istilik keçiriciliyinə təsiri xüsusilə nəzərə çarpır - B -də artım bir neçə miqyasda arta bilər.

Geotermal sistemlərin optimallaşdırılması üçün etibarlı metodların və modellərin yaradılması istilik enerjisinin inkişafının bir-biri ilə əlaqəli olan ən vacib halqalarından biridir.

Qazma prosesi zamanı quyunun divarlarını təşkil edən süxurların gərginlik vəziyyətinə müxtəlif amillər, o cümlədən quyuda yaranan hidrodinamik təzyiqin qiyməti və onun dəyişməsi, həmçinin filtrasiya, qazma məhlullarının reoloji xassələrini və fiziki-kimyəvi parametrləri təsir edir.

Məlumdur ki, quyunun divarlarının deformasiyası nəticəsində quyu divarının uçması, tökülməsi nəticəsində mürəkkəbləşmələri yaranmasına səbəb olur ki, bu da öz növbəsində qazmanın texniki-iqtisadi göstəricilərinin aşağı düşməsinə, bəzi hallarda isə quyunun ləğv edilməsinə səbəb olur. Azərbaycanın əksər yataqlarında geoloji bölmənin əsas hissəsini gil çöküntülər təşkil etdiyi üçün bu problem geotermal quyuların qazılması üçün çox aktualdır. Hazırda bu məsələ ilə bağlı Azərbaycanda və xaricdə müəyyən təkliflər irəli sürülüb və müxtəlif tədbirlər keçirilib. Bu işlər gərginliyin tənzimlənməsindən asılı olaraq üç sahəyə bölünür: quyuda təzyiq, filtrasiya və fiziki-kimyəvi proseslərin tənzimlənməsi. İkinci və üçüncü istiqamətlər üzrə həyata keçirilən tədbirlərin mahiyyəti qazma məhluluna xüsusi inhibitor əlavələrinin əlavə edilməsindən ibarətdir. Bu əlavələrin əksəriyyəti neft və qaz quyularının qazılması üçün istehsal olunur və həmin əlavələrin geotermal quyuların qazılmasında istifadəsi mümkündür.

NƏTİCƏ VƏ TÖVSIYƏ

1. Azərbaycan Respublikası ərazisində qazılmış geotermal quyuların təhlili əsasında qazma işlərinin termohidrodinamik xüsusiyyətləri öyrənilmiş və istilik yataqları olan sahələrin xəritəsi dəqiqləşdirilmişdir;

2. Sahə məlumatları əsasında Azərbaycan Respublikasında su mənbələri və alternativ enerjinin inkişaf konsepsiyası öyrənilmişdir.

3. Temperatur amilinin hidrodinamik təzyiqin qiymətinə təsiri öyrənilmiş və Coul-Tomson effekti əsasında müəyyən edilmişdir ki, temperaturu 1°C dəyişən geotermal quyularda quyudibi təzyiqi 0,4 MPa dəyişir.

4. Geotermal quyuların qazılması zamanı qazma məhlulunun udulmasının qarşısını almaq üçün temperatur amili nəzərə alınmaqla termohidrodinamik tədqiqatlara əsaslanan üsul işlənib hazırlanmışdır.

5. Geotermal quyuların qazılması zamanı mexaniki deformasiyalar nəzəriyyəsi əsasında qazma alətinin tutulmasının qarşısını almaq üçün üsul işlənib hazırlanmışdır.

6. Geotermal quyuların məhsuldarlığını artırmaq üçün Muskat-Boçever nəzəriyyəsinin düsturlarından istifadə etməklə seçilmiş hidrodinamik parametrlər əsasında çoxlüləli geotermal quyuların qazılması təklif olunur.

7. Bu texnologiya üzrə Azneft İB-nin Sədan sahəsi 1862, Lökbatan-Putu-Quşxana yatağında yerləşən 1703 sayılı quyularda tətbiq edilmişdir və mürəkkəbləşmə baş vermədən qazılmışdır.

**Dissertasiyanın əsas məzmunu aşağıdakı elmi əsərlərdə
dərc edilmişdir:**

1. Gurbanov, Rf.S., Musayeva, S.A. Formation and bottom hole simulation techniques Application characteristics the Premium smaac. Azerbaijan and Caspian Sea Oil and gas week November 11-13, 2013. p.111-124.

2. Gurbanov, Rf.S., Musayeva, S.A. A new approach to selection of well spacing density at oil and gas fields. Eighth International Conference on Soft Computing, Computing with Words and Perceptions in System Analysis, Decision and Control ICSCCW–2015. p.351-358.

3. Gurbanov, Rf.S., Ahmedov, Z.M., Musayeva, S.A. Advanced well spacing system application in the development of oil and gas fields. Procedia Computer Science Volume 102, 2016, p.446-452.

4. Салаватов, Т.Ш., Сафаров, Я.И., Мусаева, С.А. К определению времени релаксации горных пород, слагающих стенки ствола, при бурении геотермальных скважин. «Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya» ETİ, Elmi əsərlər XX cild, Bakı, 2020, səh.38-41.

5. Мусаева, С.А. Определение значений проницаемости водонасыщенных пород при бурении геотермальных скважин. V Международной научно-практической конференции молодых ученых «Энергия молодежи для нефтегазовой индустрии». Альметьевск, 2020. с.264.

6. Сафаров, Я.И., Бахшалиева, Ш.О., Асадова, Г.Ш., Мусаева, С.А. Определение гидравлических характеристик бурового раствора при бурении геотермальных скважин для предотвращения осложнений. «Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya» ETİ, Elmi əsərlər XXI cild, Bakı, 2021, s.10-15.

7. Səfərov, Y.İ., Səmədov, V.N., Şirinov, M.M., Bağirov, A.Ə., Musayeva, S.Ə. Geothermal quyuları qazan zamanı tektonik aktivliyin mürrəkkəbləşmələrə təsirinin tədqiqi. «Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya» ETİ, Elmi əsərlər XXI cild, Bakı, 2021, s.83-92.

8. Мусаева, С.А. К методу освобождения прихваченного бурильного инструмента при бурении геотермальных скважин с учетом контактных факторов. Geothermal quyuları qazan zamanı tektonik aktivliyin mürrəkkəbləşmələrə təsirinin tədqiqi. «Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya» ETİ, Elmi əsərlər XXI cild, Bakı, 2021, s.141-146.

9. Musayeva, S.A., Safarov A. Study of drilling mud properties and well control issues in HPHT wells. Dedicated to the 98 th anniversary of the national leader Heydar Aliyev the 2nd international student research and science conference on “Petroleum Geoscience and Engineering” 20-22 april, 2021. p. 282-283.

10. Musayeva, S.A., Nematov E. Economical Consideration Of Horizontal, Vertical And Slanted Wells In The Pirallahi Field. Dedicated to the 98 th anniversary of the national leader Heydar Aliyev the 2nd international student research and science conference on “Petroleum Geoscience and Engineering” 20-22 april, 2021. p. 284-285.

11. Мусаева, С.А. Влияния температурного фактора на величину гидростатического давления при бурении геотермальных скважин. «Нефть и газ». Казахстан. 2022. №2, с.103-108.

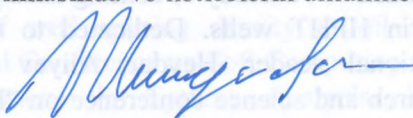
12. Салаватов, Т.Ш., Сафаров, Я.И., Мусаева, С.А., Асадова, Г.Ш. Борьба с осложнениями, связанными с деформацией стенок ствола при бурении геотермальных скважин. Azərbaycan Neft Təsərrüfatı. 2022. №3. s.19-23.

13. Мусаева, С.А. К методу освобождения прихваченного бурильного инструмента при бурении геотермальных скважин с учетом контактных факторов. The XXII International Scientific Symposium “Turkic World Between East and West”. Türk Dünyası (“Şərqlə Qərb arasında Türk Dünyası”) Andijan/Uzbekistan. January 29, 2022, c. 240-243.

14. Musayeva, S.A., Gurbanov V. Analysis of formation damage during drilling of slanted wells. Dedicated to the 99 th anniversary of the national leader Heydar Aliyev the 3rd international student research and science conference on “Petroleum Geoscience and Engineering” 18-29 april, 2022. p.81-83.

Həmmüəlliflərlə yerinə yetirilən işlərdə müəllifin şəxsi xidməti

İşlər [5, 8, 11, 13] müstəqil, işlərdə [1-4, 6-7, 9, 10, 12] problemin qoyulmasında, tədqiqatın aparılmasında və nəticələrin ümumiləşdirilməsində iştirak, işdə [14] problemin formalaşdırılmasında və nəticələrin ümumiləşdirilməsində iştirak.



Dissertasiyanın müdafiəsi 24 iyun 2024-cü il tarixində saat 11-də Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.03 – Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ1010, Bakı şəhəri, D. Əliyeva küç., 227.

Dissertasiya ilə Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 24 May 2024-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 17.05.2024
Kağızın formatı: A5
Həcm: 41256
Tiraj: 30