

## РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

© R.Ə.Musayev, T.K.Cəbraylova, S.Z.Cəfərli, 2009

## SÜXURUN HİDROFİL VƏ HİDROFOBLUĞUNUN SU TƏCRİDİNƏ TƏSİRİ

R.Ə.Musayev, T.K.Cəbraylova, S.Z.Cəfərli

*Azərbaycan MEA Geologiya İnstitutu  
AZ1143, Bakı, H. Cavid pr., 29A*

Süxur səthinin hidrofil və hidrofobluğunun lay suyunu selektiv təcrid etməyə təsiri təcrübi tədqiqatlarla öyrənilmiş və müqayisə edilmişdir. Eyni zamanda su axınına qarşı hidrofil və hidrofob xassəli məsaməli mühitdə yaranmış ekranın davamlılığına təzyiq qradientinin təsiri öyrənilmişdir. İstifadə edilmiş kvarts qumu səthi müxtəlif islatma qabliyyətinə malik olan səthi-fəal maddə məhlulları ilə işlənilmişdir.

Məlumdur ki, hasilat quyularının vaxtından əvvəl lay suyu ilə sulaşması məhsulda neft miqdarını azaltmaqla yanaşı, lay enerjisinin də səmərəsiz istifadəsinə səbəb olur. Quyudibinə su ötürücü kanalların yaranma şəraitinin mürəkkəbliyi təcrid işlərinin səmərəliliyinə öz təsirini göstərir.

Su axınına qarşı istifadə edilən kimyəvi maddələrin ən səmərəlisi neftli sahənin keçiriciliyini dəyişməməklə su ötürücü makrokapillyarları təcrid etmə qabiliyyətinə malik olanlardır. Selektiv üsulda istifadə edilən bu kimyəvi maddələr layın sulaşmış sahəsinə təsir etməklə yanaşı, digər müsbət xüsusiyyətlərə də malik olduqlarından təcrid-təmir işləri xeyli sadələşir.

Cari ədəbiyyatın təhlili ilə müəyyən olmuşdur ki, hazırda geniş istifadə olunan, silikat məhluluna müxtəlif xassəli maddələrin əlavə edilmiş qarışığı ilə sulaşmaya məruz qalmış hasilat quyularında təcrid-təmir işlərinin aparılması və onların neft veriminin artırılması daha məqsəduyğundur.

Qeyd edilir ki (Старшов və b., 1997), natrium silikat digər çöküntü verən maddələrə nisbətən hazırkı dövrdə daha tez tapılan, qiyməti ucuz, texnoloji cəhətdən isə tətbiqi çətin olmadığı üçün neft və bitum yataqlarının işlənməsində, eləcə də hasilat quyularının sulaşmasına qarşı mübarizədə geniş istifadə oluna bilər.

İstismar quyularında su axınına təcrid etmək üçün işlənmiş kaustik soda (80-92%) və maye şüşə (2-20%) əsasında tərkib işlənmişdir (Хлебников və b. 1997a). Bu məqsəd üçün 5%-li işlənmiş qələvi və 60-95%-li poliqlikol su məhlulları da istifadə oluna bilər (Хлебников və b., 1997b).

İşlənilmənin son mərhələsində olan qeyri-

bircins layların neft verimini stabilləşdirmək və yaxud artırmaq üçün su vurucu quyulara ardıcıl olaraq qələvi, poliakrilamid və ikivalentli metal duzları məhlulları vurulması tövsiyə edilmişdir (Бриллиант və b., 1998).

Kiçik təzyiqli layların maye udmaya malik olan sahəsinə təcrid etmək üçün natrium silikat və polimer maddələrinin kimyəvi reaksiyasını tənzimləmək və müəyyən çöküntü miqdarına nail olmaqla yanaşı, müxtəlif doldurucu (taxta ovuntusu, elastiki sintetik maddə və s.) maddələrdən istifadə edilməsi təklif olunur (Айдуганов və b., 1998).

Neftlə birlikdə istehsal edilən lay suyunun həcmi azaltmaq üçün quyudibinin neftli sahəsinə hidrofoblaşdırma qabliyyətinə malik olan məhlul, bunun əksinə, sulaşmış zonaya isə natrium silikat tipli maddə məhlullarının vurulması (Старковский, 1998) təklif olunur.

Qeyri-bircins layların hasilat quyularında su axınına qarşı yüksək davamlığa malik olan təcrid edici kütlənin alınması mümkünlüyü qələvi və ikivalentli metal xlorid duzları əsasında tədqiq edilmişdir (Старкова, 1998).

Kənar su axınına qarşı maye şüşə (8-10%), bitum (50-60%), polivinil spirti (1,2-2,0%), kömür tozu (1,5-2,0%) və karbohidroqenli həlledici əsasında tərkib işlənmişdir (Новомлинский və b., 1998). Bu məqsəd üçün maye şüşə və kalium xlor duzu məhlullarının birlikdə kəmərxəşi lay zonasına da vurulması təklif olunmuşdur (Комаров və b., 1998).

Qeyri-bircins laylarda neftin su ilə sıxışdırılmasının rəvan getməsinə təmin etmək üçün

təyyarə istehsal edən zavodların qələvi tullantı suları, kraxmal və alüminium metal duzu əsasında tərkib məsləhət görülmüşdür (Кочетков və b., 1998).

Təcrid-təmir işlərində 10%-li silikat məhlulunun səmərəliliyini artırmaq üçün ona 0,01-0,5% polimer, 0,01-3,0% taxta ovuntusu əlavə edilməsi təklif olunur (Горбунов, 1999).

Silikat əsaslı qarışıq maddələrlə su axınına qarşı mübarizə üsullarının səmərəliliyini artırmaq üçün əvvəlcə quyudibi zonanın xlorid turşusu məhlulu və yaxud doymamış karbohidrogenli həlledicilərlə təmizlənməsi məsləhət görülür (Старшов, 2000). Bu məqsəd üçün yüksək minerallaşma dərəcəsinə malik olan (100-250q/l) suda hazırlanmış 4-5%-li silikat məhluluna 0,4-0,6% oksietilsellüloza da əlavə edilməsi təklif olunur (Патент 2160363 Россия).

Silikat (10,3-12,9%) məhlulunun məsaməli mühiti təcrid etmə qabiliyyətini artırmaq üçün məhlula 2,2-8,5% çoxatomlu spirt, 2,3-4,6% alüminium xlorid və 0,2-0,3% şüşə mikroqırıntıları əlavə edilməsi təklif edilir (Цыцымушкин və b., 2001). Silikat və qələvi maddələrinin ayrılıqda, eləcə də qarışıq məhlullarının çöküntü vermə mexanizmi tədqiq edilmiş (Musayev və b., 2004) və korrelyasiya üsulu ilə çöküntü miqdarının komponent tərkibindən asılılıq modeli verilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, silikat və qələvi qarışıq maddələrinin maksimal çöküntüsü onların 3:2 nisbətindəki məhlullarının cod və yaxud qələvili lay suları ilə qarışdıqda baş verir. Lay suyu tərkibində olan birvalentli natrium və kalium qeyri-metal duz ionları ilə məhlulda olan qələvi və silikat molekulları arasında gedən kimyəvi reaksiya nəticəsində əmələ gələn duzlar suda həll olaraq heç bir çöküntü vermirlər. Amma ikivalentli kalsium və maqnezium xlorid duzları kristallik çöküntü verirlər. Kalsium xlorid duzu maqnezium xlorid duzuna nisbətən daha çox çöküntü yaratma qabiliyyətinə malikdir.

Qeyd edilir ki (Musayev və b., 2007), temperaturun yüksəlməsi zamanı silikat məhlullarının müxtəlif tip lay suları ilə qarışması nəticəsində əmələ gələn qeyri-üzvi çöküntünün miqdarı azalır. Bunun əksinə olaraq, qələvi və silikat-qələvi məhlulları ilə lay suları duzları arasında gedən kimyəvi reaksiya nəticəsində əmələ gələn çöküntünün miqdarı artır. Yuxarıda göstərilən hər iki şərait üçün isə çöküntünün çökmə vaxtı azalır.

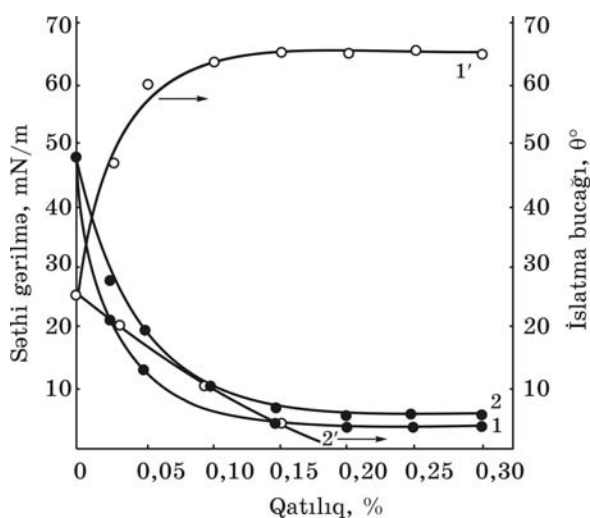
Aparılmış çoxsahəli tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, silikat-qələvi maddələrinin 3:2

nisbətindəki qarışıq məhlulları ilə vaxtından əvvəl sulaşmaya məruz qalmış hasilat quyularında təcrid-təmir işləri aparmaq daha səmərəli və məqsəduyğundur (Musayev və b., 2004; Musayev və b., 2007). Bu qarışıq məhlul ilə «Abşeronneft» NQÇİ-nin 4 quyusunda aparılmış təcrid-təmir işləri neftə görə hasilatı artırmağa və bunun əksinə, neftlə birlikdə istehsal edilən lay suyunun azalmasına imkan vermişdir.

Şübhəsiz ki, təcrid-təmir işlərinin səmərəliliyinə quyudibi məsaməli mühit səthinin hidrofily və hidrofobluğunun təsiri olmalıdır. Bu amil bu günə kimi öyrənilməmişdir. Bu məqsədlə silikat-qələvi qarışıq maddə məhlulları ilə yaradılmış ekranın davamlılığına məsaməli mühitin hidrofily və hidrofobluğunun təsiri tədqiq edilmişdir.

Tədqiqat üçün seçilmiş şkonau WON və katapin-A səthi-fəal maddə məhlullarının polyar hissəciklərdən təmizlənməmiş kerosin sərhədində səthi-görilmə və kvars lövhəsi səthini islatma qiymətləri təyin edilmişdir (1-ci şəkil). Səthi-görilmə əmsali qiymətlərinin məhlulun qatılığından asılılıq əyrilərinin təhlili (əyri 1 və 2) ilə müəyyən olur ki, süxur səthini hidrofily və hidrofoblaşdırmaq üçün bu maddələrin suda 0,15%-li məhlulları daha məqsəduyğundur. Seçilmiş qatılıqlı məhlullar suyun polyar hissəciklərdən təmizlənməmiş kerosin sərhədində səthi-görilmə qiymətlərini 47,3 mN/m-dən 5 mN/m-ə qədər aşağı salır. Qatılığın sonrakı artımı səthi-görilmə qiymətlərini praktiki olaraq dəyişmir. Bu maddə məhlullarının kvars lövhəsi səthini islatma qabiliyyətlərinin (əyri 1' və 2') təhlili ilə müəyyən edilmişdir ki, ionlaşmayan şkonau WON səthi-fəal maddə məhlulları səthi hidrofilyləşdirmə qabiliyyətinə malikdirlər. Bu maddənin 0,15%-li məhlulu praktiki olaraq kvars səthini təmiz isladır. Bunun əksinə, kationları fəal olan katapin-A maddəsi məhlulları hidrofoblaşdırma qabiliyyətinə malik olduğu üçün səthin su ilə islanmasını pisləşdirir və məhlulla islanma bucağı suya nisbətən 40° artır.

Süxur səthinin hidrofily və hidrofobluğunun təcrid üçün yaradılan ekranın davamlılığına təsirini öyrənmək üçün uzunluğu 1,0 m, diametri 0,025 m quyudibi lay modellərində təcrübələr aparılmışdır. Süxur nümunəsi olaraq kvars qumu götürülmüşdür. Düzəldilmiş modellərin məsaməliliyi 29-27%, Kür suyuna görə keçiricilikləri isə 1,5-1,4 mkm<sup>2</sup> arasında olmuşdur. Hazırlanmış modellərdən sabit təzyiq düşgüsündə 0,15%-li səthi-fəal maddə məhlulları süzülmüş və 48 saat dincə qoyulmuşdur.



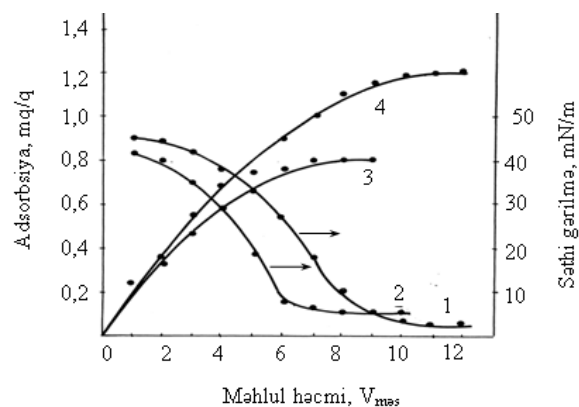
**1-ci şəkil.** Katapin -A (1) və şkonau WON (2) məhlulları qatılığından asılı olaraq islanma bucağının (1', 2') və səthi-gərilmənin (1, 2) dəyişmə dinamikası

Quyudibi lay modellərindən məhlul süzülməsi prosesində dinamik adsorbsiya amili də öyrənilmişdir (2-ci şəkil). Şəkildə verilmiş 3 və 4 əyriyənin təhlili göstərir ki, kationları fəal və səthi hidrofoblaşdırma qabiliyyətinə malik olan katapin-A səthi-fəal maddəsinin 0,15%-li su məhlulundan kvars qumundan hazırlanmış məsaməli mühit səthinə polimolekulyar fiziki adsorbsiya miqdarı ionlaşmayan şkonau WON maddəsinə nisbətən 0,4 mq/q çoxdur. Qeyd etmək lazımdır ki, bu maddələrin süxur səthində monomolekulyar adsorbsiya miqdarı 0,25 mq/q-dən çox olmamalıdır. Lakin tədqiqat nəticəsində katapin-A və şkonau WON maddələri üçün müvafiq olaraq alınmış 1,2 və 0,8 mq/q adsorbsiya miqdarları göstərir ki, kvars qumundan hazırlanmış məsaməli mühit səthində çoxqatlı adsorbsiya prosesi baş verir. Qeyd etmək lazımdır

ki, məsaməli mühitdən 7 həcm 0,15%-li şkonau WON məhlulu keçdikdən sonra adsorbsiya son doyma miqdarına (0,8mq/q) çatır və modeldən çıxan məhlul qatılığının kerosin sərhədində səthi-gərilmə qiyməti (2-ci şəkil, əyri 2) praktiki olaraq öz ilkin qiymətinə (5,0mN/m) bərabər olur. Bu xüsusiyyət katapin-A məhluluna da aiddir (2-ci şəkil, əyri 1).

Quyudibi lay modelindən şkonau WON və katapin-A məhlulları süzülərkən məsaməli mühitdə hidrofilyar və hidrofob xüsusiyyətli səthlərin yaranmasına nail olunmuşdur.

İkinci seriyə tədqiqatlarda süxur səthi hidrofilyar və hidrofobluğunun silikat-qələvi qarışığı məhlulunun suyu təcrid etmə səmərəliliyinə təsiri tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir, ki silikat və qələvi məhlullarının 3:2 nisbətindəki komponent tərkibi maksimal çöküntü vermə qabiliyyətinə malikdir (cədvəl).



**2-ci şəkil.** Səthi-gərilmə (1, 2) və adsorbsiyanın (3, 4) məhlul həcmindən dəyişmə dinamikası. Katapin-A (1, 4) və şkonau WON (2, 3) məhlulları

Çöküntü miqdarı, mq/l

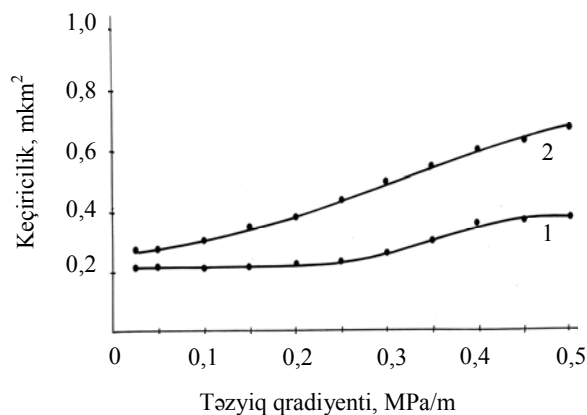
| Maddə                | Təmas suyu | Məhlul qatılığı, % |        |        |        |
|----------------------|------------|--------------------|--------|--------|--------|
|                      |            | 1,0                | 2,0    | 3,0    | 4,0    |
| Qələvi               | Qələvili   | 100,0              | 120,0  | 240,0  | 250,0  |
|                      | Cod        | 600,0              | 800,0  | 900,0  | 1150   |
| Silikat              | Qələvili   | 90,0               | 100,0  | 210,0  | 225,0  |
|                      | Cod        | 450,0              | 600,0  | 850,0  | 950,0  |
| Silikat-qələvi (1:1) | Qələvili   | 140,0              | 180,0  | 320,0  | 320,0  |
|                      | Cod        | 650,0              | 1000,0 | 1750,0 | 2100,0 |

Tədqiqatlara hazırlanmış hidrofily, hidrofob səthli modellər cod və ya qələvi lay suyu ilə doyurulduqdan sonra onlara 3%-li 3:2 nisbətində silikat-qələvi məhlulu vurulmuş və 48 saat saxlandıqdan sonra müxtəlif təzyiqlər fərqiəndə suya görə keçiricilik təyin edilmişdir. Tədqiqatdan alınan məlumatlar öz əksini 3 və 4-cü şəkillərdə tapmışdır.

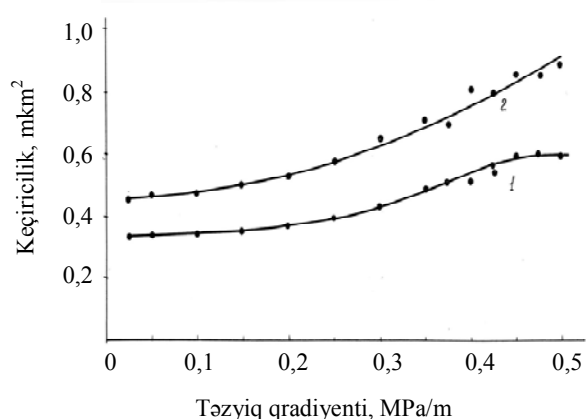
3-cü şəkildə keçiriciliyin təzyiq qradientindən asılılıq ayrılmasının təhlili göstərir ki, hidrofily xassəli məsaməli mühitdə sulaşmaya qarşı 3%-li silikat və qələvi maddələrinin 3:2 nisbətindəki məhlulu ilə aparılmış təcrid işi nəticəsində alınan əyrini 3 hissəyə bölmək olar. Birinci hissədə təzyiq qradientinin 0,05-dən 0,2 MPa/m-ə kimi artmasına baxmayaraq, məsaməli mühitin Kür suyuna görə keçiriciliyi sabit qalaraq 0,2 mkm<sup>2</sup> təşkil edir. İkinci hissədə təzyiq qradientinin 0,2-dən 0,45 MPa/m-ə kimi artması ilə suya görə keçiricilik 0,15 mkm<sup>2</sup> artır. Bundan sonra təzyiq qradientinin artmasına baxmayaraq, suya görə keçiricilik praktiki olaraq dəyişmir. Qeyd etmək lazımdır ki, hidrofily xassəli cod lay suyu ilə doymuş modeldə silikat-qələvi məhlulu ilə təcrid işi aparıldıqda suya görə keçiricilik 1,5 mkm<sup>2</sup>-dən 0,20 mkm<sup>2</sup>-ə kimi azalır. Təzyiq qradientinin (0,5 MPa/m) təsiri ilə isə suya görə keçiricilik yalnız 0,2 mkm<sup>2</sup> bərpa olunur. Bunun əksinə olaraq, hidrofob xassəli məsaməli mühitdə silikat-qələvi məhlulu ilə aparılmış təcrid işindən sonra lay modelinə düşən təzyiq qradientinin artması ilə suya görə keçiriciliyin daha böyük artımı baş verir (3-cü şəkil, əyri 2). Eyni qanunauyğunluq qələvili lay suyu ilə doymuş quyudibi lay modellərində də müşahidə edilir (4-cü şəkil). Hidrofily xassəli mühitdə təzyiq qradientinin 0,15 MPa/m qiymətindən sonra məsaməli mühitin suya görə keçiriciliyinin artımı monoton xarakterli olaraq təzyiqin 0,45 MPa/m qiymətində 0,58 mkm<sup>2</sup>-ə kimi bərpa olunur. Üçüncü və dördüncü şəkillərdə verilmiş əyrilərin müqayisəsi göstərir ki, təcrid prosesində qələvi lay suyundan istifadə edildikdə səmərəlilik cod suya nisbətən təqribən 15%-ə kimi azdır. Bu isə təcrid işlərinin cod lay suyu ilə, yəni tərkibində iki və üçvalentli qeyri-üzvi metal duzları olan sularla aparılmasının daha məqsəda uyğun olduğunu göstərir.

Aparılmış tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, silikat-qələvi qarışıq məhlulu ilə təcriddən sonra quyudibi lay modelinə təzyiq qradientinin 0,1MPa/m-dən 0,5 MPa/m-ə kimi artmasına baxmayaraq, hidrofily xassəli şəraitdə mə-

saməli mühitin suya görə ilkin keçiriciliyi su tipindən asılı olaraq 57,0-78,0% azalır. Bu azalma hidrofob xassəli mühitə nisbətən 22,0-28,0% çoxdur. Alınmış məlumatların təhlili göstərir ki, süxur səthinin islanma qabiliyyəti silikat-qələvi qarışıq maddə məhlulları ilə sulaşmaya qarşı yaradılmış ekranın davamlılığına əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. Məhlulda olan maddə və lay suyu tərkibindəki qeyri-üzvi metal duzlarının molekulları arasında gedən kimyəvi reaksiya nəticəsində əmələ gələn gəlvari çöküntü hidrofily xassəli süxur səthi ilə daha çox fiziki adqəziya qüvvəsinə malik olmasını göstərir. Bu qələvi və silikat maddə molekulları polyar tərəfləri ilə hidrofily xarakterli kvars qumu dənəcikləri səthi ilə, zəif də olsa, kimyəvi reaksiyaya girərək suya görə keçiriciliyi qismən azaldır.



3-cü şəkil. Cod lay suyu mühitində təcriddən sonra keçiriciliyin qradient təzyiqindən asılılıq ayrılması; hidrofily (1) və hidrofob (2) xassəli mühitlər



4-cü şəkil. Qələvi lay suyu mühitində təcriddən sonra keçiriciliyin qradient təzyiqindən asılılıq ayrılması; hidrofily (1) və hidrofob (2) xassəli mühitlər

Beləliklə, aparılmış laboratoriya tədqiqatları əsasında aşağıdakıları qeyd etmək olar:

- məsaməli mühit səthinin hidrophil və hidrofobluğu silikat-qələvi məhlulu ilə su axımına qarşı yaradılmış ekranın davamlılığına əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir;
- silikat-qələvi molekulları ilə su daxilində olan iki və üçvalentli duzlar arasında gedən kimyəvi reaksiya nəticəsində əmələ gələn çöküntülər hidrophil xassəli süxur səthi ilə daha çox fiziki adqəziya qüvvəsinə malik olduğunu göstərir;
- təzyiq qradientinin təsirində su axımına qarşı yaranmış ekranın dağılması hidrofob xassəli mühitdə daha intensiv gedir;
- şkonau WON və katapin-A səthi-fəal maddə məhlullarının islatma, səthi gərilmə və adsorbsiya qiymətlərinin təyin edilməsi ilə məsaməli mühiti hidrophil və hidrofoblaşdırmaq üçün səmərəli məhlul qatılığı seçilmişdir.

#### ƏDƏBİYYAT

- MUSAYEV, R.Ə., CƏBRAYİLOVA, T.K., MƏMMƏDOV, R.N. 2004. Kimyəvi maddə kompozisiyalarının təcrid-təmir işlərində çöküntü vermə mexanizminin tədqiqi. *AMEA Xəbərləri, Yer Elmləri*, 4, 121-126.
- MUSAYEV, R.Ə., CƏBRAYİLOVA, T.K. 2007. Temperatur və su tipinin kimyəvi maddə kompozisiyalarının çöküntü vermə mexanizminə təsiri. *ANX*, 3, 31-35.
- АЙДУГАНОВ, В.М и др. 1998. Состав для блокирования водоносных пластов. Патент 2103498, Россия, опубл. 27.01.98.
- БРИЛЛИАНТ, Л.С. и др. 1998. Способ разработки неоднородных нефтяных пластов. Патент 2103491, Россия, опубл. 27.01.98.
- ГОРБУНОВ, А.Т. 1999. Способ разработки послойно-неоднородных нефтяных месторождений. Патент 2128768, Россия, опубл. 10.04.99.
- КОМАРОВ, А. А. и др. 1998. Способ восстановления герметичности эксплуатационных колонн. Патент 2116432, Россия, опубл. 27.07.98.
- КОЧЕТКОВ, В.Д. и др. 1998. Состав для вытеснения нефти из неоднородного нефтяного пласта. Патент 2117754 Россия, опубл. 20.08.98.
- НОВОМЛИНСКИЙ, И. А. и др. 1998. Состав для ликвидации межколонных перетоков флюидов в нефтяных и газовых скважинах. Патент 2117758, Россия, опубл. 20.08.98.
- ПАТЕНТ 2160363, Россия, опубл. 10.12.2000. Состав для заводнения неоднородно-проницаемых нефтяных пластов. Авт: Нефтегазодобыв. управление "Альметьевнефть" ОАО «Татнефть».
- СТАРКОВА, Н.Р. и др. 1998. Способ увеличения охвата неоднородных пластов заводнением. Патент 2114288, Россия, опубл. 27.06.98.
- СТАРКОВСКИЙ, А.В. 1998. Способ обработки призабойной зоны добывающей скважины. Патент 2105144, Россия, опубл. 20.02.98.
- СТАРШОВ, М.И. и др. 2000. Способ изоляции водопритоков в скважину. Патент 2158350, Россия, опубл. 27.10.2000.
- СТАРШОВ, М.И., СИТНИКОВ, Н.Н., ИСХАКОВА, Н.Т. 1997. Анализ отечественных и зарубежных данных в области водоизоляционных работ при разработке залежей тяжелых нефтей и природных битумов тепловыми методами. *Депонир. ВИНТИ*, 11.04.97, 11-79, 16.
- ХЛЕБНИКОВ, В.Н. др. 1997а. Состав для регулирования проницаемости пласта и изоляции водопритоков. Патент 2097539, Россия, опубл. 27.11.97.
- ХЛЕБНИКОВ, В.Н. и др. 1997б. Состав для регулирования проницаемости пласта и изоляции водопритоков. Патент 2097541, Россия, опубл. 27.11.97.
- ЦЫЦЫМУШКИН, П.Ф. и др. 2001. Россия, опубл. 27.10.2001. Состав для изоляции водопритока в скважину. Заявка 2001116401/03.

*Мəqaləyə t.e.d. A.S.Strekov rəy vermişdir*