

## РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

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

### SÜXURUN HİDROFİL VƏ HİDROFOBLUĞUNUN SU TƏCRİDİNƏ TƏSİRİ

**R.Ə.Musayev, T.K.Cəbrayılova, S.Z.Cəfərli**

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

Süxur səthinin hidrofil və hidrofobluğunun lay suyunu selektiv təcrid etməyə təsiri təcrübə 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 kvars qumu səthi müxtəlif islatma qabiliyyətinə malik olan səthi-fəal maddə məhlulları ilə işlənilmişdir.

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

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

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

Qeyd edilir ki (Старшов и др., 1997), natrium silikat digər çöküntü verən maddələrə nisbətən hazırlı dövrdə daha tez təpişən, 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 axınıni təcrid etmək üçün işlənmiş kaustik soda (80-92%) və maye şüşə (2-20%) əsasında tərkib işlənmişdir (Хлебников и др., 1997a). Bu məqsəd üçün 5%-li işlənmiş qələvi və 60-95%-li poliqlikol su məhlulları da istifadə oluna bilər (Хлебников и др., 1997b).

İşlənilmənin son mərhələsində olan qeyri-

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

Kiçik təzyiqli layların maye udymaya malik olan sahəsini 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 и др., 1998).

Neftlə birlikdə istehsal edilən lay suyunun həcmini azaltmaq üçün quydibinin nefli sahəsinə hidrofoblaşdırma qabiliyyətinə 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 davamlılığa malik olan təcrid edici kütlölinin 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 spiriti (1,2-2,0%), kömür tozu (1,5-2,0%) və karbohidroqenli həllədici əsasında tərkib işlənmişdir (Новомлинский и др., 1998). Bu məqsəd üçün maye şüşə və kalsium xlor duzu məhlullarının birləşdirilməsi təklif olunmuşdur (Комаров и др., 1998).

Qeyri-bircins laylarda neftin su ilə sıxışdırılmasının rəvan getməsini 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 töklif olunur (Горбунов, 1999).

Silikat əsaslı qarışq maddələrlə su axınına qarşı mübarizə üsullarının səmərəliliyini artırmaq üçün əvvəlcə quyudibi zonanın xlorid turşusu məhlulu və yaxud doymamış karbohidrogenli həllədicilərlə 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 töklif olunur (Патент 2160363 Россия).

Silikat (10,3-12,9%) məhlulunun məsaməli mühiti təcridetmə qabliyyətini artırmaq üçün məhlula 2,2-8,5% çoxatomlu spirt, 2,3-4,6% alüminium xlorid və 0,2-0,3% şüşə mikroqrintilları əlavə edilməsi töklif edilir (Цыцымушкин və b., 2001). Silikat və qələvi maddələrinin ayrılıqda, eləcə də qarışq məhlullarının çöküntü vermə mexanizmi tödqiq edilmiş (Musayev və b., 2004) və korrelyasiya üsulu ilə çöküntü miqdarının komponent tərkibindən asılılıq modeli verilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, silikat və qələvi qarışq 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 molekülləri 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 qabliyyətinə malikdir.

Qeyd edilir ki (Musayev və b., 2007), temperaturun yüksəlməsi zamani 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.

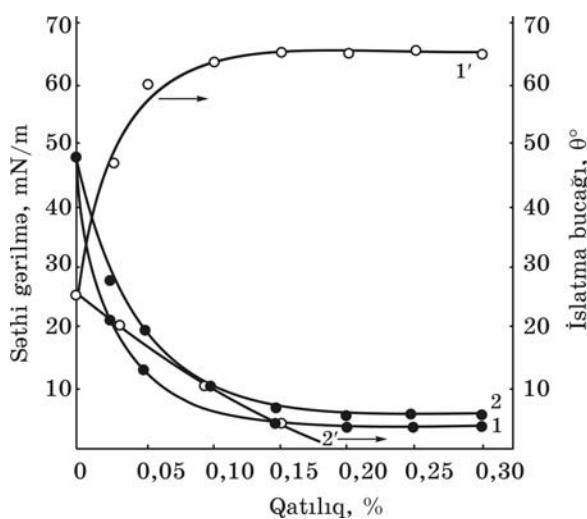
Aparılmış çoxsahəli tödqiqtarlarla müəyyən edilmişdir ki, silikat-qələvi maddələrinin 3:2

nisbətindəki qarışq məhlulları ilə vaxtından əvvəl sulaşmaya məruz qalmış hasilat quyularında təcrid-təmir işləri aparmaq daha səmərəli və məqsədə uyğundur (Musayev və b., 2004; Musayev və b., 2007). Bu qarışq məhlul ilə «Abşeronneft» NQÇL-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 hidrofil və hidrofobluğunun təsiri olmalıdır. Bu amil bu günə kimi öyrənilməmişdir. Bu məqsədlə silikat-qələvi qarışq maddə məhlulları ilə yaradılmış ekranın davamlılığına məsaməli mühitin hidrofil və hidrofobluğunun təsiri tədqiq edilmişdir.

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

Sükür səthinin hidrofil və hidrofobluğunun təcrid üçün yaradılan ekranın davamlığına təsirini öyrənmək üçün uzunluğu 1,0 m, diametri 0,025 m quyudibi lay modellərində təcrübələr aparılmışdır. Sükür nümunəsi olaraq kvarts qumu götürülmüşdür. Düzəldilmiş modellərin məsaməliliyi 29-27%, Kür suyuna görə keçiricilikləri isə 1,5-1,4  $\text{mkm}^2$  arasında olmuşdur. Hazırlanmış modellərdən sabit təzyiq düşgüsündə 0,15%-li səthi-fəal maddə məhlulları süzülmüş və 48 saat dincə qoyulmuşdur.



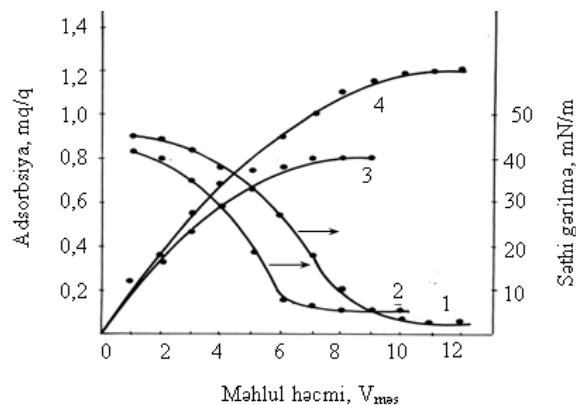
**1-ci şəkil.** Katapin-A (1) və şkonau WON (2) məhlulları qatılığından asılı olaraq islanma bucağının ( $1', 2'$ ) və səthi-görilmənin (1,2) dəyişmə dinamikası

Quyudibi lay modellərindən məhlul süzülməsi prosesində dinamiki adsorbsiya amili də öyrənilmişdir (2-ci şəkil). Şəkildə verilmiş 3 və 4 əyrilərinin 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 səxur 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 miqdaları göstərir ki, kvarts 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 ( $0,8 \text{ mq}/\text{q}$ ) çatır və modeldən çıxan məhlul qatılığının kerosin sərhədində səthi-görilmə qiyməti (2-ci şəkil, əyri 2) praktiki olaraq öz ilkin qiymətinə ( $5,0 \text{ mN}/\text{m}$ ) bərabər olur. Bu xüsusiyyət katapin-A məhluluna da aiddir (2-ci şəkil, əyri 1).

Quyudibi lay modelindən şkonau WON və katapin-A məhlulları süzülməklə məsaməli mühitdə hidrofil və hidrofob xüsusiyyətlər səthlərin yaranmasına nail olunmuşdur.

İkinci seriya tədqiqatlarda səxur səthi hidrofil və hidrofobluğunun silikat-qələvi qarışığının məhlulunun suyu təcridetmə 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-görilmə (1,2) və adsorbsiyanın (3,4) məhlul həcmindən dəyişmə dinamikası. Katapin-A (1,4) və şkonau WON (2,3) məhlulları

#### Çöküntü miqdarı, mq/l

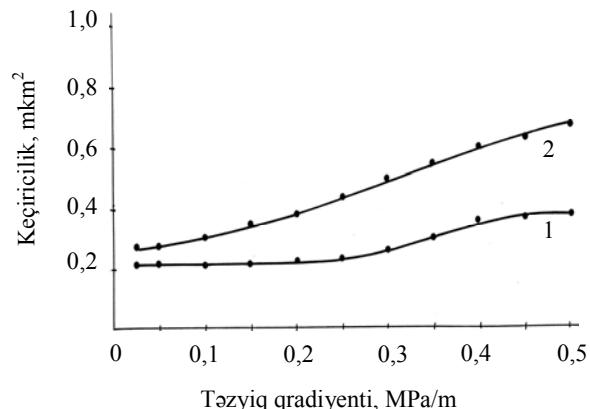
Maddə	Təmas suyu	Məhlul qatılığı, %			
		1,0	2,0	3,0	4,0
Qələvi	Qələvili	100,0	120,0	240,0	250,0
	Cod	600,0	800,0	900,0	1150
Silikat	Qələvili	90,0	100,0	210,0	225,0
	Cod	450,0	600,0	850,0	950,0
Silikat-qələvi (1:1)	Qələvili	140,0	180,0	320,0	320,0
	Cod	650,0	1000,0	1750,0	2100,0

Tədqiqatlara hazırlanmış hidrofil, hidrofob səthli modellər və ya qələvi lay suyu ilə doydurulduğdan sonra onlara 3%-li 3:2 nisbətində silikat-qələvi məhlulu vurulmuş və 48 saat saxlanıldıqdan sonra müxtəlif təzyiqlər fərqində suya görə keçiriciliyin təyin edilmişdir. Tədqiqatdan alınan məlumatlar öz əksini 3 və 4-cü şəkillərdə tapmışdır.

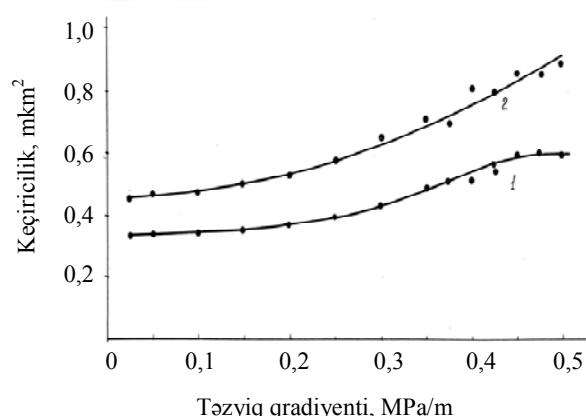
3-cü şəkildə keçiriciliyin təzyiq qradiyentindən asılılıq əyrilərinin təhlili göstərir ki, hidrofil xassəli məsaməli mühitdə sulaşmaya qarşı 3%-li silikat və qələvi maddələrinin 3:2 nisbətindəki məhlulu ilə aparılmış təcrid işi nəticəsində alınan əyrini 3 hissəyə bölmək olar. Birinci hissədə təzyiq qradiyentinin 0,05-dən 0,2 MPa/m-ə kimi artmasına baxmayaraq, məsaməli mühitin Kür suyuna görə keçiriciliyi sabit qalaraq 0,2  $\text{mkm}^2$  təşkil edir. İkinci hissədə təzyiq qradiyentinin 0,2-dən 0,45 MPa/m-ə kimi artması ilə suya görə keçiricilik 0,15  $\text{mkm}^2$  artır. Bundan sonra təzyiq qradiyentinin artmasına baxmayaraq, suya görə keçiricilik praktiki olaraq dəyişmir. Qeyd etmək lazımdır ki, hidrofil xassəli və cod lay suyu ilə doymuş modeldə silikat-qələvi məhlulu ilə təcrid işi aparıldığda suya görə keçiricilik 1,5  $\text{mkm}^2$ -dan 0,20  $\text{mkm}^2$ -ə kimi azalır. Təzyiq qradiyentinin (0,5 MPa/m) təsiri ilə isə suya görə keçiricilik yalnız 0,2  $\text{mkm}^2$  bərpa olunur. Bunun əksinə olaraq, hidrofob xassəli məsaməli mühitdə silikat-qələvi məhlulu ilə aparılmış təcrid işindən sonra lay modelinə düşən təzyiq qradiyentinin artması ilə suya görə keçiriciliyin daha böyük artımı baş verir (3-cü şəkil, əyri 2). Eyni qanuna uyğunluq qələvili lay suyu ilə doymuş quyudibi lay modellərində də müşahidə edilir (4-cü şəkil). Hidrofil xassəli mühitdə təzyiq qradiyentinin 0,15 MPa/m qiymətindən sonra məsaməli mühitin suya görə keçiriciliyinin artımı monoton xarakterli olaraq təzyiqin 0,45 MPa/m qiymətində 0,58  $\text{mkm}^2$ -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 üçvələntli qeyri-üzvi metal duzları olan sularla aparılmasının da-ha məqsədűyğun olduğunu göstərir.

Aparılmış tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, silikat-qələvi qarışq məhlulu ilə təcridindən sonra quyudibi lay modelinə təzyiq qradiyentinin 0,1 MPa/m-dən 0,5 MPa/m-ə kimi artmasına baxmayaraq, hidrofil 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, səxur səthinin islanma qabiliyyəti silikat-qələvi qarışq maddə məhlulları ilə sulaşmaya qarşı yaradılmış ekranın davamlılığına əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. Məhlulda olan maddə və lay suyu tərkibindəki qeyri-üzvi metal duzlarının molekülləri arasında gedən kimyəvi reaksiya nəticəsində əmələ gələn gelvari çöküntü hidrofil xassəli səxur səthi ilə daha çox fiziki adqəziya qüvvəsinə malik olmasını göstərir. Bu qələvi və silikat maddə molekülləri polyar tərəfləri ilə hidrofil xarakterli kvarts qumu dənəcikləri səthi ilə, zəif də olsa, kimyəvi reaksiyaya girərək suya görə keçiriciliyi qismən azaldır.



**3-cü şəkil.** Cod lay suyu mühitində təcridindən sonra keçiriciliyin qradient təzyiqindən asılılıq əyriləri; hidrofil (1) və hidrofob (2) xassəli mühitlər



**4-cü şəkil.** Qələvi lay suyu mühitində təcridindən sonra keçiriciliyin qradient təzyiqindən asılılıq əyriləri; hidrofil (1) və hidrofob (2) xassəli mühitlər

- Beləliklə, aparılmış laboratoriya tədqiqatları əsasında aşağıdakıları qeyd etmək olar:
- məsaməli mühit səthinin hidrofil və hidrofobluğu silikat-qələvi məhlulu ilə su axınına qarşı yaradılmış ekranın davamlılığına əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir;
  - silikat-qələvi molekulaları ilə su daxilində olan iki və üçvəntli duzlar arasında gedən kimyəvi reaksiya nəticəsində əmələ gələn çöküntülər hidrofil xassəli səxur səthi ilə da-ha çox fiziki adqəziya qüvvəsinə malik olduğunu göstərir;
  - təzyiq qradiyentinin təsirində su axınına qarşı yaranmış ekranın dağılıması 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 hidrofil və hidrofoblaşdırmaq üçün səmərəli məhlul qatılığı seçilmişdir.

### ƏDƏBİYYAT

- MUSAYEV, R.Ə., CƏBRAYILOVA, 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., CƏBRAYILOVA, T.K. 2007. Temperatur və su tipinin kimyəvi maddə kompozisiyalarının çöküntü vermə mexanizminə təsiri. *ANX*, 3, 31-35.
- AYDUGANOV, B.M. and dr. 1998. Sostav dlya blokirovaniya vodoносных пластов. Patent 2103498, Rossiya, opubl. 27.01.98.
- BRIILLIANT, L.S. and dr. 1998. Sposob razrabotki neodnorodnykh neftyanых пластов. Patent 2103491, Rossiya, opubl. 27.01.98.
- GORBUНОV, A.T. 1999. Sposob razrabotki posloyino-neodnorodnykh neftyanых mestorozhdenij. Patent 2128768, Rossiya, opubl. 10.04.99.
- KOMAROV, A. A. and dr. 1998. Sposob восстановления герметичности эксплуатационных колонн. Patent 2116432, Rossiya, opubl. 27.07.98.
- KOCHETKOV, B.D. and dr. 1998. Состав для вытеснения нефти из неоднородного нефтяного пласта. Patent 2117754 Rossiya, opubl. 20.08.98.
- NOVOMLINSKII, I. A. and dr. 1998. Состав для ликвидации межколонных перетоков флюидов в нефтяных и газовых скважинах. Patent 2117758, Rossiya, opubl. 20.08.98.
- PATENT 2160363, Rossiya, opubl. 10.12.2000. Состав для заводнения неоднородно-проницаемых нефтяных пластов. Avt: Нефтегазодобыв. управление "Альметьевнефть" ОАО «Татнефть».
- STARKOVA, N.R. and dr. 1998. Способ увеличения охвата неоднородных пластов заводнением. Patent 2114288, Rossiya, opubl. 27.06.98.
- STAROVSKIY, A.V. 1998. Способ обработки призабойной зоны добывающей скважины. Patent 2105144, Rossiya, opubl. 20.02.98.
- STARSHOV, M.I. and dr. 2000. Способ изоляции водопритоков в скважину. Patent 2158350, Rossiya, opubl. 27.10.2000.
- STARSHOV, M.I., SITNIKOV, N.H., ISCHAKOVA, N.T. 1997. Analiz otetchestvennykh i zarubежnykh dannykh v oblasti vodoizolyacionnykh rabot pri razrabotke zaledjey tяжelykh neftey i prirodnykh bitumov teplovymi metodami. *Delenipr. ВИНТИ*, 11.04.97, 11-79, 16.
- ХЛЕБНИКОВ, В.Н. dr. 1997a. Состав для регулирования проницаемости пласта и изоляции водопритоков. Patent 2097539, Rossiya, opubl. 27.11.97.
- ХЛЕБНИКОВ, В.Н. и dr. 1997b. Состав для регулирования проницаемости пласта и изоляции водопритоков. Patent 2097541, Rossiya, opubl. 27.11.97.
- ЦЫЦЫМУШКИН, П.Ф. и dr. 2001. Rossiya, opubl. 27.10.2001. Состав для изоляции водопритока в скважину. Заявка 2001116401/03.

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