

ABDULLAYEV M.Q., MANSUROVA S.İ., ABDURƏHİMOV K.V.,  
HÜSEYNBƏYLİ Q.A., TƏMRƏZLİ T.T.

*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti*

## **ÇƏTİN ÇIXARILAN BİLƏN NEFTLƏR KATEQORİYASINA MALİK NEFT YATAQLARI ÜÇÜN PERSPEKTİVLİ FİZİKİ-KİMYƏVİ NEFTVERİMİNİN ARTIRILMASI ÜSULLARI (NAÜ) TEXNOLOGİYALARI**

**Giriş.** Neft yataqlarının işlənməsində geniş tətbiq olunan suvurma ilə neft hasilatının artırılması aşağı özlülüklü neft yataqlarında işlənmənin ilkin mərhələsində yüksək nəticələrin alınması məlumdur. Bu üsulun kütləvi hal alması səbəbindən laylara yalnız soyuq suyun vurulması, neftverimini artırsa da, mənfəi nəticələrə də səbəb olmuşdur. Belə ki, laylara soyuq su vurulması lay temperaturunun kəskin aşağı düşməsinə səbəb olubdur ki, bunun nəticəsində də laylarda qalıq neft ehtiyatının durmadan çoxalmasına səbəb olmuşdur. Bu ehtiyatları isə ənənəvi üsullarla çıxarmaq qeyri mümkündür. Odur ki, süni şəkildə yaradılmış bu problemin həllinə çoxlu elmi-tədqiqat işləri həsr olunmuşdur [1, 2 və s.]. Qeyd etmək lazımdır ki, bu cür çətin çıxarılan

neft ehtiyatları, həm də təbii olaraq ekstremal iqlim şəraitində işlənməyə olan neft yataqlarında da özünü göstərməkdədir.

**Məsələnin qoyuluşu.** Bu şəraitdə olan yataqların işlənməsində bir çox istilik üsullarından, o cümlədən istilik-buxar, dövrü-buxar, onların kombinasiyalarından ibarət neftveriminin artırılması üsulları (NAÜ) texnologiyalarından istifadə olunur. İstilik-buxar təsiri ilə işlənməyə olan neft yataqlarında neftvermənin yüksəldilməsi üçün fiziki-kimyəvi texnologiyaların laboratoriya və mədən sınaqlarının nəticələri məlumdur. Bu işlərdə nefti sıxışdıran maye, gel və zollar yaratmaq üçün lay enerjisindən və ya laya vurulmuş istilik daşıyıcısının enerjisindən istifadə etməklə perspektivli konsepsiya işlənmişdir.

NAÜ üçün fiziki-kimyəvi əsaslar, aşağıdakı kimyəvi intellektual sistemlərdən istifadə ilə hazırlanmışdır: SAM əsasında özütənzimləyici kompleks xüsusiyyətlərə malik, layda uzun müddət nefti optimal sızışdırma ilə həlmləmələgətirən və neftsızıxdırıcı sistemlər işləmişdir. Həmələləgətirən sistemlərin və SAM kompozisiyalarından istifadə etməklə NAÜ texnologiyalarının mədən sınaqları bir çox ölkələrin neft yataqlarında uğurla həyata keçirilmişdir. Belə sistemlər sistemli olaraq Rusiya və Çində istehsal olunur. Pilot sınaqların nəticələri və kommersiya tətbiqinin nəticələri araşdırılmışdır.

**Məsələnin həlli.** Hazırda Azərbaycanın əsas neft yataqları (həmçinin Rusiya digər MDB-nin neft yataqları) işlənmənin son mərhələsində istismar edilir ki, burada mövcud sulaşma dərəcəsi 80%-dən çoxdur. Sulaşmış laylardakı qalıq neft, ehtiyatların əhəmiyyətli hissəsini təşkil edir. Azərbaycanda (həm də Rusiyada) çətin çıxarıla bilən neft ehtiyatlarının bir hissəsi durmadan artır. Bu halda, neft hasilatının yüksəldilməsi hesabına, neft ehtiyatlarının potensial artımı xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Mütəxəssislərin hesablamalarına görə, dünyada çətin çıxarıla bilən neft ehtiyatları 1 trilyon tondan artıqdır. Onların səmərəli istismarı üçün NAÜ texnologiyalarını yaratmaq və geniş tətbiq etmək vacibdir [4, 6, 9]. Çətin şəraitə uyğunlaşdırılmış neftvermənin yüksəldilməsi üçün elmi əsaslı texnologiyalara və bu texnologiyaların tətbiqi üçün yeni kimyəvi reagentlərin işlənilib hazırlanmasına ehtiyac var. Neftin sızışdırılması və təsirlə əhatə olunması üçün optimal olan kolloid-kimyəvi xassələr kompleksini uzun müddət layda saxlayan və özünü tənzimləyən mənfi rəyə malik fiziki-kimyəvi sistemlər kimi, "ağıllı" nefti sızışdırıcı və gel əmələ gətirən kompozisiyalar konsepsiyasının hazırlanması perspektivlidir.

Mürəkkəb şəraitə itiqəmətlənmiş termotropik gel əmələ gətirən və nefti sızışdırıcı sistemləri əhatə edən yeni fiziki-kimyəvi NAÜ texnologiyalarının laboratoriya tədqiqatları və mədən sınaqlarının həyata keçirildiyi məlumdur [4, 6, 9]. Gellər laydakı maye axınlarının süzülməsinə yenidən paylayır və sulaşdırma və

ya istilik-buxar vurulması zamanı uyğunluğu artırır. Neftsızıxdırıcı sistemlər neftlə sərhəddə aşağı fazalararası gərginliyə malikdir, gilin şişməsinə azaldır və həm yüksək, həm də aşağı keçiriciliyə malik lay zonalarından qalıq neftin oradan sızışdırılmasını təmin edir. Bu məqsədlə, istilik daşıyıcısı vurmaqdan əvvəl araqatı qismində, səthi aktiv maddə-karbamid-ammonium duzu-sudan ibarət sistem vurulur. Layda istilik daşıyıcısının yüksək temperaturu səbəbindən, karbamid hidrolizə məruz qalır və karbon qazı və ammoniyak əldə edilir. Ammoniyakdan fərqli olaraq, karbon qazı sudan daha çox neftdə həll olunur. Neft-su sisteminə CO<sub>2</sub>-nin paylanma əmsalının, 35–100°C və 10–40 MPa təzyiqdə 4 ilə 10 arasında dəyişməsi, ammoniyak üçün isə bu 6·10<sup>-4</sup>-dən çox olmaması məlumdur. Buna görə də neft-su sisteminə neft fazası CO<sub>2</sub> və su fazası isə ammoniyak ilə zənginləşəcək, bu fazada ammonium duzu ilə birlikdə pH 9–10 [7, 11] maksimum bufer tutumu olan qələvi sistem əmələ gətirir ki, bu da neftin sızışdırılması üçün optimal sayılır. Bu halda bir sıra faydalı təsirlər də müşahidə olunur:

- neftdə həll olan CO<sub>2</sub> məhlulu onun özlülüyünü azaldır;
- istilik daşıyıcısı fazasında CO<sub>2</sub> və ammoniyakın olması buxar-qaz qarışığının buxar kondensasiyası temperaturundan aşağı temperaturda saxlanması asanlaşdırır və bununla da distillə mexanizmi vasitəsilə neft komponentlərinin miqrasiyasının səmərəliliyini artırır.

Bundan əlavə, CO<sub>2</sub> və ammoniyak süxur-kollektorlarda gil minerallarının şişməsinə azaldır və bununla da layların ilkin keçiriciliyini qoruyur. Ammonium duzunun sulu məhlulunda ammoniyak həll edildikdə əmələ gələn ammoniyak bufer sistemi eyni funksiyaya yerinə yetirir. Qələviliyi, pH=9–10 və səthi aktiv maddələrin olması səbəbindən əks süxur islatmasını və əlavə neft sızışdırılmasını artırır. Ammoniyak bufer sistemi fazalararası gərginliyi azaldır və neft-su-süxur sərhəddində əmələ gələn, layda mayenin süzülməsinə zəiflədən və neftin çıxarılmasına əngəl olan yüksək özlülüklü təbəqələrin və ya pilyonkaların səthdən qoparılmasına və nazik-

laşmasına kömək edir [5, 8, 10].

Rusiyanın neft yataqlarında NAÜ texnologiyalarının tətbiqi təcrübəsi göstərdi ki, vurulan mayeyə (su, buxar, qaz və s.) uyğunluğu artırmaq və ya eyni zamanda həm uyğunluq, həm də neftin sızışdırma amillərini artıran texnologiyalar ön perspektivli hesab olunur. Gellərin laydaxili generasiyası, suyun vurulması və istilik buxar təsiri ilə uyğunluğu artırmaq üçün istifadə edilən perspektiv üsullardan biridir.

Gel almaq üçün müxtəlif üsullar məlumdur ki, bu da hələmələgəlmə reaksiyasının növünə görə fərqlənir. Hidrolitik polikondensasiyalar qeyri-üzvi koagulyasiya gellərini və ya kondensasiya-kristallaşma strukturlarını, məsələn, metal hidroksidlərin və silisium turşusunun gellərini verən ən çox yayılmış reaksiyalardır [9, 11]. Məhlullarda təbii və sintetik polimerlərin makromolekullarının kimyəvi və ya koordinasiya əlaqələri (xrom duzları ilə çarpaz bağlanmış poliakrilamid, boratlar ilə çarpaz bağlı polisaxaridlər və s.) ilə çarpaz bağlanması nəticəsində ölüclüklü polimer strukturlarının əmələ gəlməsi reaksiyaları [5], həmçinin faza keçidləri məhlulu - sistemlərdə gel: daha yüksək və ya aşağı kritik temperatur ələ malik polimer - su (selüloz efriləri, polivinil spirti və s.) [3, 10].

Bu məlumatları nəzərə alaraq, laboratoriyaya şəraitində su vurulmasına və ya istilik kimyayını uyğunluğu araşdırmaq üçün layda gel yaradan termotropik qeyri-üzvi və polimer gel əmələ gətirən sistemləri yaradılması yoxlanılmışdır. Hər bir neft yatağının özünəməxsus geoloji-fiziki xüsusiyyətləri vardır. Neftin tərkibi və lay süxurunun tərkibi, neftin özlülüyü, suyun duzluluğu, lay temperaturu və təzyiqi geniş diapazonlarda dəyişir. Buna görə də, neftverməni artırmaq üçün nəzərdə tutulmuş gel texnologiyalarından istifadə etmək üçün tənzimlənmə xüsusiyyətlərə malik gel əmələ gətirən sistemlər hazırlamaq lazımdır. Bu məqsədlə, müxtəlif sulu məhlullardan gellərin layda əmələ gəlməsinin fiziki-kimyəvi və hidrodinamik aspektlərinin öyrənilməsi davam etdirilir. Yer üzərindəki şəraitində sulu məhlullar aşağı özlülüklü məhlullardır və onlar lay şəraitində gələ çevrilirlər.

Gələmələgəlmə, layın və ya vurulan istilik daşıyıcısının istilik enerjisi, həmçinin vurulmuş məhlulun lay fluidləri və kollektor-süxurlarla qarşılıqlı təsiri nəticəsində baş verir. Keçiriciliyi 0,01-dən 10 mkm<sup>2</sup>-ə qədər olan qeyri-bircins laylar üçün gel əmələ gəlməsinin kinetikasi, eləcə də müxtəlif tipli gellərin reoloji və süzülmə xassələri tədqiq edilir. 30–100°C temperatur diapazonunda müxtəlif gələmə müddətləri bir neçə dəqiqədən bir neçə günə qədər olan termotropik gel əmələ gətirən sistemlər tədqiq edilir. Bu sistemlər əsasında yüksək qeyri-bircins laylardan qalıq neftin çıxarılmasını artırmaq üçün müxtəlif gel texnologiyası işlənilib və onların lay modelində laboratoriya eksperimentləri aparılmışdır.

Laboratoriyada hazırlanmış və neft veriminin artırılması üçün termotropik qeyri-üzvi gellər alüminium duzu - karbamid - su - səthi aktiv maddə sisteminin layda qeyri-üzvi gel və CO<sub>2</sub> yaratmaq qabiliyyəti 30 - 100 °C temperatur diapazonunda su və ya istilik ötürücülərinin vurulması zamanı uyğunluğu artırmaq üçün hazırlanmış texnologiyaların əsasını təşkil edir. Kondensasiya üsulu ilə, xüsusən də analitik kimyada yaxşı məlum olan "yaranan reagentlər (bircins çökmə)" prinsipinə əsaslanaraq, layda sərbəst və ya əlaqəli dispers sistemlər (sollar və gellər) yaratmaq mümkünlüyü öyrənilmişdir. Bu prinsip çərçivəsində layın istilik enerjisi və ya vurulan istilik daşıyıcısının enerjisi hesabına həyata keçirilən yenilik neftçixarmanın sürətini artırmaq üçün fiziki-kimyəvi üsul kimi tətbiq edilmişdir. Onun təsir mexanizmi aşağıdakı kimi izah olunur: təklif edilən hazırlanmış gel əmələ gətirən sistemdən ibarət bircins sulu məhlul laylara vurulur. Layda sistemin komponentlərindən biri (karbamid), layın istilik enerjisi və ya vurulan istilik daşıyıcısının enerjisi hesabına tədricən hidrolizə məruz qalır. Yaranan hidrolizatlar digər komponentlərin prolitik tarazlığını dəyişdirərək, kooperativ fenomen mexanizmi ilə monomer vahidlərinin hidrolitik polikondensasiyasına səbəb olur. Bəzən məhlulun bütün həcmində gel demək olar ki, dərhal əmələ gəlir. Neftvermənin artırılması üçün fiziki-kimyəvi üsul işləyib hazırlanarkən, lay şəraitində alü-

minium duzu-karbamid-su-səthi aktiv maddə sisteminin qeyri-üzvi gel və CO<sub>2</sub> əmələ gətirmək qabiliyyətinə əsaslanaraq, "yaranan reagentlər (bircins çökmə)" prinsipi həyata keçirilmişdir. Bu sistemə əsaslanan gel əmələ gətirən mayelər pH 2,5-3,5 olan aşağı özlülüklü məhlullardır. Onlar lay süxurunun karbonat minerallarını həl etməyə və gil şişkinliyini azaltmağa (kiçiltməyə) qadirdirlər. İstənilən duzlu sudan istifadə edərək məhlullar hazırlanmışdır. Onlar standart avadanlıqdan istifadə etməkə vurucu quyuları vasitəsilə laylara vurulur.

**Nəticə:** kollektorda öz istilik enerjisi və ya vurulan istilik daşıyıcısının enerjisi hesabına karbamid ammonium və karbon qazı əmələ gətirmək üçün hidroliz edilir; məhlulun pH-nin tədricən artmasına səbəb olur. pH 3,8-4,2 qiymətinə çatdıqda alüminium ionları hidroliza olunur və nəticədə müəyyən bir müddətdə alüminium hidroksid gel dərhal bütün məhlulun praktiki həcmində əmələ gəlir. Gel əmələgəlmə vaxtı, layın temperaturundan və gel əmələ gətirən sistemdəki komponentlərin nisbətindən asılıdır. Layın gəlləşməsi səbəbindən süxurun su keçiriciliyi 4-35 dəfəyədək azalır. İlk su ilə doyma və süxur-kollektor keçiriciliyi nə qədər yüksəkdirsə, keçiriciliyin azalması dərəcəsi də o qədər böyük olur. Gelin statik sürüşmə gərginliyi 3 ilə 40 Pa arasında dəyişir. Gel əmələ gətirən məhlulda səthi aktiv maddələrin olması lay süxurlarının işlanmasını intensivləşdirir və bununla da məhlulun nüfuz etmə və nefti sıxışdırmaq qabiliyyətini yaxşılaşdırır. Bundan əlavə, səthi aktiv maddələr alüminium hidroksid gələ plastikləşdirici təsir göstərir və karbamidin hidrolizi prosesində əmələ gələn karbon dioksidi və ammoniumu köpükləndirə bilər.

Gelin reoloji xassələri, koagulyasiya quruluşunun üksootrop psevdo-plastik gövdəsinə uyğun gəlir. Gelin fərqli bir xüsusiyyəti, gelin özünün statik sürüşmə gərginliyindən daha az sürüşmə gərginliklərindəki onun sulu faza üçün keçiriciliyidir. Gel əmələgəlmə süzülmə axınlarının yenidən təşkilinə səbəb olur, vurucu quyuların qəbul etmə profilini bərabərləşdirir və quyu hasilatının sulaşmasını azaldır.

70-100°C-də gel əmələgəlmənin kinetika karbamid hidrolizi ilə müəyyən edilir, bu, kooperativ bir hadisə kimi həyata keçirilən alüminium hidroksid gel əmələgəlmə prosesi ilə müqayisədə daha yavaş gedir. Gel əmələgəlmə müddətinə temperaturun təsiri kimyəvi reaksiyalar üçün Vant-Hoff qaydasına tabedir: temperaturun hər 10 dərəcə artması ilə gələməgəlmə vaxtı 3,5 dəfə artır.

## ƏDƏBİYYAT

1. Абдуллаев М.Г. «Еще об одном способе извлечения тяжелых нефтей из пласта». Москва, Нефтепромысловое дело, 2017 г. №7, с.31-34.
2. Абдуллаев М.Г., Исмаилов Ш.З., Исмаилов Ш.З. «Перспективы применения химических методов увеличения нефтеотдачи пластов (ХМУН) на поздней стадии разработки», Международный научно-практическая конференция, 16-17 сентября 2022г. Казахстан, г. Нур-Султан.
3. Алтунина Л.К., Кувшинов В.А., Стасьева Л.А., Дорохов В.П. и Гусев В.В.: (1999) «Полимерные растворы с более низкой критической температурой растворения в технологиях увеличения нефтеотдачи», Нефтехимия, Vol. 39, 1:42
4. Боксерман А., Мищенко И.: (2006) «Потенциал современных методов повышения нефтеотдачи», ТЭК Технологии, 6: 47
5. Газизов А.Ш., Галактионова Л.А., Агадымова В.С., Газизов А.А.: (1998) Нефтяное хозяйство, 2: 12
6. Гумерский Х.Х., Жданов С.А., Гомзиков В.К.: (2000) «Прирост извлекаемых запасов нефти за счет применения методов повышения нефтеотдачи», Нефтяное хозяйство, 5:38
7. Манырин В.Н., Швецов И.А.: (2002) «Физико-химические методы повышения нефтеотдачи при заводнении», Самарское издательство, Самара.
8. Швецов И., Бакаев Г., Кабо В., Перунов В., Соляков Ю.: (1994) Нефтяное хозяйство, 4: 37

9. Сургучев М.И., Горбунов А.Т., Забродин Д.П., и др.: (1991) «Методы извлечения остаточной нефти», Москва, Недра, стр. 424.
10. Altunina L.K., Kuvshinov V.A., and Stasyeva L.A.: (2003) "Effect of in-situ Generated CO<sub>2</sub> and Alkaline Buffers on Rheological Properties of High-Viscosity Oils", pp. 123-132 in LAKATOS, I. (ed.): Advances in Incremental Petroleum
11. L.W. Lake: (1996): "Enhanced Oil Recovery", Prentice Hall, NJ Production, Progress in Mining and Oilfield Chemistry, Vol. 5, Akademiai Kiado, Budapest.

**Abdullayev M.Q., Mansurova S.I., Abdurəhimov K.V., Hüseynbəyli Q.A., Təmrəzli T.T.**

*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti*

**Çətin çıxarıla bilən neftlər kateqoriyasına malik neft yataqları üçün perspektivli fiziki-kimyəvi neftveriminin artırılması üsulları (naü) texnologiyaları**

Məqalədə sulaşdırılma ilə və termokimyəvi təsirlə işlənmiş yataqların neft veriminin artırılması üçün fiziki-kimyəvi texnologiyaların laboratoriya tədqiqatlarının nəticələri təqdim olunur. Bu texnologiyalar çətin çıxarıla bilən ehtiyatları olan yataqlarda da istifadə oluna bilər. Neftveriminin yüksəldilməsi üsullarının fiziki və kimyəvi əsasları, kimyəvi sistemlərdən istifadə etməklə hazırlanmışdır: uzun müddət layda neftin sıxışdırılması üçün optimal olan, özünü tənzimləyən xassələrə malik səthi aktiv maddələrə əsaslanan gel əmələ gətirən və layda neftin sıxışdırılmasını təmin edən sistemlər.

Çətin çıxarılan ehtiyatları olan yataqlar, o cümlədən yüksək özlülüklü neft yataqları üçün neftveriminin yüksəldilməsi və suyun təcridi texnologiyaları işlənilər hazırlanmışdır. Çətin çıxarıla bilən neft ehtiyatlarının səmərəli işlənməsi və laya suyun və ya istilik daşıyıcılarının vurulması ilə neft hasilatının artırılması texnologiyalarının tkmilləşdirilmə-

si üçün, əsasən layın işlənməsində neftin fiziki-kimyəvi üsullarla çıxarılması texnologiyalarının tkmilləşdirilməsi yolu ilə, neftin layda sıxışdırılması amilinin yaxşılaşdırılması, eyni zamanda neft hasilatının intensivləşdirilməsi təklif edilir.

**Açar sözlər:** neft, texnologiya, gel, özü-nü tənzimləmə, ehtiyat, neftverimi.

**Абдуллаев М.Г., Мансурова С.И., Абдурахимов К.В., Гусейнбеيلي Г.А., Тамразли Т.Т.**

*Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности*

**Перспективные технологии физико-химических методов добычи нефти (мдн) на нефтяных месторождениях с категории трудноизвлекаемых нефтей**

## АННОТАЦИЯ

Представлены результаты лабораторных исследований физико-химических технологий повышения нефтеотдачи месторождений, разрабатываемых заводнением и термохимической обработкой. Эти технологии могут быть использованы на месторождениях с трудноизвлекаемыми запасами. Физико-химические основы МУН разрабатывались с использованием химических систем: гелеобразующих и нефтевытесняющих систем на основе ПАВ с саморегулирующимся комплексом свойств, оптимальных для вытеснения нефти в пласте в течение длительного времени.

Технологии повышения нефтеотдачи и водоизоляции разработаны для месторождений с трудноизвлекаемыми запасами, в том числе месторождений высоковязких нефтей. В целях совершенствования технологий эффективной переработки трудноизвлекаемых ресурсов нефти и увеличения добычи нефти за счет закачки в пласт воды или теплоносителей предлагается повысить степень изжания нефти в пласте и при

этом добиться интенсификации добычи нефти, усовершенствовать технологии увеличения добычи нефти за счет применения физико-химических методов при разработке пластов.

**Ключевые слова:** нефть, технология, гель, саморегулирование, запас, нефтеотдача.

**Abdullayev M.G., Mansurova S.I.,  
Abdurahimov K.V., Huseyinbeyli G.A.,  
Tamrazli T.T.**

*Azerbaijan State University  
Oil and Industry*

**Prospective physico-chemical oil recovery  
methods (eor) technologies for oil fields  
with the category of difficult to extract  
oils**

#### **ABSTRACT**

The results of laboratory studies of physical and chemical technologies for enhanced oil recovery in fields developed by waterflooding and thermochemical treatment are pre-

sented. These technologies can be used in fields with hard-to-recover reserves. The physical and chemical foundations of EOR were developed using chemical systems: gel-forming and oil-displacing systems based on surfactants with a self-regulating set of properties that are optimal for oil displacement in the reservoir for a long time.

Technologies for enhanced oil recovery and water isolation have been developed for fields with hard-to-recover reserves, including deposits of high-viscosity oils. In order to improve the effective processing technologies of hard-to-extract oil reserves and to increase oil production by injecting water or heat carriers into the layers, it is proposed to increase the compression ratio of oil in the layer at the same time, it is proposed to achieve the intensification of oil production, to improve the technologies of increasing oil production by using physico-chemical methods during the processing of layers.

**Key words:** oil, technology, gel, self regulation, reserve, oil recovery.

*Məqaləyə ADNSU-nun professoru,  
t.e.d., Kərimov M.Y. rəy vermişdir.*