https://doi.org/10.58225/ekosu.2026.3-18-22

UOT 551.16:550.139

ABBASOV C.S., BABAYEV C.T.

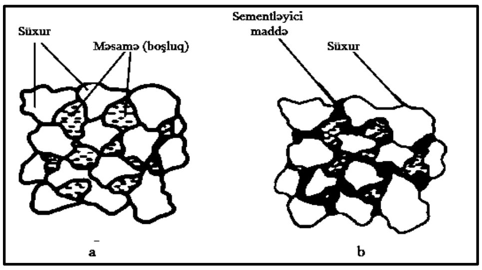
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Unversiteti
c_abbasov1977@mail.ru

NEFT YATAĞININ İŞLƏNMƏSİNDƏ VƏ İSTİSMARINDA NANOTEXNOLOGİYANIN TƏSİR MEXANİZMLƏRİ

Giriş. Azərbaycanda enerjisi tükənmiş, xüsusən işlənmənin son mərhələsində olan qeyri-nyuton xassəli çətin çıxarılabilən neftlərə malik yataqlarda qalıq neft ehtiyatının mənimsənilməsi zəruri olan problemlərdəndir. Uzun müddət işlənmə nəticəsində layların kollektorluq xüsusiyyətləri və neftlərin fiziki-kimyəvi xassələri dəyişikliyə uğrayır ki, nəticədə də yataqlardakı ehtiyat çətin çıxarılabilən ehtiyata çevrilir.

Neft və qaz yerin dərinliklərində müvafiq şəraitdə, dağ süxurlarının, xüsusəndə qum, qumdaşı, əhəngdaşı və dolomitlərin məsamələrində, çatlarında və müxtəlif formalı boşluqlarında yığılır. Gil, gilli-şist və bu kimi çox xırda dənəcikli dağ süxurları isə neftli layları təşkil edən süxurların bilavasitə altında və üstündə yerləşərək, əsrlər boyu neft yatağının saxlanılmasına şərait yaradır.

Süxur dənəciklərinin forma və ölçüləri qeyri-müəyyən olduğundan, onların məsamələrinində forma və ölçüləri qeyri-müəyyən olur. Ümumiyyətlə, süxurun xırda dənəcikləri iri dənələrin aralarında yerləşərək məsamələri kiçildir. Xırda dənələr bəzən küt-küt yığılaraq layın müxtəlif yerlərində də toplaşa bilir. Bəzi hallarda isə həmin dənəciklər xüsusi sementləyici maddələrlə bir-birinə sementlənmiş olur. Belə ki, sementləyici maddələr bir tərəfdən quyunun istismar şəraitinin yaxşılaşmasına kömək edir, yəni xırda süxur dənəcikləri maye ilə birlikdə quyu dibinə axa bilmir, digər tərəfdən isə sementləyici maddələrin məsamələrdə olması məsamənin həcmini kiçildir ki, bu da həmin layda neft yığılmasına mənfi təsir göstərir. Beləliklə, neftli layı təşkil edən süxur dənəcikləri nə qədər böyük olarsa, yəni onların məsamələrdəki maye ilə görüş səthi nə qədər az olarsa, məsamələrdə yığılan mayenin miqdarı bir o qədər çox olar. Mayenin məsamələrdə hərəkəti bir çox amillərdən başqa sü-xurun keçiriciliyindən və sementləyici maddələrin məsamələri kiiltmə dərəcəsindən də asılıdır (şəkil 1) [1]. Kiçik təzyiq və temperatur şəraitində qeyri-bircins layların quyudibi sahəsində süzülən neftin tərkibindəki ağır karbohidrogen birləşmələrinin mövcudluğu, onların süxur səthində çökərək, həmin səthlərin hidrofoblaşmasına gətirib çıxarır. Süxur məsamələrindən qələvi lay sularının süzülməsi dispers sistemlərin yaranmasına səbəb olur. Bu isə mayenin quyudibinə süzülməsinə müqaviməti artırır, nəticədə quyunun məhsuldarlığı azalır.



Şəkil 1. Müxtəlif formalı məsamələr və onların sementləyici maddələr hesabına kiçilmələrinin sxemi

Süxur kəsilişlərində ağır karbohidrogen birləşmələrinin mənimsənilməsində nanotexnologiya üsulu geniş imkanlara malikdir və onun iqtisadi səmərəsi böyükdür.

Nanotexnalogiya digər sahələrdə olduğu kimi neft sənayesində də geniş tətbiq olunur. Süxur qatlarında toplanan neftin özlülüyünin azaldılmasında, onun axıcılıq xüsusiyyətlərinin yaxşılaşdırılmasında, istismarında, neftin sudan ayrılmasında, nəqlində, boru kəmərlərinin karroziyaya davamlığının artırılmasında, qum və duz təzahürlərinin qarşısının alınmasında onun böyük rolu var [2].

Əldə edilmiş məlumatların təhlili göstərir ki, mürəkkəbləşmələr (qum təzahürü, sulaşma, korroziya, parafin və duz çöküntülərinin əmələ gəlməsi) zamanı baş verən proseslər daxilində nanomühitin yaradılması nəticəsin-

də bu mürəkkəbləşmələrin aradan qaldırılmasının texnoloji proseslərini təkmilləşdirmək məqsədilə yeni nanoölçülü effektlərin əldə edilməsi mümkündür.

İstismarın son mərhələsində olan yataqlarda qalıq neftin çıxarılması üçün innovativ texnologiyalar silsiləsindən olan nanostrukturlu sistemlərin eksperimental, nəzəri və analitik tədqiqatlarının aparılması, hasilatda mürəkkəbləşmələrə qarşı nanotexnoloji üsulların işlənməsi, istismar xərclərinin azaldılması, təmirlərarası müddətin uzadılması, ekoloji parametrlərin yaxşılaşdırılması, çıxarılan lay suyunun həcminin azaldılması və utilizasiyası aktual problemlərdir.

Hasilatda nanotexnologiyaların yaradılması aktual tədqiqat istiqaməti olmaqla, aparılan eksperimental tədqiqatlar nəticəsində "Kiçik təsir və həyəcan effekti" nəzəriyyəsi əsasında nanohissəciklərin (NH) kolloid sistemlərə daxil edilmə üsulu təklif olunmuşdur. Bu nanosistemlər ətraflı öyrənildikdən sonra respublikamızın dəniz və quru sahələrində yerləşən quyularında müvəffəqiyyətlə tətbiq olunmuşdur [4].

Qalıq neftin çıxarılmasının effektivliyinin və səmərəliliyinin artırılması istifadə olunan nanosistemlərin struktur-mexaniki və kolloid-kimyəvi göstəricilərindən xeyli dərəcədə asılıdır. Lay-quyu sistemi göstəricilərinin tənzimlənməsinə imkan verən yeni nanosistemlərin işlənilməsi, laboratoriya şəraitində tədqiq edilməsi və son nəticədə tətbiq olunması praktikada atılan ilk addımlardan sayıla bilər.

Məsaməli mühitdə iki bir-birinə qarışmayan mayelərin neft və suyun sərhədində kapilyar qüvvələr əlavə müqavimət yaradır. Bunun nəticəsində layın böyük həcmində su ilə yuyulmasından sonra belə kollektorların məsamələrində xeyli miqdarda neft qalır. Müəyyən olunmuşdur ki, zəif keçiriciliyə malik bəzi laylarda qalıq neftin çıxarılması məqsədilə çoxlu sayda su vurucu quyuların qazılması tələb olunur. Həmçinin bir sıra yataqlarda konturarxası suvurma nəticəsində yataqların mərkəzi hissəsində böyük sahədə neft ehtiyatlarının konservləşdirilməsi baş verir.

Neft verməni artırmaq üçün tətbiq edilən fiziki-kimyəvi üsullar əksər hallarda yataqların ilkin istismar mərhələsində, neftin özlülüyü 15-25 mPa·s artıq olmadığı vaxtlarda tətbiq olunur. Bu zaman fiziki-kimyəvi metodlar adi suvurma ilə müqayisədə neftvermə əmsalını 10-17 % artırmağa imkan verə bilər. Polimerlərlə təsir zamanı layların keçiriciliyi 0,1 mkm^2-dan az, temperaturu isə 1000C-dən çox olmamalıdır, bu temperaturdan yuxarı şəraitdə polimer molekullarının destruksiyası baş verir.

Suvurma zamanı vurulan suyun əsas hissəsi yüksək keçiriciliyə malik zona və kanallarla hərəkər edərək nəinki azkeçiricilikli zonalar və laycıqlara mühüm təsir göstərə bilmir, hətta onları işlənmədən təcrid edir. Belə ki, suvurmanın məlum texnologiyaları ehtiyatları çətin çıxarıla bilən laylardan hasilatın effektivliyini təmin edə bilmir. Digər tərəfdən neftin suvurma ilə çıxarılması üçün laya böyük həcmdə suyun vurulması, sonra da həmin suyun neftdən ayrılması çox baha başa gəlir və böyük enerji sərfi tələb edir. Bu da öz növbəsində neftin maya dəyərinin artmasına səbəb olur. Buna görə quyuların sulaşmasını azaltmaq məqsədilə yaradılan hər hansı effektiv texnologiya həm külli miqdarda vəsaitin və enerji sərfinin azalmasına, həm də quyularda neft hasilatının artmasına və son nəticədə onun maya dəyərinin aşağı düşməsinə imkan verə bilər [3].

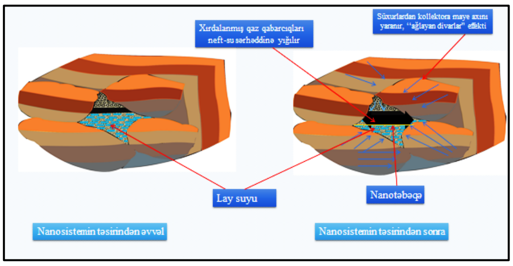
Neftvermə əmsalının artırılmasının nanotexnoloji metodu, nanohissəciklərlə səthi-aktiv maddələrin (SAM), deemulqatorların, turşuların, qələvilərin və karbohidrogenləri oksidləşdirən bakteriya molekullarının kompleks təsirinin nəticəsində neft karbohidrogenlərinin mütəhərrik hala gətirilməsinə əsaslanır. Bu təsir nəticəsində lay sistemində CH4 (metan), CO2 (karbon dioksid), H2 (hidrogen qazı) və N2 (azot) kimi yeni sıxışdırıcı agentlər yaranır [5].

Laydakı karbohidrogenlərin reoloji xassələrini yaxşılaşdırmaqla neftvermə əmsalını artırmaq məqsədilə SAM və nanohissəciklər əsasında "Nanosam" sistemi işlənib hazırlanmışdır. Bu sistemin mayelərin səthi gərilmə əmsalının dəyişməsinə təsirini öyrənmək üçün aparılmış geniş miqyasda tədqiqatlar nəticəsində unikal nəticə əldə olunmuşdur. "Nanosam" sistemi üzərində aparılan eksperimentlərdə səthi gərilmə əmsalı ilə nanohissəciklərin konsentrasiyası arasında asılılıq parabola yəni içəri əyilmiş qrafiklə təsvir olunur. Para-

bola əyrisi çox kiçik (ultrakiçik) konsentrasiyalar sahəsində yerləşərək xarakterik minimum nöqtəsini göstərir və belə nöqtələr nanohissəciklərin 160-100; 60-40; 40-20; 20-10 nm və daha kiçik ölçülərdə də alınır [3].

Laya nanosistemlə təsir etdikdə elektromaqnit sahəsi yaranır (şəkil 2). Layda bu prosesin yaranmasına səbəb maqnit sahəsi və istiliyin təsirindən yaranan "kiçik təsir və həyəcan effekt"ləridir. Neftli mühitə daxil olan nanosistemin strukturası elektromaqnit və istiliyin təsiri nəticəsində lay sularının həcmini genişləndirir, suyun özlülüyünü artıraraq plastik kütləyə çevirir, lay suyunun hərəkətinə mane olur, neftin özlülüyünü isə aşağı salır. "Lay-quyu" sistemində nanotəbəqə yaradaraq fiziki və hidravlik müqavimətlərin aşağı düşməsinə səbəb olur. Şəkil 2-də "Lay-quyu" modeli şərti olaraq göstərilmişdir. Solda nanosuz lay, sağda isə nanolu lay sistemləri təsvir edilmişdir.

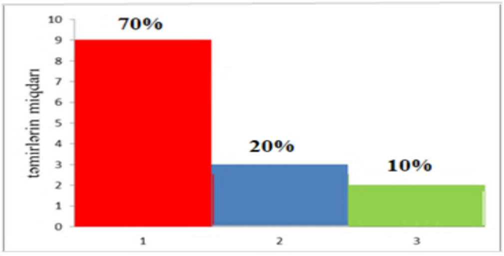
Aparılmış analitik tədqiqatlar göstərmişdir ki, laya nanosistemlə təsir etdikdə "kiçik təsir və həyəcan effekti" əsasında hazırlanmış nanosistemdə temperatur artdıqca metal nanohissəciklərin kimyəvi xüsusiyyətləri dəyişir və ölçülərindən asılı olaraq güclü maqnit xassələri yaranır.



Şəkil 2. "Lay-quyu" modeli

Neftvermə əmsalının artırılması məqsədilə nanotexnologiyaların tətbiq-sınaq işləri Bibiheybət yatağının 1806 saylı quyusunda aparılmış və müsbət nəticələr alınmışdır (şəkil 3).

İlk öncə quyunun mədən məlumatları araşdırılmış və təmirə dayanma səbəbləri müəyyən edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, 1806 saylı quyunun təmirə dayanmasının əsas səbəbi duz çökmədir. Neftin çıxarılması zamanı lift borularında, dərinlik nasoslarında, atqı və nəql xətlərində, həmçinin neftin hazırlanması qurğularında qeyri-üzvi duzların bərk çöküntüləri yaranır. Yataqların istismar mərhələsindən asılı olaraq müxtəlif səbəblərdən əmələ gələn duz çöküntüləri neft hasilatına mənfi təsir göstərir.



Şəkil 3. 1806 saylı quyunun təmirə dayanma səbəbləri: 1 – texnoloji (duz) faktor, 2 – texniki (avadanlıq) faktor, 3 –insan faktoru

Lift borularında və digər quyu avadanlığında yığılan duz çöküntüləri hasilatın və təmirarası müddətin azalmasına səbəb olur. Elektrik dalma nasoslarının hissələrində, ştanqlı dərinlik nasoslarının klapanında toplanan duz çöküntüləri onların verimini azaldır, həmçinin tez bir zamanda nasosların təmiri tələb olunur.

Duz çöküntülərinin qarşısını almaq məqsədilə yeni nanotərkibli reagent işlənmişdir. "Kiçik təsir və həyəcan effekti" əsasında işlənmiş nanosistemin tətbiqi zamanı çıxarılan lay suyunun miqdarı azalmış və neft hasilatı isə artmışdır [4].

Çıxarılan lay suyunun azalması ilə sərf edilən elektrik enerjisinə qənaət olunur, ətraf mühitin çirklənməsinin qarşısı alınır.

Metal nanohissəcik və SAM-dan ibarət olan nanosistemin tətbiqi ilə fazalararası sərhəddə gedən fiziki-kimyəvi proseslər nəticəsində səthi gərilmənin azalması və islanma bucağının artması neftin axıcılıq qabiliyyətini yüksəltmiş, onun quyudibinə sıxışdırılmasını asanlaşdırmışdır.

Lay flüidinin özlülüyünə yaxın özlülüyü olan nanosistem lay daxilində bərabər profilli cəbhə yaratmaqla su dillərinin əmələ gəlməsinin qarşısını almış və az keçiricilikli sahələr də işlənməyə cəlb edilmişdir. Bu nanosistemin tətbiqi Siyəzən yatağının 1806 saylı quyusunda aparılmışdır.

Nanosistemin təsiri altında olan 1806 saylı hasilat quyusu üzrə gündəlik neft hasilatı 0,4 ton artmış, suyun miqdarı isə 9 m3 azalmışdır.

Bibiheybət yatağında nanotexnologiyaların tətbiqi nəticəsində orta və kiçik debitli sulaşmış quyularında hasilatın xeyli artırılmasına, neftin çıxarılmasına tələb olunan elektrik enerji sərfinin və çıxarılan mayedə suyun miq-

darının azaldılmasına nail olunmuşdur. Quyuların təmirarası müddətləri uzadılmış, lay sularının neftdən ayrılması, məhsulunda parafin olan quyularda çöküntülərin qarşısının alınması və sinergetik effekt nəticəsində böyük səmərənin əldə edilməsi mümkün olmuşdur.

Yatağın 2055 saylı suvurucu quyunun ətrafında yerləşən 2061, 3496, 2368, 2009 və 2786 saylı neft quyularında mütəmadi olaraq hasilat ölçülmüş, çıxarılan mayedə neftin və suyun analizləri aparılmışdır (cədvəl 1).

Cədvəl

Bibiheybət neft yatağında 2055 saylı suvurucu quyu ətrafında yerləşən quyularda nanosistemlə təsirdən əvvəl və sonra neft və su hasilatı, t/gün

Quyu №-si	Neft, t/gün				Su, m^3/gün			
	Əvvəl	Sonra	Fərq	%, +/-	Əvvəl	Sonra	Fərq	%, +/-
2061	0,4	0,425	0,025	6,25	15,6	15,8	0,2	1,28
3496	1,7	1,4	-0,3	-23,5	15,8	16,2	0,4	2,53
2368	2,7	3,175	0,475	17,59	18	16,85	-1,15	-6,38
2009	0,5	1,15	0,65	130	13,7	12,8	-0,9	-6,57
2786	0,5	0,8	0,3	60	9,6	9,2	-0,4	-4,16
Cəmi	5,8	6,85	1,05	18,10	72,7	70,85	-1,85	-2,54

Sınaq müddətində 5 hasilat quyusu üzrə çıxarılan mayedə neftin miqdarı 5,8 t/gündən 6,85 t/gün-ə yüksəlmişdir (+1,05) , bu da 18% artım deməkdir. Çıxarılan mayedə suyun miqdarı 72,7 t/gün-dən 70,85 t/gün-ə qədər, yəni 1,85 t/gün azalmışdır.

Beləliklə, tədqiqat nəticələrindən də məlum olur ki, nanosistemlərin digər sahələrdə olduğu kimi neft sənayesində də tətbiqindən yüksək səviyyədə multiplikativ səmərə almaq mümkündür.

NƏTİCƏ

Tədqiqat nəticələri göstərir ki, nanotexnologiyanın neft yataqlarının işlənməsi və istismarında tətbiqi neft hasilatının artırılmasına, suyun miqdarının azalmasına və istismar xərclərinin aşağı salınmasına imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Abbasov C.S. Aşağı Kür çökəkliyinin mürəkkəb tektonik şəritli zonalarında anomal lay təzyiqinin dəyişməsi //Azərbaycan Neft Təsərrüfatı. Bakı, 2013, №06, s.63-66.
2. Abbasov C.S. Anomal yüksək lay təzyiqinin dəyişmə xüsusiyyətlərinin və onun neftlilik-qazlılığa təsirinin geofiziki üsullarla öyrənilməsi (Aşağı Kür çökəkliyi timsalında). Avtoreferat, Bakı, 2014, c. 25
3. Cəfərov R.R., Hacıyev C.C. İşlənmənin son mərhələsində olan yataqlarda yeni tektonik blokların və stratiqrafik kəsilişlərin aşkar edilməsinə dair (Darvin bankası timsalında) //Azərb. Neft Təsərrüfatı. Bakı, 2012, № 9, s. 5-10.
4. Mirzəcanzadə A.X. Neft-qaz yataqlarının istismarı və işlənməsi. Bakı, 2010, 110 s.
5. Şahbazov E.Q. Bibiheybətneft yatağında ağır neftlərin çıxarılmasında və nəqlində nanotexnologiyanin tətbiqi // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, Bakı, 2019, cild 21, № 4, s. 37-42 .
6. Şahbazov E.Q. Nanotexnologiyanın tətbiqilə layda sulaşmanın məhdudlaşdırılması // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, Bakı, 2021, s. 36-38.
7. Аббасов Дж.С. Зависимость аномально высокого пластового давления от удельного электрического сопротивления глубоко-залегающих глинистых пластов //Науч.-Тех. Вестник, "Каротажник". Твер:2013, №11, с. 53-58.
8. Мартынов В.Г., Керимов В.Ю., Шилов Г.Я., Рачинский М.З. Геофлюидальные давления и их роль при поисках и разведке месторождений нефти и газа: Монография.– М.: ИНФРА-М, 2013, - 347с.

Abbasov C.S., Babayev C.T.

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Unversiteti
c_abbasov1977@mail.ru

Neft yatağının işlənməsində və istismarında nanotexnologiyanın təsir mexanizmləri

XÜLASƏ

Süxur kəsilişlərində ağır karbohidrogen birləşmələrinin mənimsənilməsində nanotexnologiya üsulu geniş imkanlara malikdir və onun iqtisadi səmərəsi böyükdür.

Nanotexnalogiya digər sahələrdə olduğu kimi neft sənayesində də geniş tətbiq olunur. Süxur qatlarında toplanan neftin özlülüyünin azaldılmasında, onun axıcılıq xüsusiyyətlərinin yaxşılaşdırılmasında, istismarında, neftin sudan ayrılmasında, nəqlində, boru kəmərlərinin karroziyaya davamlığının artırılmasında, qum və duz təzahürlərinin qarşısının alınmasında onun böyük rolu var.

Neft-qazın mənimsənilməsi zamanı baş verən mürəkkəbləşmələrin (qum təzahürü, sulaşma, korroziya, parafin və duz çöküntülərinin əmələ gəlməsi) aradan qaldırılmasının texnoloji proseslərini təkmilləşdirmək məqsədilə yeni nanostrukturların və nanoölçülü effektlərin əldə edilməsi mümkündür.

***Aşar sözlər**: Məsaməlik, keşiricilik, istismar, işlənmə, nanotexnalogiya, nanosistem, maye, neft-qaz.*

Аббасов Дж.С., Бабайев Д.Т.

Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет
c_abbasov1977@mail.ru

Механизмы влияния нанотехнологий на разработку и эксплуатацию нефтяных месторождений

АННОТАЦИЯ

Метод нанотехнологий обладает широкими возможностями в разработке месторождений тяжелых углеводородов в горных породах и отличается высокой экономической эффективностью.

Нанотехнологии широко используются в нефтяной промышленности, как и в других областях. Они играют важную роль в снижении вязкости нефти, скопившейся в пластах горных пород, улучшении ее текучести, разработке месторождений, отделении нефти от воды, транспортировке, повышении коррозионной стойкости трубопроводов и предотвращении образования песчаных и солевых отложений.

Для совершенствования технологических процессов устранения осложнений, возникающих при разработке нефтегазовых месторождений (песчаные отложения, переувлажнение, коррозия, образование парафиновых и солевых отложений), возможно получение новых наноструктур и наноразмерных эффектов.

***Ключевые слова:** Пористость, проницаемость, эксплуатация, разработка, нанотехнологии, наносистемы, жидкость, нефть и газ.*

Abbasov J.S., Babayev J.T.

Azerbaijan University of Architecture and Construction
c_abbasov1977@mail.ru

Mechanısms of the ınfluence of nanotechnology on the development and exploıtatıon of oıl fıelds

ABSTRACT

The method of nanotechnology has wide possibilities in the development of deposits of heavy hydrocarbons in rocks and differs in high economic efficiency.

Nanotechnology is widely used in the oil industry, as well as in other areas. They play an important role in reducing the viscosity of oil accumulated in rock layers, improving its fluidity, developing deposits, separating oil from water, transportation, increasing the corrosion resistance of pipelines, and preventing the formation of sand and salt deposits.

For the improvement of technological processes, the elimination of complications that arise during the development of oil and gas fields (sand deposits, overwetting, corrosion, the formation of paraffin and salt deposits), it is possible to obtain new nanostructures and nanoscale effects.

***Key words:** Porosity, permeability, exploitation, development, nanotechnology, nanosystems, liquid, oil and gas.*

Məqaləyə “Neftqazelmitədqiqtlayihə” İnstitutu, “Axtarış kəşfiyyat işlərinin təhlili və quyu qazma şəraitinin əsaslandırılması” laboratoriyasının böyük elmi işçisi, y.e.f.d. Q.Ə. Süleymanov rəy vermişdir.

Redaksiyaya daxil olma/Received 15.04.2026
Çapa qəbul olunma/Acceptid for publication 15.05.2026