

NEFT VƏ BITUM YATAQLARININ MƏHSULDAR LAYLARINDA AKUSTİK TƏSİRİN TƏTBİQİ

A.R. Gəlimzənova, R.N. Qataullin

Rusiya Elmlər Akademiyasının Kazan Elmi Mərkəzi

Rusiya Federasiyasında işlənməkdə olan yataqların neft ehtiyatlarının əhəmiyyətli dərəcədə tükənməsi şəraitində, bir qayda olaraq, yataq kimi formalaşmayan, lokal səpələnmiş yığım halında rast gəlinən yüksək özlülüklü, qətranlı neftlərə (YÖQN) və təbii bitumlara (TB) daha çox diqqət yetirilir. Bu tip yığımlar mürəkkəb yataqlarda da təsadüf olunur.

YÖQN və TB qısa və orta müddətdə, neft çatışmazlığını ödəyəcək və uzun müddət ənənəvi neft dövrü ilə gələcəkdə tamamilə yeni enerji texnologiyaları arasında "enerji körpüsü" olaraq xidmət edə biləcək mövcud enerji mənbələrindən birinə çevrilir. YÖQN və TB işlənməsinin və hasilatının aşağı effektivliyinin əsas problemlərindən biri neft və bitumların özlülüyü və sıxlığıdır. Neftlərin və bitumun sıxlığı və özlülüyü artdıqca onların tərkibində qətranlı-asfaltənli maddələrin, heteroatomların və metalların miqdarı da artır. Neft hasilatı prosesinin intensivləşməsi neft və bitum yataqlarının işlənməsinin sonrakı mərhələlərində hasilat həcmimin artmasını təmin etmək zərurəti ilə əlaqədardır.

Yüksək özlülüklü və çətin çıxarıla bilən karbohidrogen ehtiyatlarının mənimsənilməsi əhəmiyyətli maddi və enerji xərcləri tələb edir. Buna görə də onların çıxarılması üçün resurs qənaət edən texnologiyalardan istifadə etmək son dərəcə vacibdir. Yataqların tükənməsi şəraitində bu problemin həlli, bütün mövcud ehtiyatların təxminən 70% -ni təşkil edən və çıxarılması çətin olan ehtiyatların mənimsənilməsi ilə həyata keçirilə bilər. Bu məqsədlər üçün həm enerji qənaətinə görə, həm də filtrasiya prosesinin intensivləşməsinə görə ümumi effektdən artıq nəticə əldə etməyə imkan verən laylara akustik təsir metodundan istifadə etmək tövsiyə olunur.

Nəzərə alınan texnologiyaların və texniki vasitələrin tətbiqi zamanı istismar quyularının debitinin artırılması, eyni zamanda enerji maddi məsrəflərinin, xərclərin azaldılması akustik (dalğa) və digər tətbiq

edilən metodların məhsuldar laylara təsirinin birgə istifadəsi sayəsində mümkündür. Neft laylarına dalğa təsiri şərti olaraq **akustik, ultrasəs, seysmoakustik və vibrasiya** kimi müxtəlif metodlarla təsnif olunur. Yuxarıda sadalanan üsullar əsasən təbii-funksional (yəni mənşəyi, növü və məqsədi) ilə deyil, texnoloji (əmələ gəlmə üsulları və parametrləri və tətbiq üsulları) xüsusiyyətləri ilə fərqlənir.

Təbii və ya texnogen mənşəyindən asılı olmayaraq onların hamısı elastik dalğaların xüsusi hallarıdır. Tatarıstan Respublikası da daxil olmaqla Rusiyada neftin təxminən 90% -i su basqı rejimi ilə işləyən yataqlarla əlaqəlidir. Subasqı rejimi yataqların işlənməsinin baza strategiyası olaraq neftçixarma əmsalını digər tətbiq olunan üsullara nisbətən 35-55%-ə qədər artırmaq imkanı yaradır. Belə ki, həmin digər üsullardan istifadə etməklə çıxarıla bilən neftin yalnız 15-30%-nin hasil olunmasına nail oluna bilər.

Komponentlərdən biri kimi akustik (dalğa) təsirinin istifadəsi böyük maraq doğurur. Bu təsirlə aşağıdakılar əldə edilir: ekoloji təmizlik, layların geoloji quruluşuna və çıxarılmış məhsulun kimyəvi tərkibinə heç bir zərərli təsirin olmaması; texniki təhlükəsizlik və metodun tətbiqinin nisbətən asanlığı.

Dalğa təsiri ilə layda daxiliyanma texnologiyasının birgə istifadəsi təqdirəlayiqdir.

Bu texnologiya bir neçə ildir ki, Tatarıstan Respublikasındakı təbii bitum Mordovo-Karmalskoye yatağında sınaqdan keçirilmişdir. İstilik daşıyıcının laylara vurulması üsulunda vurucu quyulardan istifadə olunur. Bu məqsəd üçün qazlardan və mayelərdən istilik daşıyıcısı kimi istifadə edilə bilər.

Bu zaman yaradılmış akustik titrəmələrin sinxron olaraq dəyişən tezliyini təmin etməsi nəzərdə tutulur. Fiziki dalğalar laylarda yayılır və orada filtrasiya prosesinə təsir edir ki, bu da neft hasilatı prosesinin intensivləşməsinə səbəb olur. Məruz qalmanın maksimum müsbət təsiri "təzyiq titrəmələrinin mənbəyi

(quyu) - məhsuldar lay" sisteminin rezonans titrəmələri müşahidə edildiyi tezlik aralığında əldə edilir. Bu zaman karbohidrogen istehsalında əhəmiyyətli artım və su həcmnin azalması müşahidə olunur. Xüsusi enerji xərclərində isə orta hesabla 5 dəfə azalma təmin edilmişdir.

Göstərilən texnologiyaların tətbiqinin son nəticələri uğurluluq səviyyəsinə görə 50% olmuşdur.

Quyuların məhsuldarlığını artırmaq üçün istifadə olunan **vibrasiya və akustik** texnologiyalar nisbi sadəliyi, ətraf mühitə zərərsizliyi və aşağı enerji və material xərcləri ilə seçilir. Onların mahiyyəti səth və quyu mənbələrindən enerjinin müxtəlif yollarla ötürülməsindən ibarətdir. Titrəmələrin təsiri altında qazın, neftin və suyun qalıq fazalarının bloklama təsiri aradan qaldırılır, aşağı keçiricilikli laylarda və zonalarda mayelərin süzülməsi başlanır və layların həm qalınlığı, həm də uzanması istiqamətində bu təsirin gücü artır. Eyni zamanda qazın və mayenin tarazlıq konsentrasiyası azalır. Bundan əlavə, aşağı keçiricili laylarda dalğa amplitudlarının təzyiqinin kifayət qədər yüksək hədlərində layın hidravlik yarıması da baş verir. Akustik dalğalar və layın quyuya yaxın zonasında kavitasiya effektinin təsiri quyudibi zonada divarların səth qatının dağılmasına səbəb olur, məhsuldar layın tutulmuş məsamə kanallarını təmizləyir.

Depressiya kavitasiyanın meydana gəlməsini aktivləşdirir, quyuya laydan flüidın daxil olmasını sürətləndirir və məsamə kanallarından kalamatantların çıxarılmasına kömək edir.

Bundan əlavə, dalğa sahəsi lay flüidinin özlülüyünün azalmasına əhəmiyyətli dərəcədə kömək edir və eyni zamanda depressiya onun quyuya axınını artırır [5].

Tədqiqatın nəticələrindən belə qənaətə gəlmək olar ki, filtrasiya axınının küy spektri flüidın özlülüyündən, növündən və sıxlığından, hərəkət sürətindən asılı deyil və ya zəif asılıdır. Bu əsasən neft kollektorunun strukturu və növü ilə bağlıdır.

Hal-hazırda həm Rusiyada, həm də xaricdə istifadə olunan qısamüddətli dalğa təsiri, bir qayda olaraq, quyuların quyu zonasının vaxtaşırı təmizlənməsi və kollektor xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırmaq

üçün istifadə olunur ki, bu da neftin çıxarılma əmsalının artması problemini əsaslı şəkildə həll etmir. Bu əmsal subasqı rejimində işləyən aktiv yataqlarda orta hesabla 0.38-0.45, aşağı keçiricili kollektorlar üçün 0.1-0.35, yüksək özlülüklü neftlər üçün isə 0.05-0.25 həddini aşmır.

Akustik təsirin quyudibi zonasına digər üsullarla birlikdə tətbiqi məsələnin köklü həllində öz rolunu oynaya bilər. Dalğa sahəsindəki filtrasiyanı artırmaq üçün perspektivli texnologiyalar arasında lay-kollektorlara termoakustik təsiri (TAT) göstərmək olar. Bu halda **ultrasəs akustik təsirdən** istifadə olunur. Ultrasəsin istifadəsi əsasən iki xarakterik xüsusiyyəti ilə əlaqələndirilir: şüa yayılması və yüksək enerji sıxlığı [6]. Ultrasəs üsulunun tətbiqi temperatur sahəsinin xarakterik dəyişikliyinə səbəb olur. Ultrasəsin təsiri altında akustik axınların yaranması kollektorun skeletində enerji itkisi ilə əlaqədardır. Bu itkilər ultrasəsin intensivliyindən və süxurların akustik xüsusiyyətlərindən asılıdır. Belə ki, neft və bitumlu layları təşkil edən bütün məsaməli süxurların öz rezonans titrəmə tezlikləri vardır.

Akustik axınlar intensiv flüid qarışmasına, bununla da temperaturun bərabərləşməsinə və konvektiv diffuziyanın intensivləşməsinə səbəb olur. Flüidin temperaturu bərabərləşdikcə, akustik axınların kollektorlara daha da nüfuz etmə dərinliyi artır ki, bu da qızdırılan flüidlərin deformasiyasına, onların turbulentiyyətinə və laylara dərin nüfuz etməsinə səbəb olur. Nəticədə istilik ötürmə əmsalı və istilik mübadiləsi sürəti bir neçə dəfə artır. Ultrasəs flüidlərdə, eləcə də bərk faza ilə sərhəddə diffuziya proseslərini sürətləndirir. Bu vəziyyətdə, ultrasəsin təsiri altında kavitasiya effekti səbəbindən atomların bir sabit vəziyyətdən digərinə daha asan keçməsi baş verir.

Bu məsələdəki irəliləyiş bitumlu laylarda termoakustik təsirlərin istifadəsinə əsaslanan yüksək effektiv yeni texnologiyaların inkişafı ilə əlaqədardır.

Termoakustik təsir (TAT) dedikdə bitumlu layın eyni vaxtda güclü termal və akustik sahələrlə şüalandırılması nəzərdə tutulur. Bu sahələrin eyni vaxtda yayılması ilə quyuya bitum axınının intensivləşməsinə kömək edən effektlər yaranır. Laylara termoakustik təsir (TAT) onların məhsuldarlığının və

qəbuletməsinin bərpası üçün aparılır. Bu azalma istismar dövründə keçiriciliyin azalması meydana gəlməsi səbəbindən və ya qazmadan dərhal sonra əmələ gələ bilər.

Vibroseyzmik təsir iki yolla həyata keçirilir: quyu vibromənbələri və ya dalğaötürücüsü vasitəsi quyu uyuibi zonaya təsir yaratmaqla. Dalğaötürücüsü quyu ağzından və ya yer səthindən quyuların quyu dibi zonasına seysmik enerjini süxurlarla ötürən vibrasiya mənbələrindən ibarətdir.

Tədqiqat nəticələrinə əsaslanaraq müəlliflər aşağıdakı nəticələrə gəlmişdirlər: yer səthindən həyata keçirilən vibroseysmik metodun təsiri sulaşmış yataqların neft hasilatını əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Bu üsul çoxlaylı yataqlarda xüsusilə yüksək effektivdir. Vibrasiya təsiri 7 aydan 12 aya qədər davam edir.

Aşağı tezlikli seysmik təsiri aşağıdakı amillərlə əlaqədardır: 1) strukturun qeyri bircinsliyi; 2) kollektorlarda öz-özünə filtrasiya prosesləri və onların seysmik titrəyişlərlə rezonanslı qarşılıqlı təsir imkanları; 3) lay mayesinin qazdan təmizlənməsi; 4) lay mayələrinin reoloji xüsusiyyətləri; 5) kapilyar effektlər; 6) məsamə səthinin nəmlənmə qabiliyyəti.

Seysmoakustik təsir elastik dalğaların istifadəsinə əsaslanır. Elastik dalğaların doymuş məsaməli mühitlərdən keçməsindən yaranan effektlər aşağıdakılara bölünür: neftin nisbi faza keçiriciliyinin suya nəzərən daha çox artması; neftin su ilə kapilyar sıxışdırılmasının 10 dəfə sürətlənməsi və həcmi artımı; kollektor süxurların stress vəziyyətinin dəyişməsi və bununla əlaqədar məsamə boşluğunun strukturunda dəyişiklik.

Seysmoakustik təsirin (SAT) tətbiqinin əsas səbəbi kimi məhsuldar layların keçiriciliyə görə bircinsli olmamasını göstərmək olar. Seysmoakustik təsire həmçinin obyektlər kimi 20-50 metr məsafədə yerləşən üst və ya alt qatlar məruz qalırlar. Üsulun təsiri radiusu 2000 metrə çatır. Alçaq və orta tezlikli vibrodalğaların təsiri quyudibi və layların daha dərinə yerləşən zonalarını da əhatə edir.

Elastik titrəmələrin doymuş məsaməli mühitlərdəki filtrasiya proseslərinə, skelet matrisinin struktur- mexaniki vəziyyətinə və məsamədaxili təzyiğin

qradiyentinə təsirinin intensivliyinin nəzərəcarpacaq qədər aşağı olduğu müşahidə olunmuşdur. Nisbətən aşağı intensivliyə (nisbətən kiçik amplituda) malik elastik titrəmələrin təsiri vibrodalğaların əhəmiyyətli təsirini əldə etmək üçün bir növ başlanğıc mexanizmi rolunu oynayır.

TatNIPIneft İnstitutu tərəfindən quyudibi pulsatorlar hazırlanmış, vibrotəsir uğurla suvurma quyularında eksperimental olaraq həyata keçirilmişdir.

Hal-hazırda təsir prosesləri vibroseysmik, akustik və vibrodalğa təsirlərinə bölünür.

Aşağıda nəzərdən keçirilən təzyiqli titrəmələrini yaradan texniki vasitələr əsasən dalğa təsiri üsulları ilə əlaqədardır.

Müxtəlif diametrli quyu cihazlarının geniş çeşidi həm açıq lüləli, həm də nasos kompressor boruları buraxılmış quyularda işləmək imkanı yaradır.

Suvurma quyularında bu işlər suvurma rejimində və bağlı vəziyyətdə, qazlift və fontan quyularında isə quyuların işlək vəziyyətində və nasos kompressor boruları quyuda olarkən keçirilə bilər.

Mexaniki fond quyularında isə vibrotəsir işlərini yeraltı və əsaslı təmir işləri ilə birgə yerinə yetirmək daha məqsədəuyğun hesab olunur.

Akustik təsirin müsbət təsiri bir neçə həftədən iki ilə və ya daha çox müddətdə davam edir.

Metod ekoloji cəhətdən təmizdir və tətbiqinin dəyəri quyuların kimyəvi işləməsindən və hidravlik yarıma ilə müqayisədə daha aşağıdır.

İndiyə qədər müxtəlif aktiv elementləri olan akustik generatorlar hazırlanmışdır ki, bunlardan burulğan, toroidal, disk, diafraqma, parametrik növlərini göstərmək olar. Bu generatorlar çıxış parametrlərinin gücləndirilməsi rejimində işləyir.

Hərəkətli hissələri və detalları yoxdur, dizayn sadəliyi və texnoloji qabiliyyəti ilə seçilir.

İmpuls inject generatorları konstruksiyasına görə sadə və yüksək dərəcədə etibarlıdır. Onlar aşağı və yüksək yüklənmədə, zərbə yüklənməsində yaxşı işləyirlər.

Bu generatorlara ümumiyyətlə əlavə enerji mənbələri lazım olmur, çünki axının özü enerjisi təzyiqli titrəmələrini həyəcandırmaq üçün istifadə olunur.

Laya akustik təsirin səmərəliliyini artırmaq üçün müəlliflər aşağıdakı həll yollarını təklif edirlər: layda dalğa sahəsinin zəifləməsinin intensivliyini azaldan aşağı tezlikli təzyiqliq titrəmələrinin təmin edilməsi; təzyiqliq titrəmələri amplitudunun hesabət rejimində artırılması; suvurma quyularında qəbuletmənin bütün dəyişilmə diapazonlarında təzyiqliq titrəmələrinin yaradılması.

Nəticədə məsələnin kompleks həlli daha güclü dalğa təsirinə məruz qalan layın əhatə dairəsinin artması səbəbindən karbohidrogen xammalının çıxarılmasını da artırmağa imkan verir.

Bu növ sistemlər, anbara buxar vurulma, həmçinin laydaxili yanma şəraitində hava vurulma, Pervomaisky və Mordovo-Karmalski təbii bitum yataqlarının işlənməsi şəraitində genişmiqyaslı sınaqlar zamanı praktiki tətbiqini tapmışdır.

“Azərbaycanda Geofizika Yenilikləri” jurnalının redaksiya heyəti məqalənin çapa hazırlanmasına görə GGI-nin “Mədəngeofizika” İstehsalat Bölümünün geologiya üzrə rəis müavini Z.Umarova təşəkkürünü bildirir.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геология и освоение залежей природных битумов Республики Татарстан / Под. ред. проф., д.г.-м.н. Р.С. Хисамова – Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2007. – 295 с.

2. Гатауллин Р.Н., Галимзянова А.Р. Состояние методов воздействия и технических средств при освоении нефтяных и битумных месторождений / East European Scientific Journal, Warszawa: EESJ. – 2016. – № 6. – С. 33–38.

3. Муслимов Р.Х., Кравцов Я.И., Марфин Е.А. и др. Анализ эффективности термоволнового воздействия на Мордово-Кармальском месторождении // Бурение & Нефть. – 2003. – № 1. – С. 18–23.

4. Кузнецов О.Л., Симкин Э.М., Чилингар Дж. Физические основы вибрационного и акустического воздействия на нефтегазовые пласты. – М.: Мир, 2001. – 260 с.

5. Муслимов Р.Х. Современные методы повышения нефтеизвлечения: проектирование, оптимизация и оценка эффективности: Учеб. пособие. – Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ, 2005. – 688 с.

6. Иванов Б.Н., Гурьянов А.И., Гумеров А.М. Волновые процессы и технологии добычи и подготовки нефти. – Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ, 2009. – 400 с.

7. Симкин Э.М. Вибросейсмический метод увеличения продуктивности обводненных нефтяных и газовых пластов // Нефтегазовые технологии. 1998. – № 2. – С. 24–25.

8. Pant A. Johnson. Seismic stimulation of oil production in depleted reservoirs. Proposal summary / GeoEngineering Group Los Alamos National Laboratory. pp. 1–5 1995.

9. Загидуллина А.Р., Буторин Э.А., Кравцов Я.И., Гатауллин Р.Н. Возбуждение продольных резонансных колебаний давления в условиях забоя скважины // Нефтепромысловое дело. – 2015. – № 5. – С. 33–37.

10. Гатауллин Р.Н., Галимзянова А.Р. Определение протяженности горизонтального участка скважины для интегрированного воздействия на пласт // Технологии нефти и газа. – 2015. – № 4 (99). – С. 44–48.

11. E. A. Marfin, Y. I. Kravtsov, A. A. Abdrashitov, R. N. Gataullin & A. R. Galimzyanova. Elastic-Wave Effect on Oil Production by In Situ Combustion: Field Results // Petroleum Science and Technology, Volume 33, Issue 15–16, 2015, p. 1526–1532.

A.P. Galimzhanova, R.N. Gataullin

АКУСТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРОДУКТИВНЫЙ ПЛАСТ ПРИ ОСВОЕНИИ НЕФТЯНЫХ И БИТУМНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

АННОТАЦИЯ

В настоящее время волновые акустические методы представляются технологиями будущего, которые могут применяться как самостоятельно, так и легко совмещаться с другими методами увеличения нефтеотдачи (МУН), тем самым повышая их рентабельность. Однако это требует детального геолого-физического исследования участков их применения. Анализ и обобщение исследований позволяют сделать следующие выводы. Основные направления эффективного применения волновых технологий при разработке УВ месторождений являются: очистка призабойной зоны продуктивного пласта, а также повышение притока и приемистости скважин; интенсификация добычи УВ, снижение обводненности скважин и извлекаемой продукции; снижение эксплуатационных затрат и экологическая безопасность. Для поддержания на современном этапе темпов добычи нефти и природных битумов, а также увеличения коэффициента извлечения нефти (КИН), волновые методы и средства воздействия на продуктивные пласты занимают одну из ключевых ролей среди перспективных МУН. В результате исследования выявлено, что интенсификация извлечения нефти при этом методе обеспечивается двумя основными факторами: - снижение вязкости пластовых флюидов за счёт нагнетания пара в пласт; - повышение проницаемости насыщенной пористой среды за счет воздействия на нее упругими волнами. Поскольку в процессе добычи наблюдается тенденция снижения нефтеотдачи – основного показателя рационального использования сырьевой базы, то выход из сложившейся ситуации видится в наращивании добычи нефти волновыми методами воздействия на месторождениях с трудноизвлекаемыми УВ.

A.R. Galimzhanova, R.N. Gataullin

ACOUSTIC IMPACT ON PRODUCTIVE LAYER WHILE DEVELOPMENT OF OIL AND BITUMINIC FIELDS

ABSTRACT

At present, acoustic wave methods are considered to be technologies of the future, which can be applied independently or can be easily combined with other methods of enhanced oil recovery (EOR), thereby increasing their profitability. However, this requires a detailed geological and physical study of the areas of their application. Analysis and generalization of researches allowed to make the following conclusions. The main directions of effective application of wave technologies in the development of hydrocarbon fields are the following: cleaning the bottomhole zone of the productive formation, as well as increasing the inflow and injectivity of wells; intensification of hydrocarbon production, reducing the water cut of wells and recoverable products; lower operating costs and environmental safety.

To maintain at the present stage the rates of oil and natural bitumen production, as well as to increase the oil recovery factor (ORF), wave methods and means of stimulating productive formations occupy one of the key roles among the promising EOR. As a result of the study, it was revealed that the intensification of oil recovery with this method is provided by two main factors: - a decrease in the viscosity of formation fluids due to the injection of steam into the formation; - increasing the permeability of a saturated porous medium due to the action of elastic waves on it. Since in the process of production there is a tendency to reduce oil recovery - the main indicator of the rational use of the resource base, the way out of this situation is seen in increasing of oil production by wave methods of stimulation in fields with hard-to-recover hydrocarbons.