

İSTİ SUYUN SAHƏBOYU VURULMASI İLƏ LAYLARIN NEFTVERİMİNİN ARTIRILMASININ EKSPERİMENTAL VƏ NƏZƏRİ TƏDQIQI Qasımlı A.

Neft yataqlarının işlənməsi layihəsinin tərtibi zamanı layın sahə boyu sulaşdırılması üsulu qəbul edilir. Qırmakı horizontunun (Qala, Balaxanı-Sabunçu-Ramana yataqları) sahə boyu sulaşdırılması nəticələrinin hərtərəfli təhlili göstərmişdir ki [1], bu horizontların kollektorlarına, hətta uzun müddət işlənilmədə olan laylara belə, sahə boyu su vurulması neftveriminin artırılmasına səbəb olmuşdur.

Kreyq F.F.[2] sulaşma sxeminə lazımı səviyyədə baxaraq, belə nəticəyə gəlmişdir ki, optimal sxem az sayda quyu ilə istənilən neft çıxışının tempini təmin etməlidir. Ən əlverişli suvurma sxeminin ümumi kriteriyası olmadığından müəyyən şəraitlərdə çox sayda amillərlə səciyyələnir. Hər bir sxem özünün mənfəi və müsbət tərəfləri ilə fərqlənir. Əgər bu amillərin hamısını yox, ən əsasını nəzərə alsaq, onda beşnöqtəli sxemi üstün saymaq olar.

Ədəbiyyat təhlili göstərir ki, çətin çıxarıla bilən ehtiyata malik layların neftverimini isti su vasitəsilə artırmaq mümkündür. Bu sahədə çox sayda nəzəri və eksperimental tədqiqat işləri aparılmışdır. Lakin, eksperimentlər, vurulan suyun radial paylanması və quyular arasında interferensiyanın baş verməsini təmin etməyən xətti lay modellərində aparılmışdır.

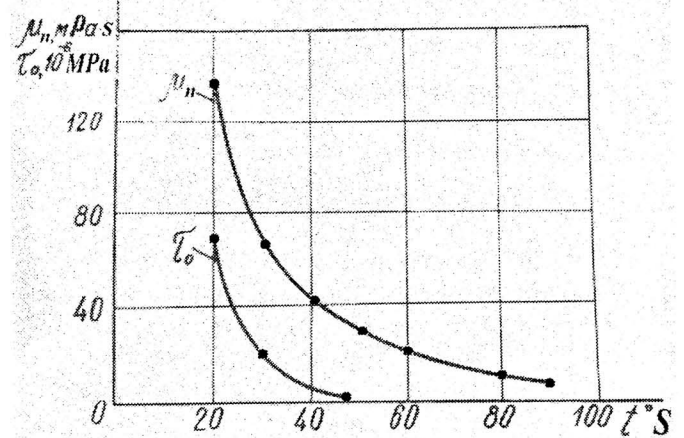
İşlərdə [3,4,5] göstərilir ki, ən yaxşı nəticəni yüksək özlüklü neftlərə malik laylara sahə boyu isti suyun vurulması ilə almaq mümkündür, belə ki, bu zaman məsələli kollektorlarda yüksək temperatur proseslərinə xas olan tex-noloji mürəkkəbləşmələr baş vermir.

Məsələnin aktuallığını nəzərə alaraq qeyri-Nyuton neftlərə malik layların neftverimini artırmaq məqsədilə beşnöqtəli quyu düzülüşünü təqlid edən lay elementinin modelində yüksək təzyiqli və temperatura malik suyun sahə boyu vurulmasına aid eksperimental tədqiqatların aparılmasına ehtiyac duyulmuşdur.

Bunu nəzərə alaraq, Palçıq Pilpiləsi yatağı təmsalında vurulan suyun temperaturunun neftveriminə təsirini tədqiq etmək məqsədilə iki ölçülü lay modelində 10 MPa təzyiqdə və 20 ÷ 260° S temperaturda eksperimental tədqiqatlar aparılmışdır [6].

İstifadə olunan lay modelinin məsələliliyi 0,33, keçiriciliyi isə, suya görə, 0,2 mkm²-a bərabər olmuşdur. Tədqiqatlarda Palçıq Pilpiləsi yatağından (hor. KC₂) gətirilmiş, 20° S-də sürüşmə gərginliyi 70,5 mq/sm² və struktur özlülüüyü 136 mPa·s olan neftdən istifadə edilmişdir.

Əvvəlcə neftin struktur özlülüüyünün və sürüşmə gərginliyi həddinin temperaturdan asılılığı tədqiq edilərək, şəkil 1-də nümayiş etdirilir.

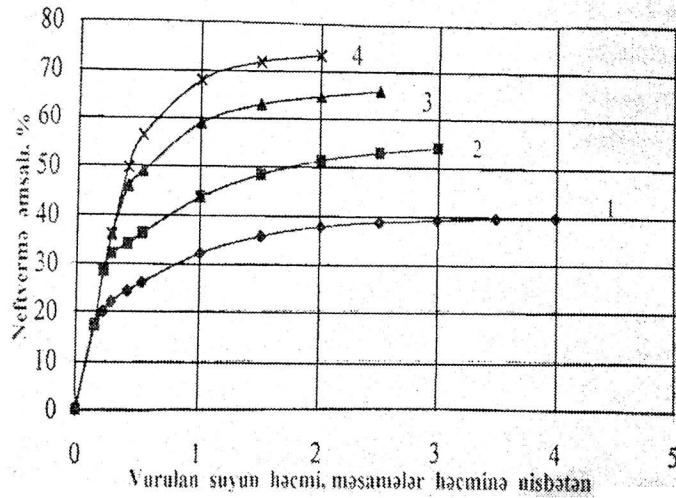


Şəkil 1. Palçıq Pilpiləsi neftinin özlülüüyünün və sürüşmə gərginliyi həddinin temperaturdan asılılığı

Şəkil 1-dən görüldüyü kimi, neftin qeyri-Nyuton xassəsi yalnız 47° S-də yox olur, özlülüüyü isə 90° S-də 9,5 mPa·s təşkil edir.

Təcrübələr zamanı vurulan suyun temperaturu 20; 100; 180 və 260° S, təzyiqli isə 10 MPa olmuşdur. Təzyiqli düşgüsü 0,05 MPa ölçüdə saxlanmışdır. Alınmış nəticələr şəkil 2-də nümayiş etdirilir.

Birinci eksperimentdə lay modelinə vurulan suyun temperaturu 20° S, təzyiqli 10 MPa olmaqla, son neftvermə əmsalı 40,0 % təşkil etmiş (əyri 1, şəkil 2) və bu nəticəni almaq üçün lay modelinə dörd məsələlər həcmi su vurulması lazım gəlmişdir. Eksperimentin davamiyyəti 40 saat təşkil etmiş, susuz neftvermə əmsalı 15,8% olmuşdur.



Şəkil 2. Neftvermə əmsalının 1-200S; 2- 1000S; 3- 1800S və 4- 2600S temperaturlarda vurulan suyun həcmindən asılılığı

Palçıq Pilpilesi neftinin tərkibində qatran və parafin vardır və 20⁰ C-də özlü-plastik xüsusiyyətə malikdir. Bu cür neftlərin süzülməsi zamanı layda neftin tərkibində olan aktiv komponentlərin süxur səthinə adsorbsiyası baş verir ki, bununla da məsaməli mühitdə 20⁰ C-də neftin süzülmə sürəti azalır. Digər tərəfdən, özlülük dayanıqsızlığı (sıxışdırılan agentin özlülüyü sıxışdırılan agentin özlülüyündən artıq) olanda vurulan su lay daxilində dəyişkən hərəkət edərək, neft sahəsinə dillər şəklində daxil olaraq, özündən sonra böyük sayda müxtəlif formada və ölçüdə neft selikləri qoyur.

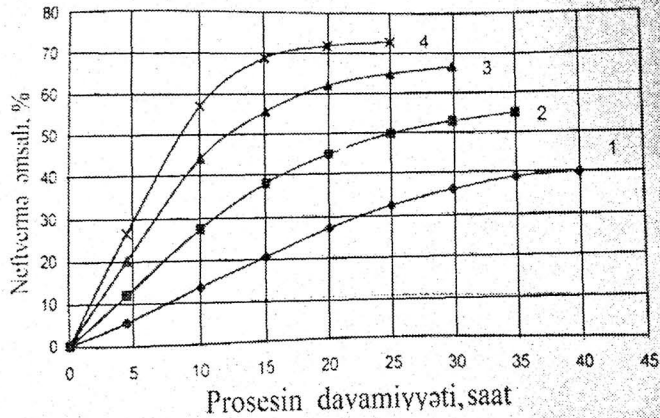
Çoxsaylı tədqiqatlar nəticəsində sübut olunmuşdur ki, neftlə suyun özlülükləri fərqi artdıqca layın işçi agentlə əhatə əmsalı

azalır. Bu cəhətdən ən yaxşı vəziyyət bu fərqi vahid və ya ondan da kiçik qiymətlərində alınır. Əgər vurulan suyun hərəkətliliyi sıxışdırılan neftin hərəkətliliyindən yüksəkdirsə, onda su-neft kontaktının yerdəyişməsi nəticəsində layın ümumi müqaviməti (hərəkətliliyin əks qiyməti) azalır, bu zaman az hərəkətli neftin zonası artır, çox hərəkətli suyun isə zonası azalır. Bununla da layın sıxışdırma ilə əhatəsi azalır.

İkinci eksperimentdə vurulan suyun temperaturu 100⁰ C təşkil etmişdir. Eksperimentin nəticəsi göstərir ki (əyri 2, şəkil 2), alınmış nəticə əsasında qurulmuş asılılıq əyrisi keyfiyyətcə əvvəlki əyridən seçilmir. Lakin, bu dəfə 20⁰C-ə nisbətən neftvermə əmsalı 15% çox alınmışdır. Eyni vəziyyət susuz neftvermə əmsalında da alınır. Məsələn, 20⁰C-də susuz neftvermə əmsalı 15,8% alınmışdı, şəraiti eyni saxlamaqla 100⁰C temperaturda susuz neftvermə əmsalı 28,5%-ə yüksəlmişdir. Artım 12,7 % təşkil etmişdir. Birinci eksperimentdən fərqli olaraq vurulan suyun həcmi azalaraq üç məsamələr həcmi təşkil etmiş, eksperimentin davamiyyəti beş saat azalmışdır (əyri 2, şəkil 3).

Vurulan suyun temperaturunu 100⁰C -yə qaldırmaqla neftvermə əmsalının artmasını, neftin struktur-mexaniki xassəsinin dəyişməsi nəticəsində süxur səthində aktiv komponentlərin adsorbsiyasının azalması ilə izah etmək olar. Palçıq Pilpilesi neftinin struktur-mexaniki xassəsinə tədqiq edərək (şəkil 1), 47⁰S-dən sonra Nyuton xassəli neftə çevrildiyi aydınlaşmışdır.

Üçüncü eksperimentdə vurulan suyun temperaturu 180⁰ C-yə qaldırılmışdır. Nəticələr əsasında qurulmuş asılılıq əyrisindən (əyri 3, şəkil 2) görünür ki, bu temperaturda son və susuz neftvermə əmsalları, müvafiq olaraq, 65,5 və 36,0% təşkil edirlər. Vurulan isti suyun həcmi məsamələr həcmi 2,5 həcmi təşkil etməklə, prosesin davamiyyəti 30 saat təşkil etmişdir (əyri 3, şəkil 3).



Şəkil 3. Neftvermə əmsalının vaxtdan asılılığı (işarələr şəkil 2-də olduğu kimidir)

Dördüncü eksperimentdə vurulan suyun temperaturu 260°C -yə qaldırılmışdır.

Şəkil 2-dən (əyri 4) görünür ki, bu temperaturda neftvermə əmsalı 72,4% təşkil edir və bunun yarısından çoxu susuz dövrədə alınmışdır. Vurulan suyun həcmi azalaraq iki məsəmələr həcmi təşkil etmişdir. Prosesin davamiyyəti də azalaraq, 25 saata düşmüşdür (əyri 4, cəkil 3).

Alınmış nəticələr göstərir ki, vurulan suyun temperaturunun artırılması neftvermə əmsalını artırmaqla yanaşı, eyni zamanda vurulan suyun həcmi də iki dəfə azalmasına səbəb olmuşdur.

Məsələn, 20°C temperaturda 40% neftvermə əmsalını almaqdan ötrü modelə 4 məsəmələr həcmi suyun vurulması lazım gəlmişsə, 260°C temperaturda 72,4% neftvermə əmsalını almaqdan ötrü iki məsəmələr həcmi suyun vurulması kifayət etmişdir (şəkil 3).

Fikrimizcə, hazırkı vəziyyətdə müxtəlif temperaturalarda neftvermə əmsalının artması sıxışdırılan neftin özlülüyünün sıxışdırılan suyun özlülüyü nisbətinin yaxşılaşması faktoru əsas rol oynayır. Bunu deməyə əsas verən təcrübədə istifadə edilən Palçıq Pilpilasəsi neftinin temperaturdan asılı olaraq özlülüyünün kəskin azalmasıdır (şəkil 1).

Özlü-plastik mayelərin hidrodinamikasının inkişafı və tədqiqatlardan alınan nəticələrin tətbiq obyektinin genişlənməsi neft yataqlarının işlənməsi zamanı baş verən bəzi hadisələrə yeni izahın verilməsinə səbəb olmuşdur.

Məlumdur ki, mayenin məsəməli mühitdə hərəkəti əsasən onun reologiyası ilə xarakterizə olunur, b.s. mühitin gərginliyi və deformasiyası xarakterinin əlaqələri hesabına.

Palçıq Pilpilasəsi yatağına isti su ilə təsir üsulunun tətbiqindən alınacaq effektivliyi yoxlamaq məqsədilə nəzəri hesabat aparılmışdır. Hesabata daxil olan düsturlar lay elementinin modelləşdirilməsi üçün istifadə edilmiş düsturların [7] eynidir.

Yuxarıda qeyd olunmuşdur ki, istilikdaşıyıcıların vurulması zamanı ən çox istifadə edilən sxem, mərkəzdə vurucu quyu olan beş nöqtəli quyu sxemi qəbul olunur. Palçıq Pilpilasəsi yatağında quyuların qazılması sxemi bu tələbatı ödəyir (blok 13).

Bir vurucu və ya hasilat quyusunun, ikifazlı seli nəzərə alınmaqla sərfi, verilmiş təzyiq düşgüsündə, aşağıdakı düsturla [8] təyin edilir:

$$q = \frac{2 \pi k (P_v - P_h)}{\mu_n \left(\frac{28 \cdot 3,15 \ell^{6,75} Z_\phi}{27 \mu_o} + \ell n \frac{D^2}{4 r_\phi r_c} \right)} \dots \dots \dots (1)$$

Burada P_v , P_h - vurucu və hasilat quyularında təzyiq, MPa, μ_n - hərəkətilik əmsalı,

Z_f - su-neft sərhəddi frontunda doymululuğu xarakterizə edən və [9] vasitəsilə təyin edilən hədd

$$I = \ell^{17Z_f} + (1 - \rho_{qn} - \rho_{qsu} - Z_f) \cdot 14 \ell^{14Z_f} - 27,5 \mu_0$$

Aşağıda hesabatda istifadə edilən göstəricilər verilmişdir:

Keçiricilik, K, mkm ²	0,2
Effektiv qalınlıq h_{ef} , m	9,5
Lay temperaturu T_0 , C ⁰	50
İşçi agentin temperaturu T_{su} , C ⁰	200
Məsəməlik m, %	20
Vurucu quyunun radiusu r_v , m	0,1
Hasilat quyusunun radiusu r_h , m	0,1
Sement həlqəsinin radiusu r_{sh} , m	0,1
Qalıq neftlədoymuluq ρ_{qn} , %	0,2
Qalıq su ilə doymuluq ρ_{qsu} , %	0,22
Vurucu quyunun dırınliyi H, m	927
Vurulan mayenin həcmi istilik tutumu C_m , Дж/К	1000-4186,6
Süxurun həcmi istilik tutumu C_s , Дж/К	650-4186,6
Süxurun istilik keçirməsi λ_s , Вт/м · К	2 · 1,163
Quyu divarının istilik keçirməsi λ_{qd} , Вт/м · К	38 · 1,163
İşçi agentin istilik keçirməsi λ_{ia} , Вт/м · К	0,573 · 1,163
Layın temperatur keçirməsi α_l , м ² /saat	0,00307
Geotermik qradient σ , °S/м	0,0178
Yer üstünün orta illik temperaturu, °C	14,0

(1) formulası ilə aparılan hesabatlar göstərir ki, beş il müddətində vurulan isti suyun həcmi 200 m³/gün olacaq.

Neft layında temperaturun paylanması [10] düsturu ilə hesablanmış, onun layda təcrübi paylanması isə [11]-ə əsaslanaraq, radial axın üçün aşağıdakı halı alır:

$$U = \left\{ \operatorname{erfc} \frac{\sqrt{\lambda_{sik} \cdot S}}{qhc_a \sqrt{\frac{t}{C_{sux,ih}} - \frac{S}{qc_a}}} \right\} x \left(t > \frac{C_{ih} S}{C_a q} \right) \left(t < \frac{C_{ih} S}{C_a q} \right) \quad (3)$$

Burada $U = \frac{T - T_l}{T_a - T_l}$; $\operatorname{erfc} v = 1 - \operatorname{erf} v$

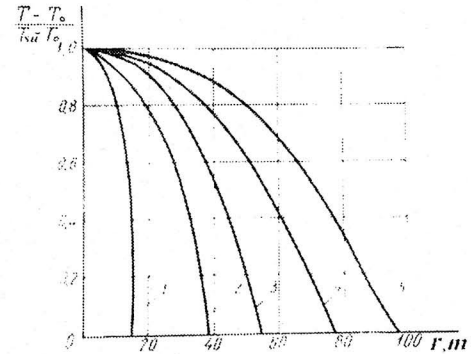
v - sərbəst arqumentdir, $S = \pi r^2$

Düstur (2)-ə görə aparılmış hesabatın nəticəsi şəkil 4-də verilmişdir.

$$\frac{T - T_l}{T_a - T_l} = f(r_i)$$

Şəkil 4-dən görünür ki, 200°C temperaturla malik suyun 5 il müddətində 200 m³/gün həcmində vurulması nəticəsində istilik frontunun radiusu 96 m olacaqdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, təqdim edilən hesabat su-neft kontaktının hasilat quyusuna çatmasına kimi aparılmışdır.



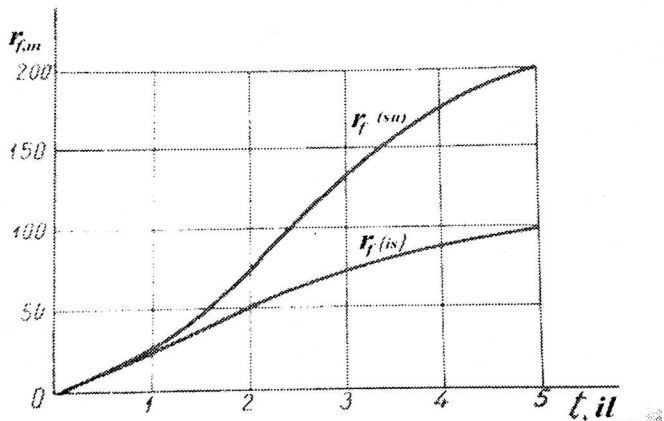
Şəkil 4. layda temperaturun paylanması (1,2,3,4,5 ilə müvafiq)

Şəkil 5-də su-neft kontaktının radiusunun və istilik frontunun zamandan asılılığı verilmişdir. Şəkildən görünür ki, suyun vurulduğu birinci ildə istilik frontu vurulan suyun frontundan geri qalır, lakin, birinci ildən sonra geri qalmağa başlayır və beş illik istilik daşıyıcının fərqi 100 % təşkil edir.

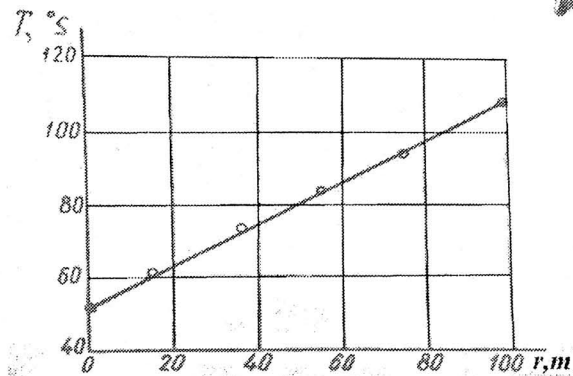
Layda vurucu quyu ilə hasilat quyası arasında temperaturun paylanması inteqrallaşdırmaqla layın orta temperaturunun dəyişməsi əyrisini qururuq.

Layın orta temperaturunun istilik radiusundan və zamandan asılı olaraq dəyişməsi şəkil 6-da verilmişdir.

Şəkil 6-ya görə belə nəticəyə gəlmək olar ki, isti suyun vurulması ilə layın temperaturu zamandan asılı olaraq xətti qanununa əsasən dəyişir. Neftin və suyun özlülüyünün temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi qanunauyğunluğunu nəzərə alaraq, istənilən zaman üçün istilik frontunda onun qiymətini tapmaq mümkündür.



Şəkil 5. Su-neft kontaktının radiusunun və istilik frontunun zamandan asılılığı.



Şəkil 6. Layın orta temperaturunun istilik radiusundan və zamandan asılılığı

Məlumdur ki, vurulan suyun temperaturundan asılı olaraq neftin hasilatının artması üç əsas faktorun təsiri ilə izah edilir:

- vurulan suyun temperaturunun artması ilə neftin özlülüyünün azalması nəticəsində sıxışdırılan neftin və sıxışdırılan suyun hərəkətliliyi nisbətinin yaxşılaşması;

- layda səthi-molekulyar qüvvələrin zəifləməsi nəticəsində süxur dənəciklərinə nazik təbəqə halında yapışmış neftin su tərəfindən yaxşı yuyulması;

- məsaməli mühitin skeetinin, xüsusilə neftin istilikdən genişlənməsi nəticəsində qalığ neftlə doyumluluğun azalması.

Göstərilən faktorlardan hər biri yüksək dərəcədə sıxışdırılan suyun, sıxışdırılan neftin termiki xarakteristikası və məsaməli mühitin istilik-fiziki xüsusiyyəti ilə təyin edilir.

Qeyri-Nyuton neftlərə malik layların vurulan suyun temperaturundan asılı olaraq neftvermə əmsalının artmasını onların strukturunun dağılması ilə izah etmək olar. Belə neftlər 20⁰S-də

möhkəm struktura malik olurlar və bununla əlaqədar onların süxur səthindən uyulması çətinləşir. Temperaturun yüksəlməsi ilə sürüşmə gərginliyi həddi yox olmaqla bərabər özlülük və neft-su sərhəddində səthi gərilmənin azalması ilə səthi-aktiv maddələrin adsorbsiya-solvat təbəqələrinin dağılması məsəmə kanallarının effektivliyini artırır, süxur üzərindəki neftlə molekulyar əlaqə azalır. Bütün bunlar vurulan suyun nəinki yüksək keçirici porlara, eyni zamanda kiçik porlara da daxil olaraq, neftin sıxışdırılmasını təmin edir.

Beləliklə, aparılmış eksperimental və nəzəri tədqiqatların nəticəsi onu göstərir ki, Palçıq Pilpələsi yatağının laylarına isti suyun sahə boyu vurulması ilə neftvermə əmsalının artırılmasına nail olmaq mümkündür.

Ədəbiyyat

1. Джавадов А.А., Джалилов П.И., Шейдаев Ч.М. О целесообразности перехода от законтурного заводнения к площадному при разработке коллекторов кирмакинской свиты. /"Азербайджанское Нефтяное Хозяйство", 1963, № 10, с. 26-29.
2. Крейг Ф.Ф. Разработка нефтяных месторождений при заводнении. /Изд. «Недра», М. 1974. с.25-47.
3. Байбаков Н.К. О повышение нефтеотдачи пластов. /Нефтяное Хозяйство, 1997, № 11, с.6-10.
4. Глазова В.М., Дадаева Э.А., Альферов С.Е. /Разработка месторождений тяжелых и высоковязких нефтей за рубежом. /Обзорная Информация, серия «Геология, геофизика и разр. нефт. местр.» 1989, вып. 13, с. 17-19.
5. Лукянов Ю.В. /Разработка залежей высоковязких нефтей с применением термозаводнения. /Нефтяное Хозяйство, 1992, № 4, с.31-32.
6. Касумов А.М., Гусейнова Ш.Ф. /Исследование полноты вытеснения нефти из пласта при площадной закачке воды в

условиях высоких давлений и температуры. /Изв.АН Азерб.ССР серия Наук о Земле, 1977, № 1, 66-71.

7. Седов А.И. /Методы подобия и размерности в механике. М. «Наука», 1965, 386с.

8. Крылов А.П., Борисов Ю.П., Николайский Н.П. Проектирование разработки нефтяных месторождений. /М. Госгостехиздат, 1962, 430с.

9. Тимашев Э.В. К расчету дебитов и давлений при разработке месторождений с повышенной вязкостью нефти. /Труды ВНИИ, 1966, вып. 44, с.229-240.

10. Iauverier H.A. The transport of heat in an oil layer by the injection of hot fluid. /"J.Petrol. Technoloji", 1960. 12. p/41-44.

11. Малофеев Г.Е. Сравнительная оценка формул для расчета нагревания пласта при нагнетании горячей жидкости. /Изв.ВУЗ-ов, серия «Нефть-газ», 1962, № 4, с.48-52.