

A. Ч. БУСУРМАНОВА, А. А. АТАНТАЕВА

## СУЛАНДЫРУДА ҚОЛДАНАТЫН ПОЛИМЕРЛІ БӨЛШЕКТЕРДІҢ ӨЛШЕМДЕРІН АНЫҚТАУ

Полимерлердің сұйытылған ерітіндісінің молекулаустілік құрылымдарының өлшемдері мен кеуекті каналдардың тиімді қимасы салыстырылды.

Зертханалық тәжірибелердің мәліметтері бойынша, қарапайым суландырумен салыстырганда, тұтқырлығы 5-6 мПа·с ПАА және гипан ерітінділерін айдаған кезде, мұнай бергіштігі 6-18% құрайды. Қатпарлы-біртексіз қабатта концентрлі полимердің ығыстыру тиімділігі жоғары. Полимерлі және басқа материалдар қабат суымен араласып, кеуекті каналдарды ішінара бітеу арқылы ұңғының сулануын төмендетуге болады.

Суландыруда колданатын полимерлі ерітінділердің сипаттамалық ерекшелігі болып, кеуекті ортада судың қозғалыштығын төмендету қабілеттілігі болып есептеледі. Бұл құбылыстың себебінің бірі – полимер макромолекуласы агрегаттарының адсорбциясы нәтижесінде кеуектердің ішінара бітелуі.

Осыған байланысты полимер макромолекуласының сұйытылған ерітіндідегі өлшемдерін анықтау және оны кеуекті каналдың тиімді қимасымен салыстыру қажеттілігі туады.

Зерттеу нәтижесі ретінде мұнай тәжірибесінде жи қолданатын полиакриламид пен гидролизденген полиакрилонитрил алынды.

Макромолекуланың өлшемдерінің жарық шашырауы бойынша ЭМ-7 электронды микроскобында анықталды.

Бұл өдіс изотропты бөлшектер арқылы жарық сәулесі өткенде, осы бөлшектерде шашыраудың сәулеленуінің көзі болатын диполь пайда болады.

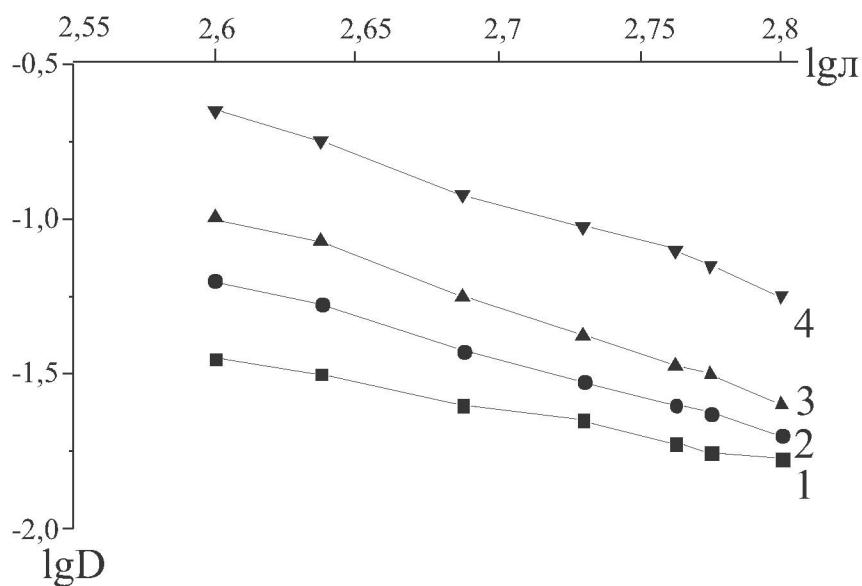
Жарық шашырау құбылысын теория жүзінде Рэлей ұсынған. Бірақ Рэлей заңы бөлшек өлшемі

түсетең жарықтың 0,1 толқын ұзындығынан аспайтын өте сұйытылған ерітінділер үшін қолданады. Дисперстік фазасы ірі бөлшектер үшін [2] жуықталған тендеуін қолдануға болады:

$$\mathcal{D} = \alpha \cdot \lambda^{-x}; \quad (1)$$

мұндағы  $\mathcal{D}$  – жүйенің оптикалық тығыздығы;  $r$  – дисперстік фазаның бөлшегінін радиусы;  $\lambda$  – нақты ортадағы монохроматты жарықтың толқын ұзындығы;  $\alpha$  – тұракты, ол бөлшектің өлшемі мен толқын ұзындығынан тәуелсіз;  $x$  – толқын ұзындығына тәуелсіз бөлшек өлшемінің функциясы;  $n_2$  – дисперстік органың (судын) сыну көрсеткіші;  $\lambda_{cp}$  – оптикалық тығыздықты өлшеуде қолданатын жарық фильтрлер үшін дисперстік ортадағы толқын ұзындығының орташа арифметикалық мәні.

ПАА және гипанның бөлшектерінің өлшемдерін анықтау үшін осы полимерлердің 0,02-0,2% ерітінділері дайындалды. Көрсетілген интервальда ерітінді тұтқырлығы полимер концентрациясына сзызықты тәуелді. Фотоэлектроколориметр



1-сурет. Поляакриламидтің ерітіндідегі әртүрлі концентрациясындағы (%) оптикалық тығыздығының толқын ұзындығына тәуелділігі 1 – 0,02; 2 – 0,04; 3 – 0,2

көмегімен әртүрлі толқын ұзындығында (400-ден 650 нм дейін) оптикалық тығыздықты анықтап,  $\lg D$ -ның  $\lg \lambda$ -ға тәуелділігінің қисығы түрғызылды (сурет 1).  $x$  – параметрін  $\lg \lambda$  осіне қисықтың еңкею бұрышының тангенсі арқылы табылды. З шамасы [2] жұмыс нәтижелері бойынша табылды. Зерттеу нәтижелері 1-кестеде көлтірлген.

Ламинарлы ағымда кеуекті ортандың судағы бөлшектерді тасымалдауы немесе ұстап қалуының жағдайын сипаттайтын параметр тәжірибе жүзінде анықталды [3]. Бұл мәліметтерден дисперстік бөлшектер кеуекті каналдармен жылжу үшін кеуектің орташа диаметрінің бөлшек өлшеміне катынасы 5-тен жоғары, ал фильтрациялану жылдамдығы критикалық мәннен жоғары болуы қажет. Өнімді қабаттың кеуекті каналдарының өлшемі 5-тен 30 мкм дейін болады. Сөйкесінше, канал кеуектері бітеліп қалmas үшін, полимер бөлшектерінің өлшемдері 1-6 мкм аспауы қажет.

ПАА және гипанның сұйытылған ерітінділерінің өлшемдері 0,03-0,12 мкм аспайды, бұл қабат каналдарының кеуектерінің механикалық бітелуін болдырмайды.

Өнеркәсіпте және тәжірибеде байқалатын ұнғының қабылдағыштығының күрт төмөндеуі мен кернінің бітелуі, ерітіндідегі сзықсыз кеңістіктік құрылымдардың болуымен қатар, полимер ерітіндісінің қабат сұнының құрамындағы көпвалентті металдың тұздарымен өрекеттесіп, коагулянттың ірі агрегаттарының түзілуімен де байланысты.

Поляакриламид ерітіндісінің әртүрлі жағдайдағы фильтрациясы [4, 5] жұмыста зерттелген. [6] жұмыста гидролизденген поляакрилонитрилді мүнай бергіштікті арттыру үшін, суды коюлат-кыш ретінде қолдану мүмкіндігі зерттелген.

ПАА және гипанның ерітінділерінің фильтрациясы табиғи керн мен цементtelмен кеуекті ортада зерттелді. Тәжірибе тұрақты қысымның өзгеруі кезінде жүргізілді,  $V_0$  өлшемінің айдау көлемі мен кеуекті ортада анықталған (Дарси теңдеуінен) полимер ерітіндінің тұтқырлығының, стандартты вискозиметрде анықталған тұтқырлықтың қатынасы ретінде белгілі кедегі факторынаң тәуелді  $q$  көлемдік жылдамдық анықталатын шама болып табылады. Қолданылған керннің сипаттамалары 2-кестеде көрсетілген.

Тәжірибеде гипан мен ПАА әртүрлі концентрациялы ерітінділері қолданылды, олардың тұтқырлығы Оствальд бойынша 2,3-18 мПас құрады. Полимер ерітіндісі құрғақ және сумен қаныққан орта арқылы да фильтрленді. Сумен қанығуы тұшы немесе Өзен кенорнының XIII – XV горизонттардан алынған, тұтқырлығы 2,04 мПас және тұтқырлығы 1,189 г/см<sup>3</sup>, құрамында 35 г/л кальций және магний иондары бар минералды сумен жүргізілді.

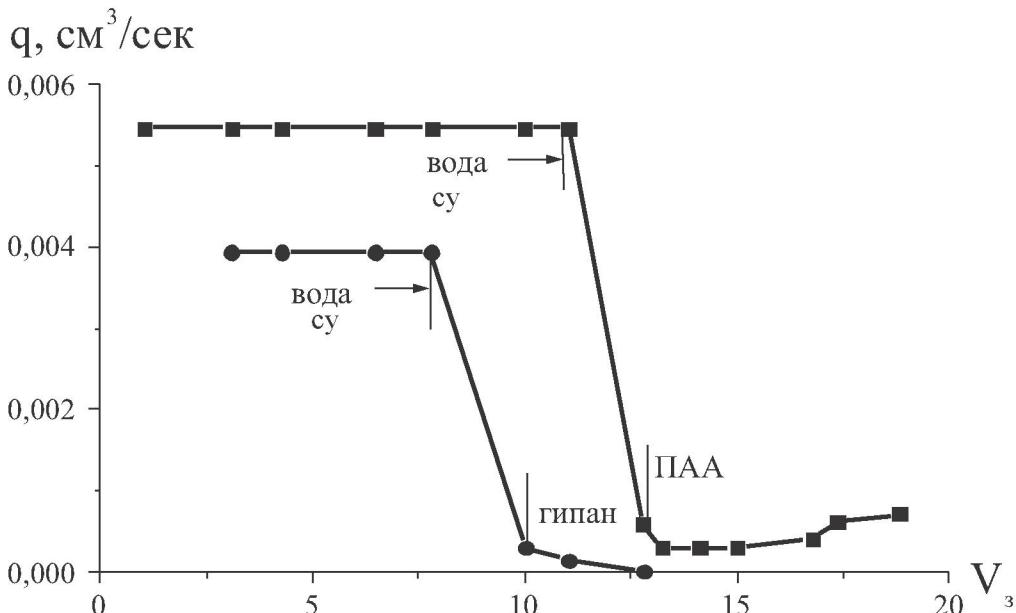
Тәжірибеден көргеніміздей, жоғары өткізгіштіктік ортадан (3-6 мкм<sup>2</sup>) дистильденген ортадан кейін, гипан ерітіндісінің фильтрациясы токтамай жүреді, ал көлемдік жылдамдықтың қысымның өзгеруіне тәуелділігі – сзықты болады. Кеуекті каналдардың толық бітелуі төмен өткіз-

1-кесте. Полиакриламид және гипанның дисперстік фазасының өлшемдері

ПАА				Гипан			
c, %	X	Z	r, ммкм	c, %	X	Z	r, ммкм
0,2	2,7	5,88	92,3	0,12	3,8	2,06	32,4
0,1	2,85	5,34	83,9	0,06	3,1	4,5	70,7
0,04	2,4	7,38	115,9	0,03	2,4	7,4	117,0

2-кесте. Керннің сипаттамасы

Сипаттама	Үлгі номері					
	1	2	3	4	5	6
Ұзындығы, мм	55,3	40,0	51,0	35,4	34,0	34,4
Диаметрі, мм	30,6	25,0	29,0	29,8	29,5	29,5
Кеуктілігі, %	14	15,3	18,0	17,3	19,0	19,0
Өткізгіштігі, $10^3$ , мкм $^2$	17,2	21,5	157	180	190	240

2-сурет. Фильтрацияның көлемдік жылдамдығының суды полимерлі ерітіндімен ығыстырыланғанда өзгеруі  
1 – керн №1; 2 – керн №2;  $\mu = 5,3$  мПа·с

гіштікті коллекторларда ( $0,015\text{--}0,020$  мкм $^2$ ) да бай-калмайды. Тұтқырлығы 5,3 мПа·с гипан ерітіндісі өткізгіштігі 0,0172 мкм $^2$  керн арқылы өткенде, кедергі факторы 7,4, ал осында тұтқырлықты ПАА ерітіндісі өткізгіштігі 0,0215 мкм $^2$  керн арқылы өткенде – 5,3 (2-сурет) тең болды. Тұтқырлығы 18 мПа·с гипан ерітіндісі қабат суынан кейін фильтрацияланғанда, кедергі факторы 12,7 құрады. Полимер концентрациясы өскен сайын, кедергі факторының артуы, концентрленген ерітіндіде гипан кальций және магний иондары-

мен ірі тұнбалар түзе коагулацияланатындығымен түсіндіріледі.

Гипанның концентрленген ерітіндісі (5-8 %) алдын ала қабат суымен қанықкан керн арқылы өткізгенде, кеукті каналдар толық бітеледі және өткізгіштігі нольге дейін жетеді.

Жоғарыда алынған мәліметтерден, полимерлі ерітінділерді өндірістік тәжірибеде айдаған кезде, полимер ерітіндісінің көлемі тәжірибелік участкесінің кеуктік көлемінің 10 % төмен айдау максатсыз болады.

## ӘДЕБИЕТ

1. Швецов И.А. Пути совершенствования полимерного заводнения//Нефтяная промышленность. М.: ВНИИОЭНГ. Вып. 21(41). 1989. С. 54 - 65.
2. Mungan N., Smith F.W., Thompson S.L. Some Aspects of Polymer Floods//J. of Petroleum Technology. 1996. №2. С. 19-37.
3. Булгаков Р.Т., Газизов А.Ш., Гильманов М.Х. Об особенностях использования растворов на основе мономеров акриламида для ограничения водопритоков//НТС, сер. Нефтепромысловое дело. 1971. №12. С. 14-17.
4. Газизов А.Ш., Кубарева Н.Н., Юсупов И.Г. Результаты исследования свойств водоизолирующих составов на основе мономеров акриламида //Труды ТатНИИ. М.: ВНИИОЭНГ, Вып. 22(42). 1989. С. 17 - 35.
5. Булгаков Р.Т., Гильманов М.Х., Азапов В.Н. Новые способы изоляции пластов, обводнившихся при заводнении//Труды ТатНИИ. М.: ВНИИОЭНГ, Вып. 12. 1988. С. 15-16.
6. Юмадилов А.Ю. Некоторые вопросы изоляции путей притоков воды в эксплуатационные скважины// Нефтяное хозяйство. 1993. № 7. С. 53-58.

## Резюме

Определены размеры надмолекулярных структур (простейших скоплений упорядоченных макромолекул)

в разбавленных растворах полимеров и сопоставлены с эффективным сечением поровых каналов.

По данным лабораторных экспериментов, прирост нефтеотдачи за счет закачки оторочки растворов ПАА и гипана вязкостью 5-6 мПа·с составляет 6-18% по сравнению с обычным заводнением. Эффективность вытеснения загущенной полимерами водой выше в слоисто-неоднородных пластах. Использованием полимерных растворов и других материалов, частично закупоривающих поровые каналы при смешении с пластовой водой, можно достичь снижения обводненности эксплуатационных скважин.

## Summary

The paper identified the size of supramolecular structures (simple clusters of ordered macromolecules) in dilute solutions of polymers and compared with the effective cross section of pore channels.

According to laboratory experiments, growth of oil output due to injection rim solutions of PAA and hydrolyzed polyacrylonitrile of viscosity of 6.5 mPa·s is 6-18% as compared to conventional flooding. Sweep efficiency of polymer thickened water is more in layered plast. Using polymer solutions and other materials, partially plugging the pore channels when mixed with reservoir water reducing the water cut wells can be achieved.

III. Есенов атындағы КМТжИУ,  
Ақтаяу қаласы)

27.04.2011 ж. түсті