

## ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИКАЛЫҚ ЭФФЕКТІНІҢ ТҮТҚЫРЛЫҒЫ ЖОҒАРЫ МҰНАЙДЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫНА ӘСЕРІ

Бахыт Асанәлі, Әбілқасым Нұрай Ырзуанқызы

[assan-aly@mail.ru](mailto:assan-aly@mail.ru)

7M05306- Физикалық химия мамандығының 2-ші курс магистранттары  
Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан  
Ғылыми жетекші— Т.Т.Машан

**Аннотация:** Бұл мақалада электрогидравликалық эффектін тұтқырлығы жоғары мұнайдың физика-химиялық қасиеттеріне әсері талқыланады. Жұмыстың өзектілігі — тұтқырлығы жоғары мұнай өнімінің физика-химиялық қасиетін өзгерту арқылы, оны өңдеу процессіне оңтайландыру. Жұмыстың мақсаты — электрогидравликалық разряд қатысында тұтқырлығы жоғары мұнайдың физика-химиялық қасиеттерінің өзгеру заңдылықтарын анықтау.

**Кілт сөздер:** Электрогидравликалық эффект, тұтқырлығы жоғары мұнай

Соңғы он жылдықта жаратылыстану ғылымдары саласында радиация, электромагниттік сәулелену, ультрадыбыс, жоғары қысым және т.б. физикалық факторлар арқылы заттарға әсер етумен байланысты ғылыми жұмыстардың жаңа бағыты пайда болды.

Жоғарыда аталған факторлар ғылыми деректерде шартты түрде «экстремалды әсерлер» деп жіктелген. Заттардың молекулалары мен атомдарына энергияның тасмалдануының әралуан механизмдеріне қарамастан, экстремалды әсерлерге ортақ көрсеткіш — өңделіп жатқан зат бөлшектерінің белсенділігі жоғары аралық күйге көшуі болып табылады, салдарынан заттың макро және микро қасиеттері сапалы түрде өзгеріске ұшырап, жаңа қасиеттерге ие болады.

Осындай кешенді экстремалды әсердің бір түрі- электрогидравликалық эффект.

Тұтқырлығы жоғары мұнайға жоғары кернеулі электр разрядымен әсер еткенде, энергия сұйықтыққа толықтай таралып, оның химиялық құрылысына әсерін тигізеді. Аралық белсенді бөлшектердің есебінен заттың химиялық құрылымы өзгеріске ұшырайды.

Электрогидравликалық разряд кавитациялық көпіршіктердің қарқынды түзілуін ынталандырады. Кавитациялық көпіршіктер реакторда соққы арқылы және тоқтаусыз ұзақ жарылыстар арқылы тізбектің үзілуін тездетеді, нәтижесінде қатты қысым пайда болады.

Кез-келген сұйықтықтарға акустикалық тербелістер жібергенде химиялық байланыстардың үзілгенің анықтау оңай, сол себепті бұл әдіс сұйықтықтар үшін әмбебап болып табылады.

Көптеген мұнай және мұнай қалдықтарын өңдеу процестерінің негізінде мұнайлы дисперсті жүйелерге тән фазалық ауысулар жатыр. Фазалық ауысулар кинетикасына химиялық заттармен (беттік белсенді заттар- ББЗ, қоспалар және т.б.) және физикалық өрістермен (жылулық, кавитациялық, электромагниттік және т.б.) әсер етуге болады. Осындай әсер ету нәтижесінде, мұнай дисперстік жүйесінің элементі болып табылатын күрделі құрылымдық бірліктің адсорбциялық-сольватты қабатының қалыңдығы мен ядросының радиусы өзгереді.

Жұмыстың жаңашылдығы электрогидравликалық әдіс жағдайында реакторға үлкен мөлшерде энергия беріліп, зерттеу материалы құрылымындағы химиялық байланыстар ажырайды және де бұл жұмыстың ерекшелігі, зерттеу материалы ретінде тығыздығы жоғары мұнайдың алынуы.

Жұмыс барысында жоғары кернеулі қысқа импульсты электрогидравликалық разрядтың физика-химиялық қасиеттері мен өңдеу тереңдігі зерттелді.

Қуаты 7кВ дейінгі зертханалық қондырғыда жұмыс істеу жоспарын құрастыру. Зертханалық құрылғыны құрастыру. Заттағы химиялық байланыстардың үзілуі затқа әсер ететін күшті қысым есебінен жүзеге асады.

**Экспериментальды бөлімі:** Эксперименталдық бөлімде зерттеу объектісіне электрогидравликалық эффектпен әсер етіп, оның реологиялық қасиеттерінің өзгерісін бақылау үшін Юткиннің принципіалды схемасына сүйене отырып, модифицирленген электрогидравликалық қондырғы құрастырылды, ары қарайғы зерттеулер, аталған қондырғыда өткізілді.

Электрогидравликалық разряд сұйықтыққа жеткілікті амплитуда мен ұзақтықтағы импульсты кернеу беріп, нәтижесінде электрлік тесік түзілгенде пайда болады. Электрогидравликалық эффектін алу үшін, айнымалы ток желіден күшейткіш трансформаторға беріледі, мұнда кернеу бірнеше киловольтқа артады. Әрі қарай электр тогы диодтармен түзетіліп, кондендаторға беріледі, онда кернеу қажетті мөлшерге дейін жинақталады. Бұдан кейін, суға орналастырылған екі электрод арасында жоғары кернеу түзіледі, бұл кернеу әсер еткен жерде қатты жарылыспен ток соғады, нәтижесінде локальды атмосфералық қысым ондаған мың есе артады, температура көтеріледі және т.б.

Күрделі көмірсутекті қосылыстарды ажырату. Импульсты разрядтар кавитация процессін туындатады, нәтижесінде С-С көмірсутектер арасындағы байланыстар ажырайды, өте күрделі бір молекула жоғары ықтималдылықпен жеңіл екі молекула түзеді. Бұл тұңбаға суды қоссақ, конверсия процессі тереңірек өтеді. ЭГЭ-тің гидравликалық соққысы, электромагнитті сәулелену және кавитация судың ионизациясын туындатады. жеңіл көмірсутектік фракциялардың түзілуіне қатысатын сутегі бос радикалдарының түзілуімен су молекулалары арасында молекулаішілік байланыстар ажырайды.

Крекинг үрдісі барлық мұнай өнімдерінде жүреді. Реакция ортасында бос радикалдардың болмауы салдарынан қанықпаған байланыстары бар молекулалар циклді немес ароматты қосылыстар түзе конденсирленеді. Ароматизация процессімен қатар кавитация активаторында изомеризация, алкилдеу және басқа да мұнайды тазалау әдістері жүруі мүмкін. Бұл процесс көмірсутек газынан жеңіл көмірсутекті қосылыстарды синтездеуге мүмкіндік береді.

Электродтан 20мм арақашықтықта орналастырылған кавитациялық қондырғы реакторға майды(зерттеу объектісі-мұнай) қосады. Электрогидравликалық эффект тудыру үшін электродтарға 7кВ кернеу берілді. Жеңіл көмірсутекті фракцияда алғашқы тұнбаның түзілуі импульсты разрядтың бес реттік әсерінен кейін басталады, ары қарай ол керітоңазытқышпен конденсирленеді. 7кВ кернеулі жиырма реттік импульсты разряд әсері тұнбаның қарқынды өңделуін қамтамасыз етеді. Тәжірибе жүзінде конверсия процессін жалғастыру үшін 20-25 импульсты разрядтың жеткілікті екендігі анықталды. Іс жүзінде 5 импульсті разрядтан кейін газ бөлігі босайды, ал 20 импульсті разрядтан соң электрогидравликалық эффект тоқтайды. Бастапқа разрядтың эффектінде үлкен мөлшерде газдың бөлінуі, ал кейін бөлек өнімнің конденсациясы байқалды.

Газдың көп мөлшері мұнайда еріген сайын оның тұтқырлығы төмендейді. Ароматты қоспаның тұтқырлығы алканды қоспа тұтқырлығынан жоғары. Құрамында шайыр мен асфалтені(полярылы компонент көп болған сайын) көп болған сайын, соғұрлым мұнайдың тұтқырлығы жоғары болады.

Температураның жоғарылауы майдың тұтқырлығын төмендетеді. Қаражанбас кең орнынан алынған шикі мұнайдың динамикалық тұтқырлығы Полимер «РПЭ-1М.2» маркалы ротационды вискозиметр көмегімен анықталды.

Кесте 1. Ротационды вискозиметр Полимер «РПЭ-1М.2» мұнай тұтқырлығының өзгерісі

Айналу жылдамдығы	Динамикалық тұтқырлық, Па*с		
	20°С		40°С
1	2	3	4
512	0,291	0,291	0,291
256	0,5821	0,582	0,3266
128	1,1163	1,161	0,3425
64	1,492	1,492	0,3688
32	1,573	1,576	0,4334
16	1,710	1,716	0,5527

Кесте 2. Қаражанбас кең орны шикі мұнайының динамикалық тұтқырлығы

Ілгерілеу градиентінің жылдамдығы с <sup>-1</sup>	Динамикалық тұтқырлық, Па*с				
	1	2	3	4	5
3,780	1,637	1,634	1,635	1,632	1,634
7,561	1,580	1,554	1,561	1,558	1,553
15,12	1,519	1,519	1,514	1,519	1,517
30,24	1,465	1,470	1,476	1,475	1,471

Кесте 3. 25 разрядпен электрогидравликалық өйдеуден кейінгі Қаражанбас кең орны мұнайының динамикалық тұтқырлығы

Ілгерілеу градиентінің жылдамдығы с <sup>-1</sup>	Динамикалық тұтқырлық, Па*с				
	1	2	3	4	5
3,780	1,553	1,550	1,550	1,545	1,558
7,561	1,545	1,549	1,545	1,540	1,549
15,12	1,479	1,474	1,480	1,478	1,478
30,24	1,435	1,430	1,437	1,436	1,437

Кесте 4. 50разрядпен электрогидравликалық өйдеуден кейінгі Қаражанбас кең орны мұнайының динамикалық тұтқырлығы

Ілгерілеу градиентінің жылдамдығы с <sup>-1</sup>	Динамикалық тұтқырлық, Па*с				
	1	2	3	4	5
3,780	1,459	1,552	1,540	1,542	1,540
7,561	1,526	1,529	1,529	1,527	1,526
15,12	1,461	1,458	1,457	1,462	1,463
30,24	1,417	1,418	1,421	1,420	1,423

25 разрядта өңдеумен салыстырғанда мұнай тұтқырлығы қарқынды төмендеген қарқынды.

Жалпы көлемі 1,5 микрофарад(1,639 Па\*с) болатын екі конденсатормен жұмыс істегенге қарағанда көлемі 1микрон( импульстар саны 25разряд) болатын 1 конденсатормен жұмыс істегенде зерттеу объектісінің тұтқырлығы көбірек төмендейтіні анықталды, ал жалпы көлемі

2,5 мкФ болатын үш конденсатормен жұмыс істегенде мұнай тұтқырлығы осы көрсеткішке 10 импульсті разрядта жетеді. Эмульсия алу үшін зерттеу объектісін алдын-ала гомогенизатормен өндегенде, мұнайдың тығыздығы 1,608 Па\*с (25разрядты импульс) дейін төмендейді.

Сонымен қатар, электрогидравликалық эффектпен эмульгирленген мұнайға әсер еткендегі тұтқырлығының өзгерісі зерттелді. Гомогенизатор қолдана эмульсия жасалынды, алайда электрогидравликалық эффект әсерінен эмульсияның тұтқырлығы керісінше жоғарылады.

Кесте 5. Гидравликалық разрядпен өңделмеген 3% ксилол ерітіндісімен ерітілген мұнайдың динамикалық тұтқырлығы

Ілгерілеу градиентінің жылдамдығы с <sup>-1</sup>	Динамикалық тұтқырлық, Па*с				
1					
3,780	0,846	0,783	0,794	0,801	0,810
7,561	0,798	0,779	0,784	0,775	0,784
15,12	0,777	0,784	0,776	0,768	0,767
30,24	0,761	0,766	0,767	0,768	0,761

5-ші кестеде Юткиннің гидравликалық әдісін қолданылмаған мұнайдың динамикалық тұтқырлығы көрсетілген. Мұнайға 3%-тік ксилолды қосқанда оның тұтқырлығы айтарлықтай төмендеген.

Кесте 6. 25 разрядпен өңделген 5% ксилол ерітіндісінде ерітілген мұнайдың динамикалық тұтқырлығы

Ілгерілеу градиентінің жылдамдығы с <sup>-1</sup>	Динамикалық тұтқырлық, Па*с				
1					
3,780	0,695	0,648	0,654	0,669	0,642
7,561	0,637	0,624	0,629	0,642	0,628
15,12	0,611	0,615	0,608	0,610	0,607
30,24	0,599	0,602	0,600	0,600	0,605

6-шы кестеде 5% ксилолда еріту мен 25 разрядпен өңдеу салдарынан Қаражанбас кең орны мұнайының тұтқырлығы төмендеген.

Зерттеу объектісінің элементтік құрамы( С, Н, N, O, S мөлшері) Elementar Vario EL III элементтік анализаторда анықталды. Үлгілер оттегі газының ағынымен ауадан тазартылған арнайы капсулаларға орналастырылды, кейін анализге берілді. Дайындау температурасы: 950-1200°С(1800°С) қатты контейнерлерде болуына байланысты.

Кесте 7. Мұнайдың элементтік құрамы

Зерттеу объектісі	Күлділігі	Элементтік құрамы				
		С	Н	S	N	O
«Қаражанбас» кең орнының мұнайы	0.237	82.77	11.84	2.003	0.271	2.879
		82.31	11.61	2.268	0.252	3.323
		83.04	11.98	2.197	0.284	2.262

Мұнайдың фракциялық құрамы ГОСТ 2177 бойынша анықталды. Мұнайдың тұтану температурасын анықтау үшін ол 90°C-қа дейін қыздырылды, тұтану байқалмады, бірақ материал үлкен көпіршіктер түзе қайнады. Мұнайдың көмірсулы құрамы масс спектрометр детектрлі газды хроматографпен анықталды. Материал үлгісінің 0,5мл 1:1 қатынасында хлороформмен ерітілді. Материал Autosampler Combi-PAL(СТС Analytсs, Швейцария) микрошприцімен 10:1 режимдегі, көлемі 0,1мл болатын, 689N/5973N детектрлі хромато-масс-спектрометрдің үлгі енгізілетін бөліміне енгізілді. Алынған анализдер қорытындысы Petrol Analysis бағдарламасында өңделді.

Кесте 8. Мұнай құрамындағы қосылыстардың проценттік мөлшері

№	Қосылыс	Қосылыс мөлшері, %	
		Шикі мұнай	Өңделген мұнай
1	Cyclohexane, 1,1,3- trimethyl-	3,8917	3,7068
2	Cyclohexane, 1,1- dimethyl-2-propyl-	2,0297	2,0370
3	Naphthalene, decahydro-	3,3075	2,8719
4	trans-Decalin, 2-methyl-	1,7872	1,6220
5	Cyclopentane, 1-butyl-2propyl 1-butyl-2propylcyclopentane	1,7033	1,2335
6	Cyclohexane, 2-butyl-1,1,3-trimethyl-	2,2067	2,1783
7	Tridecane, 7-methyl-(CAS) 7- Methyltridecane NSC 59169	2,6534	2,3537
8	Dodecane, 2,6,10,14-tetramethyl-	2,6514	2,9204
9	Pentadecane, 2,6,10-trimethyl-	3,2992	4,1943
10	Hexadecane, 2,6,10,14-tetramethyl-	2,6520	3,9146

**Қорытынды:** Тұтқырлығы жоғары майдың физика-химиялық қасиеттерін өзгерту мақсатында электрогидравликалық эффект қолданылды. Зерттеу нәтижесінде жалпы көлемі 1,5 микрофарад(1,639 Па\*с) болатын екі конденсатормен жұмыс істегенге қарағанда көлемі 1микро( импульстар саны 25разряд) болатын 1 конденсатормен жұмыс істегенде зерттеу объектісінің тұтқырлығы көбірек төмендейтіні анықталды. Электрогидравликалық эффекттің мұнайдың физика-химиялық қасиетіне әсері ротационды вискозиметр көмегімен тұтқырлығы бойынша және масс спектрометр детектрлі газды хроматограф көмегімен анықталды. Өңдеуден кейін мұнай құрамындағы парафиндер, бензолдар, нафтенбензолдар, нафталиндер, аценафталиндер мөлшері төмендеген, ал конденсирленбеген циклопарафиндер мен 2 және 3 фенантрен сақиналы циклопарафиндер мөлшері артқан.

#### Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. G.A. Kalabin, L.V. Kanitskaya, D. F. Kushnarev. Quantitative NMR Spectroscopy of Natural Organic Feedstock and Its Processing Products. – Moscow: Chemistry, 2000. – 408 p.
2. J.C. Poveda, D.R. Molina. Average molecular parameters of heavy crude oils and their fractions using NMR spectroscopy // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2012. – Vol. 84–85. – P.
3. Пайдалы модельге Патент №1729, жарияланды.30.09.2016 ж. Бодықов Д. У., Әбдікәрімов М. С., Мирталипов Р. Т., Алиев Е. Т., Ахметова Р. Х., Мансұров З. А. "Мұнай шламдарын өңдеу әдісі".

4. Д. У. Бодыков., М.С. Әбдікәрімов, М. А. Сейтжанова, Ж. К. Елемесова. Электрогидравликалық әсерді қолдана отырып, мұнай шламын өңдеу. Жану және плазмохимия. - Алматы. 2017, - Том 15, - №2, - 140-147.
5. D.U. Bodykov, M.S. Abdikarimov, M.A. Seitzhanova, M. Nazhipkyzy, Z.A. Mansurov, Kabdoldina A.O., Ualiyev Zh.R. Processing of oil sludge with the use of the electrohydraulic effect // Journal of Engineering Physics and Thermophysics, 2017, № 5, V. 90
6. Alimzhanova M., Sergazina M. Ecology monitoring of soil contaminated with petroleum by modern techniques of analysis // Proceedings of 15th International Multidisciplinary Scientific Conference "SGEM", Albena, Bulgaria, June, 19-26. – 2015. Vol.2. – P. 157-163