

ЖЫЛУ ФИЗИКАСЫ ЖӘНЕ ТЕОРИЯЛЫҚ ЖЫЛУ ТЕХНИКАСЫ ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА THERMOPHYSICS AND THEORETICAL THERMOENGINEERING

DOI 10.31489/2019Ph1/61-66

ӨЖ 531.226.621.38

А.Ж. Сатыбалдин¹, Б.Р. Нүсіпбеков¹, З.К. Айтпаева¹, Фэнъюнь Ма², Н.Н. Омаров¹

¹Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қазақстан;

²Синьцзян университеті, Үрімші, Қытай

(E-mail: zamik1981@mail.ru)

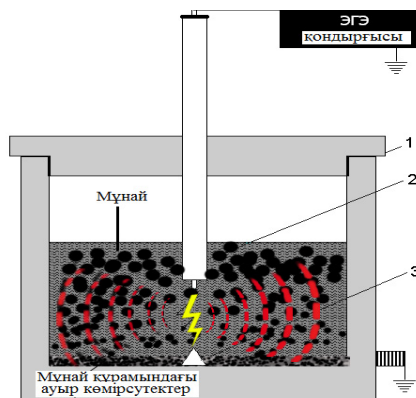
Мұнай құбырлары арқылы тасымалданатын мұнай өнімдерінің физика-химиялық қасиеттерін жақсартуға арналған үшэлектродты электрразрядты қондырғының әсері

Мақала мұнай өнімдерінің физика-химиялық қасиеттерін арттыру мақсатында қолданылған қондырғының жұмысына арналған. Құбыр желілерімен тасымалдау үшін жоғары тұтқырлы және жоғары парафинді майларға механикалық әсерімен байланысты майларды дайындау әдістері қазіргі таңда мұнай өңдеу зауыттарының өзекті мәселесі болып табылады. Әдістердің ішіндегі ең дамығаны электргидроимпульстік разрядтар әдісі болып табылады, ол күрделі құрылым бөлшектерінің өлшемдері мен формасын өзгерту арқылы майлы дисперсті жүйенің қасиеттерін реттеп отыруға мүмкіндік береді. Экологиялық таза синтетикалық сұйық отынды өндіруді жасау жоғары тұтқырлы мұнайды өндеудің технологиялық үрдістерін жетілдіруді жобалайды. Мұндай міндетті шешу үшін берілетін мұнайдың физика-химиялық сипаттамаларын арттыру үшін мұнай құбыры арнасында электргидроимпульсті өндеудің үшэлектродты жүйесі қолданылды және келесі факторларда: X_1 — өндеу уақыты; X_2 — конденсатор батареясының сыйымдылығы; X_3 — разрядаралық ұзындық, X_4 — қосылатын шапшаңдатқыш мөлшері; X_5 — қосылатын сутегі доноры тәжірибе жұмыстары орындалды. Тәжірибелердің мәліметтері мақалада келтірілген. Жұмыстарды жоғары тұтқырлы көмірсу қосылыстарындағы әртүрлі кластағы қосылыстар үшін жүргізу қажет. Көмірсу қосылыстарының органикалық массасының өзгеріс механизмдерін тереңінен зерттеу жаңа жоғарытиімді гидрлеу үрдістерін өндеуде негізгі талап болып табылады.

Кілт сөздер: мұнай өнімдері, электрод, электрразрядты қондырғы, соққы толқындары, конденсатор батареясының сыйымдылығы, разрядаралық ұзындық, сутек доноры, кинематикалық тұтқырлық, фракция шығымы, температура, жиілік.

Мұнайөндеу зауыттарда мұнай қалдықтарының барлық түрі — мұнай қалдығы және құрамында мұнайы бар техногенді шикізаттар қалыптасады. Олар мұнай қалдықтарының шөгіндісінен, мұнай қалдығынан, тазалау процесінен пайда болады. Әсіресе мұнай тасымалдау құбырларының қабырғаларында түзілетін мұнай шөгінділері, мұнай қалдықтары және құрамында мұнайы бар техногенді шикізаттарды пайдаға асыру немесе жою күрделі техникалық міндет болып саналады [1]. Сондықтан мұнай қалдықтарын электргидроимпульстік технологиямен өндеу және құрамында мұнайы бар техногенді шикізат сияқты ресурсты қорғайтын және экологиялық тұрғыдан таза технологияларды өндеу Қазақстан Республикасында ғылымның дамуына басымдылық көрсетеді.

Осыған байланысты мақалада мұнай құбырларының ішкі беттерінде түзілетін қалдықтарды залалсыздандыру әдісі ұсынылып отыр. Бұл әдістің негізінде өңделетін шикізатқа электргидравликалық эффектіннің электргидроимпульстік соққы толқындарының өзара әсері жатыр. Шикізаттың құрылымынан соққы толқындары өткен уақытта аса ірі молекулалардың ыдырауы, яғни минералды қоспалар мен көмір сутегі бөлінетіндігі, ескеріледі. Мұнай шөгінділерінің құрылымына соққы толқындар әсерінің жалпы сұлбесі 1-суретте көрсетілген.



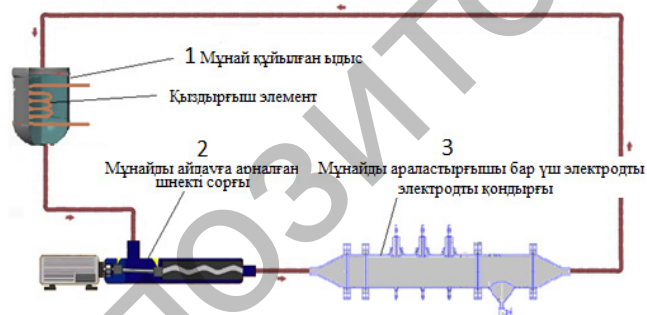
1 — диэлектрлі материалдан жасалған қақпақ; 2 — оң электрод; 3 — теріс электрод

1-сурет. Мұнайдың ауыр көмірсутекті құрылымына электрғидроимпульстік соққы толқындар әсерінің ықпал ету сұлбесі және өңдеу ұяшығы

Химиялық өнеркәсіпте және химиялық машина жасауда электрогидравликалық эффектін қолдану кейінгі жылдары жақсы қолға алынуда, дегенмен электрғидравликаның дамуында ең аз игерілген бағыт болып табылады [2].

Электрғидравликалық эффект көптеген физика-химиялық процестерді бастамашылық ететіні белгілі, себебі мұнай және мұнай өнімдерін электрғидравликалық өңдеу процесінде кавитациялық көпіршіктердің сығылуына байланысты түзілетін энергия көмірсутекті қосылыстардың үлкен молекулаларының атомдарының арасындағы химиялық байланысты үзу үшін қолданады [3].

Жоғарыда келтірілген ғылыми негізделерді алға тарта отырып, Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеттің физика-техникалық факультетінің «Гидродинамика және жылуалмасу» ғылыми-зерттеу зертханасында мұнайды тасымалдау құбырларының бойына орнатуға арналған үш электродты электрғидроимпульстік қондырғы жасалынып және зерттеулер жүргізілді [4, 5]. Төмендегі 2-суретте аталмыш үш электродты құбырразрядты қондырғының мұнай тасымалдау құбырына үйлестіру схемасы мен фотосуреті келтірілген.



2-сурет. Үш электродты құбырразрядты қондырғының мұнай тасымалдау құбырына үйлестіру схемасы мен фотосуреті

Зерттеу нысаны ретінде Атасу-Алашанькоу мұнай құбырының жұмыстық беттерінде түзілген мұнай қалдықтарының физика-химиялық қасиеттеріне жоғарыда келтірілген үш электродты құбыр разрядты қондырғының аса қуатты электрғидроимпульстік толқындарының әсері тәжірибе жүзінде зерттелді.

Тәжірибені ықтималдық-детерминдендірілген жоспарлау әдісін қолдану арқылы т.ғ.д, профессор С.В. Беляевтың (ҚР Білім және ғылым министрлігі Әбішев атындағы ХМИ) тапсырысы бойынша бағдарлама жасалынған болатын.

Атасу-Алашанькоу мұнай құбырларының жұмыстық беттерінде түзілген мұнай қалдықтарын электрғидроимпульстік әсер ету көмегімен өңдеу процесінің математикалық моделін құру және өңдеу процесінің тиімді шарттарын анықтау үшін тәжірибені ықтималдық-детерминдендірілген жоспарлау әдісін қолданумен зертханалық зерттеулер жүргізілді. Бұл әдісте әртүрлі факторлардың өзара әсері ескеріледі. Зерттелетін факторлар және олардың деңгейлері 1-кестеде көрсетілген.

Зерттелетін факторлар және олардың деңгейлері

Факторлар	Өлшем бірліктері	Деңгейлер			
		1	2	3	4
X_1 — өңдеу уақыты	мин	1	2	3	4
X_2 — конденсатор батареясының сыйымдылығы	мкФ	0,1	0,25	0,5	0,75
X_3 — разрядаралық ұзындық	мм	6	7	8	9
X_4 — қосылатын шапшаңдатқыш мөлшері	гр	2,17	4,34	6,51	8,68
X_5 — қосылатын сутегі доноры	мл	10	20	30	40

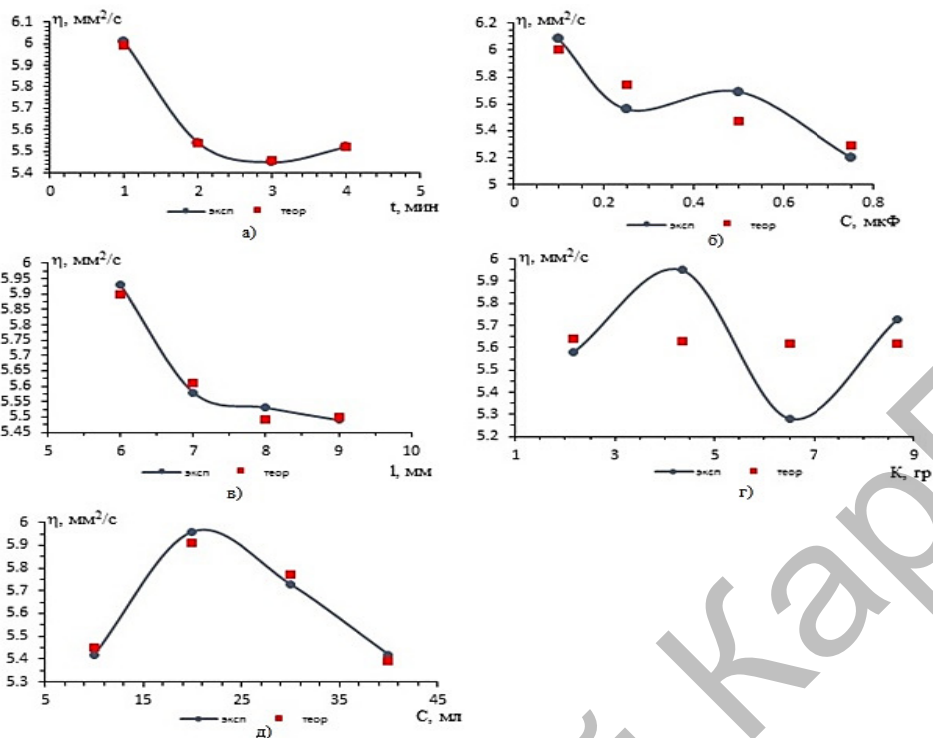
Бұл әдістің негізінде сызықсыз жиынтық корреляция жатыр. Айнымалы факторлар төрт деңгейде өзгеріп отырды. Тәжірибені жоспарлау матрицасы 2-кестеде көрсетілген. Матрицаның әрбір жолы тәжірибені жүргізу шарттарына жауап береді, әрі матрицаның құрылымы барлық тәжірибені жүргізу кезінде кез келген фактордың деңгейі барлық факторлардың әр деңгейімен бір рет кездесетіндей етіп жасалынған.

$Y_{1эксп.}$ және $Y_{2эксп.}$ бағаналарында алдын ала электргидроимпульстік соққы толқындар көмегімен өңделген мұнай қалдықтары фракцияларының кинематикалық тұтқырлығын және мұнай қалдығынан 300 °С дейін фракцияның шығымын анықтау бойынша барлық тәжірибелердің нәтижелері көрсетілген: $Y_{1эксп.}$ — тәжірибе нәтижелерінен алынған мұнай қалдығы фракцияларының кинематикалық тұтқырлығының есептік шамасы; $Y_{2эксп.}$ — тәжірибе нәтижелерінен алынған 300 °С дейін фракция шығымының есептік шамасы, ал $Y_{1теор.}$ және $Y_{2теор.}$ — Протодьяконов-Малышевтың жалпыланған теңдеуінің негізінде алынған мұнай қалдығы фракцияларының тұтқырлығының және 300 °С дейінгі жеңіл-орташа фракция шығымының есептік мәндері. Электргидроимпульстік әсер ету көмегімен Атасу-Алашанькоу мұнай құбырларының жұмыстық беттерінде түзілген мұнай қалдықтарын алдын ала өңдеу бойынша тәжірибені жоспарлау матрицасы төменде келтірілген.

Тәжірибені жоспарлау матрицасы

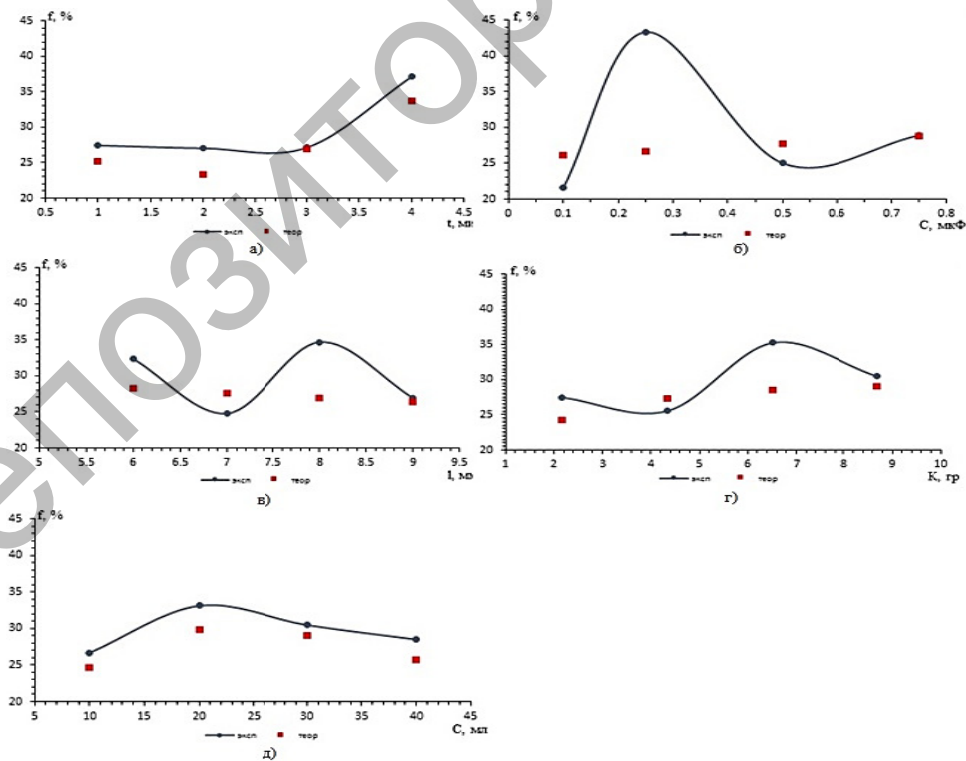
	Тәжірибе №	X_1 , мин	X_2 , мкФ	X_3 , мм	X_4 , гр	X_5 , мл	$Y_{1эксп.}$, мм ² /с	$Y_{1теор.}$, мм ² /с	$Y_{2эксп.}$, %	$Y_{2теор.}$, %
I	1	1	0,1	6	2,17	10	6,49	6,4753	16,75	19,3513
	2	1	0,25	7	4,34	20	6,53	6,3652	35,43	27,5111
	3	1	0,5	8	6,51	30	5,71	5,8326	34,07	28,1789
	4	1	0,75	9	8,68	40	5,32	5,2757	23,51	25,8662
II	5	2	0,1	7	6,51	40	5,36	5,6627	18,35	21,9999
	6	2	0,25	6	8,68	30	5,96	6,0648	44,92	27,0224
	7	2	0,5	9	2,17	20	5,72	5,553	20,79	22,2943
	8	2	0,75	8	4,34	10	5,12	4,8923	24,08	21,8885
III	9	3	0,1	8	8,68	20	6,22	5,9686	28,21	29,6722
	10	3	0,25	9	6,51	10	4,67	5,2587	40,54	23,9503
	11	3	0,5	6	4,34	40	5,91	5,3391	19,78	26,6007
	12	3	0,75	7	2,17	30	5,01	5,2556	19,98	27,2807
IV	13	4	0,1	9	4,34	30	6,23	5,9072	22,9	33,4732
	14	4	0,25	8	2,17	40	5,08	5,2635	52,35	28,1584
	15	4	0,5	7	8,68	10	5,4	5,1711	25,36	33,5923
	16	4	0,75	6	6,51	20	5,36	5,7338	47,99	39,8488

Әртүрлі факторлардың (X_1 — өңдеу уақыты; X_2 — конденсатор батареясының сыйымдылығы; X_3 — разряд аралық ұзындық; X_4 — қосылатын шапшаңдатқыш мөлшері; X_5 — қосылатын спирттің мөлшері) Атасу-Алашанькоу мұнай құбырының жұмыстық беттерінде түзілген мұнай қалдығы фракцияларының кинематикалық тұтқырлығына және 300 °С дейін фракция шығымына әсерінің графикалық тәуелділіктері 3- және 4-суреттерде көрсетілген.



X_1 — өңдеу уақытына; X_2 — конденсатор батареясының сыйымдылығына; X_3 — разрядаралық ұзындыққа; X_4 — қосылатын шапшаңдатқыш мөлшеріне; X_5 — қосылатын спирттің мөлшеріне

3-сурет. Мұнай қалдығы фракцияларының кинематикалық тұтқырлықтары төмендеуінің жеке тәуелділіктері



X_1 — өңдеу уақытына; X_2 — конденсатор батареясының сыйымдылығына; X_3 — разрядаралық ұзындыққа; X_4 — қосылатын шапшаңдатқыш мөлшеріне; X_5 — қосылатын сутегі донорының мөлшеріне

4-сурет. 300 °С дейін жеңіл және орташа фракциялар шығымының жеке тәуелділіктері

Жүргізілген зерттеулер үшэлектродты құбырразрядты қондырғының мұнай тасымалдау құбырларының жұмыстық беттерінде түзілген мұнай қалдықтарына электргидроимпульстік әсер ету басқа толқындық әдістермен салыстырғанда бірнеше артықшылықтарға ие екенін анықтауға мүмкіндік берді. Ең алдымен, бұл үзіліссіз-ағынды режимде процесті жүргізуге мүмкіндік беретін және өндірістік шарттарда ең тиімді болып табылатын үнемді тәсіл. Бұдан басқа, ол мұнай өнімдерін ары қарай тасымалдау үшін көмірсутекті шикізатты өндеудің жоғары дәрежесін, жеңіл фракциялардың жоғары шығымын қамтамасыз етеді.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Бесов А.С. Деструкция углеводородов в кавитационной области в присутствии электрического поля при активации водными растворами электролитов / А.С. Бесов, К.Ю. Колтунов, С.О. Брулев // Письма в ЖТФ. — 2003. — Т. 29. — Вып. 5. — С. 71, 72.
- 2 Сатыбалдин А.Ж., Айтпаева З.К., Бакибаев А.А. Исследование влияния катализатора на углеводородный состав высоковязкой нефти при электрогидроимпульсной обработке / Актуальные вопросы и перспективы развития современной науки: материалы IV междунар. науч.-практ. конф. студ., аспирантов и молодых ученых. — СПб., 2017. — С. 83–87.
- 3 Сатыбалдин А.Ж. Квантово-химический расчет деструкции и гидрирования нефтяного асфальтена с помощью электрогидроимпульсных ударных волн / А.Ж. Сатыбалдин, Н.Р. Рахимжанова, А.Б. Каримова // Sciences of Europe. — 2017. — Vol. 1, No. 20 (20). — P. — 30–34.
- 4 Muratova A.K. Innovative method of processing oil products / A.K. Muratova, I.A. Kyrgyzalina, B.R. Nussupbekov, A.Zh. Satybaldin, Z.K. Aitpaeva // Bulletin of the University of Karaganda. Physics ser. — 2017. — No. 4 (88). — P. 53–58.
- 5 Satybaldin A.Zh. Method of definition thermodynamic functions of heavy oil organic mass processed by underwater spark discharge / A.Zh. Satybaldin, A.K. Muratova, I.A. Kyrgyzalina, Z.K. Aitpaeva, B.R. Nussupbekov, M.I. Baikenov // Bulletin of the university of Karaganda. Physics ser. — 2017. — No. 4 (88). — P. 59–65.

А.Ж. Сатыбалдин, Б.Р. Нусупбеков, З.К. Айтпаева, Фэньюнь Ма, Н.Н. Омаров

Влияние трехэлектродно-разрядных установок на улучшение физико-химических свойств нефтепродуктов, транспортируемых по нефтепроводам

Способы подготовки масел для трубопроводного транспорта, связанные с механическим воздействием на высоковязкие и высокопарафиновые масла, сегодня являются актуальной проблемой для нефтеперерабатывающих заводов. Как известно, наиболее перспективным на сегодняшний день является метод электрогидроимпульсных разрядов, который позволяет регулировать свойства масляной дисперсной системы путем изменения размеров и форм сложных структурных единиц. Создание экологически чистого производства жидкого синтетического топлива предполагает совершенствование технологии модернизации высоковязкого нефтяного процесса. Для решения этой проблемы нами была использована трехэлектродная система электрогидроимпульсной обработки в канале нефтепровода для увеличения физико-химической характеристики подаваемой нефти. В статье приведены результаты экспериментальных данных. Такие расчеты должны проводиться с указанием различных классов соединений, содержащихся в высокомолекулярных углеводородных соединениях. Глубокое изучение механизма превращений органической массы углеводородного соединения является предпосылкой для разработки новых высокоэффективных процессов гидрирования.

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, электрод, электроразрядная установка, ударные волны, емкость конденсаторной батареи, длина разряда, донор водорода, матрица, кинематическая вязкость, выход фракции, органическая масса, температура, частота.

A.Zh. Satybaldin, B.R. Nussupbekov, Z.K. Aitpaeva, Fengyun Ma, N.N. Omarov

The effect of three-electrode installations on the improvement of the physicochemical properties of petroleum products transported via pipelines

Methods for the preparation of oils for pipeline transport, associated with the mechanical effect on high-viscosity and high-paraffin oils, are today an actual issue for oil refineries. As it is known, today the most promising is the method of electrohydropulse discharges, which allows to adjust the properties of the oil

disperse system by changing the size and shape of complex structural units. Creating of an environmentally friendly production of liquid synthetic fuel involves improvement of the technology of upgrading a highly viscous oil process. In order to solve this problem, we used a three-electrode system of electro-impulse treatment in the pipeline to increase the physicochemical characteristics of the supplied oil, and the results of the experimental data are presented in this article. Such calculations should be carried out with an indication of the different classes of compounds contained in high molecular weight hydrocarbon compounds. A deep study of the mechanism of transformations of the organic mass of a hydrocarbon compound is a prerequisite for the development of new highly efficient hydrogenation processes.

Keywords: oil, oil products, electrode, electric discharge installation, shock waves, capacitor battery capacity, discharge length, hydrogen donor, matrix, kinematic viscosity, fraction yield, organic mass, temperature, frequency.

References

- 1 Besov, A.S., Koltunov, K.Yu., & Brulev S.O. (2003). Destruktsiia uhlevodorodov v kavitatsionnoi oblasti v prisutstvii elektricheskogo polia pri aktivatsii vodnymi rastvorami elektrolitov [The operation of hydrocarbons in the cavities in the presence of an electric field when activated by aqueous solutions of electrolytes]. *Pisma v ZhTF – Letters to the Journal of Technical Physics*, Vol. 29, 5, 71, 72 [in Russian].
- 2 Satybaldin, A.Zh., Aitpaeva, Z.K., & Bakibaev, A.A. (2017). Issledovanie vliianiia katalizatora na uhlevodorodnyi sostav vysokoviazkoi nefii pri elektrohidroimpulsnoi obrabotke [Investigation of the effect of catalyst on the hydrocarbon composition of high-viscosity oil during electrohydropulse treatment]. Retrieved from *Actual issues and prospects for the development of modern science: IV mezhdunarodnaita nauchno-prakticheskaiia konferentsiia studentov, aspirantov i molodykh uchenykh – IV Intern. scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists*. (pp. 83–87). Saint Petersburg [in Russian].
- 3 Satybaldin, A.Zh., Rahimzhanova, N.R., & Karimova, A.B. (2017). Kvantovo-khimicheskii raschet destruktssii i hidrirovaniia neftianoho asfaltena s pomoshchiu elektrohidroimpulsnykh udarnykh voln [Quantum-chemical calculation of the degradation and hydrogenation of petroleum asphaltene using electrohydropulse shock waves]. *Sciences of Europe*, Vol. 1. No. 20(20), 30–34 [in Russian].
- 4 Muratova, A.K., Kyrgyzalina, I.A., Nussupbekov, B.R., Satybaldin, A.Zh., & Aitpaeva, Z.K. (2017). Innovatsionnyi metod pererabotki nefteproduktov [Innovative method of processing oil products]. *Bulletin of the University of Karaganda. Physics series*, 4 (88), 53–58.
- 5 Satybaldin, A.Zh., Muratova, A.K., Kyrgyzalina, I.A., Aitpaeva, Z.K., Nussupbekov, B.R., & Baikenov, M.I. (2017). Method of definition thermodynamic functions of heavy oil organic mass processed by underwater spark discharge. *Bulletin of the University of Karaganda. Physics series*, 4 (88), 59–65.