

Д.К.Юсупова, Р.Н.Нұрділлаева

Қ.А.Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан  
(E-mail: raushan.nurdillayeva@iktu.kz)

## Ақаба суларды мұнай өнімдерінен тазартуда адсорбциялық әдісті қолдану

Мақалада ақаба суларды мұнай өнімдерінен тазартудың адсорбциялық әдісі туралы мәліметтер келтірілген. Сорбенттер ретінде белсендірілген көмір, жаңғақ қабыршақ көмірі және ағаш үгінділері қолданылды. Ақаба суларды мұнай өнімдерінен тазалау барысында сорбциялану ұзақтығының, сорбент мөлшерінің, судың рН мәні мен температурасының әсерлері қарастырылып, тазалану дәрежесінің оңтайлы жағдайлары анықталды.

*Кілт сөздер:* ақаба су, мұнай өнімдері, сорбент, адсорбция, белсендірілген көмір, тазалану дәрежесі.

Қазіргі таңда өндірістік ақаба сулар өндірісінің әр түрлі салаларында: мұнай және мұнай өнімдерін өндіруші кәсіпорындар, қара және түсті металлургия, машина жасау өнеркәсібі, химия және көмір өнеркәсіптері, автожанармай бекеті, ЖЭС, АЭС, кен байлықтарын өндіру барысында және т.б. өнеркәсіптерде түзіледі. Осы өндіріс орындарынан шығатын ақаба сулардың құрамында әр түрлі ластағыштар: мұнай және мұнай өнімдері, ББЗ-тар, фенол және басқада органикалық қосылыстар, ауыр металл иондары, цианидтер және әр түрлі зиянды заттар кездеседі.

Соңғы кезде ақаба судың құрамын аймағы кең және салыстырмалы арзан, суда ерігіш, кешенді қосылыс түзу қабілеті бар, сорбция, десорбция және механикалық қасиеттері жақсартылған біршама қолжетерлік композициялық материалдарды қолдану арқылы тазарту қолданыс табуда [1, 2]. Осыған орай ақаба суларды тазарту үшін адсорбциялық әдісті қолданудың практикалық маңызы зор.

Әдебиеттік мәліметтер [3, 4] бойынша, адсорбция әдісі арқылы ақаба суларды мұнай және мұнай өнімдерінен тазартудың бірқатар әдістері белгілі. Бұл әдістерде табиғи және жасанды сорбенттер (кварцты құм, балшық, керамзит, шымтезек, ағаш үгінділері, белсендірілген көмір, полистирол, химиялық талшықтар және т.б.) қолданылады.

Ақаба суларды мұнай және мұнай өнімдерінен тазалау бойынша ресей ғалымдарының ғылыми-зерттеу жұмыстарында су мен топырақты мұнай мен мұнай өнімдерінен, фенолдан және металл иондарынан сорбциялық әдіспен тазалау нәтижесі келтірілген [5]. Берілген жұмыста табиғи полимер негізіндегі сорбентті алу жолы ұсынылған, яғни мұнда суды тазарту хитозан ерітіндісін сұйылтылған сірке қышқылы және 5–10 % желатиннің сулы ерітіндісімен араластырып, сүзіп және кептіріп алынған коллоидты полимер комплексі көмегімен жүзеге асырылған.

Сонымен қатар ақаба суларды мұнай өнімдерінен тазарту барысында асбестті материал — асбест қағаздары және картон өндірісіндегі қалдықтар; пенополиуритан, түйіршік түріндегі өлшемі 0,01–0,1 мм ферромагнитті материал; гидрофобизатор және базальтті талшық негізіндегі сорбент — кремний немесе органикалық гидрофобтық қосылыстар қолданылады [6].

Ақаба суларды ластағыштардан сорбциялау барысында үш үрдіс орын алады:

- сорбент бетіндегі сұйық фаза молекулаларының сыртқы диффузиясы, броуындық диффузия арқылы немесе сұйықтықтың турбулентті диффузия арқылы араласуымен жүзеге асады;
- молекулалардың макрокеуектерден микрокеуектердің бетіндегі ішкі диффузиясы, ал оның жылдамдығы сорбенттің құрылысымен және сорбцияланатын заттардың молекула өлшемдері арқылы анықталады;
- еріген зат молекуласының өздігінен сорбциялануы.

Сорбенттерді екі параметрмен сипаттауға болады:

1. Сорбцияға байланысты, яғни, сорбентпен байланысқан элемент массасының сорбенттің массасына қатынасы.

2. Таралу коэффициенті, ерітінді мен сорбент арасындағы заттардың таралуы. Алайда сорбенттердің практикалық қолданылуына байланысты басқа да сипаттамалар маңызды: бағасы, қолжетімділігі, қолдану мерзімі [7].

Қазіргі кезде ең негізгі сорбент ретінде белсендірілген көмір қолданылады. Белсендірілген көмірді алуда бастапқы шикізат ретінде құрамында көміртек бар кез келген материал пайдаланылады. Ол көптеген ретсіз орналасқан графиттің микрокристалдарынан тұрады. Сулы ерітінділерді

сорбциялау барысында түйіршіктелген және ұнтақ тәрізді көмірлер, сонымен қатар көміртекті талшықтар қолданылады [8].

Түйіршікті белсендірілген көмірдің көмегімен [9] еңбекте ақаба суларды мұнай өнімдерінен тазалауда сорбциялау сыйымдылығы жоғары екені 60–200 мг/г анықталды. Осыған орай түйіршікті белсендірілген көмірді мұнай құрамдас өнімдерден тазартуда қолдануға болатындығы келтірілген.

Табиғи органикалық және органоминералды сорбенттер мұнай өнімдерін жою үшін болашағы мол болып табылады. Көбінесе ағаш үгінділері, модификацияланған шымтезек, кептірілген дәнді дақылдар, жүн, қағаз қалдықтары қолданылады [4].

Қайта өңделген өсімдік шикізатының екіншілік өнімдері — күріш қауызы және қарақұмық (гречка) еріген және эмульгирленген мұнай өнімдеріне қатысты сорбциялану белсенділігі зерттелген [10].

Грек жаңғақ қабыршағының негізінде белсендірілген көмірді алу мүмкіндігі [6] еңбекте келтірілген. Карбонизация кезінде үлгілерді қыздыру 5 град·мин<sup>-1</sup> жылдамдықта 1 сағ көлемінде бөлме температурасынан белгіленген температураға дейін (кейбір тәжірибелерде 950 °С-қа дейін) жүргізілген. Аргон газын реакторға 2 л·сағ<sup>-1</sup> жылдамдықпен жіберген. Үрдіс қысымы 0,1 МПа су буында 650, 700, 750, 800 және 850 °С температура кезінде әр түрлі уақыт аралығында (10 мин-тан 90 мин-ке дейін) жүргізілген. Термоөңдеуден кейін белсендіргіштерді бөлме температурасына дейін реакторды құрғақ аргонмен үрлеу арқылы суытқан.

Ақаба сулардың құрамындағы мұнай өнімдерінің шектік рауалы концентрациясы (ШРК) — 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. Құрамында 28,3 мг/л мұнай өнімдері бар темір жол ақаба суларын табиғи сорбент — бентонит сазымен сорбциялау әдісі [11] еңбекте келтірілген. Бұл жұмысты мұнай өнімдерінің концентрациясы 1,54–0,793 мг/л-ға дейін төмендеген.

Біздің алдыңғы жүргізген зерттеу жұмыстарымыздың нәтижесі ақаба суларды мұнай өнімдерінен сорбциялық әдіс арқылы тазалау барысында табиғи және жасанды сорбенттерді қолдану озық өнімділігін көрсетті [12, 13].

Ұсынылып отырған жұмыстың мақсаты Түркістан локомотив пайдалану депосының ақаба суларын мұнай өнімдерінен тазартудың сорбциялық әдісін табиғи және жасанды сорбенттердің көмегімен жүзеге асыру болып табылады.

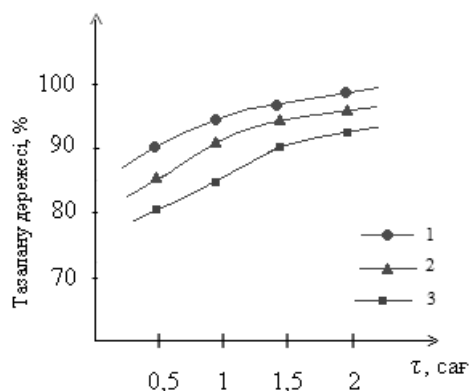
Зерттеу нысаны ретінде Түркістан локомотив пайдалану депосының мұнай өнімдері бар ақаба сулары алынды. Сорбциялау үрдісі табиғи және жасанды сорбенттер белсендірілген көмір (ағаш көмірін сулы бумен қыздыру арқылы алған), жаңғақ қабыршақ көмірі (500–800 °С температурада қыздырылған тас көмірінде грек жаңғағының қабыршағын күйдіру арқылы алынған) және ағаш үгіндісі (ағаш көмірі араланған ағаштардан түскен үгінділер) қатысында жүргізілді.

Ақаба суды мұнай өнімдерінен тазартуды жүргізу үшін колбада сорбентті сумен жанастырып, белгілі бір уақыттан кейін ол фильтр қағазының көмегімен сүзгіште сүзіп алынды. Алынған фильтрат сыйымдылығы 250 см<sup>3</sup> бөлгіш воронкасына құйылды. Пипетка көмегімен 10 см<sup>3</sup> гексан сынама орналасқан ыдысқа қосылды. Қоспа қарқынды түрде шайқаумен 1–3 мин экстракция жасалынды. Су фазасы сыйымдылығы 100 немесе 250 см<sup>3</sup> цилиндрге жиналып, оның дәл көлемі анықталды. Гексан экстракт бөлгіш воронканың жоғарғы бөлігінен кюветаға алып құйылды және экстрактыдағы мұнай өнімдерінің мөлшері «Флюорат-02-5М» сұйықтық анализаторында «Өлшеу» режимінде анықталды. Анализ жүргізілгенде сынамадағы мұнай өнімдерінің концентрациясы (X, мг/дм<sup>3</sup>) келесідей формула бойынша табылды:

$$X = \frac{C_{\text{өлш}} \cdot V_2 \cdot K_1}{V_{\text{CH}}},$$

мұндағы  $C_{\text{өлш}}$  — сынама экстрактындағы мұнай өнімдерінің концентрациясы, мг/дм<sup>3</sup>;  $V_2$  — экстракциялау үшін алынған гексанның мөлшері, см<sup>3</sup> (10 см<sup>3</sup>);  $V_{\text{CH}}$  — сынама көлемі, см<sup>3</sup>;  $K_1$  — экстракты сұйыту коэффициенті (өлшеу колбасы көлемі мен алынған экстракт аликвотасының қатынасы) [14].

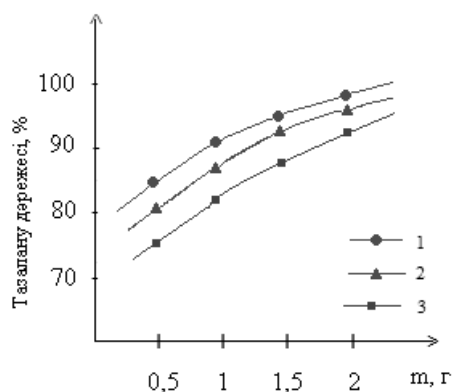
Ақаба суларды мұнай өнімдерінен тазалау белсендірілген көмір (б.к.), жаңғақ қабыршақ көмірі (ж.к.к.) және ағаш үгіндісі (а.ү.) сорбенттерінің қатысында зерттелді. Сонымен қатар тазалану дәрежесіне әр түрлі факторлардың (сорбциялану ұзақтығы, сорбент мөлшері, судың рН мәні мен температурасы) әсерлері зерттелді. 1-суретте ақаба суларды сорбенттер көмегімен мұнай өнімдерінен тазалау барысында сорбциялану ұзақтығының әсері келтірілген. Сорбциялану ұзақтығын 0,5 сағаттан 2 сағатқа дейін жоғарылатқанда белсендірілген көмірде ақаба судың тазалану дәрежесі 90%-дан 98%-ға, жаңғақ қабыршақ көмірінде 85%-дан 96%-ға, ағаш үгіндісінде 80%-дан 93%-ға артатындығы анықталды.



1 — белсендірілген көмір; 2 — жаңғақ қабыршақ көмірі; 3 — ағаш үгіндісі

1-сурет. Ақаба суларды сорбенттер көмегімен мұнай өнімдерінен тазалау дәрежесіне сорбциялану ұзақтығының әсері

Ақаба суларды мұнай өнімдерінен тазалау барысында сорбент мөлшерінің әсері 2-суретте көрсетілген. Сорбенттердің массасын 0,5 г-нан 2 г-ға дейін арттырғанда белсендірілген көмірде ақаба судың тазалану дәрежесі 85 %-дан 97 %-ға, жаңғақ қабыршақ көмірінде 80 %-дан 94 %-ға, ағаш үгіндісінде 76 %-дан 91 %-ға жоғарылады. Белсендірілген көмірдің меншікті беті 400–900 м<sup>2</sup>/г-ды құрайды және оның сорбциялық қасиеті кеуектерінің шамасы мен құрылысына тәуелділігімен байланысты болады [15]. Осыған орай ақаба суларды мұнай өнімдерінен тазалану дәрежесі белсендірілген көмірді қолданғанда анағұрлым жоғары болады.



1 — белсендірілген көмір; 2 — жаңғақ қабыршақ көмірі; 3 — ағаш үгіндісі

2-сурет. Ақаба суларды сорбенттер қатысында мұнай өнімдерінен тазалау

Ақаба судың рН мәнінің тазалану дәрежесіне әсері зерттелінді. Зерттелетін суға қышқыл мен сілтілерді қосу арқылы рН мәні өзгертілді. рН мәні артқан сайын мұнай өнімдерінен тазалау дәрежесінің артатындығын 1–3-кестелерден байқауға болады.

1 - к е с т е

Ақаба суларды белсендірілген көмірмен мұнай өнімдерінен тазалау дәрежесіне судың рН мәнінің әсері

Сынама №	Ақаба судың мөлшері, мл	Белсендірілген көмір, г	Сорбциялану ұзақтығы, сағ	Судың рН мәні	Тазалану дәрежесі, %
1	30	2	2	2,623	84
2	30	2	2	4,412	91
3	30	2	2	6,289	92,4
4	30	2	2	8,654	94,6

**Ақаба суларды жаңғақ қабыршақ көмірімен мұнай өнімдерінен тазалау дәрежесіне судың рН мәнінің әсері**

Сынама №	Ақаба судың мөлшері, мл	Жаңғақ қабыршақ көмірі, г	Сорбциялану ұзақтығы, сағ	Судың рН мәні	Тазалану дәрежесі, %
1	30	2	2	2,324	82
2	30	2	2	4,141	86,4
3	30	2	2	6,109	90
4	30	2	2	8,436	92

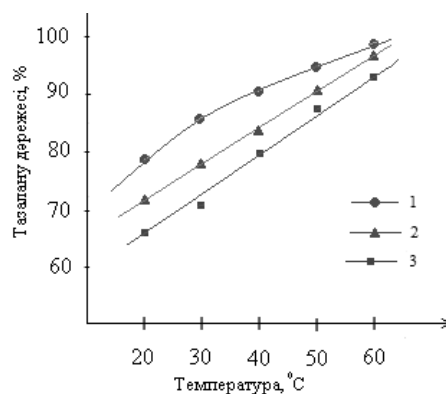
**Ақаба суларды ағаш үгіндісімен мұнай өнімдерінен тазалау дәрежесіне судың рН мәнінің әсері**

Сынама №	Ақаба судың мөлшері, мл	Ағаш үгіндісі, г	Сорбциялану ұзақтығы, сағ	Судың рН мәні	Тазалану дәрежесі, %
1	30	2	2	2,146	80,5
2	30	2	2	4,058	84,2
3	30	2	2	6,004	88
4	30	2	2	8,157	90

Ақаба суларды сорбенттер көмегімен мұнай өнімдерінен тазалау барысында температураның әсері зерттелінді (3-сур.). Тәжірибе 20–60 °С аралығында жүргізілді. Температураны 20 °С-тан 60 °С-қа дейін жоғарылатқанда белсендірілген көмірде ақаба судың тазалану дәрежесі 78 %-дан 97 %-ға, жаңғақ қабыршақ көмірінде 72 %-дан 94 %-ға, ағаш үгіндісінде 66 %-дан 92 %-ға артты.

Негізінен, сорбенттерді регенерациялаудың негізгі үш тәсілі бар: химиялық (реагенттердің ерітінділерімен өңдеу), төменгі температуралық (бумен өңдеу-төменгі молекулалық мұнай өнімдерін бөліп алуда тиімді) және термиялық (жоғары температурада қайнайтын қосылыстардың бу-газ қоспаларымен десорбциясы). Сорбенттерді регенерациялау үшін қыздыру, яғни термиялық әдіс, қолданылған [4]. 200–300 °С-қа дейінгі температурада сорбенттерден мұнай өнімдерінің көптеген бөлігі бөлінген. Регенерация дәрежесі (94 %) сорбенттің бастапқы массасымен регенерациядан кейінгі сорбент массаларының қатынасы арқылы анықталған.

Берілген жұмыста сорбцияға қолданылған сорбенттердің ішінде белсендірілген көмір мен жаңғақ қабыршақ көмірін регенерациялау химиялық әдіс бойынша жүргізілді. Бұл әдістің негізі сорбент және реагенттің десорбциясы кезінде сорбентті 100 °С-ден аспайтын температурада газ тәрізді немесе сұйық органикалық немесе бейорганикалық реагенттермен өңдеу болып табылады. Біздің жұмыста реагент ретінде этанол қолданылды. Пайдаланылған сорбенттер мен этил спирті 1:10 қатынаста (5 г сорбент 50 мл ерітіндіде) 5 мин магнитті араластырғышпен араластырылды. Сорбенттің сорбциялық сыйымдылығы 80 %-ға дейін қалпына келеді.



1 — белсендірілген көмір; 2 — жаңғақ қабыршақ көмірі; 3 — ағаш үгіндісі

3-сурет. Ақаба суларды сорбенттер көмегімен мұнай өнімдерінен тазалау дәрежесіне температураның әсері

Қорыта айтқанда, ақаба суларды сорбенттердің көмегімен мұнай өнімдерінен тазалау барысындағы тазалану дәрежесі әр түрлі параметрлерге тәуелді зерттелінді. Ақаба суларды мұнай және мұнай өнімдерінен тазалау кезінде ақаба судың мөлшері, сорбциялану ұзақтығы, сорбент мөлшері, судың рН мәні мен температурасының әсерлері қарастырылды. Тәжірибенің оңтайлы жағдайлары белсендірілген көмірді қолданғанда (тазалану дәрежесі 98 %),  $m_{(б.к.)} = 2$  г,  $\tau = 2$  сағ,  $t = 60$  °С, жаңғақ қабыршақ көмірінде (тазалану дәрежесі 96 %)  $m_{(ж.к.к.)} = 2$  г,  $\tau = 2$  сағ,  $t = 60$  °С, ағаш үгіндісінде (тазалану дәрежесі 93 %)  $m_{(а.ү.)} = 2$  г,  $\tau = 2$  сағ,  $t = 60$  °С болатындығы анықталды.

### Әдебиеттер тізімі

- 1 *Каменников Ф.А., Богомольный Е.И.* Нефтяные сорбенты. — М.; Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2003. — 268 с.
- 2 *Горожанкина Г.И., Пинчукова Л.И.* Сорбенты для сбора нефти: сравнительные характеристики и особенности применения // Трубопроводный транспорт нефти. — 2000. — № 4. — С. 12–17.
- 3 *Набаткин А.Н., Хлебников В.Н.* Применение сорбентов для ликвидации нефтяных разливов // Нефтяное хозяйство. — 2000. — № 11. — С. 61.
- 4 *Кудайбергенов К.К.* Разработка и изучение карбонизованных сорбентов для очистки воды от нефтяных загрязнений. — Алматы, 2012. — 101 с.
- 5 *Федорович К.В., Павлова И.Ю.* Способ получения сорбента для очистки воды. Пат. 2251449 РФ // Б.И. — 2009. — № 26. — С. 20.
- 6 *Передерий М.А., Скрябин А.В.* Способ получения сорбентов для очистки от нефтепродуктов твердой и водной поверхностей. Пат. 2160632 РФ // Б.И. — 2000. — № 35. — С. 27.
- 7 *Говорова Ж.М.* Обоснование и разработка технологий очистки природных вод: дис. ... д-ра техн. наук. — М., 2004. — 422 с.
- 8 *Бузаева М.В., Калоюкова Е.Н., Климов Е.С.* Сорбционные свойства активированного угля АГ-3 по отношению к нефтепродуктам // Журн. прикладной химии. — 2010. — Т. 83. — С. 1743–1745.
- 9 *Климов Е.С., Бузаева М.В.* Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод. — Ульяновск: УЛГТУ, 2011. — 201 с.
- 10 *Земнухова Л.А., Шкорина Е.Д., Филитова И.А.* Изучение сорбционных свойств шелухи риса и гречихи по отношению к нефтепродуктам // Химия растительного сырья. — 2005. — № 2. — С. 51–54.
- 11 *Сатанов Е., Байхамурова М., Саинова Г.А., Нурдиллаева Р.Н.* Технология очистки сточных вод предприятий железнодорожного транспорта // Междунар. студ. науч. вестн: электронный журн. — 2015. — № 3.
- 12 *Юсупова Д.К., Нұрділлаева Р.Н.* Ақаба суларды мұнай өнімдерінен тазалау әдістерін жасау // Инновационное развитие и востребованность науки в современном Казахстане: Материалы IX Междунар. науч. конф. молодых ученых. — Алматы, 2015. — 180–182-б.
- 13 *Юсупова Д.К., Нұрділлаева Р.Н.* Ақаба суларды мұнай өнімдерінен сорбциялық әдіспен тазарту // XXI ғасырдағы экологияның өзекті мәселелері: Халықарал. ғыл.-тәжір. конф. материалдары. — Түркістан, 2015. — 210–212-б.
- 14 ПНД Ф 14.1:2:4.128–98 Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «ФЛЮОРАТ-02».
- 15 *Шарипова А.В.* Обезвреживание сточных вод от тяжелых металлов под действием ультразвука и утилизация противобледенительных жидкостей с применением природных сорбентов. — Ульяновск, 2015.

Д.К.Юсупова, Р.Н.Нурдиллаева

### Применение адсорбционного способа очистки сточных вод от нефтепродуктов

В статье приведены сведения об адсорбционном методе очистки сточных вод от нефтепродуктов. В качестве сорбентов использовались активированный уголь, уголь скорлупы грецкого ореха и древесные опилки. При очистке сточных вод от нефтепродуктов были рассмотрены параметры влияния массы сорбента, продолжительности сорбции, значения рН воды и температуры раствора на степень очистки; установлены оптимальные условия.

D.K.Yusupova, R.N.Nurdillayeva

## **Application of the adsorption method in treatment of wastewater from oil products**

The article presents information on the adsorption method of treatment wastewater from oil products. As a sorbent it was used activated carbon, coal walnut shells and sawdust. It was considered impact of the sorbent mass, duration of sorption, pH of water and temperature of solution on treatment of wastewater from oil products, and established optimal conditions.

### References

- 1 Kamenshchikov F.A., Bogomolnyi Ye.I. *Oil sorbents*, Moscow, Izhevsk: Institute of Computer Investigations, 2003, 268 p.
- 2 Gorozhankina G.I., Pinchukova L.I. *Pipeline transport of oil*, 2000, 4, p. 12–17.
- 3 Nabatkin A.N., Khlebnikov V.N. *Oil Industry*, 2000, 11, p. 61.
- 4 Kudaibergenov K.K. *Development study of carbonized sorbents for water purification from oil pollution*, Almaty, 2012.
- 5 Fedorovich K.V., Pavlova I.Yu. *Bull. Izobr.*, 2009, 26, p. 20.
- 6 Perederiy M.A., Scryabin A.V. *Bull. Izobr.*, 2000, 35, p. 27.
- 7 Govorova Zh.M. *Justification and development of technologies for water purification*: dis. ... dr. techn. sci., Moscow, 2004, 422 p.
- 8 Buzaeva M.V., Kalyukova E.N., Klimov Ye.S. *Journal of Applied Chemistry*, 2010, 83, p. 1743–1745.
- 9 Klimov Ye.S., Buzaeva M.V. *Natural chelating sorbents and wastewater treatment*, Ulyanovsk: Ulyanovsk State Technical University, 2011, 201 p.
- 10 Zemnukhova L.A., Shkorina Ye.D., Filippova I.A. *Chemistry of plant raw materials*, 2005, 2, p. 51–54.
- 11 Satanov Ye., Baihamurova M., Sainova G.A., Nurdillayeva R.N. *International Student Scientific Herald*: Electronic journal, 2015, 3.
- 12 Yusupova D.K., Nurdillayeva R.N. *Innovative development and relevance of science in modern Kazakhstan*: IX International Conference of Young Scientists, Almaty, 2015, p. 180–182.
- 13 Yusupova D.K., Nurdillayeva R.N. *The problems of the environment in the XXI century*: International scientific-practical conference, Turkistan, 2015, p. 210–212.
- 14 PND F 14.1:2:4.128–98 Technique for measuring the mass concentration of oil in the samples of natural, drinking, wastewater fluorimetric method on the analyzer liquid «Fluorat-02».
- 15 Sharapova A.V. *Disposal of sewage from heavy metals under the influence of ultrasound and disposal of anti-icing fluids using natural sorbents*, Ulyanovsk, 2015.