

УДК 628.19  
ГРНТИ 61.31

## МҰНАЙ ӨНІМДЕРІНІҢ БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ СОРБЕНТТЕРДЕГІ АДСОРБЦИЯ ҮРДІСІН ЗЕРТТЕУ

С.Т. АЛМАГАМБЕТОВА<sup>1</sup>, А.А. ЕРСАЙЫНОВА<sup>1</sup>, С. ЗАМИРБЕК<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан)

E-mail: s.almag@mail.ru

*Мақалада суда еритін мұнай өнімдеріне қатысты сорбенттердің сорбциялық мүмкіндіктері, сондай-ақ су тазарту процестерінде сорбенттерді практикалық пайдалану үшін адсорбция механизмі зерттелінді. Мұнай өнімдерінің және кейбір иондардың бейорганикалық сорбенттердегі адсорбция үрдісі қарастырылды. Зерттеу нәтижесінде анықталды: 1 грамм сорбент 15-18 грамм майды сіңіреді, бұл сулы ортадағы мұнайдың төгілуіне қарсы тиімді күресуге ықпал етеді. Күріш қауызын тиімді сорбент ретінде пайдалану ұсынылады.*

**Негізгі сөздер:** адсорбция, суда еритін мұнай өнімдері, органикалық емес иондар, табиғи қалдықтар, отандық сорбент.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АДСОРБЦИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ СОРБЕНТАМИ

С.Т. АЛМАГАМБЕТОВА<sup>1</sup>, А.А. ЕРСАЙЫНОВА<sup>1</sup>, С. ЗАМИРБЕК<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Алматынський технологический университет, Алматы, Казахстан)

E-mail: s.almag@mail.ru

*В статье исследуются сорбционные возможности сорбентов для водорастворимых нефтепродуктов, а также механизм адсорбции при практическом использовании сорбентов в процессах очистки воды. Рассмотрен процесс адсорбции нефтепродуктов и некоторых ионов неорганическими сорбентами. В результате исследования выявлено: 1 грамм сорбента поглощает 15-18 грамм нефти, что способствует эффективной борьбе с разливами нефти в водной среде. Рекомендуется использовать рисовую шелуху в качестве действенного сорбента.*

**Ключевые слова:** адсорбция, водорастворимые нефтепродукты, неорганические ионы, природные отходы, отечественный сорбент.

## RESEARCH ON THE PROCESS OF ADSORPTION OF PETROLEUM PRODUCTS BY INORGANIC SORBENTS

S.T. ALMAGAMBETOVA<sup>1</sup>, A.A. ERSAYNOVA<sup>1</sup>, S. ZAMIRBEK<sup>1</sup>

(Almaty Technological University, Kazakhstan, Almaty)

E-mail: s.almag@mail.ru

*The article examines the sorption capabilities of sorbents for water-soluble petroleum products, as well as the mechanism of adsorption in the practical use of sorbents in water purification processes. The process of adsorption of petroleum products and some ions with inorganic sorbents is considered. The study revealed: 1 gram of sorbent absorbs 15-18 grams of oil, which contributes to the effective fight against oil spills in the aquatic environment. It is recommended to use rice husk as an effective sorbent.*

**Keywords:** adsorption, water-soluble petroleum products, inorganic ions, natural waste, national sorbent.

**Кіріспе**

Табиғат байлықтарының қымбат түрлерінің бірі - су. Су тіршілік көзі, сусыз өмір жоқ. Жалпы планетарлық деңгейде су сарқылмайтын ресурстарға жатады. Өйткені оның жалпы планетадағы мөлшері мұхит, атмосфера және құрылықта үнемі жүріп отыратын су айналымы нәтижесінде толықтырылып отырады. Су планетамыздың 70,8% бөлігін алып жатыр. Бүкіл су қорының 97% әлемдік мұхиттың үлесіне тиеді. Тұщы сулардың көпшілігі (70%) қар және мұздықтар түрінде. Жер асты сулардың еншісіне тұщы су қорларының 23% тиеді [1].

Алайда соңғы кезде адамның шаруашылық тіршілігі барысында көптеген жер асты сулары да ластануда. Адамзат өз қажеті үшін тұщы судың орасан көп мөлшерін пайдаланады. Негізгі тұтынушылар - өнеркәсіп орындары және ауыл шаруашылығы. Сондай-

ақ тұщы суларды көп пайдаланатын салаларға - тау-кен орындары, химия, мұнай химиясы, қағаз-целлюлоза, тамақ өнеркәсіптері жатады. Бұлардың еншісіне бүкіл өнеркәсіпке жұмсалатын судың 70% келеді.

**Зерттеудің нысандары мен әдістері**

Зерттеудің объектілері – бейорганикалық сорбенттердегі адсорбция үрдісі.

Зерттеудің әдістері - теориялық, химиялық, физика-химиялық.

Дүниежүзілік су қорларының ластануы бүкіл адамзат қауымын аландатып отыр. Бұл мәселе Қазақстанға да тән. Судың ластануы көп түрлі әрі ең соңында су экожүйесін бүлдірумен аяқталады.

Ауыз судың сапасын бақылау үшін зиянды заттардың шектеулі - рұқсат етілген мөлшері бекітілген, 1 литр суда зиянды заттарына мөлшерден (мг/л) көп болмауы керек.

1-кесте - Зиянды заттардың шектеулі - рұқсат етілген мөлшері (мг/л)

Сынап	0,005	Қорғасын	0,1
Кадмий	0,01	Керосин	0,1
Гексахлоран	0,02	Молибден	0,5
Изопрен	0,05	Мышьяк	0,5
ДДТ	0,1	Кольбат	1,0
Мұнай	0,1	Метанол	3,0

Ереже бойынша шектеулі - рұқсат етілген мөлшері қойылмаған зиянды заттары бар қалдық суларды өзенге, көлге, су қоймаларына жіберуге тыйым салынған.

Қазақстан Республикасының су кодексі 1993 жылы наурыз айының 31 жұлдызында қабылданды. 20.02.2017 ж. өзгерістер мен толықтырулармен Кодексте қойылған негізгі міндет - су қорларын ластанудан, таусылудан қорғау, зиянды әсерлерден болдырмау, суды пайдалануда заңдылықты күшейту, халықтық экономика салдарын қажетін өтеу үшін суды ұтымды пайдалану.

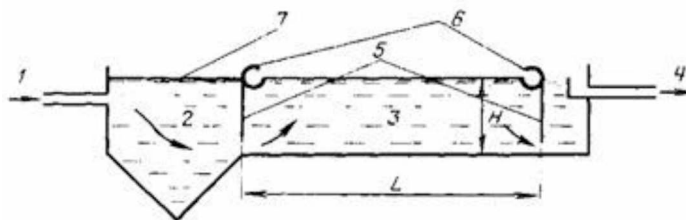
Суды қорғау - адамзаттың жер бетіндегі табиғи су қорларының жай-күйін жақсартуға, қалпына келтіруге және оларды сақтауға бағытталған әрекеті. Адамдардың кәсіптік әрекетінің және тұрмысқа пайдаланылуының тікелей немесе жанама әсерінен судың құрамының және қасиеттерінің өзгеріске ұшырауын, яғни су көзінің бір бөлігінің немесе түгелімен пайдаланудың кез келген бір түріне жа-

рамсыз болып калуын судың ластануы деп атайды. Әдетте, су көзіне оның сапасын өзгеріске ұшыратпайтын, суда ерімейтін бөгде заттардың түсіп жиналуын қоқыстану дейді [2].

Ағынды су деп бұрын өндірісте, тұрмыста немесе ауыл шаруашылығында пайдаланылған, сондай-ақ қандай да бір лас аймақ, оның ішінде елді мекен (өнеркәсіптік, ауылшаруашылықтық, коммуналдық-тұрмыстық, нәсер, тағы басқа ағындылар) арқылы өткен су. Ағынды су гетерогенді күрделі жүйе болып саналады, оның құрамында болатын органикалық және минералды қоспалар ерімейтін, коллоидты және еритін түрде кездеседі.

Лас суды тазартуға төмендегідей әдістер қолданылады: механикалық, химиялық, физика-химиялық және биологиялық әдістер.

Дисперстіктің деңгейі жоғары болған сайын сарқынды судағы мұнай өнімдері бөлшектері соншалықты кіші болады. Тұндыру үшін мұнай ұстағыштар пайдаланылады.



Сурет 1 - Мұнай ұстағыштың типтік сызбасы

1-сарқынды су; 2-қабылдау камерасы;3-тұндыру аймағы; 4-тазаланған су; 5-тік жартылай батырылған қалқалар; 6-мұнай жинағыш құбырлар;7-жүзіп шыққан мұнай өнімдерінің пленкасы

Механикалық әдістер - ерімеген қалдықтары бар суларды әртүрлі торлардан, сүзгілерден, электрден өткізіп, бір жерге жинап, тұндыру арқылы тазалайды. Бұл әдіс суды ірі дисперсті заттардан тазартудың оңай жолы және тазарту үлгісінің бірінші сатысы болып табылады.

Механикалық әдіс, лас судың құрамындағы күрделі минералды заттарды, ерітілмейтін қоспаларды ұстау үшін қолданылады. Жалпы механикалық әдіс сирек қолданылады. Өндірістік лас суды тазартуда жеке қолданылуы мүмкін, ал көбінесе басқа әдістердің алдында қолданылады.

Механикалық әдістерге төмендегідей қондырғылар мен ғимараттар жатады: қабылдау камерасы, кереге, құмұстағыштар, тұндырғыштар (сурет 1).

Су тұндырудың жұмыс істеу қабілетін көтеру үшін төмендегідей әдістер және қондырғылар қолданылады. Олар лас суды жай аэрациялау, биокоагуляторлар, табиғи аэрациялау бар мөлдіреткіштер, мөлдіреткіш-шіріткіштер, тұндырғыштар, флотаторлар, мұнай ұстағыштар, май ұстағыштар. Тұндырғыштардың тұндыру эффектісі 60%, органикалық заттарды ұстау эффектісі 10-15%-тен аспайды [3].

Ағынды судың улылығын азайтуға кенінен тұндырғыштар немесе тұндырғыш шұңқырлар (алап немесе құйғын) пайдаланылады. Вертикалдық және диагональдық тұндырғыштар тәулікте өнімділігі 10-15 мың текше метр-

ге дейінгі, ал горизонталдық 10-15 мың текше метр, радиалдық тұндырғыштар тәуліктік өнімділігі 20 мың текше метрден астам тазарту станцияларында қолданылады.

Биологиялық әдісте әсіресе тұрмыстық қалдық суларды тазалауға пайдаланады.

Қалдық суларға химиялық реагенттерден (басқа затпен қосылып химиялық реакция жасайтын заттар) қосып еріген және ерімеген заттарды бөліп алу кейбір заттарды зиянсыз ету арқылы тазалайды. Бұл әдіспен тазаланғанда ерімеген қалдықтың 95%, еріген қалдықтардың 25% бөліп алуға болады.

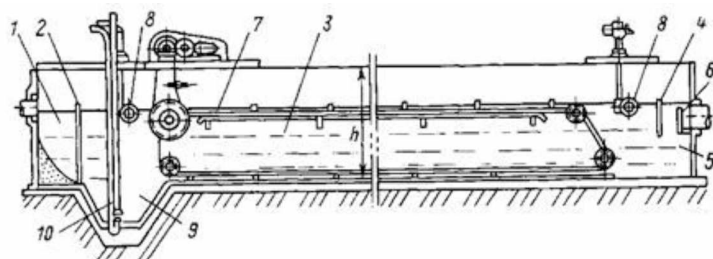
Химиялық әдісті әртүрлі зиянды заттары бар қалдық суларды тазартуға қолданбайды.

Физика-химиялық әдістер ағынды суды майды дисперсті, коллоидтық және еріген заттардан тазарту үшін қолданылады. Бұл әдістер қатарымен жүретін физикалық және химиялық процестерге негізделген [4].

Физика-химиялық әдістерге радиациялық, ион алмасу, тотығу-тотықсыздану және т.б. әдістер жатады.

Су температурасы жоғары болса, мұнай өнімдерінің созылғыштығы төмен болады және бөлшектердің бөліну жағдайы жақсарды.

30°C-ден төмен температурада мазут мұнай ұстағышта тұнады, 30-40°C-де ілінген жағдайда болады, ал 40°C-ден жоғары болса, бөлшектердің жүзіп шығу эффектісі байқалады (сурет 2).



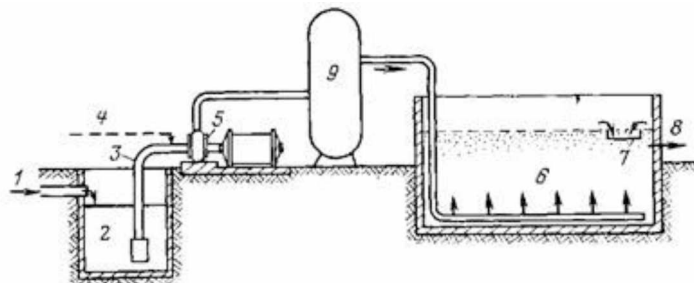
Сурет 2 - Қырғыштық механизмі бар мұнай ұстағышы

1-қабылдау камерасы; 2-қалқа; 3-тұну аймағы; 4-қалқа; 5-шығару камерасы; 6-қайта құю жаймасы; 7-қырғыш; 8-бұрылысты жікті мұржалар; 9-приямок; 10-соратын құбыр

Флотация - май бөлшегі-ауа көбігі кешенінің құрылуы және осы кешендердің әрі қарай судан бөлінуі.

Кешендердің жүзіп шығу жылдамдығы май бөлшектерінің жүзіп шығу жылдамды-

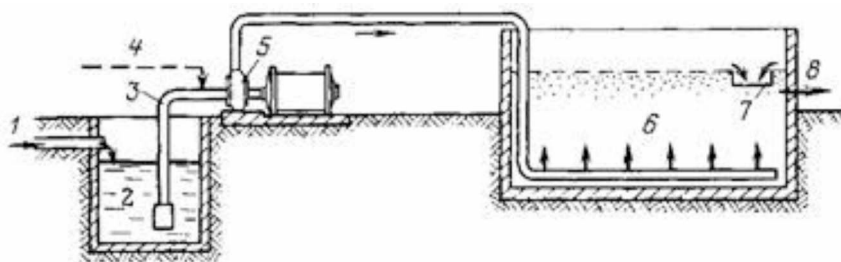
ғынан 100-1000 есе артық. Су - ауа бөлімінің үлкен қабатын құру керек; көбіктер қаншалықты үлкен болса, оның дисперстігі соншалықты жоғары (сурет 3).



Сурет 3 - Ағынды флотацияға арналған құрылғының сызбасы  
1-судың кіруі; 2-қабылдау резервуары; 3-соратын құбыр; 4-ауа құбыры; 5-су сорғыш; 6-флотациялық камера; 7-көбік жинағы; 8-тазаланған судың әкетілуі; 9-ағынды ыдыс

Былғанған және майланған суларды сүзгіден өткізу тазалаудың соңғы сатысында жүзеге асырылады. Сүзгіден өткізу процесі сүзілетін материалдың сыртқы бетіне мұнай өнімдерінің эмульгациялық бөлшектерінің

жабысуына негізделген. Сүзу процесінің алдында сарқынды суларды алдын-ала тазалау жүргізіледі, сүзудің алдындағы мұнай өнімдерінің концентрациясы жоғары емес және көлемдік үлесті құрайды (сурет 4).



Сурет 4 - Ағынсыз флотацияға арналған құрылғының сызбасы  
1-судың кіруі; 2-қабылдау резервуары; 3-соратын құбыр; 4-ауа құбыры; 5-су сорғыш; 6-флотациялық камера; 7-көбік жинағы; 8-тазаланған судың әкетілуі

Бетінде адсорбция процесі жүретін зат адсорбент, оған сіңетін зат адсорбат деп аталады. Адсорбция мөлшері адсорбенттің қасиетіне, сіңірілетін заттың табиғатына, температураға байланысты. Қатты адсорбент ретінде белсендірілген көмір, құмсірне, алюминсірне, ал сұйық адсорбент ретінде су, көмірсутектер, тағы басқа органикалық сұйықтықтар пайдаланылады.

Суда көлемін өзгертпейтін флоридиндердің табиғи күйдегі сіңіргіштік қасиеті өте жоғары болып келеді, ал бентониттер қышқылымен өңдегенде ғана жақсы адсорбтаушы қасиеттерге ие болады.

Ағартқыш саздардың тазартқыштық қасиеттері алмасу реакцияларына негізделген. Кремнийлі адсорбенттерге балдырлы мен ұсақ

организмдердің опалды және халцедонды қабыршақтарынан түзілген диатомиттер және көбіне тек кремнеземнен құралған трепел мен опока жатады. Кремнийлі адсорбенттерді сілтілік элементтер тотықтарымен өңдегенде ағартқыштық қасиеті жақсарады.

Флоридиндер мұнай өнімдері мен тамақ майларын, шарап пен жеміс шырындарын, жүн мен жүннен тоқылған маталарды майдан тазартуға қолданылады. Бентониттер бұрғылау ерітіндісін дайындауға, сабын өндірісінде пайдаланылады. Диатомит, трепел, опока химия өндірісінде, тамақ пен техника майларын, қант шырынын тазартуға суды мұнайдан бөлуге, бактериялық сүзгіге жұмсалады. Боксит күкіртке бай мұнай мен мұнай өнімдерін тазартады [5].

Сорбенттер әр түрлі және сұйық немесе газ тәрізді заттарды өз бойына сіңіріп алады. Қазіргі кезде суға төгілген мұнай мен мұнай өнімдерін тазарту маңызды мәселе. Суды тазартатын жеңіл және арзан өнімді шығарудың маңызы зор. Қазақстан мұнай өндіретін негізгі елдердің бірі. Қара алтынды өндіру, тасымалдау барысында қоршаған ортаға біршама залал келеді. Кейде мұнай көп көлемде суға, жерге төгіледі. Мұндайда қоршаған ортаны сорбентпен тазартудың мәні зор.

#### *Нәтижелер және оларды талқылау*

Қоршаған ортаға жайылған мұнайды жоюдың бірнеше тәсілі бар. Кәсіби мамандар оны термиялық, механикалық, биологиялық, физика-химиялық әдіс деп бірнеше түрге бөледі. Негізгі бағыттардың бірі физика-химиялық, оның ішінде адсорбция деп аталады.

Сорбент күріш қауызынан, яғни, ауылшаруашылығы дақылының қалдығынан жасалынады. Әдетте мұнайға арналған сорбенттерді дайындауда ғалымдар өнімді эзирлейтін шикізат қорының мол, арзан болуына және мұнайды бойына сіңіретін қасиетінің жоғары болуына айрықша мән береді.

Ал күріш қауызының осындай қасиеті бар екенін ғылыми-зерттеу жұмысын жүргізгенде білдік. Қажетті сорбент алу үшін күріш қауызын зертханалық жағдайда термиялық және химиялық өңдеуден өткізіп алу қажет. Осыдан кейін күріш қауызы көміртектенген сорбентке айналады [5].

Су бетінде қалқыған мұнайға зертханалық жолмен алынған сорбентті сеуіп, суды мұнайдан тазартуға болады. Күріш қауызынан жасалған сорбентті сынақтан өткізгенде 1 грамм сорбент 15-18 грамм мұнайды бойына сіңіріп, суды жақсы тазартатынына көз жеткіздік. Осылайша сорбентіміз өзінің тиімділігін көрсетті. Ал шикізатты өңдемеген жағдайда, яғни, таза күріш қауызының 1 граммы су бетіндегі мұнайдың 1-2 грамын ғана бойына сіңіретінін байқадық. Күріш қауызы шемішкенің сыртқы қабығы сияқты қатты. Ал оны термиялық өңдеуден өткізгеннен кейін шикізат кристалдық фазадан аморфты фазаға ауысып, сорбциялық қасиеті жоғары сорбентке айналады. Оның сорбциялық қасиетінің жоғарылауы күріш қауызында күрделі өңдеуден кейін көп мөлшерде макрокеуектердің пайда болуымен түсіндіруге болады.

Осы макрокеуектердің көмегімен суға төгілген мұнайды бойына сіңіріп, ластанған суларды тазартатын мүмкіндікке ие болады.

Отандық сорбент суға батпайды. Өйткені күріш қауызы өте жеңіл. Олардан қара алтынды бөліп алу маңызды мәселе. Осы тұрғыдан алғанда жоба біршама жетілдіруді қажетсінеді. Күріш қауызынан жасалған сорбентті механикалық жолмен сығып, бойындағы мұнайды айырып алуға болады [6]. Бірақ мұндайда сорбентті бірнеше рет пайдалану қасиеті төмендейді. Әдетте сорбентті бір рет емес, бірнеше рет пайдаланады. Күріш қауызынан жасалған сорбентті үш-төрт рет пайдаланудың мүмкіндігі қарастырылып жатыр. Мұндай сорбентті өндірістік деңгейде өндіру мүмкіндігіне жол ашылуы мүмкін. Қазіргі таңда суға төгілген мұнайды жинап алуда синтетикалық сорбенттер қолданылады. Оларды сығып, бойындағы мұнайды бөліп алғаннан кейін синтетикалық сорбенттер бірден өз қалпына келеді екен. Бірақ мұндай сорбенттер өте қымбат.

#### *Қорытынды*

Қазіргі таңда Қазақстанда суға төгілген мұнай мен мұнай өнімдерін тазарту маңызды мәселе екені белгілі. Суды тазартатын жеңіл және арзан өнімді шығарудың маңызы зор.

Қазақстан мұнай өндіретін негізгі елдердің бірі болғандықтан қара алтынды өндіру, тасымалдау барысында қоршаған ортаға біршама залал келетіні жасырын емес. Кейде мұнай суға, жерге төгіліп, экологиялық мәселелер асқынып жатады.

Қазір әлем ғалымдары мұнаймен ластанған суды табиғи қалдықтармен, яғни, жаңғақ қабығы, ағаш пен банан қабығы, бидай сабағынан дайындаған. Орыс ғалымдарының графиттен жасаған сорбенттері бойына көп мөлшерде мұнайды сіңіретін қасиетімен ерекшеленеді.

Графиттен жасалған 1 грамм сорбент 40 грамм мұнайды бойына сіңіріп, мұнай компанияларының қызығушылық танытқан. Графиттен дайындалатын сорбенттің кемшін тұсы бар екен. Біріншіден, ол жеңіл, ластанған аймаққа тікұшақпен шашқанда желдің әсерінен айдалаға шашылып кетеді. Екіншіден, бағасы қымбат.

Қызылордадағы өсетін күріштің қауызын бәрін жинап, сорбент жасалса, мұндай инновациялық өніммен өзіміздің мұнай компанияларын да қамтамасыз етіп, қалғанын сырт елдерге экспорттап, мол пайдаға кенелуге болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Мусина А.С. Экология Казахстана. - учебник. - Караганда: Medet Group, 2016. - 144 с.
2. Дацко Т.Я., Зеленцов В.И., Дворникова Е.Е. Физикохимические и адсорбционно-структурные свойства диатомита, модифицированного соединениями алюминия // Электронная обработка материалов. – 2011. –Т. 47. – № 6. – С. 59-68.
3. Пятко Ю.Н., Ахметова Р.Т., Хацринов А.И., Фахрутдинова В.Х., Ахметова А.Ю., Губайдуллина А.М. Влияние ультразвуковой обработки на свойства трепела // Фундаментальные исследования, 2015. – № 12–2. – С. 320–324.
4. Нұрахметов Н., Ниязбаева А., Рысқалиева Р., Далабаева Н. Қазақ тілі терминдерінің салалық ғылыми түсіндірме сөздігі: Химия. - Алматы: "Мектеп" баспасы, 2007. - 336 б.
5. Жұмағалиев Т.Н., Қуандықов Б.М. Мұнай және газ геологиясы терминдерінің орысша-қазақша түсіндірме сөздігі. -Алматы: АРНGroup, 2000. - 328 б.
6. Қудайбергенов К.К., Мусақұлова М.К., Онгарбаев Е.К., Мансуров З.А. Сорбенты из отходов сельского хозяйства для утилизации нефти при аварийных разливах на водной акватории // Вестник КазНУ, серия химическая, 2011.- №1(61). - С. 141-147.
7. Қудайбергенов К.К., Мусақұлова М.К., Онгарбаев Е.К., Мансуров З.А. Карбонизированные сорбенты на основе рисовой шелухи для очистки вод от нефтяных загрязнений / Научно-технологическое развитие нефтегазового комплекса: Доклады VIII международных научных Надировских чтений. - Алматы, 17.09.2010.- С. 531-536.