

Абдибаттаева М.М.,
Рысмагамбетова А.А.

**Мұнай өндірісінің
қалдықтарын өңдеудің
баламалы әдісі**

Берілген ғылыми мақалада мұнай қалдықтарын өңдеу және жою мәселелерін зерттеу бағытында көмірсутектерінің құрылысына әсер етудің баламалы әдістері негізінде күн энергиясын пайдалану әдісі ұсынылады. Мұнай өндірісінің саласында күн энергиясын қолдануының ерекшеліктері қарастырылған. Мұнаймен ластанған қалдықтарын және мұнай шламдарын дәстүрлі термиялық әдіспен өңдеуінің қоршаған ортаға әсері туралы мәліметтері мен деректері келтірілген. Құрамында мұнайы бар қалдықтарды өңдеу үшін туынды электр энергиясының сипаттамасы, сонымен қатар өңдеу жүйесін тиімді режимде жүзеге асыру үшін қажетті күн модульдерінің әлеуетті өнімділігіне бағалау есебі жүргізілді. Мұнай өндірісіндегі қалдықтарды өңдеудің ұсынылған әдісіне зерттеу жұмыстарының кейбір нәтижелері көрсетілді. Үдерістің барысын, өңдеудің мерзімін және нәтижесін алдын ала болжауға мүмкіндік беретін математикалық зерттеулер негізінде мақаланың негізгі бөлігі гелио қондырғының ерекшеліктерінен тұрады.

Түйін сөздер: мұнай қалдықтары, термиялық әдіс, баламалы энергия, гелиоқондырғы, жану үдерісі, ПӘК.

Abdibattayeva M.M.,
Rysmagambetova A.A.

**Modern direction utilization oily
waste from petroleum industry**

This article based on a scientific study on recovery and recycling of oily waste is provided a method of cleaning with the use of solar energy based on alternative methods to influence the structure of the hydrocarbons. The paper discusses the use of solar energy especially in the oil industry. For information on the impact of the traditional thermal process for the purification of oil-contaminated soil and sludge on the environment was searched. The characteristic of the derivative power for processing of oily waste, as well as an assessment of the potential performance of solar modules required for operation of the system in the desired mode. The results of the study of this method of waste oil industry summed up. In the article provides the bulk of the mathematical method of studying the features of solar power systems for recycling waste oil that predicts the course of the process, the processing time and achieve results.

Key words: waste oil; thermal method; alternative energy; helio device; combustion process; coefficient of efficiency.

Абдибаттаева М.М.,
Рысмагамбетова А.А.

**Альтернативный метод
утилизации отходов нефтяной
промышленности**

В данной научной статье на основе исследования проблемы утилизации и переработки нефтесодержащих отходов предлагается способ их очистки с применением солнечной энергии на основе альтернативных методов воздействия на структуру углеводородов. В работе рассмотрены особенности использования солнечной энергии в нефтяной отрасли. Проведен поиск сведений о воздействии традиционного термического способа очистки нефтезагрязненных грунтов и нефтешламов на окружающую среду. Дана характеристика производной электроэнергии для переработки нефтесодержащих отходов, а также проведена оценка потенциальной производительности солнечных модулей, необходимых для работы системы в желаемом режиме. Подведены некоторые итоги изучения данного метода переработки отходов нефтяной промышленности. В статье приводится основная часть математического метода исследования особенностей гелиосистем для переработки нефтяных отходов, что прогнозирует ход процесса, время переработки и достигаемый результат.

Ключевые слова: нефтяные отходы; термический способ; альтернативная энергия; гелио устройство; процесс сжигания; КПД.

**МҰНАЙ
ӨНДІРІСІНІҢ
ҚАЛДЫҚТАРЫН
ӨҢДЕУДІҢ
БАЛАМАЛЫ ӘДІСІ**

Өркениеттің қазіргі даму тенденциясында адамзат алдына бірқатар жаһандық сипаттағы мәселелер пайда болды, бұл қоршаған ортаға антропогендік зиянды әсердің еселене өсуімен, қауіптердің арасында бірінші кезектегі ауыз су қорының азаюымен, топырақта және суда улы қосылыстардың құрамының кенет өсуімен, атмосферада зиянды заттардың таралуымен, радиация деңгейінің жоғарылауымен тығыз байланысты.

Мұнай өнімдерінің булары жоғары уытты, олар адам ағзасына уытты әсер етеді, әсіресе құрамында күкірті бар булар өте улы, сонымен қатар «этилді» бензиндердің де құрамында кездеседі. Грунттармен, микроағзалармен, өсімдіктермен, жер беті және жерасты суларымен байланысты мұнай өнімдерінің типтерінде өзіндік ерекшелік болады. Құрамына, құрылымы бойынша өте қарапайым төмен молекулалық метанды (алкандар), нафтенді (циклопарафиндер) және ароматты көмірсутектер кіретін мұнайдың жеңіл фракциясы оның ең қозғалмалы және уыттылығы өте төмен бөлігі болып табылады.

Мұнай қалдықтарының жинақталу көлемінің жыл санап ұлғаюы, қалдықтардың пайдалы қасиеттерін тиімді пайдалану және шығындарды төмендету арқылы қалдықтарды пайдаға жарату мәселелерін кешенді түрде шешуге негізделген тиімді технологияларды қолдануды талап етеді [1-2]. Мұнай қалдықтарының түзілуін азайтудың негізгі бағыты оларды физикалық-химиялық қасиеті бойынша қор сақтайтын екінші шикізат ретінде тұтынушыға қажетті материалдар және өнімдер алуға пайдалану болып табылады. Мұнай шламдары заласыздандырудың қиыстырылған әдістері әртүрлі физикалық және физикалық-химиялық қасиеттері бар мұнай шламдарын қайта өңдеу мүмкіндіктеріне байланысты кеңінен қолданыс тапты.

Мұнай шламдарын қайта өңдеу және заласыздандыру әдісін таңдау, негізінен шлам құрамындағы мұнай өнімінің мөлшеріне тәуелді. Мұнай қалдықтарын заласыздандыру және өңдеудің негізгі әдісі ретінде термиялық әдістері кеңінен қолданылады. Мұнай өнімдерінің толық термиялық ыдырауы деструкцияның соңғы өнімдері – CO_2 және H_2O түзілуіне дейін жүреді.

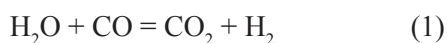
Мұнай өнімдерін деструкциялаудың термиялық әдістеріне жағу жатады, яғни оттегісіз ортада термиялық ыдырату. Мұнай-

мен ластанған грунттарды залалсыздандырудың ең кең тараған әдісі – пеште жағу.

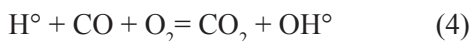
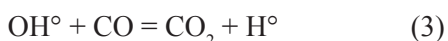
Мұнай шламдарын жағуда қайнап жатқан қабат түрінде жұмыс істейтін пештер кең таралған. Қайнап жатқан қабаты бар пеште өнімдер ауа ағынымен реакциялық камерада өлшенеді, ол борпылдақ материалдан жасалған қабат арқылы өтеді және осы ағынның бағыты бойынша араласпай жүреді, сонымен қатар жылу және масса алмасудың қарқынды жүруі салдарынан жоғары мөлшерде жылу өндірілу жүреді және де стационарлық қабатпен салыстырғанда жағу үдерісі тиімдірек болады. Бөлшектер қалқымалы күйде және құйынды турбуленттік қозғалыс жағдайында, сонымен қатар қайнап жатқан сұйықтық тәріздес болуы үшін, газдық ағынның жылдамдығы жеткілікті болуы тиіс.

Жанудың заманауи теориясына сәйкес – бұл өздігінен сүйемелденіп тұратын үдеріс, сонымен қатар көмірсутек, оттегі, көмірқышқыл газы, су және оның ыдыраған өнімдерінің молекулалары қатысатын тізбектік реакциялар жиынтығынан тұрады. Көмірқышқыл және сулар бос радикалдар және басқада белсенді бөлшектер күйінде болады және үдерістің автотермиялық жүруін қамтамасыз етеді [3].

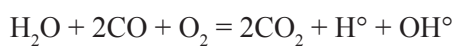
Жану үдерісінде ерекше рөлді су атқарады, ол үдерісті белсендіретін отынды дегидратациялаудың негізгі үдерісіне қатысады:



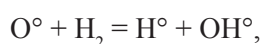
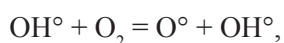
Тізбектің даму циклының алғашқы фазасын ашады:



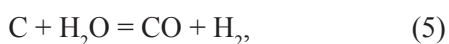
Қосындысы (2) – (4) береді:



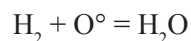
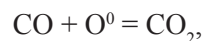
Тізбектің тармақталу циклы:



Көміртегінің жануының толық емес фазасы:



Тізбекті үзілу реакциясына қатысатын, белсенділігі аз молекулалардың түзілуімен жүреді:



Соңғысы жану үдерісінің сөнугінің бастапқы циклымен сәйкес келеді.

Келтірілген теңдеулер (1), (3) және (5) судың шешуші рөл атқаратынын көрсетеді, ол жану үдерісін алғашқы стадиясында жандандырады, ал соңғы кезеңінде аяқталуына септігін тидіреді. Сол себепті, жеткілікті мөлшерде суланған мұнай қалдықтары суланбағанмен салыстырғанда қарқынды жанады.

Сұйық мұнай қалдықтарын жағу үшін қондырмасы бар шахталық пештер, қатты қыздыратын көп табанды пештер, барабанды айналып тұратын пештер, сонымен қатар қайнап жатқан қабаты бар пештер пайдаланылады. Соңғы айтылған пешті мұнай қалдықтарын инертті дисперсті материалмен, көп жағдайда құммен араластырып жасайды. Қабатты қыздыруды газды немесе мұнайлы бүріктік оттық арқылы жүзеге асырады, іліп қоюды – ыстық ауаны айдау арқылы жүргізеді. Қайнап жатқан немесе ілулі қабатта мұнай қалдықтарын жағу – белсенді жүретін үдеріс. Құмды агломераттардың кокстенуінен, шаң тәріздес бөлшектердің желденуінен қорғану қажет.

Механикалық қатты қыздыратын көп табанды пештер ең қарапайым және қолайлысы. Олар үдерісті төменгі температурадағы пиролиз режимінде жүргізуге мүмкіндік береді. Қыздырып жатқан мұнай құрамды қалдықтарының дериватограммасы көрсеткендей бос күйіндегі су 110°C кезінде жоғалады, ал байланыстағы су 180°C кезінде жоғалады, органиканың деструкциясы 150-180°C интервал аралығында басталады және көп жағдайда 420°C кезінде аяқталады. Осы температура кезінде мұнай қалдығының залалсыздануы толық жүрмейді, бірақ супертоксинді диоксиндердің түзілуіне жол берілмейді. Бірақ та көп табанды пештер көлемі бойынша үлкен болып келеді және үлкен мөлшерде мұнай қалдықтарымен отынды үздіксіз жіберіп отыруға арналған.

Экономикалық тұрғыда сенімді және тиімді өнеркәсіп жабдығын жасау қалдықтарды өңдеу технологиясын жасаудан, зертханалық сынауға және ұсыныстарға қарағанда объективті түрде өте күрделі тапсырма. Негізгі қиыншылық – қалдықтардың физика-механикалық, химиялық жә-

не жылу физикалық қасиеттерінің тұрақсыз болуы, яғни басқа өндірістегі типтік жабдықтарды қалдықтарды өңдеуге тікелей және тиімді қолдануға мүмкіндік бермейді. Қалдықтарды өңдеуге арналған техникаларға қойылатын негізгі талаптар – бәрінен бұрын жоғары өнімділік және сенімділік; экологиялық қауіпсіздік, басқару ыңғайлылығы, өңделетін қалдықтардың қасиеті өзгергенде жұмыс режимінің тұрақтылығын автоматтандырудың жоғары деңгейлігі.

Мұнай өнімдеріне қатысты экологиялық талаптардың күшейтілуі бұл салада ғылым мен техниканың жетістіктерін кеңінен қолдануға итермелейді, мүмкіндігінше үдеріс кезеңдеріне балама энергия көздерінің пайдалану тәсілдерін енгізу және табиғи ресурсты ұтымды пайдалану және ластанудан қоршаған ортаны қорғау саласында бірнеше кешенді міндеттер алға қойылады [4].

Мұнай құрамды қалдықтарды тазалаудың әмбебап және өндірісте жүзеге асырылатын тәсілі ұсынылады. Мұнай өнімдерінің көмірсутектері терең термиялық өңдеуге ұшырайтын әдісі ұсынылады. Мұнай өндірісінде күн энергиясын пайдалану арқылы жылумен өңдеу үдерістері мұнайдың тұтқырлығы мен суыту температурасын төмендетеді, бұл мұнайдың құбырмен тасымалдаудың шарттарын жақсартады. Күн

энергиясымен мұнай дайындау әдісінің артықшылығы инновациялық патентпен ҚР №22304 [5] расталған. Мұнай қалдықтарын тазалаудың мұндай тәсілі – көмірсулардың барынша бөлінуін қамтамасыз етеді және олардың химиялық құрылымының еш өзгерісіне ұшырамайды.

Баламалы энергетиканың басты мәселелерінің бірі, ол фото батарея және күн коллекторларында пайдаланылатын күн сәулелі энергия тығыздығының төмен болуы. Сол себепті, күн сәулесінің кез-келген қабылдағыштарын орнықтыру және жобалау кезіндегі маңызды параметр ретінде, жарықты қабылдағыш беттің бағдары және оның жұмыс істеу үдерісінде өзгеру мүмкіндіктерін айтуға болады.

Жұмыс істеу барысындағы нақты жағдайда жарықты қабылдағыш бетке күн сәулесінің өзгерген ағыны түседі. Бұл өзгерістер бір күн ішінде Z Күннің биіктігінің өзгеруімен байланысты және де экстинкциямен – жер атмосферасындағы сәуленің түсу жолының ұзындығынан Z артуымен артатын, жер атмосферасының жарықты жұту деңгейімен де өте тығыз байланысты. Сонымен қатар, түсетін ағынға жарықты қабылдағыш беттің бағдары да әсер етеді.

Өртүрлі ендіктер үшін күн жарығының ұзақтығы жылдық қосынды бойынша Кесте 1-де келтірілген [6].

1-кесте – Өртүрлі ендіктердегі күннің сәулелену теориялық жылдық ұзақтығы

Бақылау ендігі	45°	50°	55°	60°
Бақылау ендігіне көлбеу бағытталған стационарлы гелиоқабылдағыш, сағат	4008	3933	3835	3701
Жылжымалы гелиоқабылдағышқа қарағанда стационарлы гелиоқабылдағыштың шығыны, сағат	392	472	575	717

Орташа ендіктердегі күн жарығының жылдық ұзақтығы ендікке өте әлсіз түрде тәуелді. Жылжымайтын гелиоқабылдағыштың жылжымалы қабылдағышпен салыстырғанда жылдық инсоляциясы төмендейді, қабылдағыштың беткі жазықтығының үстіндегі Күннің «шығысының» кейін болуына және «батысының» ерте болуына байланысты шамамен 400-700 сағатқа азаяды. Ендіктің өсуімен осы айырмашылықтың артуы шығыс және батыс нүктелерінің солтүстікке қарай ығысуының артуымен түсіндіріледі, соның салдарынан, қабылдағыштың беткі жазықтығының үстіндегі Күннің «шығысының» кейін болуы және «батысының» ерте болуы жүреді.

Жаңғырмалы энергия көздерін пайдаланатын қондырғылар мен құрылғыларды дайын-

дау барысында олардың үдерісті жүзеге асыру қуатымен қамтамасыз ететініне көз жеткізген жөн. Дайындалатын гелиокондырғының жылыту жүйесінің негізгі элементтері күн сәулелерін сіңіретін модульді қабылдағыштар болып табылады. Шоғырландыратын элементтермен жабдықталған модульді қабылдағышпен сіңірілетін сәулелі энергияның ағыны Q_k (Вт) төменгі формуламен анықталады [7].

$$Q_k = \tau_0 \cdot \alpha \cdot A \cdot I, \quad (7)$$

мұндағы: τ_0 – күн сәулесін беткі қабат бойымен өткізу коэффициенті, арнайы беткі қабаттары үшін 0,81 шамасы алынады; α – модульді қабылдағыштардың күн сәулесін сіңіру коэффи-

центі, арнайы беткі қабаттары үшін 0,81 шамасы алынады; A – жалпы дайындалатын гелиокондырғының ауданы, $1,5 \text{ м}^2$; I – шоғырландыратын элементтермен жабдықталған модульді қабылдағыштардың беткі сәулелену шамасы, 730 Вт/м^2 .

Энергияны сіңіру үдерісінде модульді қабылдағыштардың беткі қабаттарының температурасы жоғарылайды және қоршаған орта температурасынан әлдеқайда жоғары болады. Бұл қоршаған ортаға кері жылулық ағынның пайда болуына әкеледі және оны төменде көрсетілген формула бойынша анықтауға болады:

$$Q_{\text{кері}} = A(T_{\text{к}} - T_{\text{к.о}}) / R, \quad (8)$$

мұндағы $T_{\text{к}}$ – модульді қабылдағыштардың беткі температурасы, 353K ; $T_{\text{к.о}}$ – қоршаған орта температурасы, 298K ; R – термиялық кедергі, $0,4 \text{ м}^2\text{K/Вт}$.

Сонда гелиокондырғының жалпы жылулық энергияның ағыны $Q_{\text{гк}}$ (Вт) анықтауға болады:

$$Q_{\text{гк}} = A[\tau_{\text{к}} \cdot \alpha \cdot I - (T_{\text{к}} - T_{\text{к.о}}) / R], \quad (9)$$

Дегенмен де, модульді қабылдағыштармен сіңірілетін энергияның барлық мөлшері жылыту үдерісіне толыққанды қатыспайды. Үдеріске ауысу коэффициентімен ($k_{\text{f}} = 0,85$) сипатталатын жылулық ағынның ($Q_{\text{гк}}$) бір бөлігі ғана жылыту үдерісіне қатысады:

$$Q_{\text{ж}} = k_{\text{f}} \cdot Q_{\text{гк}}, \quad (10)$$

Берілген формулаларды пайдаланып, шоғырландыратын элементтермен жабдықталған гелиокондырғының жылулық энергия ағынарының есебі төменгі кестеде көрсетілген.

Жүргізілген зертеулер мұнай құрамды қалдықтарды гелиокондырғыда тазарту үшін $435,35 \text{ Вт}$ энергия қажет, ал жалпы гелиокондырғының жылулық энергияның ағыны $512,18 \text{ Вт}$ болу қажеттігін анықтады.

2-кесте – Шоғырландыратын элементтермен жабдықталған гелиокондырғының жылулық энергия ағындарының (Вт) есебі

Сіңірілетін сәулелі энергияның ағыны $Q_{\text{к}}$	Қоршаған ортаға кері жылулық ағыны $Q_{\text{кері}}$	Гелиокондырғының жалпы жылулық энергияның ағыны $Q_{\text{гк}}$	Жылыту үдерісіне жіберілетін энергия ағыны $Q_{\text{ж}}$
718,42	206,25	512,18	435,35

Күн энергиясы, энергиямен жабдықтау бойынша мәңгілік және жанама үлкен энергия көзі болып табылады және қоршаған ортаға ешбір ластаушы заттар енгізбейді. Қазіргі кездегі төніп тұрған үлкен экологиялық апаттар кезінде, осы энергияны пайдалану қоршаған ортаны қорғау көзқарасынан алып қарағанда көптеген жағымсыз жағдайлардан қашуға мүмкіндік береді. Күн энергиясын пайдаланудың негізгі мәселелері – пайдалану кезіндегі шоғырлануының жоғары құнды болуы, тәулік сағаттары, жыл мезгілдері және географиялық ендік бойынша түсуінің жинақталмауы және дискреттілігі. Күн энергиясын пайдаланудың басты мәселесі аккумуляциялау мәселесі болып табылады. Егер күн энергиясының жинақталмауы және шоғырландыру үшін құрылғыны жасаудың қажеттігі, осы үшін пайдаланылатын жүйелердің техникалық-экономикалық сипаттамалармен анықталады, ал энергияның түсуінің дискреттілігі аккумуляциялау мәселесін шешуді қажет етеді [8].

Гелиокондырғылар мен құрылғылардың ПӘК арттыру мен олардың құнын төмендету

мақсатында үлкен аумақтан кішігірім гелиоэлементке ағынды тасымалдайтын сәулелі ағынды энергияның шоғырландырғыштарын пайдаланады. Гелиоэлементтің аумағын төмендеткен кезде гелиокондырғының жалпы құны азаяды, ал кейбір гелиоэлементтердің түрлеріне байланысты ПӘК артады [9]. Шоғырландыратын элементтері бар гелиокондырғыларда Күн бағытын бақылаушы жүйесі қажет. Бұл жүйе гелиокондырғымен өндірілетін қуатының бір бөлігін өндіреді, яғни күн сәулесін шығынсыз жинақтауына мүмкіндік береді.

Дәстүрлі бағыттағы өндеуге қарағанда күн энергиясы көмірсутектердің деструкциясына ерекше әсер етеді. Мұндай үдерісте келесі химиялық айналымдар жүреді: дегидрлеу, изомеризация және т.б. Топырақтың сумен қаныққан күйін күн энергиясының әсерінен жылыту үдерісі кезінде мұнайдың фракциялары бөлінеді.

Бүгінгі таңда экологиялық апаттардың алдын алуында бұл балама энергия көзін пайдалану қоршаған табиғи ортаны қорғау жүйесінде үлкен үлесін тигізеді. Мұнай құрамды қалдық-

тарды кешенді өндеуді ұйымдастырудағы жаңа міндеттерді анықтау және жаңа жолдарды айқындау – қоршаған ортаны қорғау мақсатындағы жүргізіліп жатқан және жоспарланған жү-

мыстардың бағыттарын өзгертуі әбден мүмкін. Мұнай қалдықтарын тазалаудың келтірілген әдісі – экологиялық қауіпсіздікті жалпы қамтамасыз ету үдерісінің маңызды құрамдас бөлігі.

Әдебиеттер

- 1 Жапахова А.У., Танжарыков П.А., Абжаев М.М., Жумагулов Т.Ж. Классификация нефтеотходов и пути их утилизации в качестве вторичного сырья //Наука и образование Южного Казахстана. – 2006. – №2 (51) – С. 67-70.
- 2 Черняховский Э. Р. Управление экологической безопасностью, М.: Издательство «Альфа- Пресс», 2007. – С.127.
- 3 Королёв В.А. Очистка грунтов от загрязнений. – М.: МАИК «Наука», 2001 – С.356
- 4 Жубандыкова Ж.У. Разработка способа утилизации нефтезагрязненных грунтов с применением солнечной энергии. Автореф.дисс. на соиск. уч. степ. к.т.н. Алматы, 2009 – С.150.
- 5 Способ подготовки и транспортировки по трубопроводу высовязких нефтей / Абдибаттаева М.М. и др. Оpubл. 15.02.2010, бюл. – №2.
- 6 Матвеев А.В., Пахалуев В.М., Щеклеин С.Е. Работа солнечного коллектора в режиме естественной циркуляции теплоносителя // Альтернативная энергетика и экология, 2007. 4(48): – С.4.
- 7 Овсянников Е.М., Пшеннов В.Б., Аббасов Э.М. Расчет гелиоустановки с концентрацией лучистого потока энергии. //Промышленная энергетика, №8. –М.: НТФ «Энергопресс», 2008 г. – С.46-48.
- 8 Нестеренков А.Г., Нестеренков В.А., Шишкин А.А. Эффективность солнечного модуля с концентратором. //Энергетика и топливные ресурсы Казахстана, 2010, № 4, –С.30-32.
- 9 Магомедов А.М. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии – г. Махачкала, 1996 – С. 89-107

References

- 1 Zhapahova A.U., Tanzharykov P.A., Abzhaev M.M., Zhumagulov T.Zh. Klassifikacija nefteotходов i puti ih utilizacii v kachestve vtorigchnogo syr'ja //Nauka i obrazovanie Juzhnogo Kazahstana.-2006.-№2 (51) – S. 67-70
- 2 Chernjahovskij Je. R. Upravlenie jekologicheskoy bezopasnost'ju, M.: Izdatel'stvo «Al'fa- Press», 2007. – S.127
- 3 Koroljov V.A. Ochistka gruntov ot zagrjaznenij. – M.: MAIK «Nauka», 2001 – S.356
- 4 Zhubandykova Zh.U. Razrabotka sposoba utilizacii neftezagrjaznennyh gruntov s primeneniem solnechnoj jenerгии. Avtoref.diss. na soisk. uch. step. k.t.n. Almaty, 2009–S.150
- 5 A.s. №63397. Sposob podgotovki i tranportirovki po truboprovodu vysovjazkih neftej/Abdibattaeva M.M. i dr. Opubl. 15.02.2010, bjul.№2
- 6 Matveev A.V., Pahaluev V.M., Shheklein S.E. Rabota solnechnogo kollektora v rezhime estestvennoj cirkuljacii teplonositelja //Aл'ternativnaja jenergetika i jekologija, 2007. 4(48): – S.4.
- 7 Ovsjannikov E.M., Pshennov V.B., Abbasov Je.M. Raschet gelioustanovki s koncentraciej luchistogo potoka jenerгии.//Promyshlennaja jenergetika, №8. –M.: NTF «Jenergopress», 2008 g. –S.46-48.
- 8 Nesterenkov A.G., Nesterenkov V.A., Shishkin A.A. Jeffektivnost' solnechnogo modulja s koncentratorom. //Jenergetika i toplivnye resursy Kazahstana, 2010, № 4, –S.30-32.
- 9 Magomedov A.M. Netradicionnye vozobnovljaemye istochniki jenerгии – g. Mahachkala, 1996 – S. 89-107