



## БИОНЕФТ МАҲСУЛОТЛАРИНИНГ ФРАКЦИОН ТАРКИБИНИ ЛАБОРАТОРИЯ ҚУРИЛМАСИДА АНИҚЛАШ

*Холиқов Комил Нурмаҳматович*

*Қарши муҳандислик иқтисодиёт институти  
“Физика ва электроника” кафедраси катта ўқитувчиси*

**Аннотация:** Бионефтни турли хил усуллар билан шундай ажратиш, нефт моддаларнинг физик – химиявий хоссалари ўртасидаги фарқни мужассамлайди. 1960 йилни бошларда пиролиз қурилмасини этилен бўйича қуввати 100–140 минг тонна йилига бўлган бўлса, ҳозирги даврга келиб эса, бу кўрсаткич 1,0–1,4 миллион йилдан ортиғини ташкил этади. Енгил дизель ёқилгиларини охириги қуритиш кичик заррали натрий сернокисло ёки кальций – хлор гранулаларидан ўтказилади ва филтрланади. Реакторда пирогазнинг змеевикдан чиқишдаги температураси қуйидаги тенглама орқали топилади. Улар каталитик, бошланган, термал алоқа ва гидропиролиз усуллари кўринишида тақдим этилган.

**Аннотация:** Такое разделение бионефти разными методами воплощает в себе различие физико-химических свойств нефтяных веществ. В начале 1960-х годов мощность установки пиролиза по этилену составляла 100-140 тысяч тонн в год, а к настоящему времени этот показатель составляет более 1,0-1,4 миллиона тонн в год. Окончательную сушку легких дизельных топлив проводят мелкодисперсными сернокислыми натриевыми или хлоркальциевыми гранулами и фильтруют. Температура пирогаза в реакторе на выходе из реактора находится по следующему уравнению. Они представлены в виде каталитического, инициированного, термоконтантного и гидропиролизного методов.

**Abstract:** This separation of bio-oil by different methods embodies the difference between the physical-chemical properties of petroleum substances. At the beginning of 1960, the capacity of the pyrolysis plant for ethylene was 100-140 thousand tons per year, and by the present time, this indicator is more than 1,0-1,4 million tons per year. The final drying of light diesel fuels is carried out with small-particle sodium sulfuric acid or calcium-chlorine granules and filtered. The temperature of the pyrogas in the reactor at the exit from the reactor is found by the following equation. They are presented in the form of catalytic, initiated, thermal contact and hydrolyrolysis methods.

**Калит сўзлар:** кимёвий синтез, фракция, адсорбция, ректификация, змеевик труба, молекуляр массаси, бионефт, пропилен, бутан.

**Ключевые слова:** химический синтез, фракционирование, адсорбция, ректификация, трубка Змеевик, молекулярная масса, бионефть, пропилен, бутан.



**Key words:** chemical synthesis, fractionation, adsorption, distillation, coil tube, molecular weight, bio-oil, propylene, butane.

Биомассани биоэнергетикада кўпроқ самарали фойдаланиш технологияси бу тўғридан-тўғри ёндириш, куйдириш; пиролиз қилиш; газлаштириш; анаэроб ферментлаб, метан ҳосил қилиш; спирт ва мотор ёқилғиси олиш ва мой ишлаб чиқариш ҳисобланади. Биомассадан фойдаланиш технологиялари, энергия олишни истеъмолчига қулай шаклда таъминлаб, самарадорлиги максимал имкон даражасида доимо мукамаллашиб бормоқда [1].

Умумий ҳолатда органик чиқиндилардан энергия ё физик, ё, кимёвий ёки микробиологик усулда олинади: физик усулда энергия органик чиқиндини ёқиш йўли билан; кимёвий усулнинг асосини пролиз қилиш ва газлаштириш жараёнидан фойдаланиш ҳисобланади; пиролиз қилиш орқали биогаз олиш ҳисобланади. Биогаз ишлаб чиқаришнинг ниҳоятда қимматли маҳсулоти, юқори сифатли актив кўмир олиш ҳисобланади. Технологик жараёнда биомассанинг махсус реактор-метантенкда кислородсиз юқори температурада қиздирилади, шунда тўлик (максимал) метан ажралиб чиқиши таъминланади [2].

Пиролиз бу юқори ҳароратли крекинг бўлиб, асосан этилен ва бошқа тўйинмаган углеводородларни олиш учун ишлатиладиган хом ашёнинг турига қараб (табiiй газ, газ конденсати, керосин, газойил, лигроин) кенг ораликдаги ҳароратда (600–1200 °C) амалда 670–720 °C ларда ва атмосфера босимида лигроинли ёки керосинли фракцияларнинг чуқур парчаланиши ҳамда иккиламчи жараёнлар натижасида хом ашёнинг ~ 74 ~ хоссасига нисбатан 50 % гача унум билан газ (таркибида 30 % алканлар сақлайди) ва 45–47 % мой қолинади. Мойни ректификациялаб 20 % бензол, 16 % толуол ва 2 % кселол олинади ва улар қайта тозалангач индивидуал модда сифатида фойдаланалади [3].

Пиролиз нефт кимёвий синтези учун саноатда хомашё олишни энг муҳим методларидан бири ҳисобланади. Фракциялаш деб, мураккаб аралашмаларни оддий таркибли ёки алоҳида (индивидуаль) тузилишига эга бўлган компонентларга ажратишга айтилади. Бионефтни турли хил усуллар билан шундай ажратиш, нефт моддаларнинг физик – химиявий хоссалари ўртасидаги фаркни мужассамлайди [4].

Бу мақсадларда, кўп ҳолларда, қайнаш ҳароратининг фарқи (ҳайдаш, ректификация); асосан молекуляр массага боғлиқ бўлган буғланиш тезлиги (молекуляр ҳайдаш ва юпқа қатламли буғланиш); турли ғовакли жисмларда адсорбцияга мойиллиги (хроматография); турли эритувчиларнинг эритувчанлиги (экстракция); (эритмлардан кристалланиш) эриш температураси ва бошқалар. Баъзида фракциялашда алоҳида усуллар умумлаштирилади; масалан, экстракция ва ҳайдаш (экстрактив ҳайдаш (разгонка), ёки, адсорбция



ва ректификация (гиперсорбция), адсорбция ва экстракция (мумли моддаларни таҳлил қилиш) ва ҳақозалар [5].

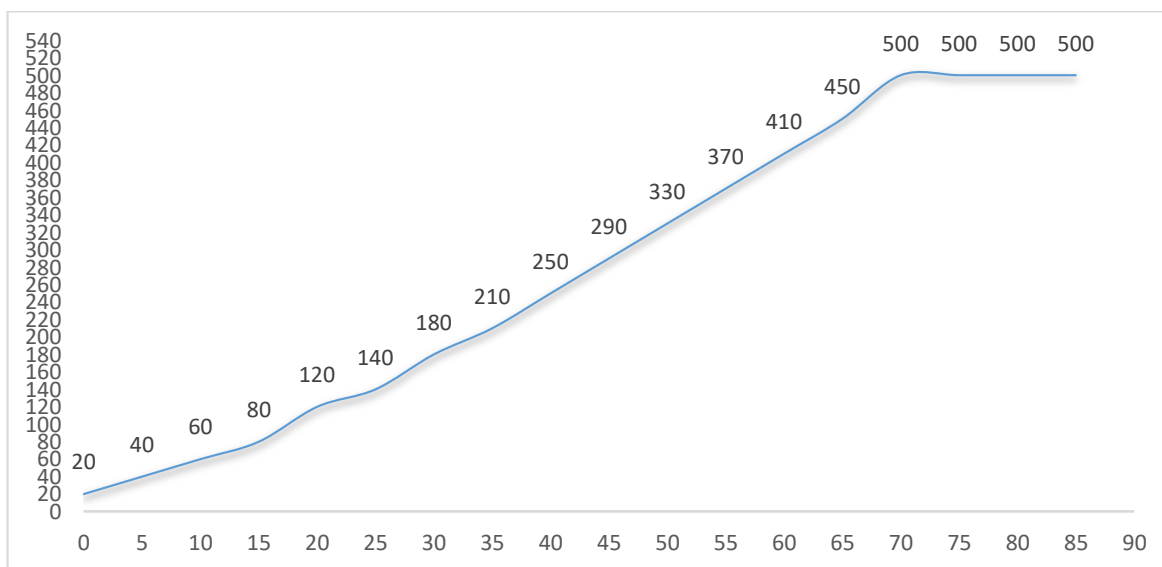
Нефтларни техник таҳлил қилишда мотор ёқилгилари ва углеводород газларини фракциялашнинг асосий усули – бу қайнаш температураси бўйича ажратишдир, яъни ҳайдаш ва ректификация.

Стандарт аппаратларда нефт маҳсулотларини разгонка қилиб фракцион таркибини аниқлаш. Қайнашнинг бошланиш температураси ва айниқса қайнаш температураси 10% ёқилгини ишга тушириш хоссасини характерлайди. Бу температура қанча паст бўлса, ёқилгида енгил буғланувчи моддалар шунча кўп ва бир мунча паст температураларда совукда двигателни ишга тушириш шунча енгил бўлади. Разгонка маълумотлари асосида двигателларни энг паст температураларда ишга тушуриш эмперик формулага эга ҳисобланади [6].

Углеводородларни термик пиролизнинг ривожланиш даври пиролиз печларни конструкциясига ва ишлаб чиқаришни технолгик схемаси бир қатор муҳим такомиллаштиришлар киритилди. Шу муносабат билан, агар 1960 йилни бошларда пиролиз қурилмасини этилен бўйича қуввати 100–140 минг тонна/йилига бўлган бўлса, ҳозирги даврга келиб эса, бу кўрсаткич 1,0–1,4 миллион/йил дан ортиғини ташкил этади.

Бионефт маҳсулотлари айрим ҳолларда таркибида сув сақлайди, улар ҳайдалишдан олдин тиндириб ажратилиши лозим. Енгил дизель ёқилгиларини охирги қуриштириш кичик заррали натрий сернокисло ёки кальций – хлор гранулаларидан ўтказилади ва филтрланади. Ёқилгиларнинг оғир сортларини қуриштириш учун 50<sup>0</sup> С гача қиздирилади ва йирик кристаллардан иборат ош тузининг донадор қатламида бир неча бор филтрланади [7].

Пиролиз қилиш жараёнида вақт ўтиши билан температура ошиб боради. 70 дақиқадан сўнг температура 500<sup>0</sup> С дан ошмаслиги графикда қайд қилинди.





Градиент типидаги змеевик трубади реакцион пиролиз курилмасининг иссиқлик балансини ҳисоблаш. Пиролиз курилмаси учун метанли фракция олинган бўлиб, унинг таркиби жадвалда кўрсатилган. Хом ашёдан пирогазнинг таркиби ҳам қуйидаги жадвалда кўрсатилган. Пиролиз курилмасининг ишлаб чиқариш қуввати  $G=5$  кг/соат. Метанли фракция пиролизи қўшимча  $Z=2$  кг/соат сув буғи билан олиб борилади. Хом ашёнинг печга киришдаги температураси  $T=298$  К [8].

1-жадвал.

Компонентлар	Таркиб; моль %		Компонент	Таркиб; моль %	
	Метанли фракция хом ашёси	Пиролиз		Метанли фракция хом ашёси	Пиролиз
H <sub>2</sub>	0,7	13,2	C <sub>3</sub>	10,7	8,9
CH <sub>4</sub>	6,3	33,6	C <sub>3</sub>	56,7	4,1
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	-	0,3	C <sub>4</sub>	4,1	0,9
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	4,9	27,3	C <sub>5</sub>	-	2,1
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	16,6	9,6			

Хом ашё ва пирогаз таркиби. Хом ашёнинг молекуляр массаси  $M_x = 39,2$  зичлиги  $\rho_x = 1,75$  кг/м<sup>3</sup> пирогазнинг мол массаси  $M_n = 23,8$  зичлиги  $\rho_n = 1,07$  кг/м<sup>3</sup>

Хом ашё ва сув буғи аралашмаси змеевикка киришда ва чиқишдаги молекуляр массасини ҳисоблаб топамиз:

$$M_x = \frac{12000}{366,9} = 32,7; \quad M_p = \frac{12000}{530,68} = 22,6$$

Реакторда пирогазнинг змеевикдан чиқишдаги температураси қуйидаги тенглама орқали топилади.

$$T = T_2 X_2 + T_3 X_3 + T_3 X_3 + T_4 X_4$$

Бу ерда:  $T_2, T_3, T_4$  - углеводородлар ( $C_2 H_6, C_3 H_6, C_3 H_8, C_4 H_{10}$ ) нинг змеевикдан чиқишдаги температуралари. ( $K$  да).  $X_2, X_3, X_4$  - углеводородлар ( $C_2 H_6, C_3 H_6, C_3 H_8, C_4 H_{10}$ ) хом ашёдаги миқдори.

Охирги температура бевосита контакт вақти билан боғлиқ бўлиб, у Шмидт формуласига ўз аксини топган.

$Lg \tau = -12,75 + \frac{13700}{T}$  бу этан учун,  $Lg \tau = -10,96 + \frac{11038}{T}$ ; бу пропан, пропилен ва бутан учун, бу ерда  $\tau$ ;  $\tau$  - контактнинг оптимал вақти (с).

Умумий вақт оптимал вақт билан қуйидагича боғланган.

$$\tau_{ум} \leq (1,8 \div 2,1) - \tau_{тажр}$$

Бу ерда жадвалдан фойдаланиб  $\tau_{ум} = 0,7$  с га тенг деб оламиз.



$$\tau_{тажр} = \frac{\tau_{ум}}{2,1} = \frac{0,7}{2,1} = 0,33 \text{ C}$$

$$\lg 0,33 = -12,75 + \frac{13700}{T_2} :$$

$$\Rightarrow T_2 = 1117 \text{ K}; T_3 = 1055 \text{ K}$$

$$\lg 0,33 = -10,96 + \frac{11038}{T_3} .$$

Углеводородлар ( $C_2H_6, C_3H_6, C_3H_8, C_4H_{10}$ ) нинг хом ашёдаги миқдорини жадвалдан кўриб пирогаз температураси  $T$  ни ҳисоблаймиз [9].

$$T = 1117 \cdot 0,1363 + 1055 \cdot 0,1230 + 1055 \cdot 0,6755 + 1055 \cdot 0,0652 = 1063 \text{ K} .$$

Хом ашёни қайта ишлаш жараёнларининг ривожланиши тўхтаб қолмайди ва иқтисодий ва операцион харажатларни камайтиришга, шунингдек, мақсадли маҳсулотларнинг рентабеллигини оширишга қаратилган функционал такомиллаштиришни доимо талаб қилади. Бу мақсадларни таъминлаш учун олимлар мавжуд жараёнларни такомиллаштириш бўйича тадқиқотлар олиб бормоқда. Модификацияларни киритиш билан бир қаторда пиролизнинг бир қанча принципиал янги усуллари таклиф қилинган. Улар каталитик, бошланган, термал алоқа ва гидропиролиз усуллари кўринишида тақдим этилган [10].

Дифференциал иссиқлик ва гравиметрик таҳлил. Кўриб чиқилган хом ашё турларининг термогравиметрик ва дифференциал иссиқлик таҳлиллари (ТГ ва ДИТ) инерт муҳитда пиролиз ишлов бериш жараёнида таҳлил қилинади. Таҳлил қилиш учун олдиндан қуруқ ҳаво ҳолатига келтирилади. Иситиш тезлиги дақиқасига  $10^\circ \text{C}$  ни ташкил этади. Ўртача иситиш тезлигига тўғри келадиган секин пиролиз пайтида ярим коксланган маҳсулотларнинг рентабеллигини аниқлаш учун ишлатилади. Пиролизнинг секин тури асосан углеродли қолдиқ ҳосил бўлиши ва кўмир ҳосил бўлиши иссиқлик ажралиб чиқадиган реакциялар билан бирга бўлиши сабабли танланган. [8]

Тажрибада 20 дан 600  $^\circ\text{C}$  ҳарорат оралиғига олинди. Охириги температура хом ашёнинг барча экзотермик реакциялар тугаллангандан кейин аниқланади. Пиролиз учун зарур бўлган иссиқлик миқдори юқорида келтирилган усул бўйича ҳисоблаб чиқилган, унга кўра хом ашёни қуритиш учун берилган иссиқлик миқдори ( $Q_1$ ), хом ашёнинг парчаланиш бошланишидан олдинги температураси ( $t_1$ ). Хом ашёга ( $Q_2$ ), углерод қолдиғининг ҳосил бўлиши учун ( $Q_3$ ) ва учувчан пиролиз маҳсулотлари - газ, пирогенетик сув буғлари ва смола ( $Q_4$ ) иссиқлик миқдори берилади.

Хом ашёни иситиш вақтида содир бўладиган экзотермик реакцияларнинг иссиқлиги юқоридаги харажатларни қоплаш учун етарли бўладиган иссиқлик ҳисобланади. Автотермаллик хом ашёда содир бўладиган экзотермик реакцияларнинг иссиқликлари қабул қилинган иситиш учун керак бўладиган иссиқлик миқдори. Экзотермик реакцияларнинг ҳарорат диапазонлари  $t_{\text{exo}}^S$



$t_{\text{exo}}^f$ , °C билан аниқланади. Дифференциал иссиқлик таҳлил (ДИТ) эгри чизигидаги тепаликлардан хом ашёнинг куруқ массасига иссиқлик таъсирининг қиймати олинган. Умумий иссиқлик эффектининг қиймати эса ( $\sum Q$ ) экзотермик реакциялардан иссиқлик чиқиши ўртасидаги фарқни акс эттиради ва иссиқлик йўқотишлари ( $Q_{1-4}$ ). Анализаторда аниқланган ўзига хос иссиқлик. Углеродли қолдиқнинг иссиқлик сифими тенг қабул қилинади. Ёўзапоя учун 0,105 кЖ/(кг К) ва ёғоч чиқиндилари учун эса 1,5 кЖ/(кг К) тўғри келади.

Ўрганилаётган хом ашёнинг иссиқлик хусусиятларини аниқлаш натижаларини тақдим этилди. Шунинг таъкидлаш керакки, ёғоч чиқиндилари биомасса учун юқори қийматига эга, ёўзапоя эса юқори кул миқдори туфайли паст кулга эга. Кўриб чиқилаётган барча турдаги хом ашёларда учувчи моддаларнинг юқори ҳосилдорлиги хом ашёнинг органик қисмининг паст температерада барқарорлигини ва паст температурани кўрсатади, бу адабиётлардаги маълумотлари билан яқинлиги тасдиқланган.

Энг кам иссиқликка чидамли ёғоч компонентлари, масалан, целлюлоза ва ксилан, 150 °C ҳароратда парчалана бошлайди. Ёўзапоядан ~100°C температурадан бошлаб учувчи моддалар чиқа бошлайдиган ва қуритилган ёўзапоя ҳатто 115°C температурада ўз-ўзидан ёниши мумкин.

Ҳисоблашлар натижасида биомассанинг иссиқлик характеристикалари 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Характеристика	Ёўза пая	Сосна дарахти барги	Майда шохли хайвонларнинг органик чиқиндиси	Ёғоч қириндилари
Намлиқ $W^a$ , %	8,2	8,9	7,0	7,8
Quruq asosda kul tarkibi $A^d$ , %	19,8	21,4	1,6	1,9
Uchuvchi moddalarning chiqishi $W^{daf}$ , %	72,8	68,7	83,4	81,5
паст иссиқлик ёниш, MJ/kg, $Q_i^r$	12,8	12,4	18,1	17,1
Пастки иссиқлик Элементларнинг таркиби куруқ кулсиз масса устида				
$C^{daf}$	52,06	53,11	52,50	50,32
$H^{daf}$	6,31	5,90	6,58	6,05
$N^{daf}$	3,58	3,60	0,22	0,24
$S^{daf}$	0,20	0,14	0,00	0,00
$O^{daf}$	37,85	37,25	43,39	43,39



Диоксид таркиби карбонатли карбонатлар, $(CO_2)_d^m$	9,82	9,11	-	-
--	------	------	---	---

2-жадвал. Биомассанинг термотехник хусусиятлари.

Олинган эгри чизиклар бўйича иссиқлик харажатларини ҳисоблаш учун зарур бўлган миқдорларнинг қийматлари аниқланди. Пиролиз жараёнида ҳам ашёда юзага келадиган иссиқлик эффектларини ўрганиш учун, термогравиметрик ва дифференциал иссиқлик таҳлилини ўтказилди (ТГ+ДИТ). Намликнинг тўлиқ буғланиши ҳарорати ДИТ эгри чизигидаги эндотермик тепаликнинг охирига тўғри келади ва намлик миқдори ( $W^a$ ) бу ҳароратда вазн йўқотишига тенг деб ҳисобланади. Ҳом ашёнинг парчаланиши бошланишининг ( $t_1$ ) ҳароратида вазн йўқотиш тезлигининг ошиши бошланишига тўғри келади. Иссиқлик харажатларини ҳисоблаш  $t_1-t_p$  оралиғидан бир неча ҳароратлар учун амалга оширилди.

Ҳосил бўлган углерод қолдиғи массасининг  $t_1$  ҳароратдаги қиймати ҳам ашёнинг умумий массасидан намлик миқдорини, бунда учувчи моддаларнинг чиқишини айириш йўли билан ҳисоблаб чиқилган.

Ҳом ашёни пиролизининг якуний ҳарорати учун углерод қолдиғининг массаси ТГ эгри чизигидан аниқланди ва учувчи маҳсулотларнинг рентабеллиги  $t_1$  ва  $t_p$  ҳароратларда углерод қолдиғи массаси қийматлари ўртасидаги фарқ қилади.

3-жадвал.

Ёқилғи	Характеристика						
	$t_d$ , °C	$W^a$ , %	$t_1$ , °C	$C_{pb}$ , kJ/kg	$t_{exo}^s$ , °C	$t_{exo}^f$	$Q_{TЭ}/Q_{TE}$
Майда шохли хайвонларнинг органик чиқиндиси	110	8	230	2.37	240-550		1062
Ёғоч қириндилари	110	6	230	2.29	240-570		1103
Ғуза поя	105	6	180	1.5	200-570		393
Сосна дарахти барглари	105	7	180	1.6	200-530		862

Жадвал 3. Иссиқликни ҳисоблаш учун дастлабки маълумотлар.

Иссиқлик харажатларини ҳисоблаш натижалари жадвалда келтирилган. Шунинг таъкидлаш керакки, ёғоч чиқиндилари учун ҳам ашёни ( $Q_2$ ) фаол парчаланиш бошланишининг ҳароратига қиздириш учун зарур бўлган иссиқлик қиймати ғўзапояга нисбатан икки баравар юқори. Бу ёғочнинг катта иссиқлик сифими билан боғлиқ бўлиб, бу ҳам ашёнинг кимёвий таркиби билан боғлиқ. Ёғоч қириндилари таркибида кўпроқ миқдордаги органик моддалар мавжуд (3-



жадвал), улар минерал моддаларга нисбатан ўзига хос юқори иссиқлик сиғимига эга. Бундан ташқари,  $Q_2$  иссиқлик олган ва ёғоч чиқиндилари билан анчагина фарқ қилади. Ёғоч қириндилари 10% дан камроқғини ўз ичига олган ғузапоя билан солиштирганда учдан бир қисмини ташкил қилади. Буни ҳар хил турдаги биомассаларнинг моддий баланси натижалари ҳисоблаб чиқилган. шундан кўришиб турибдики, хом ашёнинг термал парчаланиши маҳсулоти бўлган смоланинг максимал рентабеллиги ёғоч қириндиларидан кўпроқ экан. Чунки, ўсимлик хужайраларининг деворларини мустаҳкамловчи термал жиҳатдан энг барқарор компонент бўлгани учун ёғоч хом ашёсининг фаол парчаланиши юқори ҳароратгача иситишни талаб қилади. Шу муносабат билан, ёғоч чиқиндиларини қайта ишлашда  $t_1$  - ғузапояни қайта ишлашда бир хил қиймати  $50^\circ\text{C}$  дан юқори. Майда шохли ҳайвонларнинг органик чиқиндиси ва ёғоч қириндилар  $230^\circ\text{C}$  ва  $400^\circ\text{C}$  га қадар қиздирилгандан сўнг фаол равишда парчалана бошлайди, улар хом ашё массасининг асосий қисмини пиролиз жараёнида йўқотади. Бунинг сабаби шундаки, бу ҳарорат оралиғида ёғоч, целлюлоза ва гемицеллюлозанинг барча асосий компонентлари биргаликда парчаланади [5].

Учувчи газсимон моддалар эса температура кўтарилиши билан дарҳол бошланади, шундан сўнг бир хил йўқотиш бўлади. Қиймат углерод қолдиғининг ҳосил бўлиши учун иссиқлик ( $Q_3$ ) ёғочни қайта ишлашда ҳам кўпроқ ғузапоя билан солиштирганда, углеродли қолдиқнинг иссиқлик сиғими юқори. Ўзгарувчан билан йўқотишлар маҳсулотлар ( $Q_4$ )  $300^\circ\text{C}$  ҳароратгача кўтарилади ва пиролиз жараёнида температура оширилганда кўпроқ учувчи моддалар ҳосил бўлиб кейин энгил газлар чиқа боради [4].

Хулоса қилиб айтганда ҳар бир давлатнинг ер ости бойлиги бўлган 3 та – газ, нефт ва кўмир захираси бўлса, 4–ёқилғи сифатида пиролиз усулидан олинаётган пироёқилғилар ер ости захирасини бойитишга кўшимча бўлиб ҳисса кўшади.

Хом ашё сероб, қайта тикланувчи энергия манбаси ҳисобланади. Чунки у, тирик манбалардан келган, ҳаёти эса даврий, бу маҳсулотлар ҳеч қачон тугамайди, ҳозирча тирик организм бор экан ва кимдир, тирик ташкил этувчи (компонент) чиқиндилар энергияга айланади.

### АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ:

1.G.N. Uzakov, H.A. Davlonov, K.N.Xoliqov. Applied Solar Energy, 2020, Vol. 54, No. 6, pp. 481–484. © Allerton Press, Inc., 2019.

2.Uzakov, G. N.; Davlonov, H. A.; Holikov, K. N. Study of the Influence of the Source Biomass Moisture Content on Pyrolysis Parameters. Applied Solar Energy, 2018, 54: 481-484.

3. Узакон, Г. Н., Давлонов, Х. А., Хужакулов, С. М., Холиков К. Н. (2019, май). Оценка энергетической эффективности пиролизной установки для систем





топливоснабжения теплиц. В материалах XIII международной научно-практической конференции «Международные тенденции в науке и технике» (т. 1, с. 33-35).

4. Узаков Г.Н., Давлонов Х.А., Холиков К.Н. «Гелиотехника» международный научный журнал № 5 сон, 2018 йил ст. 65–69.

5. Nurmahmatovich Kholikov Kamil. "Getting fuel by pyrolysis device and using it." Central asian journal of social sciences and history 2.2 (2021): 103-105.

6. Nurmahmatovich, Kholikov Kamil. "Renewable energy is a traditional energy production technology." Galaxy International Interdisciplinary Research Journal 10.2 (2022): 407-409.

7. Nurmahmatovich, Kholikov Kamil. "General information about bioneft products." British Journal of Global Ecology and Sustainable Development 10 (2022): 121-124.

8. Nurmahmatovich, Kholikov Kamil. The influence of the main technological parameters on the pyrolysis process. 2022.

9. Нурмахматович, Холиков Комил. (2022). Возобновляемая энергетика – традиционная технология производства энергии. Международный журнал междисциплинарных исследований Galaxy, 10 (2), 407–409.

10. Кузнецов Б.Н. Катализ химических превращений угля и биомассы. – Новосибирск: Наука, 1990.

11. Фальбе Ю.М. Химические вещества из угля. – М., Химия, 1984.

12. Кузнецов Б.Н. Органический катализ. Часть 2. Катализ в процессах химической переработки угля и биомассы. Учебное пособие. Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1988.