



DETERMINATION OF THE THERMOTECNOLOGY PARAMETERS OF HEAT EXCHANGERS CHANGED WITHIN SUPPLY SYSTEM MODIFIED DIESEL, ENGINES ON BIOFUEL

Denis RUSCHIIH

Institute of Agricultural Technique «Mecagro»

Abstract - The biofuels proprieties (mixtures ethanol-gasoline, esters from vegetable oil) differ by fossil fuel proprieties (gasoline, diesel). The Diesel engines existing are elaborated, based on the fossil fuel proprieties. Thus for an efficiently function of these engines, in their supply with biofuels is necessity an approach of biofuels proprieties those of the fossil fuels. For achieve this work, it has been developed system of supply of engine with two tanks. For achieve the adaptation system of engine to supply with biofuels, the contributors ITA "Mecagro" elaborated more constructive options of heat exchangers. The objective appreciation of these heat exchangers was necessity performing a series of experiments. The result after attempts were obtained temperatures dependences of biofuels that flow with different debit, the duration of heating.

Keywords: biofuel, Diesel engine, heat exchanger

DETERMINAREA UNOR PARAMETRI TERMOTEHNICI AI SCHIMBĂTOARELOR DE CĂLDURĂ DIN CADRUL SISTEMULUI DE ALIMENTARE MODIFICAT A MOTOARELOR DIESEL, ALIMENTAT CU BIOCOMBUSTIBIL

Denis RUSCHIIH

Institutul de Tehnică Agricolă „Mecagro”

Rezumat – Proprietățile biocombustibililor (amestecuri etanol-benzină, esteri din uleiuri vegetale) se deosebesc de proprietățile combustibililor fosili (benzină, motorină). Motoarele Diesel existente sunt elaborate, reieșind din proprietățile combustibililor fosili. Prin urmare, pentru o funcționare eficientă a acestor motoare, în cazul alimentării lor cu biocombustibili, este necesară o apropiere a proprietăților biocombustibililor de cele ale combustibililor fosili. Pentru realizarea acestui lucru, a fost elaborat sistemul de alimentare a motorului cu două rezervoare.

Pentru realizarea sistemului de adaptare a motorului la alimentarea cu biocombustibil, colaboratorii ITA „Mecagro” au elaborat mai multe variante constructive ale schimbătoarelor de căldură. Aprecierea obiectivă a acestor schimbătoare de căldură a necesitat efectuarea unui ciclu de experimente.

În urma încercărilor au fost obținute dependențele temperaturii biocombustibilului, care curge cu diferite debite, de durata perioadei de încălzire.

Cuvinte cheie – biocombustibil, motor Diesel, schimbător de căldură

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ИЗ ВИДОИЗМЕНЕННОЙ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ НА БИОТОПЛИВЕ

Русских Денис

Институт Сельскохозяйственной техники «Мекагро»

Реферат: Свойства биотоплив (бензино-этаноловая смесь, эфиры растительных масел) отличаются от углеводородных видов топлива (бензин, дизельное топливо). Дизельные двигатели разработаны, исходя из свойств углеводородных топлив. Следовательно, для эффективной работы этих двигателей в случае подпитки их биотопливом, необходимо некое приближение свойств биотоплива к углеводородным. Для реализации данных мероприятий была разработана топливная система, использующая два резервуара.

Для реализации системы адаптации двигателя при работе на биотопливе, сотрудники «Мекагро» разработали несколько конструктивных вариантов теплообменников. Оценка эффективности данных узлов потребовало выполнение целого цикла экспериментов.

В итоге были получены зависимости температуры биотоплива, которое проходит по трубкам с разными дебитами, от длительности периода разогрева.

Ключевые слова: биотопливо, Дизельный двигатель, теплообменник

Proprietățile biocombustibililor (amestecuri etanol-benzină, esteri din uleiuri vegetale) se deosebesc de proprietățile combustibililor fosili [1] (benzină, motorină). Motoarele cu ardere internă (MAI) existente sunt elaborate, reieșind din proprietățile combustibililor fosili. Prin urmare, pentru o funcționare eficientă a acestor motoare, în cazul alimentării lor cu biocombustibili, este necesară o apropiere a proprietăților biocombustibililor de cele ale combustibililor fosili. Una din cele mai simple și eficiente metode în acest sens este încălzirea biocombustibililor, mai cu seamă a esterilor din uleiuri vegetale.

Pentru realizarea acestui lucru, a fost elaborat sistemul de alimentare a motorului cu două rezervoare: pentru motorină (rezervorul suplimentar de volum mic) și pentru biodiesel (rezervorul din dotarea mijlocului tehnic). Motorina este destinată pornirii, încălzirii motorului și umplerii sistemului de alimentare, înainte de oprirea lui pe un timp îndelungat.

Biocombustibilul din rezervorul de bază se utilizează pentru executarea lucrărilor de bază.

Pentru încălzirea biocombustibilului se folosește schimbătorul de căldură, agent termic fiind lichidul din sistemul de răcire a motorului. Temperatura, în schimbătorul de căldură, se controlează de un sistem automat, prin intermediul unui traductor de temperatură, ce acționează asupra supapelor electromagnetice de alimentare cu unul sau alt tip de combustibil. Una din aceste supape este instalată pe conducta de alimentare cu motorină, alta – pe conducta cu biocombustibil. Sistemul de control nu permite conectarea simultană a ambelor supape. La motorul „rece” este deschisă supapa electromagnetice de alimentare cu motorină, cu alte cuvinte, motorul se pornește în mod obișnuit, fără anumite deosebiri.

Din momentul pornirii, sistemul de control verifică permanent temperatura în schimbătorul de căldură și, la atingerea temperaturii de 60 °C a biocombustibilului, se deconectează alimentarea cu motorină și se deschide supapa de alimentare cu biocombustibil, care asigură funcționarea în continuare a motorului. Înainte de oprirea motorului pentru o perioadă îndelungată, se schimbă manual supapele electromagnetice și se umple sistemul de alimentare cu motorină pentru următoarea pornire.

Sistemul suplimentar, elaborat în cadrul Institutului „Mecagro” pentru adaptarea motorului tractorului MTZ – 80 „Belarus”, este prezentat în figura 1. Schimbătorul de căldură este montat pe lonjeronul tractorului.

Pe schimbătorul de căldură 1, prin intermediul unei console suplimentare, sunt montate supape electromagnetice de alimentare cu biocombustibil 3 și cu motorină 4. Rezervorul suplimentar 2 de volum mic (aproximativ 10 litri) se montează pe peretele din față al cabinei tractorului și se conectează prin intermediul unei conducte flexibile cu supapa electromagnetice 4. Racordurile de ieșire a supapelor 3 și 4 sunt conectate cu intrarea în pompa de presiune joasă prin intermediul unui racord triplu. Rezervorul de bază al tractorului, prin filtru de curățire brută, este conectat la racordul de combustibil al schimbătorului de căldură, ieșirea căruia este legată cu supapa electromagnetice 3 de alimentare cu biocombustibil. Sistemul automat de conducere 6 este

montat pe consola supapelor electromagnetice și este conectat prin fire electrice cu sistemul electric de bord și cu traductorul de temperatură al biocombustibilului 5.

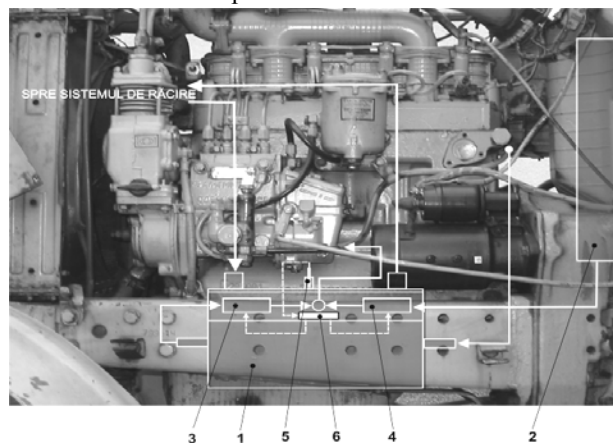


Figura 1. Schema sistemului suplimentar pentru tractorul MTZ –80 „Belarus”

1 – schimbătorul de căldură; 2 – rezervorul suplimentar pentru motorină; 3 – robinetul solenoid de alimentare cu biocombustibil; 4 – robinetul solenoid de alimentare cu motorină; 5 – traductorul de temperatură al biocombustibilului; 6 – schema electronică de conducere.

Sistemul de alimentare cu două rezervoare funcționează în modul următor: la pornirea motorului, se conectează automat supapa electromagnetice 4 și motorina din rezervorul suplimentar ajunge la pompa de presiune joasă. Pe măsura încălzirii motorului, lichidul de răcire din schimbătorul de căldură 1 se încălzește și el, iar temperatura lichidului este urmărită de sistemul automat de conducere 6 prin intermediul traductorului de temperatură 5 și se compară cu valoarea stabilită pentru regulator (70 °C). La atingerea temperaturii stabilite, sistemul automat deconectează supapa electromagnetice 4 și conectează supapa 3. Alimentarea cu motorină din rezervorul suplimentar 2 se oprește, iar biocombustibilul încălzit până la temperatura de cca. 55 °C ajunge în sistemul de alimentare. În modul acesta motorul începe alimentarea cu biocombustibil.

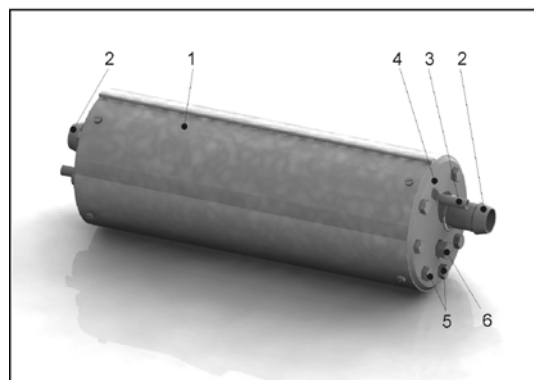


Figura 2. Vederea generală a schimbătorului de căldură (varianta Nr. 1)

1 – corpul; 2 – racordurile pentru lichidul de răcire; 3 – racordurile pentru biocombustibil; 4 – flanșe; 5 – buloane de montare; 6 – orificiu de drenaj.

Cerințele de bază față de schimbătorul de căldură sunt următoare: să fie eficient, din punctul de vedere tehnologic să fie simplu la confecționare, deservirea și reparația să nu fie complicată.

Pentru realizarea sistemului de adaptare a motorului la alimentarea cu biocombustibil, colaboratorii ITA „Mecagro” au elaborat mai multe variante constructive ale schimbătoarelor de căldură, iar cele mai reușite sunt: Nr. 1 – este mai simplu din punct de vedere tehnologic (fig. 2). El prezintă o țevă, în interiorul căreia sunt sudate trei țevi pentru agentul termic și este creat un labirint pentru biocombustibil. Acest schimbător de căldură nu poate fi demontat. Schimbătorul de căldură Nr. 2 (fig. 3) poate fi demontat în piese și subansambluri. Schimbul de căldură se efectuează prin intermediul a unei piese, care este găurită axial, unde curge agentul termic, iar pe suprafața radială exterioară este executată o canelură spiralică, prin care trece biocombustibilul.

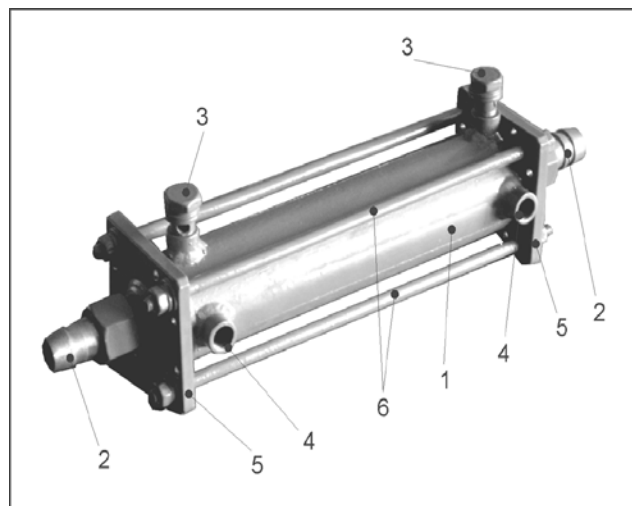


Figura 3. Vederea generală a schimbătorului de căldură (varianta Nr.2)

1 – corpul; 2 – racordurile pentru lichidul de răcire; 3 – racordurile pentru biocombustibil; 4 – orificii filetate; 5 – flanșe; 6 – prizoane.

Aprecierea obiectivă a acestor schimbătoare de căldură a necesitat efectuarea unui ciclu de experimente, în urma cărora au fost obținute rezultatele de mai jos.

În urma încercărilor au fost obținute dependențele temperaturii biocombustibilului, care curge cu diferite debite, de durata perioadei de încălzire. Această dependență indică inerția sistemului de schimb de căldură. Pentru schimbătorul de căldură Nr. 1. (fig. 4), rezultă că pe măsura creșterii lui G (G – debitul de biocombustibil,

ml/h), inerția T a sistemului se micșorează de la 15,5 până la 4 minute, iar temperatura maximă t_{max} a biocombustibilului la început crește de la 55 până la 59°C și, odată cu mărirea G (până la 13,7 l/h), scade iar la 55°C. Un asemenea fenomen nu confirmă legitatea presupusă. Într-adevăr, la valorile mici ale lui G (2,07 l/h), biocombustibilul se află mai mult timp în schimbătorul de căldură și ar părea că trebuie să se încălzească până la o temperatură mai mare.

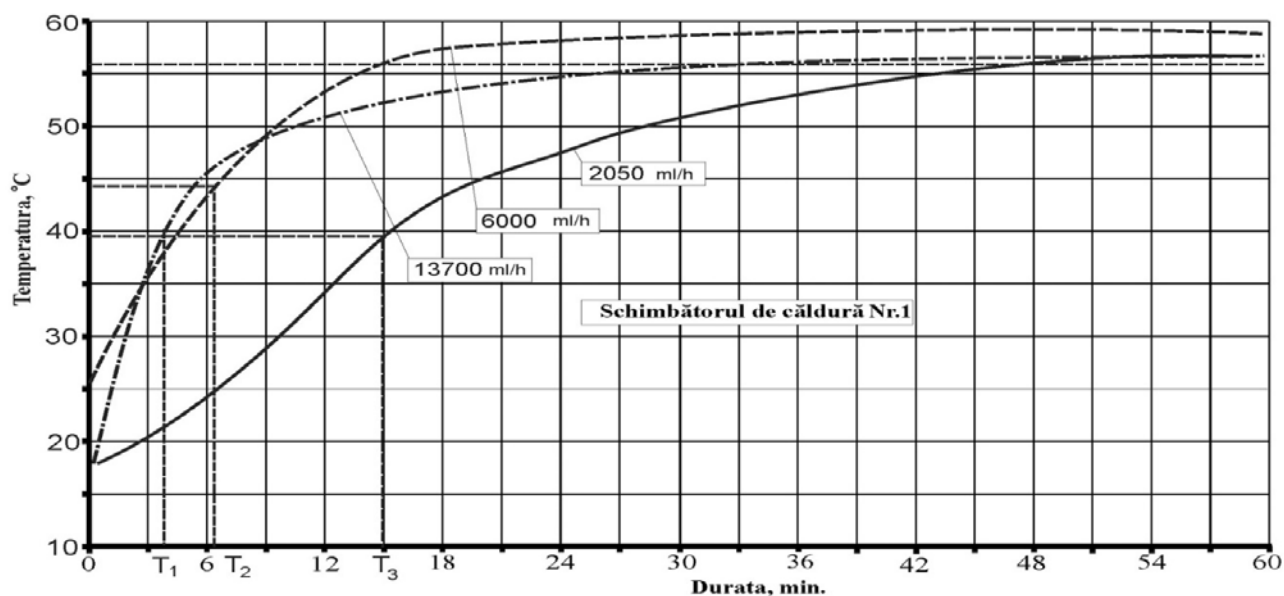


Figura 4. Dependența temperaturii biocombustibilului de durata încălzirii cu diferite debite în schimbătorul Nr.1

Însă la astfel de presupuneri nu s-a ținut cont de caracterul curgerii lichidului încălzit. Deși criteriul lui Reynolds, calculat pentru toate valorile reale ale debitului G și parametrii geometrice ai schimbătoarelor de căldură, nu a depășit valoarea de 100 – 120 (curgerea laminară),

caracterul curgerii biocombustibilului se schimbă esențial odată cu schimbarea lui G.

Acest lucru se întâmplă deoarece în schimbătorul de căldură lichidul nu curge laminar, la aplicarea criteriului Reynolds [2,3], dar are o mișcare compusă, trecând deseori prin orificii (îngustări). Într-un astfel de flux apar

„focare” de turbulență locală, pentru că distribuția reală a vitezelor fluxului se deosebește de cea laminară teoretică. Deci cu cât este mai mare viteza de curgere (mărirea lui G), cu atât mai mult se deosebește caracterul curgerii de cel laminar și se apropie de cel turbulent.

Prin aceasta se poate explica tendința, ilustrată în figurile 4; 5: la valorile mici ale lui G , caracterul curgerii biocombustibilului în schimbătorul de căldură se apropie de cel laminar și schimbul de temperatură prin suprafața activă este minim (mai mult prin conductibilitatea termică a biocombustibilului) și, ca rezultat, crește durata de încălzire a combustibilului până la temperatura maximă posibilă. Odată cu majorarea debitului G , se evidențiază mai pronunțat mișcarea compusă a lichidului și apare curgerea locală turbulentă, schimbul termic de pe suprafața activă se mărește, se micșorează durata de încălzire a biocombustibilului până la temperatura maximă posibilă și crește temperatura maximă posibilă (temperatura agentului termic fiind de $70\text{ }^{\circ}\text{C}$). Această tendință se menține până la epuizarea puterii termice a suprafeței active a schimbătorului de căldură, cu alte

cuvinte, căldura preluată de biocombustibil este egală cu căldura maximă posibilă transmisă către agentul termic prin intermediul suprafeței active a schimbătorului de căldură. Debitul biocombustibilului, care asigură valoarea maximă a puterii termice, este optim (G^{optim}). Pe măsura creșterii în continuare a debitului ($G > G^{\text{optim}}$), scade eficacitatea schimbătorului. Temperatura maximă se micșorează, iar constanta timpului sistemului de schimb termic se mărește.

Ipozezele expuse mai sus au fost verificate în timpul cercetării schimbătorului de căldură Nr. 2, care demonstrează aceeași tendință (fig.5). La valori mici ale lui G (2,05 l/h), constanta timpului sistemului de schimb termic este mare (aproximativ 12 minute), la valori medii ale lui G (6,3 l/h), ea se micșorează (aproximativ cu 8,5 minute) și atinge valori minime (aproximativ 2 minute), când G este maxim (13,45 l/h). Odată cu creșterea lui G , sporește și temperatura maximă de încălzire a biocombustibilului. Evident că tendința acestor fenomene este de aceeași natură ca și în cazul schimbătorului de temperatură Nr. 1.

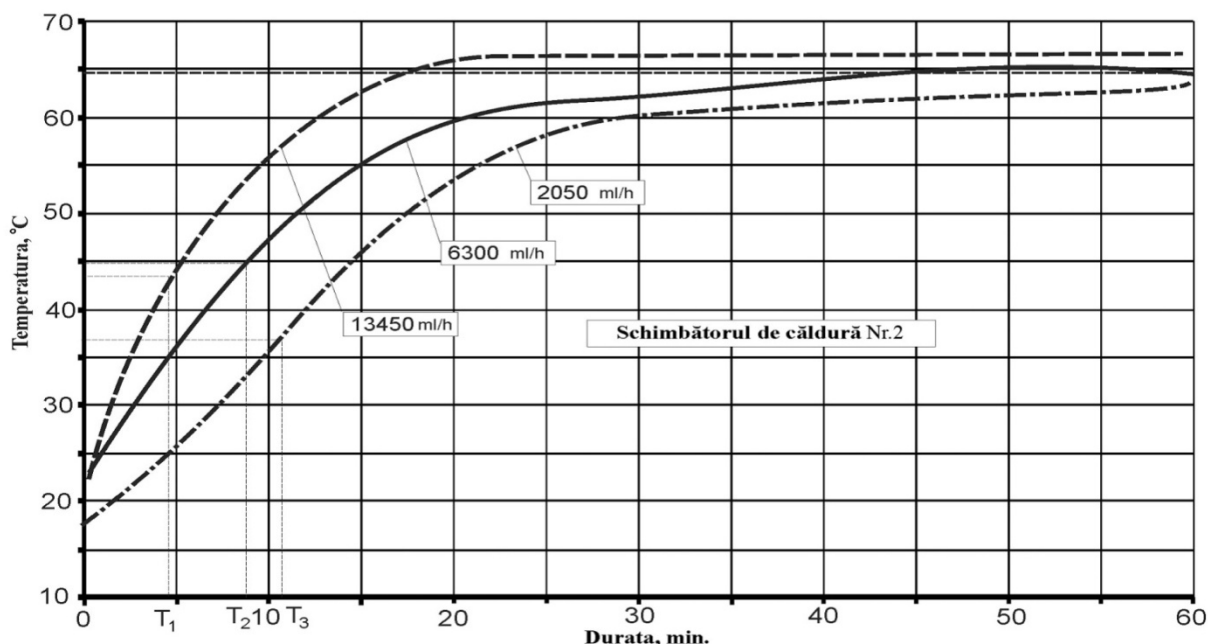


Figura 5. Dependența temperaturii biocombustibilului de durata încălzirii cu diferite debite în schimbătorul Nr.2

Un interes practic prezintă comparația dependențelor temperaturilor maxime stabile ale biocombustibilului de debitul pentru ambele schimbătoare de căldură (figura 6) Astfel putem vedea că schimbătorul de căldură Nr. 1 este mai eficace atunci când G cuprinde valorile 4...20 l/h (valoarea optimală – 8 l/h), iar schimbătorul de căldură Nr. 2 – 3,5...30 l/h (valoarea optimă – 12 l/h). Intervalul lucrului cu eficacitatea maximă s-a determinat după temperatura stabilizată ($60\text{ }^{\circ}\text{C}$ și mai mult). Această temperatură a fost folosită la calcularea schimbătoarelor de căldură.

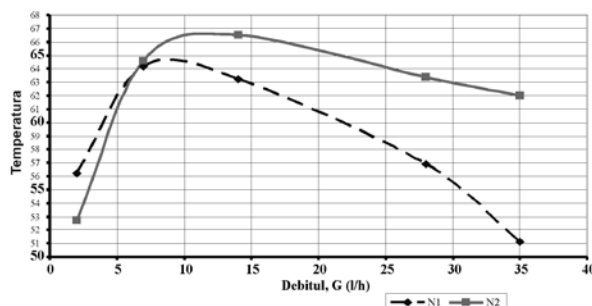


Figura 6. Dependența temperaturii stabile de consumul biocombustibilului pentru schimbătoarele de căldură Nr. 1 și Nr. 2

La efectuarea experimentelor descrise mai sus, temperatura inițială a biocombustibilului a fost în limitele de 15÷19 °C. Din motive tehnice nu au fost efectuate încercările la 0 °C sau la valori mai mici. Evident că, în acest caz, curbele din figura 6 se vor deplasa în jos proporțional cu schimbarea temperaturii inițiale a combustibilului. Totodată, intervalul lucrului eficient pentru schimbătorul Nr.2 va fi mai mare decât pentru Nr.1. În baza celor relatate, se poate trage concluzia că, prin caracteristicile termotehnice construcția schimbătorului de căldură Nr.2 este mai reușită decât varianta Nr.1. Eficiența schimbătoarelor de căldură este prezentată în figura 7 dependențele puterii termice Q a schimbătoarelor de căldură față de debitul G.

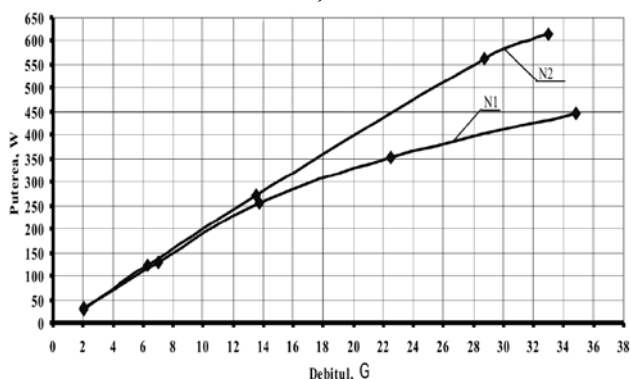


Figura 7. Dependența puterii termice a schimbătoarelor de căldură de debitul biocombustibilului

CONCLUZII

- Pentru apropierea proprietăților biocombustibilului de cele ale motorinei este argumentată necesitatea încălzirii biocombustibilului; această metodă fiind cea mai simplă și ieftină. Din trei metode cunoscute de încălzire a combustibilului (utilizarea încălzitoarelor electrice în rezervor sau în flux, utilizarea energiei termice a motorului), cea mai eficientă este ultima
- Efectuarea cercetărilor variantelor constructive ale schimbătoarelor de căldură din componența aparatajelor a permis obținerea valorilor reale ale parametrilor tehnico-economici ai acestor dispozitive. Rezultate mai performante, mai ales pentru motoare cu consumul efectiv al biocombustibilului de peste 10 l/h, a demonstrat schimbătorul de căldură cu suprafața elicoidală, care are parametrii termotehnici și economici mai buni.

- Randamentul termic al schimbătoarelor de căldură cercetate depinde, în mare măsură, de caracterul curgerii agenților termici lichizi: cât mai aproape de turbulent este caracterul curgerii, cu atât mai înalt este randamentul. De aceea au fost create condiții pentru curgerea turbulentă a fluxului cu debitul relativ mic. Drept rezultat, schimbătoarele de căldură, având suprafața activă egală și executarea constructivă diferită, au demonstrat un randament înalt la valori variate ale debitului biocombustibilului.

BIBLIOGRAFIE

- [1] „Tehnologii și mijloace tehnice pentru agricultură”. Culegere de lucrări științifice. Chișinău, 2008, 326p.
- [2] «Основы процессов химической технологии» книга первая. Н. П. Кривошеев- Изд. «Вышэйшая Школа», Минск, 1972, 304 стр.
- [3] «Основные процессы и аппараты химической технологии». Н. И. Гильперин- Изд. «Химия», М., 1981, 384 стр.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ



Русских Денис родился в 1983г. В 2002 закончил теоретический лицей «Штефан Чобану» из с. Талмаз. И 2006 закончил Факультет Инженерии, Менеджмента в Машиностроительстве по специальности Конструкции и Оборудование Сельскохозяйственных Машии. С 2006 работает в ИСТ «Мекагро» в должности научного сотрудника.

Ruschih Denis s-a născut în anul 1983. În anul 2002 a absolvit liceul teoretic „Ștefan Ciobanu” din s. Talmaz. În anul 2006 a absolvit facultatea de Inginerie Management în Construcția de Mașini la specialitatea Construcții și Echipamente de Mașini Agricole. Din anul 2006 este angajat în cadrul ITA „Mecagro” în calitate de cercetător științific.