

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОТРАКТОРНИХ ГАЗОГЕНЕРАТОРІВ – ОСНОВА ВІДТВОРЕННЯ ЇХ ВИРОБНИЦТВА

Дана техніко-економічна оптимізація виробництва газогенераторних установок автотракторних двигунів в умовах виробничих майстерень сільськогосподарських навчальних закладів (на прикладі Агротехнічного коледжу Державного агроекологічного університету).

Постановка проблеми

В останні роки, шукаючи альтернативу дорогим і токсичним нафтопродуктам, інженери та науковці знову звернули свої погляди на місцеві види палива – деревину, торф, соломі тощо. У минулому столітті в Радянському Союзі, а в інших країнах і дотепер, подібне паливо газифікували і газифікують в газогенераторних установках, встановлених стаціонарно або на тракторах і автомобілях [5,6,8,10,11,12]. Утворений в цих установках генераторний газ використовують в якості пального у двигунах внутрішнього згорання, причому будь-якого типу сумішоутворення. Особливо важливо застосовувати газогенераторні установи на двигунах тракторів і автомобілів, які економічно не вигідно експлуатувати на паливі, рекомендованому заводами-виготівниками. До такого палива, в першу чергу, слід віднести бензин, на якому працюють такі двигуни, як ЗИЛ-130, ЗМЗ-53 [5,6]. Тому створення газогенераторних двигунів входить в пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки відповідно до завдань державних наукових і науково-технічних програм, визначених Міністерством освіти і науки України. Так, в Державній науково-технічній програмі за номером 5.5 „Ресурсозберігаючі та енергоефективні технології машинобудування” є напрям „Розробка технологій конвертації двигунів на альтернативні види палива”. Для півночі України альтернативою нафтопродуктам може стати, в першу

чергу, деревина та її похідні. У затрати на конверсію двигунів, що переводяться в режими роботи на газогенераторному газі, слід включити собівартість виробництва газогенераторних установок. Зрозуміло, що тут необхідно враховувати умови виробництва, його об'єм тощо. Необхідно також враховувати низьку купівельну спроможність потенційних покупців у сільському господарстві. Тому затрати у виробництві мають бути якнайменші. Конструкція газогенераторних установок повинна допускати її виготовлення місцевими силами, наприклад, на устаткуванні виробничих майстерень навчальних закладів. Позитивно оцінили таку можливість і у виробничих майстернях Агротехнічного коледжу Державного агроекологічного університету.

Основна мета роботи

Обґрунтувати виробництво газогенераторних установок автотракторних двигунів в умовах виробничих майстерень сільськогосподарських навчальних закладів, а також, актуальність оптимізації їх техніко-економічних показників при проектуванні технологічних операцій.

Об'єкт і методика дослідження

Вказані дослідження проведено на вітчизняних матеріалах і даних окремих зарубіжних країн. Об'єктом дослідження послужила газогенераторна установка автотракторного двигуна. При цьому використано сучасні методи наукового дослідження: математичне моделювання, формальна оптимізація прийняття рішень. Застосована також методика визначення загальних енерговитрат використання автомобілів з газогенераторними установками в агротехнологіях [5]. У статті враховано, що проектні рішення повинні бути економічно доцільними, тобто дешевими щодо виготовлення та експлуатації, з коротким терміном окупності, простими в користуванні, надійними в роботі.

Аналіз останніх досліджень

Незважаючи на те що експлуатаційні витрати роботи двигунів внутрішнього згоряння на бензині втричі вищі, аніж на паливі типу тирси, соломи тощо [6], вирішення техніко-економічних задач, пов'язаних з виготовленням дослідних зразків автотракторних газогенераторів для навчання молоді та переходу на відновлення виробництва газогенераторів поки що не знайшло висвітлення у вітчизняних відповідних публікаціях.

Зміст дослідження

Для техніко-економічної оцінки необхідно визначити затрати на виготовлення конструкцій, очікувану річну економію від зниження собівартості після впровадження технічних рішень, термін окупності, річний економічний ефект та розрахувати основні економічні показники. Собівартістю є грошовий еквівалент затрат праці і матеріальних ресурсів

на одиницю роботи, в даному випадку це виготовлення складових частин газогенераторної установки. Враховуючи, що собівартість складається з прямих і непрямих (накладних) витрат, до прямих витрат віднесемо: основну і додаткову заробітну плату виробничих працівників, відрахування на соціальне страхування, у пенсійний фонд, у службу зайнятості; вартість матеріалів, стандартних та запасних частин. Тоді в накладних витратах буде: основна і додаткова заробітна плата інженерно-технічного і обслуговуючого персоналу; вартість допоміжних матеріалів, електроенергії, води, стисненого повітря; витрати на утримання приміщень; амортизацію основних засобів, охорону праці та адміністративно-управлінські витрати.

Вартість виготовлення газогенераторної установки визначили за формулою:

$$B_{ГУ} = C_n + H, \quad (1)$$

де C_n – прямі витрати на виготовлення, грн.;

H – накладні (непрямі) витрати, грн.

Прямі витрати C_n :

$$C_n = Z_{np} + C_{сум} + B_m + B_{зч}, \quad (2)$$

де Z_{np} – заробітна плата виробничих працівників, грн.;

$C_{сум}$ – сумарні відрахування (у фонд соціального страхування, у пенсійний фонд, фонд страхування від нещасних випадків), грн.;

B_m – вартість матеріалів на виготовлення установки, грн.;

$B_{зч}$ – вартість стандартних та запасних частин, грн.

Заробітна плата виробничих працівників:

$$Z_{np} = \frac{T_n \cdot T_c}{60}, \quad (3)$$

де T_n – технічна норма часу на технологічну операцію, хв.;

T_c – тарифна ставка, грн./год.

Для виготовлення пристроїв газогенераторної установки (окрім радіатора та змішувача) необхідно зі сталених листів (заготовок), звальцьованих у циліндри, зварювати частини корпусів, бункерів газогенератора та грубого фільтра-очисника.

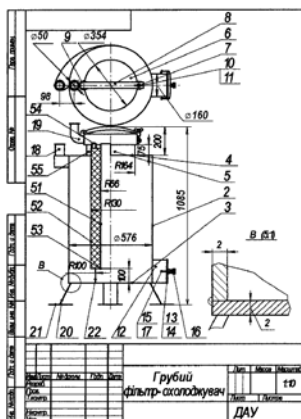


Рис.1. Загальний вигляд
грубого очисника-охолоджувача

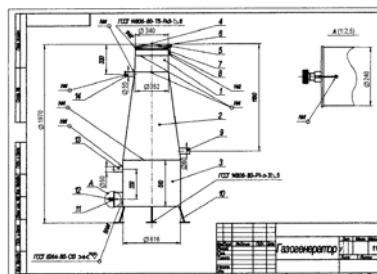


Рис.2. Загальний вигляд
газогенератора

Об'єм зварювальних робіт найбільший з усіх їх видів. Тому необхідно знайти найбільш раціональний підхід до вирішення цього завдання. Токарев Г.Г. подає методику визначення основних розмірів газогенераторів, дослідні коефіцієнти для визначення об'ємів грубих очисників-охолоджувачів [12]. Наприклад, при визначенні розмірів корпусу грубого очисника-охолоджувача для газогенераторної установки автомобіля ГАЗ-53-12, потужність двигуна N_e з такою установкою буде рівною 48,7к.с. [12]. Токарев Г.Г. для полегшених установок (автомобільного типу) пропонує питомий об'єм грубих очисників-охолоджувачів приймати 3л./к.с. (верхнє значення). Тому об'єм грубого очисника становитиме 146,2л.

З величини об'єму грубого очисника-охолоджувача можна, задавшись радіусом r , визначити висоту корпусу h за формулою:

$$h = \frac{V}{\pi \cdot r^2}. \quad (4)$$

Відповідно до завдання роботи визначимо довжину зварних швів l циліндричних корпусів:

$$l = 4 \cdot \pi \cdot r + h. \quad (5)$$

Необхідно вирішити задачу одномірної оптимізації – довжина зварних швів повинна бути якнайменша. Для цього підставимо у формулу (5) визначений вираз для висоти циліндра h з формули (4) та отримаємо:

$$l(r) = 4 \cdot \pi \cdot r + \frac{V}{\pi \cdot r^2}, \quad 0 < r < \infty \quad (6)$$

З математичної точки зору дане завдання зводиться до визначення такого значення r , при якому функція $l(r)$ досягає свого найменшого значення. Для цього необхідно знайти похідну від даної функції:

$$l'(r) = 4 \cdot \pi - \frac{2 \cdot V}{\pi \cdot r^3} = \frac{2}{\pi \cdot r^3} \cdot (2 \cdot \pi^2 \cdot r^3 - V). \quad (7)$$

Далі необхідно дослідити знак похідної функції $l'(r)$. При $0 < r < r_1$, де $r_1 = \sqrt[3]{\frac{V}{2 \cdot \pi^2}}$, похідна від'ємна і функція $l(r)$ спадає, при $r_1 < r < \infty$ похідна додатна і функція $l(r)$ зростає. Отже, найменшого значення ця функція досягає в точці $r = r_1$, в якій її похідна перетворюється на нуль. Тому радіус і висота циліндра, найкращого з точки зору мінімальності функції $l(r)$, визначається за формулами:

$$r_1 = \sqrt[3]{\frac{V}{2 \cdot \pi^2}}, \quad (8)$$

$$h_1 = 2 \cdot \pi \cdot r_1. \quad (9)$$

При цьому:

$$l(r_1) = 3 \cdot \sqrt[3]{4 \cdot \pi \cdot V} \leq l(r). \quad (10)$$

Підставивши значення у формули (8), (9) та (10) з розглянутого вище прикладу, отримаємо $r_1 = 3,45 \text{ дм}$, $h_1 = 12,25 \text{ дм}$, $l_1 = 36,74 \text{ дм}$.

Для порівняння визначимо розміри r_2 та h_2 грубого очисника без використання результатів оптимізації за формулами (4) та (5). При $r_2 = 3 \text{ дм}$, висота становитиме $h_2 = 5,17 \text{ дм}$. Довжина зварних швів l_2 , у цьому випадку, розраховується за формулою (5) і буде рівною $l_2 = 42,89 \text{ дм}$. Отже вона на $6,15 \text{ дм}$ більша ніж для визначених розмірів r_1 та h_1 корпусу грубого очисника-охолоджувача. Тому використання результатів оптимізації при вирішенні завдань роботи обов'язкове. Незважаючи на те що показаний процес оптимізації – одномірний, але він може узгоджуватись з іншими критеріями. Наприклад, критерії експлуатації газогенераторних установок мають передбачати таку особливість, як зручне технічне обслуговування. Газогенератор і грубий очисник-охолоджувач обслуговують через верхні люки. Це буде зручно тоді, коли вони будуть мати приблизно рівну висоту, що не суперечить розглянутій одномірній оптимізації.

У таблиці 1 наведені сумарні норми часу на виготовлення окремих складових газогенераторної установки, враховані зварювальні, токарні,

слюсарні, ковальські та інші операції дрібносерійного виробництва.

Таблиця 1. Сумарні норми часу на виготовлення пристроїв газогенераторної установки

№ з/п	Частина, пристрій установки	Сумарна норма часу, хв.
1	Газогенератор	12460
2	Грубий очисник-охолоджувач	4890
3	Радіаторний охолоджувач	270*
4	Змішувач	480*
5	Трубопроводи	415
6	Кріпильні та з'єднувальні елементи	885
7	Засоби ТО і поточного ремонту	1135

Примітка: * – сумарна норма часу для змішувача та радіаторного охолоджувача вказана для їх доопрацювання для роботи в складі установки.

Для роботи газогенераторної установки немає потреби у повному виготовленні радіаторного охолоджувача чи змішувача. Для таких цілей підходять, серійні тракторні масляні радіатори, необхідно лише доопрацювати їх. Для установки автомобіля ГАЗ-53-12 підходить радіатор, який вказаний у таблиці 2. Ціна цього радіатора взята з електронного каталогу www.auto.agrosoyuz.ua. Працевдатний карбюратор К-126Б автомобіля ГАЗ-53-12 може служити основою для доопрацювання змішувача установки. Електроventильатор може бути вибраний з серійних. Ціна стандартних деталей (болтів, гайок, шайб тощо) та ущільнень вказана сумарна.

Підсумовуючи графі таблиці 1 видно, що сумарна норма часу на виготовлення газогенераторної установки, в даних умовах, складає 20535хв. Усереднена тарифна ставка працівників, що виконують ці роботи (дані виробничих майстерень Агротехнічного коледжу Державного агроєкологічного університету для виробничих працівників IV розряду) становить 2,76грн/год. Розрахувавши формулу (3) визначали заробітну плату виробничих працівників Z_{np} , вона становила 944,61грн. Сумарні відрахування (у фонд соціального страхування, пенсійний фонд та службу зайнятості) становлять 37,3% від суми заробітної плати виробничих працівників та розраховуються за формулою:

$$C_{сум} = \frac{Z_{np} \cdot P}{100}, \quad (11)$$

де P – сумарний відсоток відрахувань, $P = 37,3\%$.

У нашому випадку $C_{\text{сум}}$ становитимуть *352,34 грн.* Вартість матеріалів, які необхідні на виготовлення газогенераторної установки (таблиця 2), вказані за оптовими цінами з електронного каталогу www.auto.agrosoyuz.ua.

Таблиця 2. Дані вартості матеріалів

Назва матеріалу (групи деталей)	Маса, кг. або кількість, шт.	Вартість 1 кг. або 1 шт., грн./кг. або грн./шт.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4
Сталь листова, заготовки (Ст3, Ст5, Сталь35, Сталь45)	312,0	3,50	1092,0
Радіатор 85У.08.040	1	174,89	174,89
Електроventильатор	1	103,60	103,60
Ущільнюючий матеріал	1,20	8,80	10,56
Стандартні деталі	-	-	65,0

За формулою (2) визначаємо прямі витрати на виготовлення газогенераторної установки, вони складуть *2743,0 грн.*

Непрямі (накладні) витрати визначаються у відсотковому відношенні від суми заробітної плати виробничих працівників, їх можна розрахувати за формулою:

$$H = \frac{K \cdot Z_{np}}{100}, \quad (12)$$

де K – відсоток накладних витрат від суми заробітної плати працівників, приймається в межах $70 \div 120\%$ [7].

Непрямі витрати в нашому випадку складуть *1039,07 грн.*

Вартість виготовлення газогенераторної установки розрахована за формулою (1) і складає *3782,07 грн.* У порівнянні з ціною установок природного газу, економічно обгрунтованим є виготовлення газогенераторних установок [5,6,7,11].

Висновки

1. Створення газогенераторних двигунів повинно входити в пріоритетні напрямки розвитку техніки в нашій країні.
2. При визначенні собівартості виробництва газогенераторних установок необхідно враховувати умови виробництва.

3. Визначена вартість виготовлення газогенераторної установки не враховує затрат на її проектування і вмонтування її в автомобіль.
4. При оцінюванні найбільш трудомістких операцій (у випадку зварювальних робіт) важливо проводити оптимізацію їх виконання.
5. Від односторонньої оптимізації процесів слід переходити до багатомірної.
6. У порівнянні з ціною установок природного газу, існує економічно обгрунтована перспектива для газогенераторних установок.

Перспективи подальших досліджень

Зважаючи на те, що визначену собівартість виготовлення газогенераторної установки можна приймати як орієнтовну, для подальших досліджень необхідно виготовити дослідний зразок і після випробувань та доробок, продовжити технологічно-конструкторську та вартісну оптимізацію для налагодження серійного випуску транспортних газогенераторних установок, які відповідають екологічним і економічно-технічним вимогам.

Література

1. Бичковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. – К.: Техніка, 2002. – 336 с.
2. Гусякова Г.П., Корнев А.Б., Гусяков Д.С. Выбор материала и износостойкость газотермических покрытий // Тяжелое машиностроение. – 2003. – №10. – С.27–31.
3. Дмитриченко С.С. Методы обеспечения требуемых показателей металлоемкости и долговечности мобильных машин. // Вестн. машиностроения. – 2003. – №9. С.23–28.
4. Ермишин Ю.О. Технологии сварки третьего тысячелетия // Автоматизация и современ. технологии. – 2003. – №9. – С.43–44.
5. Ємець Б.В. Визначення загальної енергоемності використання автомобілів з газогенераторною установкою в екологічних агротехнологіях // Вісн. ДАУ. – 2005. - №1. – С. 208–214.
6. Лось Л. В., Цивенкова Н.М. Проблема енергоносіїв та її вирішення в сільському господарстві України біоенергетичними газогенераторами // Вісн. ДАУ. – 2004. – №2. – С.3–21.
7. Мартишин Я.М. Економічна модель машин та сутність ремонтно-технічного обслуговування // Актуал. пробл. економіки. – 2004. – №1. – С. 176–181.
8. Павловський Н.П., Орлов С.Ф. Автомобильно-тракторные газогенераторные установки. – М.: Гостехиздат, 1939. – 384 с.

9. *Panayotou T.* Green Markers: The Economics of Sustainable Development. – San Francisco: Press, 1993. – 169 p.
 10. Развитие биоэнергетической технологии в Украине / *Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железная, С.В. Тишаев, С.Г. Кобзарь* // Экотехнол. и ресурсосбережение. – 2002. – №3. – С.3–11.
 11. Створення сучасного газогенераторного двигуна внутрішнього згоряння для північних районів України – важливий фактор підтримки сільськогосподарського товаровиробника / *М.І. Шмалюк, В.А. Вознюков, Б.В. Ємець, Л.В. Лось* // Вісн. Інж. акад. України. – 2001. – №2. – С.75–77.
 12. *Токарев Г.Г.* Газогенераторные автомобили. – М.: Издат. Мин. ком. хоз. РСФСР, 1948. – 160с.
 13. *Яновський В.В.* Покращення паливної економічності та екологічних показників конвертованих газових двигунів дорожніх транспортних засобів : Автореф. дис. к. техн. наук: 05.05.03 / Нац. транспорт. ун-т. – К., 2004. – 18 с.
-
-