

будуть мінімальні. Такий підхід пропонується з метою визначення оптимальних керуючих впливів на проект.

Рішення і сценарії проекту, що забезпечують стійку роботу гірничовидобувного підприємства, повинні міститися в єдиному документі.

При проектуванні кар'єра особлива увага повинна приділятися пошуку організаційних можливостей для досягнення цілей бізнесу в мінливому зовнішньому і внутрішньому середовищі. Проект повинен містити в собі опис необхідних технологічних, технічних та організаційних змін, а також сукупність методів, засобів і порядку здійснення перетворень і їх контролю.

Список літератури

1. Проектирование карьеров: Учебник / **К.Н. Трубецкой, Г.Л. Краснянский, В.В. Хронин, В.С. Коваленко.** – 3-е изд., перераб. – 2009. – М.: Высш. шк. – 694с.
2. **Астафьев Ю.П., Давидович А.С., Бевз Н.Д.** и др. Автоматизация планирования горных работ на железорудных карьерах. – М.: Недра, -1982.- 280 с.
3. **Григорьев И.Е., Григорьев Ю.И.** Системный подход к процессу проектирования горных объектов. Разраб. рудн. месторожд. - Вып. 87. - Кривой Рог: КТУ, 2011. - С. 175-178
4. **Берталанфи Л.** Общая теория систем. - М.: Прогресс, 1969.
5. **Евланов Л.Г.** Теория и практика принятия решений.- М.: Экономика, 1994.

Рукопис подано до редакції 21.02.13

УДК 629.063.6

Є.М. АРСФ'ЄВ, канд. техн. наук., доц., ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,
О.Д. ПОЧУЖЕВСЬКИЙ, асистент, ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ГАЗОДИЗЕЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ НА КОЛІСНОМУ ТРАКТОРІ К-701

Розглянуто результати досліджень використання газобалонної установки на тракторі К-701 під час виконання різних видів робіт.

Ключові слова: газодизель, економія пального, трактор.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. На сьогодні сплеск активності щодо використання альтернативних джерел енергії на транспорті - в кожній країні знаходиться на одному з перших місць. У першу чергу це пов'язано із систематичним щорічним здорожчанням світлих нафтопродуктів, а саме бензину та дизельного пального [1]. Особлива увага пов'язана саме з дизельним паливом, адже саме воно використовується: в сільськогосподарській та будівельній техніці, вантажних автомобілях і залізничному транспорті, морських і річних судах і т.ін.

Така увага навколо даного питання (в Україні та інших країнах світу) пов'язана з тим, що здорожчання дизельного пального призводить до здорожчання всіх видів робіт, що виконує дана техніка та як наслідок кінцевої продукції.

У зв'язку з цим питання економії енергоресурсів затверджене в кожній країні на державному рівні. В Україні це є розпорядженні Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р. № 145-р «Енергетична стратегія України на період до 2030 року».

Аналіз досліджень та публікацій. Основні напрямки досліджень щодо зменшенню витрат пального, сконцентровані в напрямку вдосконалення конструкції двигунів та трансмісії машин, покращення експлуатаційних чинників, підвищення контролю за формування норм витрати паливно-мастильних матеріалів і т.ін. Однак більшість з них вимагають для досягнення достатнього економічного ефекту, вкладення великих матеріальних та трудових ресурсів і мають незначний. У зв'язку з цим, на сьогодні, одним з актуальних напрямків скорочення витрати дизельного пального є забезпечення роботи дизельних двигунів на суміші дизельного пального та газу (змішаному пальному). У якості останнього може бути використаний стиснений природний газ (метан) або зріджений нафтовий (пропан-бутанова суміш). Переваги використання газобалонного обладнання на дизельних машинах полягають у тому, що [1,2]:

- економія дизельного пального може сягати 75-80%;
- завжди можна повернутися до 100%-го використання дизеля;
- знижується димність відпрацьованих газів від 2 до 4 разів;

зменшуються викиди CO₂;
 збільшується сумарний запас ходу транспортного засобу в 1,5-1,7 разів;
 покращується динаміка руху;
 зменшується тиск в блоках живлення паливом;
 підвищується ресурс двигуна;
 диверсифікація пального.

При цьому використання газодизеля - не нове. Вперше використання газодизельного процесу згоряння пального запатентував у 1898 р. Р. Дизель. Однак практичне використання цей спосіб знайшов тільки з 1938 р., головним чином на стаціонарних двигунах [3].

Вантажівки із газодизельними двигунами колись вироблялися в СРСР серійно. Так, з 1987 р. Камський автозавод випускав моделі «53208», «53217», «53218» і «53219» з атмосферними двигунами КамАЗ-7409.10. Паралельно велися роботи з доведення турбодизеля КамАЗ-7403 для роботи на бінарному пальному. Але гримнули перебудова і розпад СРСР, і роботи в цьому напрямку були припинені.

Роботи з газодизеля проводилися в Україні ще з радянських часів. У Київському транспортному університеті під керівництвом професора К.Є. Долганова групою фахівців був створений перший український газодизельний двигун, призначений для повсякденної експлуатації. Проте розвинути цей безумовний успіх у ті роки не вдалося.

Проте вже в 2003 році фахівці Київського політехнічного інституту в ході робіт з оптимізації газодизеля зуміли внести в базову конструкцію системи газодизеля ряд нововведень, завдяки яким вдалося істотно поліпшити основні технічні параметри і відкрити перспективу до дійсно масового застосування газодизеля. Це забезпечило можливість переобладнання транспортних дизелів в умовах автотранспортних підприємств.

Газодизельна система живлення широко використовується для атмосферних двигунів Ярославського моторного заводу (ЯМЗ-236.238.240). Крім цього вона використовується на сучасних автомобілях КамАЗ, БелАЗ.

Крім того, в наукових установах України та Росії проводили тестування вітчизняних тракторів (Т-150, Т-701, МТЗ, ДТ-75 та ін.) з газодизельною установкою і підтвердили доцільність її застосування [2].

Постановка завдання. Зважаючи на те, що даний напрямок скорочення витрати дизельного пального на сьогодні є досить актуальним та перспективним, доцільно більш детально проаналізувати та дослідити результати випробувань машин оснащених газодизельною системою живлення. У зв'язку з цим об'єктом досліджень обрано універсальну та багатофункціональну машину у вигляді трактора К-701. Адже саме цей вид техніки досить широко використовується: у сільському, лісному та комунальному господарстві, будівництві, промисловості та ін.

Викладення матеріалу та результати. Доцільність використання газодизельної системи живлення (газобалонної установки) на колісному тракторі К-701 засновано на дослідженні результатів протоколу випробувань № 03-52-05 (1010011) ФГУ «Владимирская государственная зональная машиноиспытательная станция».

К-701 розглядався як трактор загального призначення, що застосовується на виконанні різних сільськогосподарських робіт з навісними, напівнавісними і причіпними машинами і знаряддями, в агрегаті з якими можна виконувати оранку, культивуацію, боронування, посів, лущення стерні, безвідвальну обробку ґрунту та транспортні роботи.

На серійному зразку трактора К-701 (рис. 1) на задній напів-рамі двигуна змонтовано газобалонне обладнання (ГБО), яке дозволяє двигуну працювати на двох видах пального: дизельному та газодизельному (змішаному пальному - 20-30 % дизпаливо, 70-80% газ метан).

При цьому було розглянуто роботу трактора з трьома видами навісного обладнання: перший це плуг чизельний (ПЧ-4), другий - борона дискова (БДСТ-7,2), третій - агрегат комбінований ґрунтообробний (АПК-6).

Середня глибина обробки (см), закладення рослинних і поживних залишків (%), висота гребенів поверхні (см), а також продуктивність відповідно склали (га/г): 35,3 см, 10,0 %, 4,7 см, 3,15 га/год; 20,0 см, 83,1 %, 4,5 см, 6,89 га/год; 15,9 см, 90,0 %, 4,2 см, 7,47 га/год.



Рис. 1. Зовнішній вигляд трактора К-701 з газобалонною установкою

Умови експлуатації характеризувалися: ГБО монтувалося на трактор без зміни основних конструкційних параметрів трактора; налаштування ГБО відбувалося вручну; трудомісткість щозмінного газобалонного трактора складає 0,59 люд/год; роботи по монтажу і налаштуванню ГБО, а також експлуатація трактора з ГБО – проводилися з дотриманням всіх заходів безпеки.

Газобалонне обладнання трактора включає в себе: газові балони з арматурою (балони розділені на дві секції по 9 балонів у кожній), два газових фільтра, два електромагнітних клапана високого тиску, два редуктора високого тиску, двоступінчастий редуктор низького тиску, дозатор газу, змішувач, механізм установки запальної дози, заправний пристрій, шланги, трубки, електрообладнання, манометр, перемикач виду пального.

Слід зазначити, що ГБО не змінює габаритні розміри трактора К-701. Однак, у результаті переоснащення, було збільшено експлуатаційну масу трактора з 13500 до 14700 кг. Місткість одного газового балона становить 51 л, а усіх 18-ти - 918 л метану.

Робочий тиск у газових балонах при повній заправці досягає величини 20 МПа, з'єднання балонів у секціях послідовне. Заправка здійснюється через заправний пристрій.

При роботі двигуна на газодизелі, рейка паливного насоса високого тиску забезпечує тільки запальний дозу дизельного пального в камері згоряння, необхідну для забезпечення займання суміші. Хід рейки обмежується механізмом запальної дози.

Подача газу в циліндри здійснюється через впускний колектор двигуна. Процес подачі відбувається в наступному порядку: з балонів обох секцій стиснений газ трубопроводами високого тиску подається до електромагнітних клапанів, попередньо пройшовши очищення від твердих домішок у фільтрах, після відкриття електромагнітних клапанів газ подається до редукторів високого тиску (РВТ), де відбувається зниження тиску газу до 0,8-1,2 МПа (8,0-12,0 кг/см²), при зниженні тиску в РВТ відбувається падіння температури газу, тому для його підігріву до РВТ подається рідина від системи охолодження двигуна гумовими рукавами (шлангами), після цього газ від двох редукторів високого тиску через трійник надходить до двоступінчастого редуктора низького тиску (РНТ), де відбувається подальше зниження тиску газу до величини рівної 20 мм водяного стовпа, далі газ надходить до дозатора, потім до змішувача і по впускному колектору в циліндри двигуна.

На рис. 2 зображено схему системи живлення трактора К-701.

Однак для визначення загальних економічних витрат пального врахуємо під час використання ГБО витрати метану, а також приймемо середню вартість і щільність дизельного пального та метану - відповідно 9,97 грн/л і 0,85 кг/л, 6,53 грн/м³ і 0,59 кг/м³.

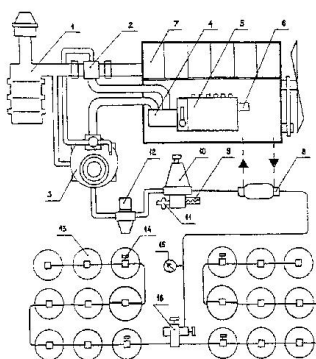


Рис. 2. Схема системи живлення газодизеля трактора К-701: 1 - очисник повітря; 2 - змішувач; 3 - РНТ; 4 - дозатор; 5 - паливний насос високого тиску; 6 - обмежувач запальний дози рідкого палива; 7 - дизельний двигун ЯМЗ-240Н; 8 - підігрівач газу; 9 - запобіжний клапан; 10 - РВТ; 11 - датчик тиску; 12 - електромагнітний клапан-фільтр; 13 - балон; 14 - витратний вентиль; 15 - манометр; 16 - хрестовина із заправним і витратним вентилями

Отже, у складі з агрегатом ПЧ-4, БДСТ-7,2 та АПК-6 досягнуто скорочення витрат на пальне відповідно: з 145,1 до 51,0 грн/га, з 64,2 до 36,64 грн/га і з 44,8 до 24,8 грн/га. Отже, економія склала 64,9, 43,0 та 44,7 %.

Слід зазначити що загальна ефективність буде значно меншою, адже сюди слід додати та врахувати: збільшення трудомісткості ТО (ТО-1 з 3,87 до 4,0 люд-год, ТО-2 з 10,5 до 13,49 люд-год, ТО-3 з 23,9 до 28,88 люд-год.); підвищення кваліфікації робітничого персоналу; оновлення виробничо-технічної бази підприємства з експлуатації даної техніки та ін.

Таблиця 1

Результати випробувань роботи трактора К-701 на дизельному та газодизельному пальному						
Тип пального	Вид робіт	Склад агрегату	Робоча швидкість,	Технологічна продуктивність за год., га	Витрати пального на одиницю виконаної роботи	
					метан,	дизельне

			км/год		нм ³ /га (кг/га)	пальне, кг/га
Дизельне пальне (ДП)	Безвідвальна обробка ґрунту	К-701 (ДП)+ПЧ-4	7,59	2,68	-	17,12
	Дискування ґрунту	К-701 (ДП)+БДСТ-7,2	9,2	5,84	-	7,57
	Обробка ґрунту комбінованим агрегатом під посів	К-701 (ДП)+АПК-6	9,9	6,59	-	5,29
Газодизель (ГД)	Безвідвальна обробка ґрунту	К-701 (ГД)+ПЧ-4	7,73	2,72	4,7 (3,31)	3,88
	Дискування ґрунту	К-701 (ГД)+БДСТ-7,2	9,84	6,21	4,54 (3,20)	2,25
	Обробка ґрунту комбінованим агрегатом під посів	К-701 (ГД)+АПК-6	10,1	6,7	4,01 (2,82)	1,1

Крім цього ефективність буде досягнуто через певний проміжок часу (термін окупності), який в середньому, при річному напрацюванні 1400 мото-год складає від близько 2 років. Також не слід забувати, що окрім скорочення витрати дизельного пального, газодизельний процес дозволяє досягти поліпшення екологічного стану агроєкосистеми, підвищення родючості ґрунтів, їх окультуреність, зниження забрудненості атмосферного повітря і землі, приріст біологічного та екологічного потенціалу сільськогосподарських культур.

Висновки та подальші напрямки досліджень. Під час аналізу результатів випробувань трактора К-701 з газодизельною системою живлення було встановлено, що він в агрегаті з ґрунтообробними машинами надійно і якісно виконує технологічний процес.

Застосування газодизельного процесу роботи двигуна трактора економічно доцільно - за рахунок зниження витрат дизельного пального та екологічного ефекту.

Подальші дослідження передбачають можливість встановлення мікропроцесорної системи управління на газодизельний трактор К-701.

Список літератури

1. **Золотницький В.А.** Автомобильные газовые топливные системы / **В.А. Золотницький.** – М.: АСТ, 2007. – 128 с.
2. Про переваги газодизельного трактора. Газодизель: то же топливо, но дешевле [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL : <http://www.zerno-ua.com/?p=10832>. – Назва з екрана.
3. Газодизель: економія на економічному [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : <http://autoexpert.com.ua/stati/tehnologii-i-remont/4032-gazodizel-yekonomiya-na-syekonomlennom.html>. – Назва з екрана.
4. Протокол испытаний № 03-52-05 (1010011) Газобаллонный трактор К-701 от 07 декабря 2005 / ФГУ «Владимирская государственная зональная машиностроительная станция». Москва, 2005. - 7 с.
Рукопис подано до редакції 21.02.13

УДК 622.271: 622.684

В.О. СІСТУК, асистент, ДВНЗ «Криворізький національний університет»

РЕЗУЛЬТАТИ ЛАБОРАТОРНИХ ТА ПРОМИСЛОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОНЦЕПЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ СИЛОВОГО ДОВОРОТУ НА ВЕЛИКОВАНТАЖНИХ КАР'ЄРНИХ САМОСКИДАХ

Представлені результати досліджень маневреності колісної машини при здійсненні силового довороту, а саме, повороту за рахунок примусового управління кутовими швидкостями ведучих коліс та максимального повороту передніх коліс. Математична модель силового довороту, заснована на використанні залежностей відношення кутових швидкостей та радіусів повороту, які необхідно забезпечити у відповідності до коефіцієнту зчеплення шини з опорною поверхнею, була перевірена шляхом лабораторного та промислового експерименту. Результати емпіричних досліджень мають достатню збіжність з розрахованими показниками, що дозволяє рекомендувати використання силового довороту на кар'єрних самоскидах з метою зменшення радіусу повороту при установці під навантаження. Ефективність, яка може бути отримана при впровадженні силового довороту, полягає у зменшенні тривалості установки машин під навантаження, що призводить до економії витрат пального, та зменшенні об'ємів розкривних робіт.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними задачами. З метою зменшення радіусу повороту великовантажного кар'єрного самоскиду при установці під навантаження у стиснених умовах вибоїв нами запропоновано використання системи примусового управління поворотом, направленої на створення додаткового поворотного моменту за рахунок регулювання відношення кутових швидкостей задніх ведучих коліс, що призводить до виконання маневру із силовим доворотом [16,17]. Концептуальні засади використання силового довороту на кар'єрних самоскидах, засновані на відповідних математичних залежностях, нами були розроблені [16,17], але їх перевірка у лабораторних та промислових умовах не проводилась.