

ЗАСТОСУВАННЯ КОНЦЕНТРАТОРІВ КИСНЮ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВ В ГАЗОГЕНЕРАТОРНИХ ПРИВОДАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Виявлено й досліджено основні причини, що негативно впливають на роботу газогенераторних засобів при використанні фітотомаси в газогенераторах і фітогазу в ДВЗ при переведенні їх з рідкого палива (дизельне паливо, бензин) на генераторний газ.

Запропоновано використовувати збагачене киснем повітря за допомогою концентраторів кисню, що сприятиме підвищенню ефективності роботи газогенераторних блоків, модулів, зменшенню викидів шкідливих газів при роботі ДВЗ. Запроваджено покращення умов роботи механізаторів шляхом збагачення атмосфери кабін киснем від вказаних концентраторів.

Постановка проблеми

Останні десятиріччя характеризуються стрімким зростанням цін на видобувні енергоносії, забрудненням навколишнього середовища та змінами клімату в різних регіонах планети. Зменшення споживання паливно-енергетичних ресурсів за рахунок впровадження енергозберігаючих технологій та альтернативних видів палива для агропромислового комплексу (АПК) є надзвичайно актуальним. Щорічно АПК споживає природного газу біля 4,1 млрд куб. метрів ($\approx 6\%$ від загальнодержавного споживання газу), в тому числі сільськогосподарськими підприємствами – 0,7 млрд м³, підприємствами харчової промисловості – 3,4 млрд м³, бюджетними організаціями 20 млрд. м³; дизельного палива – 1620 тис. тонн, в тому числі АПК – 1390 тис. тонн; бензину – 605 тис. тонн, в тому числі АПК – 398 тис. тонн [10].

Аналіз річних звітів господарств АПК підтвердив інформацію про значні фінансові затрати, в тому числі на оплату відсотків банкам для придбання паливно-енергетичних компонентів – бензину, дизельного палива, газу, електроенергії. Тому в господарствах стоїть гостра проблема із зменшенням витрат на енергоносії. Цю проблему потрібно вирішувати за рахунок використання альтернативних дешевих джерел енергії, які є у частині господарств.

Поновлювані джерела енергії – це джерела природного походження, які можливо постійно поповнювати. До них відносяться: біопалива (біодизель,

генераторний газ, біогаз, фітогаз на основі відходів рослин, брикети і гранули з відходів деревини, соломи, лузги, спеціально вирощених рослин, водоростей, різних органічних відходів); енергія сонця (сонячні батареї та сонячні колектори); енергія вітру; енергія води (гідроелектростанції); геотермальна енергія [3, 5, 7, 10].

Можливості використання в АПК таких альтернативних видів палива: **біодизель** –паливо, вироблене з рослинних олій або тваринних жирів, яке за своїми характеристиками є еквівалентним дизельному паливу і може використовуватися в дизельних двигунах без будь-яких їх технічних змін. Розрахунки показують, що на виручені кошти від продажу ріпаку за ринковою ціною, можна купити більше дизельного палива ніж виробити біодизель. [7, 8, 10, 11]. Ця ситуація стримує випуск біодизеля в Україні; **біогаз** – паливо, яке утворюється у процесі бродіння біомаси (відходів тваринного і рослинного походження). Відбувається виділення біогазу, який містить 50–85% метану, 15–45% вуглекислого газу і до 5% сірководню, азоту та водню. Біогаз можна застосовувати як паливо для автотракторних двигунів, причому, ефективність його в цьому випадку залежить від вмісту метану і наявності домішок. На метані можуть працювати як карбюраторні, так і дизельні двигуни. Однак, так як біогаз є високооктановим паливом, більш ефективним є його використання в дизельних двигунах. [1, 7, 10, 11]; **генераторний фітогаз** – пристрій для перетворення твердого або рідкого палива в газоподібний стан у результаті піролізу називають газогенератором [2, 7, 8]. Найбільше у сучасних газогенераторах для отримання фітогазу використовують подрібнену деревину: гілки дерев, кущів, відходи деревообробних майстерень, лузгу насіння, стебла рослин, солому, вербу. Фітогаз може з успіхом використовуватися для опалювання житла, підігріву води, одержання електроенергії та як паливо для дизельного електрогенератора, автотракторних двигунів.

На сучасному етапі в транспортних засобах використовуються і досліджуються двигуни з різними енергетичними джерелами. Використання енергоносіїв на основі біопалива для сільськогосподарської техніки має переваги і проблеми. Перевагами є: використання місцевої, поновлювальної, дешевої біомаси, яка у вигляді твердого палива або біогазу використовується для стаціонарних або транспортних установок; зменшується забруднення навколишнього середовища. Проблемним питанням може бути використання біо-фітогазу в мобільній автотракторній техніці, так як для його застосування необхідні додаткові затрати на стискання, зрідження, що не завжди технічно можливо і економічно вигідно. Крім того, газ може бути дуже різноманітний за своїм складом в залежності від біомаси і установки, в якій він утворюється, що в значній мірі негативно впливає на тягово-динамічні і швидкісні характеристики двигунів. Тому однією із основних проблем, яку потрібно вирішити, є підвищення ефективності використання біопалив в газогенераторних приводах

сільськогосподарських машин, які іноді компонується в газогенераторні модулі, блоки, а саме: газогенератор ДВЗ, який працює на фітогазі [2, 5, 8, 11].

Аналіз основних досліджень та постановка завдання

За останній час було проведено ряд досліджень з використанням рослинної фітомаси у процесах газифікації в транспортних генераторних модулях з метою підвищення ефективності роботи газогенераторів і традиційних ДВЗ, переведених на фітогаз та поліпшення їх техніко-економічних та екологічних характеристик [1, 2, 5, 7, 8].

Аналізи основних досліджень показали, що розглядати завдання із покращення ефективності роботи газогенераторних сільськогосподарських машин, переведених на фітогаз, та поліпшення їх техніко-економічних й екологічних характеристик потрібно в комплексі.

В даний період створився дефіцит підходів у подальшому підвищенні техніко-економічних і екологічних характеристик газогенераторних установок. Способи турбо-наддуву показали можливості підвищення крутного моменту до 36 %, ефективної потужності до 26 % і на цьому вичерпали себе [13].

При роботі газогенераторів на автотранспорті спостерігаються явища, які негативно впливають на газогенерацію. Ручна, періодична подача фітопалива в зону газифікації, різна щільність фітомаси, не контрольована подача повітря з різним вмістом кисню в газогенератор, призводить до мінливості процесу газифікації [2, 3, 9].

Аналіз дослідження показує, що основними причинами зменшення потужності ДВЗ, при переході їх з рідкого палива на фітогаз, є: склад отриманого генераторного газу з більш низькою теплотворністю газоповітряної горючої суміші, при цьому зменшується швидкість згоряння газоповітряної суміші, коефіцієнта наповнення двигуна, ступінь очищення й охолодження генераторного газу, зменшується механічний ККД двигуна [2, 3, 5].

Проведений аналіз швидкісних характеристик двигунів ЗМЗ-53 та ЗиЛ-130 з газогенераторним модулем із використанням фітогазу свідчить, що, при використанні генераторного газу для живлення двигуна, ефективна потужність його зменшується до 40%, тягово-динамічні та швидкісні властивості автомобілів з такими двигунами погіршуються [2, 7, 9].

Як видно з аналізів проведених досліджень, залишається невирішеною проблема покращення техніко-економічних характеристик газогенераторних модулів (газогенератор ДВЗ), які працюють на фітогазі, що отримується у результаті газифікації відходів рослинного походження в газогенераторах.

У дослідженнях не розглядається склад атмосферного повітря, кількість кисню у складі повітря, яке оточує автомобілі (трактори) з газогенераторними модулями, що працюють на фітогазі, одержаному шляхом газифікації.

Як відомо, основними компонентами сухого повітря є азот (не підтримує горіння) і кисень (за його участі працюють газогенератори, згоряє пальне у автотракторних двигунах), а також невелика кількість вуглекислого газу, водню та інших газів. Вміст водяної пари у повітрі постійно змінюється (від 0,2 до 3%) залежно від її агрегатного стану. Повітря містить також тверді й рідкі домішки (аерозолі). Від зміни складу повітря залежать фізичні і хімічні процеси у природі (рослинах, тваринах, птиці) організмах людей, процеси поглинання і розсіювання радіації, виникнення окремих оптичних явищ в атмосфері, горінні тощо [2, 8].

Аналізи останніх досліджень показують, що склад повітря неоднаковий. На склад повітря впливають ряд факторів. Розглянемо деякі фактори з врахуванням можливості роботи сільськогосподарської техніки і засобів механізації на базі газогенераторного приводу. У зв'язку з цим, виявляється можливість нового підходу в покращенні економічності та екологічності газогенераторних блоків.

При роботі ДВЗ у ремонтних майстернях, на дорозі, у полі змінюється склад повітря, що в значній мірі зменшує кількість кисню. Наприклад, на одному і тому ж полі протягом доби, року склад повітря змінюється в зв'язку з процесом вирощування культур, розміщення поля, часу і кількості роботи сільськогосподарської техніки, погоди (вітер, сонце, дощ, температура), наявності у повітрі пилу, частинок рослин в залежності від виконання відповідного технологічного процесу.

Тому, для відповідного складу повітря, яке буде подаватися в газогенератор ДВЗ при спалюванні пального, необхідно передбачити процеси і розробити обладнання, що забезпечить потрібну, регульовану роботу газогенераторного модуля на фітопаливі. Тому потрібно створити концентратор кисню, який забезпечить очищення і збагачення повітря киснем, що буде подаватися у робочі зони газогенераторного модуля.

У газогенераторі, регулюючи подачу збагаченого киснем повітря, можна регулювати процес газифікації, зменшити її мінливість [2, 6].

В ДВЗ, регулюючи подачу збагаченого киснем повітря, можна буде регулювати процеси: покращити охолодження генераторного газу; збільшити теплоутворюваність газоповітряної горючої суміші; термічний ККД газових двигунів із запаленням від стиску; коефіцієнт наповнення двигуна; швидкість згоряння газоповітряної суміші; механічний ККД двигуна. Крім того, проведені санітарно-гігієнічні дослідження при виконанні технологічних процесів на тракторах, комбайнах та автомобілях, які є на оснащенні в господарствах Житомирської області. При проведенні санітарно-гігієнічних досліджень вивчалися параметри мікроклімату, складу повітря, кількості кисню, концентрації пилу у повітрі робочої зони, кабінах, мікробне забруднення основних виробничих ділянок, шуму та вібрації. При цьому, була звернута увага на значне зменшення вмісту кисню в робочих зонах, кабінах тракторів, комбайнів та автомобілів. Слід відмітити, що зменшення кисню на 0,2–1,5 %

викликає порушення активності головного мозку, а подальше зниження кількості кисню у повітрі веде до загрози здоров'ю. Тому буде передбачено, що концентратори кисню вироблятимуть необхідну кількість збагаченого киснем повітря для забезпечення нормальних умов роботи газогенераторного модуля і механізатора в кабіні. Крім того, модифіковані концентратори кисню можна буде використовувати у виробничих підрозділах господарств, навчальних закладах, майстернях. Концентратори кисню випускаються продуктивністю 3–10 літрів/годину компанією AirSep (США) [14].

В даний період конструкції концентраторів кисню дозволять ефективно використати їх для вирішення цих завдань.

Об'єкт та методика досліджень

Об'єктом дослідження є процеси виділення, очищення кисню із атмосферного повітря з подальшим збагаченням повітря киснем, біогазу при роботі в газогенераторних приводах сільськогосподарських машин. Предметом досліджень є пристрій (концентратор кисню), який дозволить отримати очищений, високоякісний кисень із атмосферного повітря для подальшого збагачення повітря киснем, фітогазу в газогенераторні приводи сільськогосподарських машин і засобів механізації.

Концентратор кисню буде використовувати енергію від газогенераторного блоку.

У процесі дослідження використовувалися експериментальні та теоретичні методи.

Результати досліджень

Результати досліджень підтверджують доцільність переходу автотракторної техніки в АПК на газодвигунне паливо, що дозволить зменшити витрати на їх експлуатацію в 1,5–2 рази за основними видатками на паливо, покращить екологію довкілля, при цьому ефективна потужність зменшується від 17 до 40 %. Слід відмітити, що у 2008 році на природному газі працювало 9,6 мільйонів одиниць техніки, а в 2010 році – 11 мільйонів. При цьому, ціна на стиснутий газ, відповідно за ці роки, зросла від 2,00 грн/м³ до 3,5 грн/м³ [7]. Генераторний газ в ДВЗ не використовується, дослідницькі роботи у комплексі газогенератор – газовий двигун – майже не проводяться. При використанні генераторного газу для живлення двигуна ефективна потужність його зменшується до 40 %, тягово-динамічні та швидкісні властивості автомобілів з такими двигунами погіршуються.

Дослідження роботи газових двигунів з наддувом дає можливість збільшити ефективну потужність до 26 %, максимальний ефективний момент збільшиться на 36 %.

Дослідження складу повітря в місцях роботи сільськогосподарської техніки показали, що вміст кисню у повітрі становить 20,8 – 19,3 % при нормі кисню у повітрі (O₂) 20,93 % за об'ємом, або 23 % за масою, концентрації ґрунтового та виробничого пилу коливалися від 5,4 до 12,4 мг/м³, що негативно впливатиме на роботу газогенераторних модулів і механізаторів.

Застосування збагаченого киснем повітря за допомогою концентраторів кисню в значній мірі вирішить ці проблеми.

Висновки

Застосування концентраторів кисню у стаціонарних і мобільних установках з використанням місцевих відновлювальних недорогих енергоносіїв з біомаси дасть можливість покращити техніко-економічні, енергетичні і екологічні показники за рахунок кращого регулювання роботи газогенераторів, двигунів внутрішнього згоряння, які переводяться на біопаливо, в тому числі і на газогенераторний фітогаз, а також покращить умови роботи та стан здоров'я механізаторів.

Передбачається значний екологічний ефект зменшення викидів у повітря окислів азоту при роботі ДВЗ за рахунок зменшення вмісту азоту в повітрі.

Проведений аналіз дозволив зробити висновок, що конструкції вказаних концентраторів кисню можуть бути прототипами концентраторів кисню транспортних засобів.

Перспективи подальших досліджень: розробка і виготовлення вискоєфективного концентратора кисню для збагачення повітря киснем, яке буде використовуватися в газогенераторних приводах сільськогосподарських машин і для покращення умов роботи механізаторів; дослідити і систематизувати поєднання параметрів: фітомаси, генераторного газу, продуктивності концентратора кисню, подачі збагаченого киснем повітря для ефективного використання фітомаси в газогенераторах, покращення техніко-економічних показників ДВЗ, покращення мікроклімату в кабінах автомобілів і сільськогосподарських машин.

Література

1. *Андрійченко В. С.* Біогаз в домашньому та фермерському господарстві. – Луцьк: Л. І. 2012. – 48 с.

2. *Лось Л.В.* Перспективи створення, визначення показників роботи і основних розмірів газогенераторних установок для тракторних двигунів / *Л.В. Лось, Б.В. Ємець, М. І. Шмалюк* // Вісник ДАУ. – 2006. – № 1. – С. 109–121.

3. *Лось Л. В.* Екологічні аспекти нового газогенераторного автотракторного двигуна / *Л. В. Лось, В. А. Вознюков, М. І. Шмалюк* // Вісн. ДААУ. – 2000. – № 2. – С. 224–227.

4. *Лось Л. В.* Проблема зменшення шкідливого навантаження від автотракторних двигунів у північній зоні України / *Л. В. Лось, В.А. Вознюков, М. І. Шмалюк* // Вісн. ДААУ. – 2001. – № 1. – С. 17–19.

5. *Лось Л. В.* Проблема енергоносіїв та її вирішення у сільському господарстві України біоенергетичними газогенераторами. / *Л. В. Лось, Н. М. Цивенкова* // Вісник. ДАУ. – 2004. – № 2 (13). – С. 3–21.

6. *Митин С.Г.* Биоэнергетика: мировой опыт и прогноз развития. Научный аналитический обзор / *Митин С. Г., Орси́к Л. С., Сорокин Н. Т.* [и др]. – М., 2007.– 204 с.

7. *Озёрский Ю. Г.* Что придёт на смену нефти и природному газу. // Энергозбереження. – 2011. – № 4. С. 8 – 9.

8. *Прядко В. А.* Матеріали міжвузівської науково-практичної конференції «Інноваційні технології в енергозбереженні» – Стрій: СК ЛНАУ, 2010 р. С. 3–7.

9. *Токарев Г. Г.* Газогенераторные автомобили / *Г. Г. Токарев.* – М.: Машгиз, 1955. – 207 с.

10. *Хоменко Ю. І.* Енергоефективність в агропромисловому комплексі. // Енергозбереження. – 2010. – № 11. С. 4–5.

11. *Юдушкин Н. Г.* Газогенераторные тракторы / *Н. Г. Юдушкин.* – М.: Машгиз, 1955. – 244 с.

12. *Штрубенхофф Х.* Новые требования к сырью для биотопливной промышленности в ЕС: что нужно знать украинским аграриям, доповідь / *Штрубенхофф Х., Кандул С.* // Стан та перспективи впровадження біопалива в Україні: науково-практична конференція. – 16 червня 2010 р. (Київ).

13. Выбор и обоснование регулировочных параметров газового двигателя с наддувом, конвертированного из дизеля. [Электронный ресурс] / Режим доступа к источнику: http://www.nbuu.gov.ua/portal/natural/vcpi/NRvST/2011_54/18_26.PDF.

14. Кислородные концентраторы. [Электронный ресурс] / Режим доступа к источнику: www.omega-tec.com.ua
