

Выводы:

1. На основании вышеуказанной методики расчета зоны продувки ванны сталеплавильного агрегата струями кислорода при проведении анализа полученных результатов можно подойти вплотную к вопросу определения оптимальных характеристик дутьевого устройства с различными параметрами (углами наклона, диаметрами выходных сопел и др.).

2. Для обеспечения оптимального процесса тепло- и массопереноса в исследуемых агрегатах, необходимо подбирать такие углы наклона и диаметры сопел, чтобы обеспечить оптимальное соотношение «диаметр реакционной зоны-глубина лунки».

Список использованных источников:

1. Марков Б. Л. Физическое моделирование в металлургии / Б.Л. Марков, А.А. Кирсанов. – М.: Металлургия, 1984. – 118 с.
2. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй / Г.Н. Абрамович, Т.А. Гиршович, С.Ю. Крашенинников. – М.: Наука, 1984. – 716 с.
3. Абрамович Г. Н. Прикладная газовая динамика / Г.Н. Абрамович. – М.: Наука. – 1976. – 888 с.
4. Протопопов Е.В. Вклад кафедры черных металлов в развитие теории и техники высокотемпературного моделирования конвертерной ванны / Протопопов Е.В., Чернятевич А.Г., Фейлер С.В. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2015. – Том 58. – № 5. – С. 299–308.
5. Марков Б.Л. Методы продувки ванны. – М.: Металлургия, 1975. – 280 с.

Пирогов В.В.

кандидат фізико-математичних наук, доцент;

Якушева Н.О.

студентка,

Центральноукраїнський національний технічний університет

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ І ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДВИГУНІВ СТІРЛІНГА

Сучасний розвиток цивілізації не можливий без розвитку двигунів, які, як відомо, використовують для отримання механічної і електричної енергії, світла, тепла і т.д. Найбільш розповсюджений на сьогодні двигун внутрішнього згорання. Але незважаючи на це він має ряд суттєвих недоліків: низький коефіцієнт корисної дії, який досягає в найкращих конструкціях 25–35%, виділення великої кількості шкідливих газів, значний шум і вібрації при роботі, використання великої кількості палива і т. д. Альтернативою двигунам внутрішнього згорання є двигуни зовнішнього згорання Стірлінга, які сьогодні в багатьох розвинутих країнах розглядають як «двигуни XXI століття» [1–4]. До переваг двигуна Стірлінга можна віднести наступні:

- внаслідок зовнішнього підводу теплоти, двигун може працювати від будь-якого джерела енергії (тверде, рідке і газоподібне паливо, сонячна, хімічна і ядерна енергія та ін.) [5–7];
- відносна простота конструкції (відсутній газорозподільний механізм) [8];
- значний ресурс неперервної роботи внаслідок відсутності контакту продуктів згорання і атмосферного пилю з рухомими деталями двигуна, і який, в залежності від якості та матеріалів конструкції двигуна, може досягати ста тисяч годин [1; 2];
- високий коефіцієнт корисної дії, який може досягати 50–70% [9; 10];
- економічність, зумовлена тим, що термодинамічний коефіцієнт корисної дії майже рівний коефіцієнту корисної дії циклу Карно [11];
- екологічність, зумовлена тим, що в результаті більш повного згорання палива зменшується кількість шкідливих компонентів у випускних газах [8];
- більш плавне протікання робочого процесу забезпечує меншу нерівномірність крутного моменту за період циклу [7];
- повна динамічна зрівноваженість двигуна забезпечує низький рівень вібрації та шуму [7; 8].

Перераховані вище переваги та позитивні якості двигуна Стірлінга зумовлюють його застосування в різних областях і сферах життєдіяльності людини.

Автомобільні двигуни. Так, наприклад, низький рівень шуму, відсутність шкідливих викидів, можливість використання різних видів палива, висока економічність – вже сьогодні призводить до необхідності використання в якості автомобільних двигунів саме двигуни Стірлінга [11].

Системи кондиціонування, холодильні та криогенні машини, рефрижераторні установки. В зв'язку з тим, що двигуни Стірлінга можуть забезпечити охолодження (зворотній цикл Стірлінга) на температурному рівні від 0°C до -270°C [12; 13], їх широко використовують в холодильних та криогенних машинах, рефрижераторних установках середньої та малої потужності. Крім того їх з успіхом можна використовувати для систем кондиціонування повітря.

Машини і установки генерації електроенергії малої та середньої потужності. Двигуни Стірлінга завдяки надійності та значному ресурсу неперервної роботи можуть використовуватись в машинах і установках генерації електроенергії потужністю від 5 Вт до 500 кВт. Такі машини і установки дуже необхідні для постачання електроенергії для систем навігації, автоматичних метеостанцій, станцій зв'язку, автономних систем життєзабезпечення людей, які знаходяться у віддалених та важкодоступних районах із важкими кліматичними умовами.

Космічна техніка. В зв'язку з тим, що двигуни Стірлінга компактні, надійні і можуть працювати на сонячній або ядерній енергії, їх успішно використовують в малих космічних апаратах [14]. Наприклад, розроблений генератор Стірлінга з радіоізотопним джерелом енергії (Advanced Stirling Radioisotope Generator (ASRG)) використовувався в космічній експедиції NASA – Titan Saturn System Mission [15].

Двигуни для кораблів і підводних човнів. Внаслідок перелічених вище переваг, а також за наявності доступного джерела охолодження, двигун Стірлінга є найбільш перспективним типом двигуна як для кораблів так і для анаеробних енергетичних установок неатомних підводних човнів 5-го покоління [2; 16].

Сонячні електростанції. Двигуни Стірлінга знайшли своє застосування і в сонячній енергетиці, завдяки здатності перетворювати будь-який вид енергії в механічну та електричну енергію. Так, наприклад, на одній з побудованих в США сонячній електростанції з використанням двигунів Стірлінга коефіцієнт корисної дії коливався в межах 25–30% [17], що відповідає рівню роботи найкращих сучасних фотоелектричних модулів.

Медицина. Двигун Стірлінга завдяки своїм якостям може використовуватися, як надійний і довговічний механічний привід серцево-судинної системи людини та інших систем життєзабезпечення людини [17].

Отже, на основі проведеного аналізу літератури, а також з огляду на бурхливий розвиток джерел альтернативної енергії та автономної енергетики можна стверджувати, що двигун Стірлінга, з огляду на свої переваги та на можливість використання в різних сферах життєдіяльності людини, є дійсно «двигуном ХХІ століття». На це вказує активний розвиток технологій пов'язаних з виробництвом двигунів Стірлінга в таких країнах як США, Великобританія, Японія, Німеччина, Швеція, Нідерланди, Канада, Китай, Ізраїль, Австралія та ін., що пояснюється зростанням вимог щодо ефективності енергетичних систем, їх екологічності та збереження енергетичних ресурсів.

Список використаних джерел:

1. Кириллов, Н. Г. Многотопливные двигатели Стирлинга: методология создания новых высокоэффективных энергетических установок на основе использования альтернативных источников энергии / Н. Г. Кириллов // Автозаправочный комплекс+Альтернативное топливо. – 2010. – № 1(49). – С. 17-23.
2. Кириллов, Н. Г. В ХХІ век – на машине Стирлинга / Н. Г. Кириллов // Машины и механизмы. – 2007. – № 5. – С. 20-26.
3. Кириллов, Н. Г. Газопоршневые двигатели Стирлинга – технологический прорыв в автономной энергетике ХХІ века / Н. Г. Кириллов // Газинформ. – 2008. – № 2. – С. 34-41.
4. Stirling Engine Assessment. Final Report. 2002. – 170 p. – Режим доступа: <http://www.engr.colostate.edu/~marchese/mech337-10/epri.pdf>
5. Ридер, Г., Хупер, Ч. Двигатели Стирлинга / Г. Ридер, Ч. Хупер – М.: Мир, 1986. – 464 с.
6. Solar Stirling Engine Power Generator. – Режим доступа: <http://www.cncscookbook.com/CCStirlingGenerator.htm>
7. Мышинский, Э. Л., Рыжков-Дудонов, М. А. Судовые поршневые двигатели внешнего сгорания (двигатели Стирлинга) / Э. Л. Мышинский, М. А. Рыжков-Дудонов – Л.: Судостроение, 1976. – 76 с.
8. Двигатели Стирлинга. – М.: Машиностроение, 1977. – 150 с.
9. Чириков, К. Ю. Необычные двигатели / К. Ю. Чириков – М.: Знание, 1976. – 64 с.
10. У какого двигателя Стирлинга лучшая конструкция с максимальным КПД. – Режим доступа: URL: <http://mashintop.ru/articles.php?id=3240#NAnc7>
11. Уокер, Г. Двигатели Стирлинга / Г. Уокер – М.: Машиностроение, 1985. – 408 с.
12. Кириллов, Н. Г. Новые технологии в производстве холода: холодильные машины Стирлинга умеренного холода / Н. Г. Кириллов // Индустрия. – 2002. – № 2(28). – С. 50-56.

13. Kurt, U. «Dry» dilution refrigerator with pulse-tube precooling / U. Kurt // *Cryogenics*. – 2004. – Vol. 44, Issue 1. – P. 53–57. doi:10.1016/j.cryogenics.2003.07.007
14. Филимонихин, Г. Б. Величина и динамика изменения угла нутации вращающегося несущего тела в изолированной системе: Монография / Г. Б. Филимонихин, И. И. Филимонихина, В. В. Пирогов; под. общей редакцией Г. Б. Филимонихина. – Кировоград: издатель Лысенко В. Ф., 2015. – 267 с.
15. Titan Saturn System Mission. Joint Summary Report. 2009. – 39 p.
16. Двигатель Стирлинга на подводной лодке. 2014. – Режим доступа: URL: <http://kapanadze.zipkatalog.ru/dvigatel-stirlinga-na-podvodnoy-lodke.html>
17. Хатчинсон, А. Новый рассвет солнечной энергетики: солнечные электростанции / А. Хатчинсон // *Популярная механика*. – 2008. – № 12(74). С. 86-92. – Режим доступа: URL: <http://www.popmech.ru/technologies/8429-novyy-rassvet-solnechnoy-energetiki-solnechnye-elektrostantsii/>

Писарець О.П.

*кандидат технічних наук, науковий співробітник,
Інститут продовольчих ресурсів
Національної академії аграрних наук України*

ДОСЛІДЖЕННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КУКУРУДЗЯНИХ ПЛАСТІВЦІВ В ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА З СУМІШІ

В наш час, все більш приділяється увага людей в продуктах збагачених біологічно активними речовинами. В раціоні населення України хліб та хлібобулочні вироби займають важливе місце. Основною сировини у виробництві цих виробів є сортове пшеничне борошно, яке збіднене важливими для організму людини складовими зерна. Для вирішення цієї проблеми розробляються нові вироби з певними функціональними властивостями, шляхом введення в рецептуру традиційних виробів необхідних есенціальних речовин.

Круп'яні культури, в тому числі, кукурудза та продукти її переробки, містять цінні природні компоненти: харчові волокна, мікро- і макроелементи, вітаміни, унікальні мінерні з'єднання, що свідчить про доцільність використання їх в хлібопеченні. Застосування цих продуктів в технології хліба дає можливість створювати нові вироби з багатим хімічним складом, за рахунок взаємного збагачення есенціальними речовинами різноманітних складових зернових і круп'яних культур [1; 2].

Кукурудза має різноманітне застосування у виробництві як продовольчих, так і непродовольчих товарів. На сьогодні зерно кукурудзи має велике значення, так як воно є вихідною сировиною для отримання більше 150 товарів. Для продовольчого призначення її переробляють в борошномельній і круп'яній промисловості (виробництво борошна, крупи, пластівців, екструдатів), а також в якості сировини для крохмалопаточної, масложирової, спиртової та консервної промисловості. Спеціальне кукурудзяне борошно використовують для виготовлення продуктів дитячого харчування [3].