

4. Larichev O. I. (2002). Teoriya i metody prinyatiya resheniy, a takzhe Khronika sobytiy v Volshebnykh stranakh [Theory and Methods of Decision Making, as well as Chronicle of Events in Fairy Lands]. Moscow: Logos [in Russian].

5. Gol'dshcheyn A. L. (2009). Teoriya prinyatiya resheniy. Zadachi i metody issledovaniya operatsiy i prinyatiya resheniy [Decision theory. Objectives and methods of operations research and decision-making]. Perm': PGTU [in Russian].

УДК 622.323:338.27:519.863

О. Л. Котляров, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.

Институт общей энергетики НАН Украины

СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ НЕФТЯНЫХ ПРОМЫСЛОВ

Предложен метод многофакторного оценивания альтернатив определенной инновационной технологии (оборудования) для их сравнения, ранжирования и выбора лучших в условиях, когда часть показателей эффективности альтернатив (или даже все) могут быть нечеткими. Метод базируется на линейном программировании, показатели эффективности влияют на результаты расчетов через целевую функцию и ограничения. Оптимальный вариант ранжирования альтернатив ищется путем искусственного создания и постепенного усиления конкуренции между ними, в которой каждая альтернатива «аргументирует» полным набором своих показателей. Сущность предложенного метода поясняется на примере альтернатив скважинного насосного агрегата для отбора пластовой жидкости.

Разработаны математическая модель и ее реализация в MS Excel, дающие возможность лицу, принимающему решение, но не имеющему специальных знаний, стать ведущим участником процесса выбора лучших технологий и сознательно сделать свой собственный выбор. Задача решена аналитически, приведены расчетные зависимости для практического применения модели, которое поясняется конкретными примерами.

Модель может применяться для многокритериального сравнения и ранжирования любых объектов одинакового назначения с известными показателями эффективности (полезности), в частности, при выборе лучшего варианта инновационно-инвестиционного проекта.

Ключевые слова: инновационные технологии, многофакторный выбор, математическая модель, линейное программирование

Надійшла 25.10.2015

Received 25.10.2015

УДК 621.311

Ковальчук А. М., к.т.н., доцент, **Сусюк Д. В.**

Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут»

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТВЕРДОГО ПАЛИВА ЗА РАХУНОК ГЕНЕРАТОРА ВОДНЕВО-КИСНЕВОГО ГАЗУ

У статті розглянуто переваги та недоліки твердопаливних установок, обґрунтовано доцільність їх використання. Зокрема, звертається увага на тенденцію росту інтересу до твердого палива, як альтернативи природному газу. В контексті даного питання, розглядається можливість організації автономного енергозабезпечення об'єкту за допомогою установки, яка працює на твердому паливі. Метою цієї статті є відображення недосконалості сухого спалювання твердого палива, оцінка коефіцієнту корисної дії установок, та можливість їх модернізації за рахунок генератора воднево-кисневого газу для підвищення ефективності роботи установок. У роботі також пояснюється принцип роботи генератора та описується дослід, який наглядно показує значне підвищення усіх параметрів твердопаливної установки, вдосконаленої генератором воднево-кисневого газу.

Ключові слова: твердопаливні установки, тверде паливо, воднево-кисневий газ, генератор воднево-кисневого газу, підвищення ефективності твердопаливних установок.

© Ковальчук А. М., Сусюк Д. В., 2015

Вступ. Тенденція до дорожчання природного газу змушує до пошуку дешевших видів енергії, тому все більше людей переконується в ефективності установок на твердому паливі. Використання в опалюванні цього джерела енергії обгрунтоване тим, що воно є найбільш поширеним і легкодоступним на території України. Як наслідок, підвищення вартості твердого палива відбувається значно повільніше, ніж зростання цін на природний газ та нафту. Проте факт поширення використання установок наводить на пошук способів підвищення ефективності їх роботи.

Хоча твердопаливні установки мають досить високий ККД (близько 80 %), це не є крайньою межею. Проводиться пошук способів підвищення ефективності установок, не змінюючи суттєво їх конструкції та принципу дії.

Мета та завдання: відображення недосконалості методики сухого спалювання твердого палива та демонстрація досліду, який показує підвищення ефективності твердопаливних установок, модернізованих генератором воднево-кисневого газу.

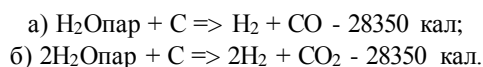
Матеріал та результати досліджень. Твердопаливні установки можуть бути орієнтовані на широкий спектр споживання: від побутового до промислового використання. Особливо цікавою буде пропозиція для підприємств, що займаються деревообробною промисловістю, адже окрім основних видів палива можна спалювати деревообробні відходи. Спалювання відходів допомагає не лише в утилізації, але й істотно дозволяє заощадити на опаленні приміщень. Твердопаливні котли для опалювання приміщень є одним з найдоцільніших рішень в місцях, де газ недоступний або підведення газу до об'єкту україн витратне.

Установки на твердому паливі мають ряд переваг у порівнянні з іншими видами джерел теплової енергії. До них відносяться: доступність, автономність і відносна дешевизна палива, а також те, що вибір палива залежить від самого користувача. Завдяки саме цим перевагам твердопаливні котли користуються популярністю в районах, де є труднощі з постачаннями електрики або газу. Асортимент твердопаливних котлів дуже високий, а паливо для них (наприклад, кам'яне вугілля) за відносно невисокої вартості дає непоганий тепловий ефект.

Тверде паливо є надійним та ефективним джерелом енергії. Його використовують електростанції та теплові електроцентралі для виробництва електроенергії й теплопостачання навколишніх будівель. Проте основним напрямком використання твердого палива є опалювальні котли та міні-котельні, які є одним з найбільш вигідних та зручних способів опалення як комерційних, так і комунальних та приватних об'єктів.

Зі сказаного вище випливає, що актуальним є питання модернізації твердопаливних установок з метою підвищення їх ефективності, у зв'язку з поширенням використання твердого палива. Модернізація повинна допомогти власникам заощадити паливні ресурси та зменшити частоту обслуговування установки.

Одним зі способів покращення спалювання палива є утворення в котлі водяного газу. Водяний газ - це суміш газів, яку отримують при взаємодії водяної пари з вуглецем. Орієнтовний склад газу: CO - 44%, N₂ - 6%, CO₂ - 5%, H₂ - 45%. Отримати водяний газ можна шляхом пропускання через розпечений шар вугілля водяної пари. При температурі нижче 900 °C ця реакція перебігає повільно, а при підвищенні температури - пришвидшується. В результаті реакції утворюються чадний газ (CO) і водень. Водяна пара реагує також з CO, який міститься в суміші газів. Реакція проходить за рівнянням:



Обидві реакції є ендотермічними, з поглинанням тепла. Реакція (б) має місце при надлишку пари. Тому для підтримання температури, водяну пару насичують повітрям або киснем, внаслідок чого склад газу не є ідеальним, а містить домішки азоту та чадного газу [1].

Продукти реакції мають в 2 рази більший об'єм. Саме на підвищення об'єму і витрачається значна кількість внутрішньої енергії реакції. Проте водяний газ має високу теплоту згоряння (2800 ккал/м³), тому і може застосовуватись як додаткове джерело теплової енергії в твердопаливній установці [2].

Пропонується спосіб подачі пари в малогабаритні котлоагрегати з допомогою установки під назвою генератор воднево-кисневого газу (ГВК). Генератор представляє собою металеву посудину (пароутворювач) з отворами для виходу з неї водяної пари, яка розміщується безпосередньо в найбільш розжарений шар палива. До пароутворювача ззовні підведена мідна трубка, через яку за допомогою спеціального пристрою здійснюється подача води крапельним способом. Вода подається після виходу на стабільний режим горіння палива. Після запуску установки, вода випаровується, пара через отвори виводиться із посудини у шар розжареного палива, де й проходить описана вище реакція. Завдяки

генератору воднево-кисневого газу збільшується потужність установки та тривалість її роботи без довантаження твердопаливних елементів.

При використанні генератора воднево-кисневого газу дуже важливо слідкувати за інтенсивністю подачі води, щоб надмірна її кількість не призвела до порушення стабільного режиму горіння палива. Необхідно також підібрати оптимальний режим подачі води в ГВК для забезпечення максимальної ефективності твердопаливної установки, що потребує додаткових досліджень.

Були проведені випробування, призначені для визначення характеристик енергоефективності генератора воднево-кисневого газу (ГВК-1), а також для порівняльного аналізу енергоефективності твердопаливних енергетичних установок в однозначних умовах з застосуванням ГВК та без нього.

Випробування проводилось 20.01.2015 р. у Національному технічному університеті «Київський політехнічний інститут» на базі Навчального наукового центру «Енергетика сталого розвитку» Інституту енергозбереження та енергоменеджменту.

Об'єктом досліджень являється вплив на твердопаливну установку генератора воднево-кисневого газу. Проводилось дослідження процесу кип'ятіння води (2 л.) у ємностях за допомогою експериментальних макетів малогабаритних котлоагрегатів.

Перелік обладнання і засобів вимірювання, використаних для проведення випробувань:

- 1) робоче місце на відкритому повітрі з кліматичними умовами ($0^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$, відносна вологість 80%);
- 2) стенд демонстраційний типу мангал з розділенням робочої зони: перша частина з встановленим ГВК; друга — без ГВК (об'єми та площі основ обох частин однакові);
- 3) вугілля деревне у пакетах вагою 1 кг - 4 шт.;
- 4) цифровий мультиметр ТЗЗС з штатною термопарою з точністю вимірювань $\pm 1^{\circ}\text{C}$ - 3 шт.;
- 5) ємність для води на 3 л. з кришкою - 2 шт.

Порядок проведення випробувань:

1. Стенд встановлюється на відкритому повітрі. Обидві частини робочої зони заповнюються однаковою кількістю твердого палива (по 2 кг у кожен частину). Паливо розпалюється протягом 20 хвилин до стадії розжарення всього вугілля, після чого, робоча зона накривається металевою решіткою.

2. На металеву решітку кожної зони встановлюються ємність заповнену водою (2 л.) з температурою $2^{\circ}\text{C}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ і накривається кришкою.

3. Одночасно із встановленням ємностей запускається ГВК-1 та починається візуальна реєстрація параметрів нагрівання води. Температура води фіксується термопарою. Датчик термопари у робочих ємностях знаходиться посередині висоти шару води. Фіксується час виходу на режим.

4. Запуск ГВК здійснюється шляхом дозованої крапельної подачі води (100 крапель за 40 с.) з спеціальної ємності через мідний водовід.

5. В процесі випробувань вода нагрівається до кипіння. Випробування проводять протягом 1 год.

6. Отримані дані для двох зон порівнюються між собою, результати приведені у таблиці 1.

Результати випробувань:

1) ГВК-1 забезпечує рівномірний нагрів робочої зони та підвищує рівень її енергоефективності за рахунок генерування «водяного» газу (суміші газів H_2 , O_2 , CO), що отримується внаслідок пропускання водяної пари через розжарене вугілля. За одну годину експерименту з ємності з ГВК випарувалось 30% води, а з ємності без ГВК - 15% (тобто на 50% більше).

2) Під час дослідження кип'ятіння води (2л.) у ємності, ГВК забезпечив збільшення потужності на 23%.

3) Після закінчення експерименту візуально спостерігалось зменшення теплової активності та кількості палива у частині робочої зони без ГВК, у той же час, активність частини робочої зони з ГВК була майже незмінною.

4) Використання ГВК у поєднанні з існуючим теплогенеруючим обладнанням, що працює на твердому паливі, дозволить заощадити в середньому до 30% палива.

Таблиця 1– Дані експерименту

Дані для порівняння	З ГВК-1	Без ГВК-1
Час виходу на стабільний робочий режим, хв	24	42
Середня потужність нагрівання води, кВт	0,53	0,41
Кількість води, яка випарувалась за 1 годину експерименту, л	0,6	0,3
Максимальна температура води у ємностях, $^{\circ}\text{C}$	108	95

Висновки. Простота самого генератора воднево-кисневого газу та його принципу дії не створює суттєвих проблем для модернізації з його допомогою твердопаливних установок. Ефективність установки значно зростає завдяки використанню доступного та дешевого ресурсу – води. Проте наведені результати випробувань відображають лише покращення параметрів горіння невеликої кількості твердого палива, для великих установок на твердому паливі необхідно проводити додаткові дослідження.

Список літератури:

1. Токарев Г.Г. Газогенераторные автомобили, - Машгиз, 1955. - 207 с. (С - 104).
2. Мезин И.С. Транспортные газогенераторы. - М: СЕЛЬХОЗГИЗ, 1948 4.1. - 211 с. (С - 154).
3. Н.М. Цивенкова, А.А. Голубенко. Сучасні енергоефективні технології використання відходів біомаси в сільському, лісовому та комунальному господарствах // Вісник Житомирського національного агроекологічного університету Науково-теоретичний збірник - 2009. - № 1 (С.: 273, 274).

Kovalchuk A. M., Susiuk D. V.

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

INCREASING EFFICIENCY OF USING THE SOLID FUEL BY A HYDROGEN-OXYGEN GAS GENERATOR

The article examined the advantages and disadvantages of solid units, the expediency of their use. In particular, draws attention to the tendency of growth of interest in solid fuels as a substitute for traditional sources of energy. In the context of this issue, the possibility of organization of independent energy facility through the installation that works on solid fuel. The purpose of this article is to reflect the imperfections of dry solid fuel burning, criticism coefficient of performance settings and the ability to modernize by hydrogen-oxygen gas generator to improve the efficiency of plants. The paper also explains the principle of the generator and describes research that clearly shows a significant increase in all parameters for solid installation, advanced hydrogen-oxygen gas generator.

Keywords: the solid fuel units, solid fuel, hydrogen-oxygen gas, hydrogen-oxygen gas generator, increasing efficiency of solid fuel units.

References

1. Tokarev G. G. Producer gas vehicles - Mashgiz, 1955. - 207 p. (P - 104).
2. Mezin I. S. Transportation gasifiers. - M: SELKHOZGIZ 1948 4.1. - 211. (P - 154).
3. N. M. Tsyvenkova, A. A. Golubenko. Modern energy efficient technologies of using waste biomass in agriculture, forestry and utilities // Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu Naukovo-teoretychnyi zbirnyk, 2009. - № 1 (p.: 273, 274)

УДК 621.311

Ковальчук А. М., к.т.н., доцент, Сусюк Д. В.

Национальный технический университет «Киевский политехнический институт»

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА ЗА СЧЕТ ГЕНЕРАТОРА ВОДОРОДНО-КИСЛОРОДНОГО ГАЗА

В статье рассмотрены преимущества и недостатки твердопаливных установок, обоснована целесообразность их использования. В частности, обращается внимание на тенденцию роста интереса к твердому топливу в качестве замены природного газа. В контексте данного вопроса, рассматривается возможность организации автономного энергообеспечения объекта с помощью установки, которая работает на твердом топливе. Целью этой статьи является отражение несовершенства сухого сжигания твердого топлива, оценивание коэффициента полезного действия установок, и возможность их модернизации за счет генератора водородно-кислородного газа для повышения эффективности работы установок. В работе также объясняется принцип работы генератора и описывается опыт, который наглядно показывает значительное повышение всех параметров твердопаливной установки, усовершенствованной генератором водородно-кислородного газа.

Ключевые слова: твердопаливные установки, твердое топливо, водородно-кислородный газ, генератор водородно-кислородного газа, повышение эффективности твердопаливных установок.