

FRI-116-2-TS(S)-02

INVESTIGATION THE ENERGY EFFICIENCY OF INDUSTRIAL MELTING ELECTRIC FURNACES FOR NON FERROUS METALS

Assist. Svetlozar Grigorov, M.Sc.Eng.

Department of Philological and Natural Sciences, Silistra Branch,
University of Ruse "Angel Kanchev"
E-mail: sgrigorov@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Konstantin Koev, PhD

Department of Electric Power Supply and Electrical Equipment,
Department of Philological and Natural Sciences, Silistra Branch,
University of Ruse "Angel Kanchev"
Phone: +359 82 888/ 201, 661
E-mail: kkoev@uni-ruse.bg

***Abstract:** The paper analyses energy efficiency performances of industrial melting electric furnaces for non ferrous metals. The values of consumed electric energy are measured. The values of specific energy consumption are calculated for measured consumed electric energy and mass of melted material. The specific energy consumption is (0,717...1,559) MWh/t according to (4,350...2,169) t melting material. The results are analysed.*

***Keywords:** industrial melting electric furnaces, non ferrous metals, electric energy, energy efficiency, specific energy consumption.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Ефективното използване на енергийните ресурси е актуална задача, която трябва да бъде решена за всеки конкретен случай, с отчитане на особеностите на обектите и уредбите. Повишаването на енергийната ефективност трябва да бъде реализирано във всички уредби и съоръжения. С приоритет трябва да бъдат големите потребители на енергия, включително електрическа. Такива са машиностроителните и металургичните обекти. В различни видове машиностроителни производства се използват детайли и изделия от цветни метали, например алуминий (Belgaum Foundry Cluster, Kermeli, 2016).

Целта на доклада е да представи резултати от изследване на енергийни характеристики и показатели на топилни пещи за алуминий.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Характеристики на изследвания обект

Изследван е промишлен обект за производство на алуминиеви изделия. Използват се топилни пещи за алуминий с необходимите характеристики и машини за изработване на различни детайли чрез леене. Предвидени са технически машини и съоръжения за допълнителна механична обработка на изделията и контрол на качеството.

В обекта работят 3 бр. индукционни пещи, всяка с мощност 505 kW (фиг.1). Инсталирани са и работят леярски машини (центробежни) с обща мощност 587 kW, термични пещи и друго обзавеждане – приблизително 867 kW. Сумарната инсталирана мощност е приблизително 3000 kW.



Фиг.1. Индукционни пещи за топене на алуминий.

Статични електромери на фирма „АББ“ се използват за измерване на количеството и параметрите на консумираната електрическа енергия. Измервателните уреди са монтирани на изводите на трансформаторите, захранващи съоръженията.

Изследване на енергийната ефективност

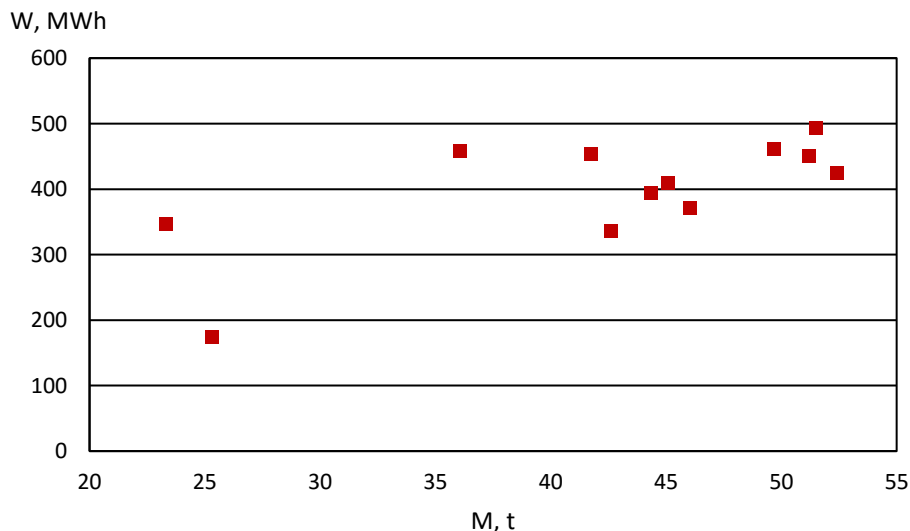
Енергийната ефективност на различни обекти може да се анализира чрез количествени показатели, които характеризират процесите на преобразуване на енергия (Velchev, 1988, Пиев, 2011).

Един от използваните показатели е коефициентът на полезно действие (к.п.д.). Той показва каква част от консумираната енергия се преобразува в полезна. Стойността на к.п.д. е по-малка от 100 %, поради загуби в преобразователните процеси. Ако те са многократни, стойността на общия к.п.д. ще бъде значително по-малка, в сравнение с еднократно преобразуване.

Енергийната ефективност може да се оцени и чрез специфичния разход на енергия (електроенергия) СРЕ, kWh(MWh)/kg(t) (Пиев, 2011). Този показател дава информация за ефективното преобразуване на енергията в технологичните процеси. Стойността на показателя се определя от количеството енергия, необходимо за производство на единица продукция.

Индукционните пещи, като всички производствени съоръжения, могат да бъдат изследвани за енергийна ефективност чрез количеството консумирана електроенергия и показателя СРЕ (Velchev, 1988, Пиев, 2011).

Изменението на консумираната електрическа енергия W , MWh, в зависимост от масата на разтопения метал M , t, е показано графично на фиг.2.



Фиг.2. Изменение на консумираната активна електрическа енергия W , MWh, в зависимост от произведеното количество алуминий M , t, за една календарна година.

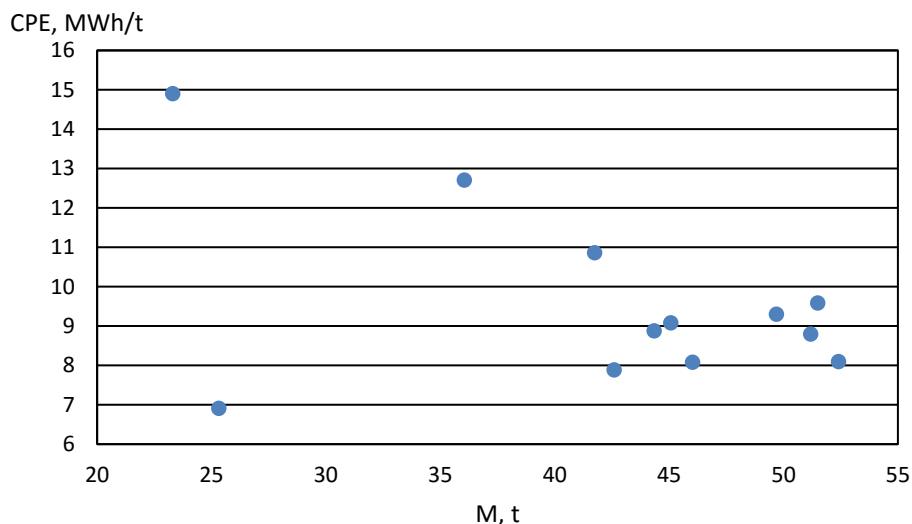
Представените стойности показват тенденция в изменението на общото количество консумирана електрическа енергия W , MWh за топене на алуминий. Увеличаването на масата на произведения продукт е свързано с нарастване на електрическата енергия. При изменение на масата в интервала $M = (42,607...52,414)$ t, енергията, съответно, е $W = (336,25...424,343)$ MWh. Минималните стойности на електропотреблението и на произведената продукция са регистрирани през месеците август и декември. Те са представени на графиката (фиг.2) чрез двете точки, най-близо разположени до ординатната ос. Обяснението е, че през тези два месеца обемите на поръчките намаляват.

Прави впечатление, че стойностите на консумираната електрическа енергия са близки, при по-голяма маса на разтопения метал. Това може да се дължи на по-добрия технологичен режим – по-добро запълване на пещите. Увеличението на електроенергията може да се обясни с голямата специфична топлина на топене на алуминия 390 kJ/kg.

Част от енергията за загряване на пещта се отделя в околното пространство като загуби, под формата на топлина, особено ако температурата на околната среда е по-ниска - например през зимния сезон. В този случай, за да се достигне определената технологична температура на топене 658°C , се консумира по-голямо количество електроенергия.

На фиг.3 е показана зависимостта на специфичния разход на електрическа енергия CPE , MWh/t, от разтопеното количество алуминий M , t, за една календарна година. Стойностите показват, че при маса $M = (44,344...52,414)$ t специфичният разход на електрическа енергия се изменя в интервала $CPE = (8,0..., 9,59)$ MWh/t.

Представените на графиката стойности показват, че в продължение на една година, при по-голяма маса M , специфичният разход на електроенергия CPE е малък, което може да се обясни с по-добър технологичен режим. Ако се разгледат стойностите на $CPE = (8,0..., 9,59)$ MWh/t, съответстващи на маса $M = (44,344...52,414)$ t, може да се установи, че с увеличаване на масата, расте и специфичния разход на електроенергия. Тази закономерност се забелязва и на фиг.2. Двете точки, най-близо разположени до ординатната ос (фиг.3), съответстват на месеците с най-малка производителност – август и декември, както на фиг.2.



Фиг.3. Изменение на специфичния разход на електрическа енергия CPE , MWh/t, в зависимост от произведеното количество алуминий M , t, за една календарна година.

Произвеждат се пещи за топене на алуминий със значително по-малки стойности на показателя CPE , в сравнение с представените. Например $CPE = 0,6$ MWh/t (Termolit LLC, Technocommerce Engineering LTD). Това дава основание да се търсят решения за по-ефективното използване на енергията в изследваните пещи.

ИЗВОДИ

Проведеното изследване на характеристики и показатели на енергопотреблението на топлилни пещи за цветни метали (алуминий) показва, че:

1. Минималните количества консумирана електрическа енергия през годината са регистрирани през месеците август и декември.
2. Консумираната електрическа енергия W и специфичният ѝ разход CPE намаляват при нарастване на масата на продукцията M , в продължение на една година, и се увеличават при нарастване на масата на продукцията в интервала $M = (44,344...52,414)$ t, като $CPE = (8,0..., 9,59)$ MWh/t.
3. Необходимо е разработване и прилагане на обосновани технико-икономически решения за повишаване на енергийната ефективност на изследваните пещи.

REFERENCES

Belgaum Foundry Cluster, Best Operating Practices, **A GEF-UNIDO-BEE Project**, Promoting Energy Efficiency and Renewable Energy in Selected MSME Clusters in India, Ministry of New and Renewable Energy, Bureau of Energy Efficiency, MICRO, SMALL & MEDIUM ENTERPRISES, <https://beeindia.gov.in/sites/default/files/BOP-Belgaum.pdf>.

Danilov, N. I., Y. M. Schtelokov (2006). Fundamentals of energy saving. Manual, Ekaterinburg. (**Оригинално заглавие:** Данилов, Н. И., Я. М. Щелоков. (2006). Основы энергосбережения. Учебник, Екатеринбург. ГОУ ВПО УГТУ – УПИ).

Илев, П. (2011). Handbook of energy efficiency and energy management. Program “Energy efficiency and green economic” (BEECIFE): Preparing of the project, learning of the staff and help of realization. Consultant contract № C22081/EEFF-2011—5-03. (**Оригинално заглавие:** Илев, Ил. и др. Наръчник по енергийна ефективност и енергиен мениджмънт. Програма „Енергийна ефективност и зелена икономика“ (BEECIFE): Подготовка на проекта, обучение на персонала и помощ при внедряване. Консултантски договор № C22081/EEFF-2011—5-03).

Kermeli, K. et al. (2016). Energy Efficiency and Cost Saving Opportunities for Metal Casting. An ENERGY STAR® Guide for Energy and Plant Managers. Document Number 430-R-16-001. United States Environmental Protection Agency. January.

Luzgin, V. I. (2008). Induction systems and methods for the medium-frequency refining of ferrous metals. Metallurgist, Vol. 52, Nos. 5–6, pp. 283-288.

Technocommerce engineering LLC („Технокоммерс инженеринг“ ООД), <http://technocom-bg.com/>.

Termolit LLC („Термолит“ ООО), <https://termolit.com/>.

Velchev, V. (1988). Normalization, planning and control of energy. Technic, Sofia. (**Оригинално заглавие:** Велчев, В., Г. Христов. 1988. Нормиране, планиране и контрол на енергията. Техника, София).