

مدلسازی یک بخاری گازسوز خانگی و بررسی پارامترهای موثر در عملکرد آن

علی کیانی فر

سید ایمان پیش بین

سید محمد جوادی

استادیار گروه مکانیک دانشگاه فردوسی مشهد

کارشناس ارشد تبدیل انرژی، پژوهشگر امور

دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک،

a_kianifar@yahoo.com

iman.pishbin@gmail.com

mohamad.javadi@gmail.com

پژوهش و فناوری شرکت گاز خراسان رضوی

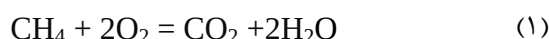
تبدیل انرژی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده: در این مقاله شبیه سازی عددی فرآیند احتراق در بخاری های گاز سوز خانگی با فرض جریان آشفته سه بعدی با انتقال حرارت جابجایی آزاد و تشعشعی بررسی شده است. اثر پارامترهایی همچون شرایط محیط، ارتفاع و قطر دودکش، سهم انتقال حرارت تشعشعی و نصب فن روی بخاری بر افزایش راندمان بررسی شده است. جهت بررسی شرایط محیط یک مدل سه بعدی از بخاری تولید و در محیط هایی با شرایط مختلف قرار گرفته است. نتایج نشان می دهد نصب بخاری در محیط های وسیع و سقف بلند بدلیل سهم زیاد انتقال حرارت جابجایی آزاد در توزیع حرارت اصلاً مناسب نیست. همچنین با افزایش سهم انتقال حرارت تشعشعی یا استفاده از فن می توان راندمان بخاری را تا ۸۵٪ افزایش داد.

کلمات کلیدی: بخاری گازسوز، احتراق، مدلسازی

۱- مقدمه

بیش از نود درصد انرژی مصرفی جهان از احتراق سوخت های فسیلی حاصل می شود. شبیه سازی فرایند احتراق با هدف بررسی میزان آلاینده های حاصل از احتراق نیاز به شناخت کامل این پدیده از دیدگاه شیمی (اکسیداسیون هیدروکربنها، سازوکارهای واکنش سریع، ...)، ترمودینامیک (فرض انجام واکنش شیمیایی با سرعت بینهایت و محاسبه حرارت آزاد شده) و مکانیک سیالات (جریان مغشوش با تغییر چگالی و پتانسیل تولید اغتشاش در اثر آزاد شدن حرارت) دارد. طبق رابطه زیر، بهترین حالت برای اشتعال مخلوط گاز طبیعی، رعایت نسبت ۱۰ به یک هوا به سوخت می باشد [۱].



زیرا با توجه واکنش فوق، یک حجم متان برای سوخت کامل، نیاز به دو حجم اکسیژن دارد و با توجه به اینکه یک پنجم هوا اکسیژن می باشد، لذا یک حجم متان نیاز به ۱۰ حجم هوا خواهد داشت. البته برای احتراق کامل، نیاز به حدود ۲۵٪ هوای اضافی است.

واکنش فوق خلاصه واکنش های زنجیره ای گاز متان با هوا است، زیرا محصول اصلی احتراق متان CO (منوکسید کربن) می باشد. که از یک واکنش اولیه متان هوا تشکیل شده و در دمای بالای شعله با اکسیژن موجود در هوا واکنش نشان داده و تولید گاز CO₂ می نماید. در صورت کمبود هوای مورد نیاز احتراق و یا عدم توزیع یکنواخت شعله منوکسید کربن فرصت اکسید شدن و تبدیل به CO₂ را پیدا نکرده و بدون تبدیل به CO₂ وارد محیط خواهد شد. در این مقاله با

شناخت پارامترهای موثر بر فرایند احتراق و انتقال حرارت به محیط به کمک حل عددی، روش های مختلف افزایش راندمان حرارتی و کاهش آلاینده ها بررسی می گردد.

۲- مدلها و معادلات حاکم

جریان داخل محفظه احتراق مورد بررسی از نوع جریان آشفته همراه با تغییر غلظت گونه های شیمیایی ناشی از احتراق می باشد. معادلات حاکم بر پدیده، معادلات بقای جرم، اندازه حرکت، توربولنسی، انتقال گونه ها و انرژی با فرض پایدار نسبت به زمان می باشند. جهت مدلسازی عبارتهای ناشی از توربولنسی از مدل k-ε و برای مدلسازی جریان احتراقی و محاسبه انتقال گونه ها از مدل Eddy-Dissipation استفاده شده است [۲]. معادلات انتقال گونه ها (به تعداد N-1 معادله که N تعداد گونه ها می باشد) عبارتند از [۳]:

$$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i m_{i^2}) = -\frac{\partial}{\partial x_i} J_{i^2,i} + R_{i^2} \quad (2)$$

که در آن :

$$J_{i^2,i} = -\left(\rho D_{i^2,m} + \frac{\mu_i}{Sc_i}\right) \frac{\partial m_i}{\partial x_i} \quad (3)$$

و ضریب پخش گونه ها در مخلوط بصورت زیر محاسبه می شود:

$$D_{i^2,m} = (1 - X_{i^2}) / \sum_{j^1, j^1 \neq j^2} X_{j^1} / D_{i^1 j^1} \quad (4)$$

همچنین معادله اندازه حرکت به فرم زیر در نظر گرفته شده است:

$$\frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_i u_j) = -\frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} \quad (5)$$

که تانسور تنش عبارتست از: