ICHMT۲۰۱٤- HN۱۰۱۰۱٤۳۰۱٦٥

بررسی انتقال حرارت و جرم در مبدل‌های فورگو T-۶۰ تحت شرایط پره جزئی و کاملاً مرطوب

حسین شکوهمند[۱]، سید عبدالکریم پیمبرپور[۲]

[۱]استاد مکانیک، دانشگاه تهران، hshokouh@ut.ac.ir
[۲]دانشجوی دکتری مکانیک، دانشگاه تهران، payambarpour@ut.ac.ir

چکیده

در این پژوهش یک مبدل حرارتی فورگو T-۶۰ که در برج‌های خنک‌کن خشک نیروگاهی استفاده می‌شود در شرایط تابستانی که سطح پره‌های مبدل برای افزایش بهره‌وری نیروگاه مرطوب نگه داشته می‌شود، بررسی شده و پدیده‌ی انتقال حرارت و جرم همزمان مورد ارزیابی قرارگرفته است. با یک تحلیل دو بعدی بر روی یک سلول واحد از این مبدل، معادلات حاکم استخراج شده است. این معادلات به روش اختلاف محدود حل گردیده و راندمان انتقال حرارت و دبی آب مورد نیاز تحت شرایط جزئی مرطوب و خشک با تغییر در رطوبت نسبی هوای عبوری محاسبه و مقایسه شده است. نتایج بدست آمده نشان دهنده‌ی تأثیر کم اضافه کردن آب به مبدل در رطوبت نسبی‌های بالای هوای محیط و افزایش بیش از ۵۰ درصدی انتقال حرارت برای سطح پره‌ی کاملاً مرطوب در رطوبت نسبی ۱۰ درصد هوای محیط و کاهش بیش از ۳۰ درصدی بازدهی پره در همین شرایط می‌باشد. همچنین عامل هزینه‌ی آب مصرفی نیز به عنوان پارامتر مهم در تعیین درصد سطح مرطوب پره‌ها مورد بررسی قرار گرفته است که می‌تواند در انتخاب بهینه‌ترین حالت برای افزایش راندمان کل نیروگاه مؤثر واقع گردد.

واژه‌های کلیدی

مبدل حرارتی، هلر، پره مرطوب، بازدهی پره.

مقدمه

افزایش بازدهی مبدل‌های حرارتی همواره مورد توجه طراحان و مهندسان صنایع بزرگ و خانگی بوده است. روش‌های متنوعی به منظور افزایش انتقال حرارت در مبدل‌های حرارتی مورد استفاده قرار گرفته است از قبیل: اغتشاش در جریان، افزایش سطح انتقال حرارت، افزودن نانو مواد به سیال.

در صنایع بزرگ که کوچکترین تغییر در بازدهی مبدل‌های حرارتی موجب هدر رفت و یا ذخیره مقادیر متنابهی انرژی می‌گردد، از تمام روش‌های موجود برای بالاتر بردن انتقال حرارت و بازدهی در مبدل‌های حرارتی استفاده می‌شود.

برج‌های خنک کن خشک نیروگاهی نیز که عملکردشان بر مبنای دمای هوای محیط است، در تابستان و یا شرایط جوی خاص دچار افت در عملکرد شده و معمولاً این افت عملکرد با اضافه کردن انتقال حرارت نهان از طریق آب پاشی سطوح دلتاها جبران می‌شود.

سطوح مرطوب پره‌ها در مبدل‌های حرارتی موجب انتقال جرم و حرارت همزمان شده و این دو فرآیند نیز باید به شکل همزمان مورد بررسی قرار بگیرد.

از آنجایی که سطح مرطوب پره، غالباً در سیستم‌های تبرید اتفاق می‌افتد محققان بسیاری به بررسی فرآیند انتقال حرارت و جرم در این سیستم‌ها پرداخته اند.

کُنی [۱] با به کار بردن تشابه میان انتقال حرارت و جرم، اثر انتقال حرارت و جرم در نزدیک لایه‌ی تقطیر، همراه با هدایت پره را در نظر گرفته و توزیع دما در حالت یک بعدی، ضخامت لایه تقطیر و راندمان پره را برای جریان آرام هوای مرطوب به صورت عددی محاسبه کرده است. اسپارو و سابویا [۲ و ۳] ضرایب انتقال حرارت موضعی روی پره را برای یک مبدل لوله-پره‌ی تک و دو ردیفه با استفاده از تشابه بین انتقال حرارت و جرم بدست آوردند. رزمن و همکاران [۴] نیز با استفاده از تشابه بین انتقال حرارت و جرم و یک روش تجربی، ضرایب انتقال حرارت موضعی را برای کویل دو ردیفه بدست آورده‌اند. در این تحلیل دو بعدی توزیع دما و راندمان پره بدست آمده اما اثر تقطیر منظور نگردیده و تنها انتقال حرارت مورد توجه قرار گرفته است. شکوهمند و آل ابراهیم [۵] با در نظر گرفتن یک مبدل لوله-پره دو ردیفه و معادلات حاکم دو بعدی به بررسی عملکرد پره تحت شرایط کاملاً مرطوب پرداخته و اثر تغییر در مشخصات هوای عبوری و هندسه‌ی مبدل را بر بازدهی پره سنجیده‌اند.

تعداد زیادی از محققان بر روی پره‌های حلقوی متمرکز شده و به توفیقات گسترده ایی نائل شده اند از جمله، نافون [۶]، که با در نظر گرفتن پره‌های حلقوی در یک مبدل لوله-پره به میزان ترشدگی سطحی پره‌ها پرداخته است. در این پژوهش شاخص‌های انتقال حرارت و بازدهی پره، برای پره‌های حلقوی ارائه شده است. پره‌های حلقوی تحت شرایط کاملاً خشک، جزئی مرطوب و کاملاً مرطوب مورد بررسی قرار گرفته‌اند. مدل ریاضی، بر پایه‌ی معادلات بقای انرژی و جرم توسعه یافته و بوسیله متد اختلاف محدود مرکزی برای بدست آوردن توزیع دما در طول پره مورد استفاده قرار گرفته است. تأثیر شرایط ورودی سیال عامل و ابعاد پره، بر انتقال حرارت و بازدهی پره مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج بدست آمده از مدل بوسیله‌ی مقایسه با نتایج محققان دیگر اعتبار سنجی شده اند.