HN10101600078

بهینه سازی سرعت حدی سیستم های دو فازی به منظور افزایش انتقال جرم

مرضیه اسماعیلی زاده دوانی[۱]، جواد محبی نجم آباد[۲]، روزبه ملاعباسی[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه مهندسی فناوری های نوین قوچان، marzieh.esmailizadeh@gmail.com
[۲]مربی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان، javad.mohebi@gmail.com
[۳]استادیار، دانشگاه مهندسی فناوری های نوین قوچان، mollaabbasi_roozbeh@yahoo.com

چکیده

اختلاط جامد-مایع نقش اساسی در سیستم های اختلاط دارد. یکی از مهم ترین جنبه ها در طراحی سیستم های جامد-مایع تعیین حالت سوسپانسیون کامل است. پره در این حالت، مینیمم سرعت حدی را دارد و بیش ترین سطح ذرات برای انتقال جرم در تماس با سیال قرار می گیرد. تا کنون روابط بیشماری برای تعیین مینیمم سرعت حدی پره در سیستم های نیوتنی ارائه شده است. اما تاکنون هیچ رابطه ای برای سیالات غیرنیوتنی ارائه نشده است. گل حفاری یک سیال هرشل بالکلی است و به طور گسترده در صنعت حفاری مورد استفاده قرار می گیرد. یکی از کاربردهای آن انتقال حرارت و خنک کردن مته حفاری است. در این مقاله رابطه جدیدی برای این سیال و پره پیچ بلید ارائه می شود. از الگوریتم CMA-ES یکی جدیدترین الگوریتم های تکاملی برای بهینه کردن رابطه زوئیترینگ استفاده شده است. نتایج بدست آمده با داده های تجربی مطابقت دارد.

واژه های کلید

بهینه کردن ، انتقال جرم، الگوریتم CMA-ES، رابطه زوئیترینگ

مقدمه

در عملیات اختلاط جامد-مایع هدف دست یابی به بیشترین سطح انتقال جرم می باشد. سرعتی از پره که کل ذرات جامد معلق اند و بیشترین سطح انتقال جرم بین دو فاز وجود دارد را مینیمم سرعت بحرانی پره (N_{js}) می نامند. اولین رابطه توسط زوئیترینگ در سال ۱۹۵۸ ارائه شد [۱]. بعد از آن محققان روابط دیگری را ارائه دادند[۹-۲]. بوهنت و نیسماک N_{js} را با استفاده از حل نه رابطه محاسبه کردند. که داده های بدست آمده بین ۵۶- تا ۲۵۰ درصد از مقدار اصلی شان خطا دارند[۱۰]. ایرانسی و همکاران یک مدل توانی را برای N_{js} پیشنهاد دادند[۱۱]. اخیرا، یک رابطه جدید که ترکیبی از دو رابطه زوئیترینگ و بلدی است ارائه شده است[۱۲].

بسیاری از محققان به بررسی پارامترهای مختلف بر روی رابطه زوئیترینگ پرداختند. ابراهیم و نینو به بررسی تاثیر ویسکوزیته بر الگوی اختلاط و معلق سازی جامدات پرداختند. آن ها به این نتیجه رسیدند که برای سیالات با ویسکوزیته کم $(\mu < 100\ cp)$ رابطه زوئیترینگ ۱۰ درصد خطا دارد، در حالی که برای سیستم های ویسکوز $(\mu < 1000\ cp)$ خطا به بیش از ۹۰ درصد می رسد[۱۵-۱۳]. اگرچه تحقیقات بسیاری پیرامون سیالات نیوتنی صورت گرفته است. اما تحقیقات اندکی در باره سیالات غیرنیوتنی انجام گرفته است[۱۹-۱۶].

با توجه به اهمیت و کاربرد سیالات غیرنیوتنی در صنعت رابطه جدیدی برای محاسبه N_{js} با استفاده از الگوریتم تکاملی CMA-ES در این مقاله پیشنهاد می شود و نتایج حاصل با مقادیر تجری [۲۰] مقایسه می شوند.

مینیمم سرعت حدی

اختلاط جامد-مایع نقش اساسی در فرآیندهای مهم شیمی در صنایع شیمیایی دارند. جنبش ایجاد شده در مایع که به وسیله همزن توربینی به وجود می آید، برای بالا بردن سرعت انتقال حرارت به کار برده می شود. یکی از مهم ترین اهداف در طراحی سیستم های مخازن همزن دار، رسیدن به معلق شدن کامل ذرات جامد در سیال است. اهمیت این موضوع در افزایش سطح تماس برای جامدات موجود در سیستم اختلاط و افزایش انتقال جرم است. رسیدن به این حالت بحرانی است. بیش تر واحدهای صنعتی به منظور افزایش بازده واکنش های دو فازی سعی در افزایش انتقال جرم در سیستم را دارند. کم ترین سرعت پره که در آن تمام ذرات اختلاط کاملی دارند، اصطلاحا N_{js} نامیده می شود. اولین مطالعات در زمینه N_{js} توسط زوئیترینگ در سال ۱۹۵۸ انجام شده است. وی روش مشاهده بصری را برای تعیین N_{js} معرفی کرد و N_{js} را سرعتی که هیچ ذره ای بیش از ۱ تا ۲ ثانیه در کف ظرف قرار نگیرد تعریف کرد و از آنالیز ابعاد برای ایجاد رابطه استفاده نمود. روابط دیگری که محققان برای N_{js} ارائه دادند از رگرسیون و آنالیز رگرسیون غیرخطی استفاده کردند مانند: تاکاهاشی و همکاران[۶]، دوهی و همکاران[۲۱] وآرمنانته و همکاران، آراوینت و همکاران و چودک [۲۳ و ۲۲]. استفاده از این روش ها کاری زمان بر است. استفاده از الگوریتم های تکاملی علاوه بر کاهش زمان، دقت را افزایش و خطا را کاهش می دهند. در این مقاله برای بهینه سازی از رابطه زوئیترینگ که یکی از معروف ترین و پرکاربردترین روابط N_{js} می باشد استفاده شده است.

$$Njs = S\nu^{0.1}\left[\frac{g(\rho_s-\rho_l)}{\rho_l}\right]^{0.45} {d_p}^{0.2} D^{-0.85} X^{0.13} \quad (۱)$$

در این رابطه $\left[\frac{g(\rho_s-\rho_l)}{\rho_l}\right]$, $d_p\nu$ و X به ترتیب قطر ذره، نسبت دانسیته، ویسکوزیته سیال و غلظت جامد موجود در سیستم می باشند که مستقل از نوع و اندازه پره و پیکربندی سیستم می باشند.