مطالعه و بررسی بی‌ثباتی تعادل میخانیکی در سیستم چندین‌جزئی با گاز رقیق

پوهندوی سیدسرور ابتکار

دیپارتمنت فزیک و الکترونیک، پوهنځی فزیک، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان
ایمیل: ebtekar.sarwar@gmail.com

چکیده

سیستم‌های هایدروکاربنی از نظر تخنیکی با گاز چند جزئی مرتبط است؛ زیرا برای کاربرد در علم و تکنالوژی مخصوصاً برای غنی‌سازی مخلوط‌های گاز با اجزای خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف از این مطالعه نقض و عدم تعادل میخانیکی در هنگام مخلوط کردن انتشار سیستم‌های چندجزئی و هم‌چنین مطالعه مناطق اختلال تعادل میخانیکی در یک مخلوط گاز سه‌جزئی با گاز رقیق است. در این مقاله باتوجه به شرایط و قاعده انتقال کتله گاز، مروری بر نتایج گرافیکی، پیشرفت‌های نظری، ریاضیکی و تخنیکی عدم تعادل میخانیکی گازات چندین‌جزئی با پارامترهای طراحی شده که عملکرد پدیده‌های انتقال کتله گاز را تحت تأثیر قرار می‌دهند و هم‌چنان چالش‌ها و محدودیت‌های به‌دست آمده از تجارب، مورد بحث قرار می‌گیرند. در نهایت مؤثریت گاز آرگون، نایتروجن، هلیوم، اکسجن و گاز کاربن در نقض تعادل میخانیکی مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرند.

اصطلاحات کلیدی: بی‌ثباتی تعادل میخانیکی؛ گاز رقیق‌کننده؛ انتشار گاز؛ انتقال کتله؛ چندجزئی

Experimental Study of Mechanical Equilibrium Instability in a Dilute Gas Multi-Component System

Assistant Prof. Sayed Sarwar Ebtekar

Department of Physics and Electronic, Faculty of Physics, Kabul University, Kabul, Afghanistan
Email: ebtekar.sarwar@gmail.com

Abstract

Hydrocarbon systems are closely associated with multi-component gases due to their widespread use in science and technology, particularly in the enrichment of gas mixtures with specific components. This study aims to investigate mechanical imbalances that occur during the mixing of emissions from multi-component systems and to explore areas of mechanical imbalance within partial gas mixtures containing dilute gases. The paper presents a comprehensive review of graphical, theoretical, mathematical, and technical advancements in accordance with the conditions and principles of gas mass transfer. Insights derived from experiments are discussed, and the effects of argon, nitrogen, helium, oxygen, and carbon dioxide on mechanical equilibrium violations are examined.

Keywords: Mechanical Equilibrium Instability; Diluent Gas; Gas Emission; Mass Transfer; Multicomponent

مقدمه

بررسی جریان‌های مختلف طبیعی و تکنالوژی ناشی از ویژگی‌های انتقال کتله چندجزئی (احتراق، از بین بردن عمل متقابل حرارتی، وارد شدن فشار در صورت عدم انتقال حرارت در دستگاه‌های راکتور و احیای مجدد گاز طبیعی)، امکان بررسی تأثیر شرایط مختلف جریان بر روی مشخصات محصولات نهایی را فراهم می‌کند. شرح جریان انتقال کتله نه‌تنها شامل انتشار مالیکولی، بلکه انتقال کتله توسط انتقال حرارتی نیز می‌باشد. در مقابل مطالعات گسترده انتشار در مخلوط‌های دوجزئی و سه جزئی با طبقه‌بندی کثافت پایدار، وقتی حالت تعادل میخانیکی در سیستم به هم به‌خورد، عملاً هیچ انتقالی وجود ندارد (٦). در این حالت پروسه انتشار چندجزئی می‌تواند با تأثیراتی همراه باشد که در جریان نفوذ مشاهده نمی‌شود. این موارد شامل "اثرات مانع" یا "ضد نفوذ"، "مانع نفوذ"، "انتشار اسموتیک" و سایر ویژگی‌های مرتبط با ظهور در شرایط خاص پروسه انتقال است که منجر به عدم ثبات تعادل میخانیکی در سیستم می‌شوند (۹).

توضیح تغییر در حالت انتقال کتله، برای انتقال حرارت و عواملی که این انتقال را تعیین می‌کنند و هم‌چنان در تعیین جریان‌های صنعتی که به انتقال کتله در هنگام برخورد با جریان گاز چندین‌جزئی بستگی دارند، نقش تعیین‌کننده‌ی دارند(۷).

مسئله مطالعه نظری و تجربی، یکی از فکتورهای اند که نه تنها در طول انتقال سیستم از منطقه انتشار مالیکولی به منطقه انتقال جاذبه‌ی غلظت، بلکه در پروسه انتقالی که همراه با بی‌ثباتی تعادل میخانیکی ظاهر می‌شود، قابل بررسی است. این کار بر مطالعه عدم ثبات تعادل میخانیکی در سیستم‌های چندجزئی با گاز رقیق متمرکز است (۴).

سؤالات تحقیق

۱. گاز رقیق بر ماهیت انتقال کتله در سیستم‌های هیدروکاربنی چه نقش دارند؟

۲. شرایط محیطی بالای ثبات تعادل میخانیکی گاز در سیستم چندجزئی چه تأثیر دارند؟

فرضیه‌های تحقیق

۱. محتمل است که قاعده‌های انتقال کتله در سیستم‌های چندجزئی گاز سهم خاصی در نظریه انتقال کتله داشته باشد.

۲. ممکن عدم ثبات تعادل میخانیکی مخلوط‌های دوتایی گاز با حرارت یک‌سان در محیط گاز سوم متأثر از شرایط باشد.

پیشینه‌ی تحقیق

در رابطه با موضوع بی‌ثباتی تعادل میخانیکی در سیستم‌های چندین‌جزئی با گاز رقیق مطالعات متعدد صورت گرفته‌اند که در ابعاد مختلف به‌خصوص مخلوط گاز چندجزئی با گاز آرگون، هلیوم و آکسجن توسطه عده‌یی از دانشمندان که در زیر متذکر می‌شویم، در مقالات و صفحات تحقیقی به رشته تحریر در آمده است.

در سال ۲۰۱۳ تحقیقی در مورد نقش تغییر حرارت روی رقت گاز آکسجن، توسط U. E. Gefarinim و D. O. Kasfim در مرکز تحقیقات انرژی شهر آلماتی قزاقستان انجام یافت. در سال ۲۰۰۱ دو دانشمند بریتانیایی Dr. Millar و Dr. Mason در تجاربی روی مطالعه اثر حرارتی انتشار در مخلوط‌های گازی سه‌جزئی با گاز رقیق در یک تیم تحقیقاتی، تحقیق کردند.

همین‌طور در سال ۱۹۹۸روی شرایط محیطی بالای ثبات تعادل میخانیکی گاز در سیستم چندجزئی، توسطه .д М. Лифшим و д. Э. Линдофф در مسکو، تحقیق تجربی صورت گرفت (۴).

روش تحقیق

در این مقاله، تحقیق ساحوی و انجام تجربه به‌طور مستقیم صورت نگرفته ولی به‌شکل تیوری و توصیفی تاحدی تلاش گردیده تا پروسه انتقال کتله گاز و انتشار مالیکول‌های که همراه با بی‌ثباتی تعادل میخانیکی ظاهر می‌شود، از منظر غلظت، فشار، درجه حرارت و برخی دیگر از پارامترهای مورد نیاز با دیتاهای به‌دست آمده‌ی قبلی، مورد بررسی قرار گیرد، و به‌طور مشخص؛ تجاربی‌که در رابطه با موضوع بی‌ثباتی تعادل میخانیکی در سیستم‌های چندین‌جزئی با گاز رقیق صورت گرفته بود، مطالعه گردید.

با در نظرداشت اصول پیشینه‌نویسی شامل ساختن مأخذ در متون به‌روش Voncouver و درج صفحه‌های استفاده شده در فهرست منابع، با حفظ اصول و قواعد مقاله رعایت گردیده اند و موضوع مقاله علمی که تحت عنوان(مطالعه تجربی بی‌ثباتی تعادل میخانیکی در سیستم چندین‌جزئی با گاز رقیق) تحریر گردیده است، تاحد ممکن کاربردهای واقعی و عینی سیستم‌های چندجزئی گاز و اثرگذاری غلظت آن روی انرژی حرارتی انعکاس داده شده است.

۱. بی‌ثباتی تعادل میخانیکی

Dr. Millar و Mason.Dr در تجاربی که روی مطالعه اثر حرارتی انتشار در مخلوط‌های گازی سه‌جزئی با گاز رقیق انجام شد، برخلاف افزایش یک‌نواخت پیش‌بینی شده یک ویژگی متناوب از تغییر درجه حرارت را پیدا کردند. نتایج بدست آمده از تجارب به نویسندگان مقاله (۶،۷) اجازه داد تا جهت تعیین بی‌ثباتی تعادل میخانیکی، پروسه جریان‌های انتقال را هنگام انتشار مخلوط دوتایی به یک جز خالص تبدیل کنند.

شروع یک سیستم متناوب در هنگام اختلاط منجر به بی‌ثباتی پروسه انتشار می‌شود. در اثر نامتجانس بودن غلظت اجزای مخلوط گاز، جریان‌های حجمی مشاهده شده به‌وجود می‌آیند که به‌عنوان جریان انتقال حرارتی به انتقال غلظت معروف شده‌اند.

مطالعه تجربی بیشتر در مورد شروع انتقال غلظت در مخلوط‌های گازی چندکاره ماهیت پیچیده‌ی این پدیده و وابستگی آن به بسیاری از عوامل را نشان داد. محل قرارگیری اجزای مختلف کثافت در یک دستگاه وابسته به ساحه جاذبه، اثر فشار و درجه حرارت مورد تجربه، غلظت اولیه و اجزای منتشره‌ی گاز می‌باشد (۵).

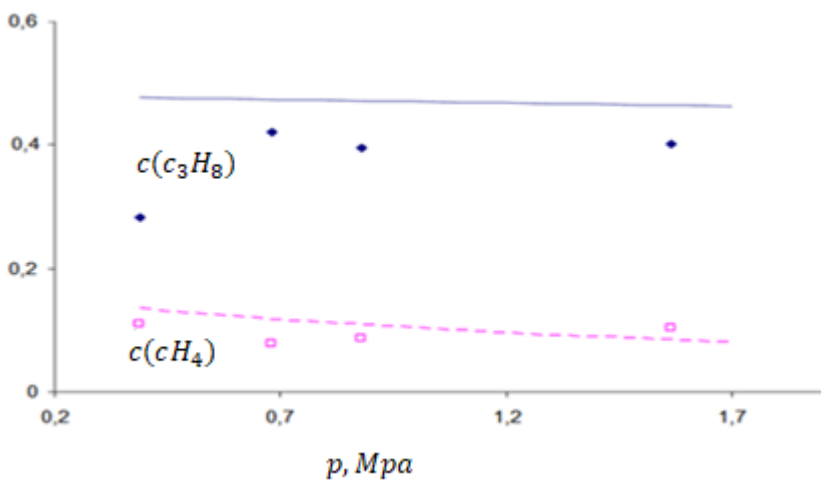
تجزیه و تحلیل نتایج مطالعات بی‌ثباتی انتشار نشان می‌دهد که داده‌های کیفی برای ارزیابی کامل میزان تأثیر پروسه انتقال بر روی انتشار کافی نیستند. در این تجربه، ما پروسه اختلاط نفوذ در یک مخلوط گاز سه‌جزئی ایزوترمال

حاوی پروپان، هلیوم و میتان را با استفاده از روش استفان- ماکسول، وابسته به فشار تجزیه و تحلیل کردیم. استفاده از روش استفان- ماکسول برای مطالعه اختلاط انتشار از مخلوط‌های چندجزئی به شما امکان می‌دهد تا داده‌های کیفی را در مورد تعیین نوع انتقال کتله در مخلوط‌های گازی با ثبات جاذبه‌یی بدست آورید که هم در سطح مالیکولی و هم در حالت انتقال می‌تواند رخ دهد که فشار خود یکی از ویژگی‌های مهم انتقال کتله در سیستم‌های چندجزئی است.

افزایش فشار می‌تواند منجر به اختلال در پروسه انتشار پایدار و وقوع انتقال شود. نویسندگان قاعده ناپایداری‌ها در انتشار سه‌بعدی" Miller L. ،Spurling T.H. ،Mason E.A" از اولین کسانی بودند که به تأثیر فشار توجه کردند و با جزئیات بیشتری مورد مطالعه قرار گرفت. هدف از این تجربه توصیف نظری تأثیر فشار بر غلظت ماده منتشرکننده‌ی مخلوط در هنگام انتشار ایزوترمی است (۴).

مطالعات با سیستم (پایین) $-0.43C_3H_8+0.57CH_4$ (بالا) $0.43C_3H_8+0.57He$ در درجه حرارت $k=298$ انجام شد. محاسبات نشان داد که افزایش فشار منجر به تشدید پروسه ناپایدار می‌شود (۲).

نوع انتقال کتله را می‌توان از طریق یک تجربه مشخص کرد که کاملاً طاقت‌فرسا است و به هزینه‌های قابل توجهی از مواد نیاز دارد، یا شبیه‌سازی عددی جریان‌های انتقال کتله در کانال‌های انتشار تراکم محدود، با درنظر گرفتن خصوصیات واقعی اجزای مخلوط این تجربه با استفاده از روش دو لامپ انجام شد. این شکل نتایج مطالعه انجام شده در درجه حرارت $k=298$ را نشان می‌دهد. از شکل۱ می‌توان دریافت که با افزایش فشار در محدوده $0.387Mpa-1.564Mpa$، غلظت C_3H_8 منتشر شده در حد پایین افزایش می‌یابد و در حد بالایی اهتزاز می‌کند. این شکل خطوط نظری محاسبه شده مطابق با معادلات استفان- ماکسول را با فرض انتقال کتله مالیکولی نشان می‌دهد (۳).



شکل۱: انتقال کتله در سیستم گاز (۹)

(پایین) $0.43C_3H_8 + 0.57He$ (بالا) $-0.43C_3H_8 + 0.57CH_4$

تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده مبهم است. اگر جریان را با مقدار میتان منتشر شده از حد پایین به بالایی در نظر بگیریم، جریان اختلاط مربوط به یک انتشار است. نقاط تجربی در محدوده خطا، با یک خبط نظری توصیف می‌شود. اگر محتوای پروپان را در حد بالایی تجزیه و تحلیل کنیم، جریان مخلوط کردن نوعی انتقال است. هیچ توافقی بین نتایج تجربی و محاسبات نظری مخصوصاً در فشارهای کم که ممکن نتیجه‌ی از شروع بی‌ثباتی انتشار باشد، وجود ندارد (٦).

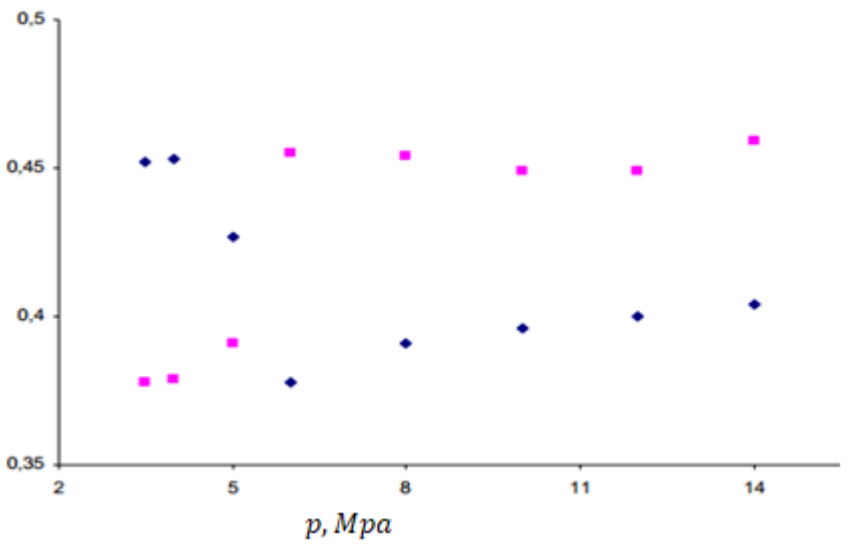
برای روشن شدن این موضوع، سیستم گاز:

$$0.57He + 0.43C_3H_8 - 0.597N_2O + 0.403C_3H_8$$

مورد بررسی قرار می‌گیرد، با مخلوط باینری $0.57He + 0.43C_3H_8$ در ناحیه بالایی دستگاه انتشار و مخلوط $0.597N_2O + 0.403C_3H_8$ در ناحیه پایین‌تر سیستم مورد مطالعه قرار گرفت (۳).

درجه حرارت همه تجربه‌ها $T = 298k$ و مدت زمان آن‌ها $t = 7200\sec$ است، فشار از $p = 4atm$ تا $p = 15atm$ متفاوت است(۷).

نتایج اندازه‌گیری غلظت گاز رقیق‌کننده C_3H_8 را در هر دو ناحیه دستگاه وابسته به فشار نشان می‌دهد.



شکل۲: وابستگی غلظت C_3H_8 گاز رقیق‌کننده در فشار در بی‌ثباتی سیستم

◆ $0.57He + 0.43C_3H_8 - 0.597N_2O + 0.403C_3H_8$ ، - حد پایین‌تر، - حد بالاتر(۹)

همان‌طور که از شکل۱ مشاهده می‌شود، در فشار اضافی تا $p = 5atm$ ، غلظت گاز رقیق‌کننده که به‌طور یک‌نواخت در زمان اولیه در محدوده دستگاه توزیع می‌شود، ثابت می‌ماند. این مربوط به پروسه انتشار مخلوط

گازها است. افزایش بیشتر فشار منجر به این واقعیت می‌شود که غلظت پروپان در حد پایینی دستگاه افزایش می‌یابد. در حد بالایی، غلظت گاز رقیق‌کننده به ترتیب کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده نقض ماهیت پایدار انتشار و ظهور جریان‌های انتقال بی‌ثباتی انتشار است. همان‌طور که از شکل فوق مشاهده می‌شود، اختلاط انتقال دارای خاصیت پیچیده‌یی است: در فشار تقریباً $p = 0.8atm$ ، جهت جریان انتقال بر عکس تغییر می‌کند، سپس در فشار $p = 14atm$ ، جهت جریان گاز رقیق دوباره تغییر می‌کند. این میزانی از انحراف در اندازه خطای تجربی $3-5\%$ نمی‌گنجد.

بنابراین، از مطالعات به دست آمده نتیجه می‌شود که در مخلوط‌های گازی با گاز رقیق و با افزایش فشار، مناطق انتشار پایدار و اختلاط انتقالی ناپایدار مشاهده می‌شود که جهت جریان گاز رقیق با فشار متفاوت است. این ظاهراً با طبیعت پیچیده جریان انتشار ناپایدار مخلوط کردن و تجلی خواص واقعی مخلوط‌های گاز قابل اختلاط همراه است (۵).

۲. تأثیر گاز رقیق‌کننده بالای انتقال کتله

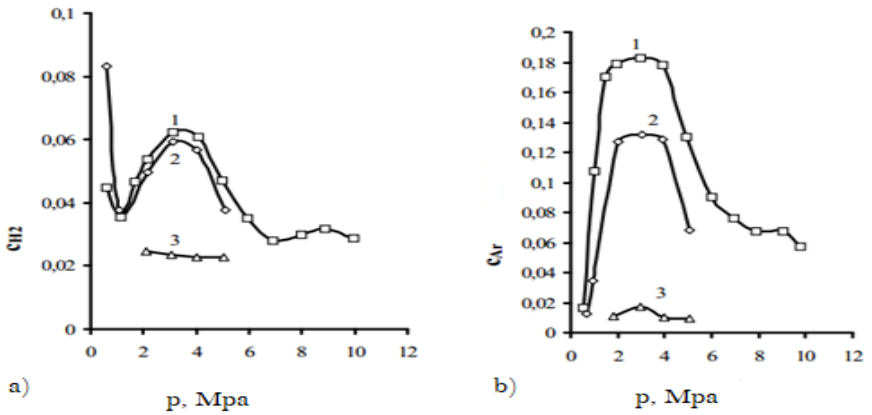
تأثیر گاز رقیق بر ماهیت انتقال کتله قسمی که مطالعات جریان انتقال کتله در مخلوط‌های گاز نشان داده است، یکی از پارامترهایی که انتقال سیستم را از انتشار به انتقال تعیین می‌کند، فشار است. نویسندگان .Miller L، .Spurling T.H، .Mason E.A(۴) از اولین کسانی بودند که به تأثیر فشار بر ثبات جریان انتشار توجه کردند و در ضمن با جزئیات بیشتری مورد مطالعه قرار گرفت. به‌عنوان مثال، انتقال کتله در یک سیستم باینری با جزئیات مورد بررسی قرار گرفت، فشارهای اساسی مشخص‌کننده‌ی تغییر از جریان انتشار به انتقال کتله تعیین شد. نشان داده شد که اگر یک مخلوط باینری در یکی از ناحیه‌های دستگاه داده شود و یک جز خالص از این مخلوط در ناحیه دیگری قرار گیرد، در نتیجه فشار بحرانی به موقعیت نسبی مخلوط و جز خالص نسبت به کانال انتشار و غلظت مخلوط باینری بستگی دارد (۹).

بر اساس نتایج مطالعه تجربی، نویسندگان نتیجه گرفتند که هرچه اختلاف در تراکم مخلوط‌های گاز در ناحیه‌های مختلف کمتر باشد، فشار بحرانی بیشتر است. در بالا نشان داده شد که در سیستم سه‌جزئی $0.3He + 0.7Ar - 0.2N$ ، انتقال از مخلوط شدن انتشار به مخلوط انتقال حرارت با فشار $p = 1.07Mpa$ رخ می دهد (۱).

شکل۳ وابستگی مقدار گاز منتقل‌شده از ناحیه پایین به بالایی را وابسته به فشار نشان می‌دهد.

نقاط داده‌های تجربی، (الف) هایدروجن، (ب) آرگون است. ترکیب اولیه مخلوط‌های دوجزئی:

$$1-0.4051H_2 + 0.5949Ar;\ 2-0.4870H_2 + 0.5230Ar;\ 3-0.5994H_2 + 0.4002Ar;$$



شکل ۳: تأثیر غلظت گاز رقیق در یک مخلوط باینری و فشار بر انتقال اجزا در یک سیستم سه‌جزئی $H_2 + Ar - N_2$ (۳)

محتوای شکل بالا نشان می‌دهد که مقدار فشار که مربوط به حداکثر مقدار هایدروجن منتشرشده و آرگون است، نظر به مقدار آرگون در مخلوط متفاوت است؛ اما حداکثر مقدار مربوط به فشار $p = 3.2Mpa$ است.

تجزیه و تحلیل نتایج ارائه‌شده در این کار نشان داد که دو غلظت مهم از مؤلفه سنگین در یک مخلوط دوجزئی وجود دارد، که در دامنه آن یک جریان انتشار ناپایدار مشاهده می‌شود که یکی از غلظت‌های مرزی از شرایط مساوی بودن کثافت مخلوط و ماده خالص، یافت می‌شود.

برای سیستم $He + Ar - N$ ، این مقدار غلظت۰,٦٦٧ مول از آرگون بود و مقدار دیگری از غلظت آرگون، مربوط به بازگشت سیستم به یک حالت پایدار، به‌طور تجربی پیدا شد و معلوم شد که در محدوده 0.3 تا 0.4 مول آرگون است.

هدف از این مطالعه تعیین نوع انتقال کتله مشاهده شده در کانال انتشار و تأثیر فشار بر شدت آن بود.

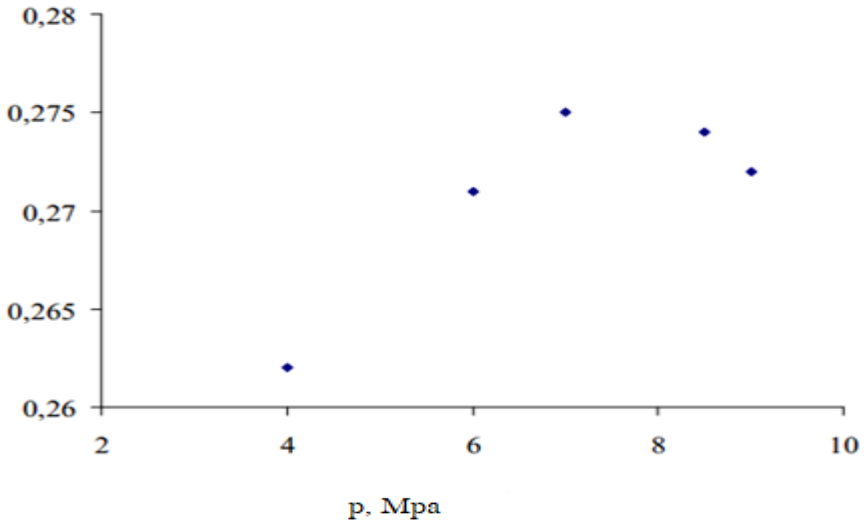
این تجربه‌ها با درنظرداشت شرایط با سیستم‌های

$0.430C_3H_8 + 0.597N_2O$ و $0.707C_3H_8 + 0.293He - 0.697C_3H_8 + 0.303N_2O$

در یک زمان ثابت و با درجه حرارت اتاق واحد انجام شده است.

زمان تجربه در غلظت 70% گاز رقیق‌کننده ۲۴۰ دقیقه و در محتوای آن حدود 40% مدت زمان تجربه ۱۲۰ دقیقه بود و فاصله زمانی توسط ما از شرط یافتن غلظت منتقل شده از اجزا با خطای بیش از 5% انتخاب شده است.

شکل ۴ و ۵ نتایج این مطالعات را به‌صورت وابستگی غلظت اکساید نایتروجن نشان می‌دهد که با تغییر فشار از ناحیه پایین به ناحیه بالا منتقل می‌شود.



شکل ۴: وابستگی غلظت اکساید نایتروجن به فشار موجود در سیستم

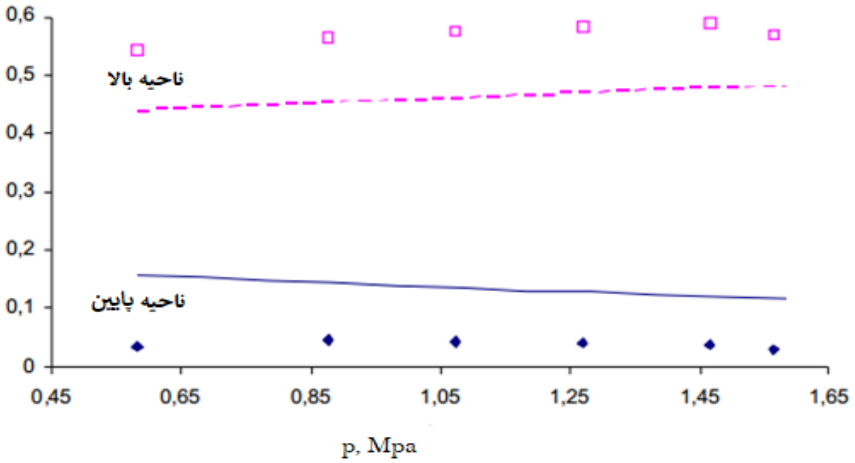
$0.707C_3H_8 + 0.293He - 0.697C_3H_8 + 0,303N_2O$ در $t = 240\,\sec$ و $T = 298K$ (۹)

همان‌طور که از شکل‌های۴ و ۵ مشاهده می‌شود، با افزایش فشار محتوای اکساید نایتروجن در ناحیه فوقانی دستگاه پخش به‌صورت غیرخطی تغییر می‌کند، دارای حداقل و حداکثر مقدار است. برای سیستم، حداقل انتقال در فشار اتفاق می‌افتد و در آن به حداکثر مقدار خود $p = 4atm$ می‌رسد.

برای سیستم $0.430C_3H_8 + 0.570He - 0.403C_3H_8 + 0.597N_2O$ حد اقل در یک فشار $p = 5atm$ و حداکثر فشار برابر با $p = 12.5atm$ اتفاق می‌افتد. هم‌چنین باید توجه داشت که پس از رسیدن به حداکثر مقدار، با افزایش بیشتر فشار مقدار اکساید نایتروجن کاهش می‌یابد. این وابستگی مقدار مؤلفه منتقل شده به فشار، مشخصه پدیده بی‌ثباتی انتشار در سیستم‌های گازی چندجزئی با طبقه‌بندی کثافت پایدار است که در بالا در نظر گرفته شده است.

همان‌طور که مشخص است، با انتقال کتله پیچیده دو مکانیسم انتقال کتله در جریان کلی، نفوذ و همرفت دخیل هستند. برای تعیین سهم هر نوع جریان، از روش مقایسه نتایج یک مطالعه تجربی با داده‌های نظری استفاده گردیده است. نتایج نظری در نتیجه محاسبه مطابق روش بالا که با فرض انتقال کتله مالیکولی پیچیده توسط تأثیرات درجه حرارت و فشار شرح داده شد، به‌دست آمد (۲). شکل ۵ چنین مقایسه‌ی را برای یک سیستم پایدار از نظر جاذبه نشان می‌دهد.

$$0.430C_3H_8 + 0.570He - 0.403C_3H_8 + 0.597N_2O$$



شکل ۵: وابستگی غلظت اکساید نایتروجن به فشار موجود در سیستم

$0.430C_3H_8 + 0.570He - 0.403C_3H_8 + 0.597N_2O$ در $t = 120\,\text{sec}$ و $T = 298K$ (۹)

همانه‌طور که از شکل۵ مشاهده می‌شود، غلظت اکساید نایتروجن در ناحیه پایین کاهش می‌یابد و به ترتیب در قسمت بالایی با افزایش فشار افزایش می‌یابد و هرچه فشار بیشتر باشد، مقدار جز منتقل شده نیز کاهش می‌یابد. در همان شکل می‌بینیم که انتقال کتله مالیکولی و انتقال حرارتی شدت آن‌ها را همزمان تغییر می‌دهد، اما مقدار انتقال چندین برابر بیشتر است. این امر هنگام مقایسه داده‌های نظری و تجربی در مورد وابستگی محتوای اکساید نایتروجن در ناحیه بالایی با تغییر فشار به وضوح دیده می‌شود.

با تجزیه و تحلیل داده‌های نتایج تجربه‌های(شکل۴ و ۵)، می‌بینیم که انتقال کتله در کانال انتشار مشاهده می‌شود. شدت جریان انتقال حرارتی به پارامترهای ترمودینامیکی سیستم گاز، فشار و غلظت بستگی دارد. با افزایش غلظت گاز رقیق، فشاری که در آن حداکثر شدت جریان انتقال حرارت مشاهده می‌شود کاهش می‌یابد. این وابستگی حداکثر شدت انتقال کتله به فشار، مشخصه‌ی پدیده‌ی بی‌ثباتی انتشار است که خود را در سیستم‌های گاز سه‌جزئی نشان می‌دهد.

بنابراین، باتوجه به نتایج مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که پدیده‌ی بی‌ثباتی انتشار در مخلوط‌های گازی مورد نظر مشاهده می‌شود. شدت انتقال مقدار حرارتی به پارامترهای ترمودینامیکی سیستم، فشار و غلظت اولیه اجزا بستگی دارد (۸).

نتیجه‌گیری

بر اساس مطالعات و بررسی‌های که از نتایج تحقیقات انجام شده است، می‌توان نتیجه‌گیری زیر را انجام داد:

- مطالعات با استفاده از روش دو ناحیه‌یی برای بررسی تغییر در حالت اختلاط دو گاز اصلی در محیط گاز سوم -گاز رقیق انجام شد.

- مطالعات با استفاده از روش دو ناحیه‌یی برای بررسی تغییر حالت‌ها در سیستم‌های گاز سه‌جزئی، با گاز رقیق‌کننده پروپان و اکساید نایتروجن و آنالوگ آن، در محدوده فشار (1.5−3) میگا پاسکال و درجه حرارت (292−303) کالوین انجام شد.
- در نتیجه مشخص شد که در سیستم‌های مورد بررسی در پروسه اختلاط، انتشار و انتقال کتله به‌شکل کانویکشن مشاهده می‌شود. تغییر در حالت اختلاط بستگی به پارامترهای ترمودینامیکی سیستم، فشار و غلظت دارد.
- با استفاده از روش گاز رقیق‌کننده، مشخص شده است که در سیستم‌های مورد بررسی، انتشار و انتقال کتله به‌طور کانویکشن هنگام اختلاط مشاهده می‌شود. تغییر در حالت اختلاط، بستگی به پارامترهای ترمودینامیکی سیستم، فشار و غلظت دارد.
- تشابه رفتار انتقال کتله اجباری از یک عمل خارجی با انتقال کتله سازمان یافته در یک کانال انتشار در یک ساحه‌ی جاذبه نشان داده شده است. تغییر از سیستم نفوذ مشابه تغییر از جریان آرام به یک تلاطم است.
- براساس نظریه خطی پایداری مخلوط‌های گازی سه‌جزئی، با درنظر گرفتن سیستم چندمصرفی، یک مدل ریاضی از جریان اختلاط در نظر گرفته شده است. برای سیستم‌های بررسی شده در صفحه اعداد جزئی ریلی، توافق متقابل بین خط نظری ثبات و داده‌های کیفی منعکس‌کننده‌ی نتایج مطالعات نشان داده شده است.
- همان‌طور که در این مقاله تذکر رفته است، جریان اختلاط در سیستم‌های گاز با گاز رقیق‌کننده می‌تواند هم در سطح مالیکولی و هم در حالت انتقال رخ دهد. این را می‌توان از طریق یک تجربه که کاملاً طاقت‌فرسا است و به هزینه‌های قابل توجهی از مواد نیاز دارد، یا با استفاده از روش عددی ارائه شده، در اثر محاسبات آشکار کرد.

منابع

1. Адибаев Б.М., Новосад З.И. Прикладная и теоретическая физика. – Алма-Ата, 2012.– С. 35-38.
2. Лапин Ю. В., Стрелец М.Х. Внутренние течения газовых смесей. – М.: Наука. Г. ред. физ.-мат. лит., 2000. –С. 368.
3. Селезнев В.Д., Смиров В.Г. Диффузия в трехкомпонентной смеси газов в системе двух колб. - 2007. – Т. 51, №4. – С. 79-80.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц В.М. Теоретическая физика. Т. 6. Гидродигамика. – 4-е изд. стер. – М.: Наука. Гл. ред, физ-мат. лит., 1998. –С.13.
5. Косов Н.Д. К определению коэффициента диффузии газов в различных системах отсчета. АН КазССР, сер. физ.-мат. – 1999. №6. – С. 15-20.
6. Жаврин Ю.И., Косов Н.Д., Белов С.М., Семидоцкая Н.И. Тепломассоперенос в жидкостях и газах: сб. науч. тр. – Алма-Ата, 2003. – С. 3- 12.
7. Жаврин Ю.И., Косов Н.Д., Белов С.М., Тарас**о**в С.Б. Влияние давления на устойчивость диффузии в некоторых трехкомпонентных газовых смесях. – 2006. – Т. 54, № 5. – С. 943-947.
8. Мейсон Э., Милинаускас А. Перенос в пористых средах: модель запыленного газа. –1989. – С. 20.
9. Шервуд Т., Пигфорд Р., Уилке Ч. Массопередача: Пер. с англ. – М.: Химия, 2005. –С. 6.