

بررسی عملکرد اتمایزر PFN 182 برای به کارگیری

در فرایند پایلوت FCC

محمد ایازی، محمد مهدی اکبر نژاد، محمد باقر صادقی پور خامنه، شهرام امیری و محمد علی عطار نژاد
پژوهشکده مهندسی توسعه فرایند های شیمیایی، پژوهشگاه صنعت نفت
Sadeghimb@ripi.ir

چکیده

بودند. ابتدا از یک لوله ساده باز به عنوان نازل استفاده شد و در نهایت منجر به ساخت نازل های صنعتی که در افت فشار پایین قادر به تولید اسپری با قدرت اتمایزیشن بالا و کیفیت خوب باشند، شد.

اتمایزر PFN182 بدین منظور برای به کار گیری در پایلوت FCC طراحی و ساخته شد. کلیه مراحل طراحی، ساخت و آزمایشات این اتمایزر در واحد پایلوت های مهندسی پژوهشکده مهندسی توسعه پژوهشگاه صنعت نفت انجام شده است و به منظور بررسی های بیشتر در امور طراحی نازلها و بهینه سازی سیستم اتمایزیشن، آزمایش های اتمایزیشن پاششی به طرف بالا با خوراک سرد (مخلوط آب - هوا و گازوئیل - نیتروژن) انجام شد در این آزمایش ها از دستگاه لیزری PDA و دستگاه آنالیز تصویری برای اندازه گیری قطر ذرات پاششی استفاده شد. برای انجام این آزمایش ها در حالت سرد سیستم ابداعی طراحی و ساخته شد. موفقیت این کار حاصل یکسری ابداعات و ابتکارات در طراحی ها و ساخت تجهیزات می باشد که موجب کسب نتایج رضایت بخش شده است.

تبدیل برشهای سنگین نفتی به فرآورده های سبک و با ارزش تر، از جمله عملیات کلیدی پالایشگاه ها می باشد. روش های مختلفی برای شکست برش های سنگین نفتی وجود دارد که یکی از مهمترین آنها فرایند شکست بستر سیال کاتالیست (FCC) می باشد.

تزریق خوراک در یک واحد FCC نقش کلیدی در گزینش پذیری و خواص محصولات تولیدی دارد. عملکرد سیستم تزریق خوراک به مهمترین و کلیدی ترین بخش آن یعنی نازل بستگی دارد.

اندازه قطرات هیدروکربن ها و نحوه پاشش آنها در دستیابی به واکنش های مطلوب شکست مولکولی کاتالیستی بسیار حائز اهمیت است. قطرات بزرگتر در این واکنش نسبت به قطرات کوچکتر دیرتر تبخیر می شوند که این امر موجب واکنش های شکست حرارتی ناخواسته و تولید محصولات غیر انتخابی و نامطلوب می شود. از این رو از روزهای آغازین پیدایش فرایند FCC، محققان و صنعتگران به فکر اتمایز کردن هر چه بهتر خوراک به منظور تولید محصولات مورد نظر

Reviewing the Function of Atomiser PFN 182 for Using in FCC Pilot Plant

M. Ayazi , M. M. Akbarnejad , M.B. Sadeghi , Sh. Amiri and M. A. Attarnejad
Research Institute of Petroleum Industry
P.O.BOX: 18745-4163, Tehran, Iran

ABSTRACT

The conversion process of heavy hydrocarbons to the valuable products such as gasoline is an important operation in the oil refineries.

One important process is the “Fluidized Catalytic Cracking” (FCC).

Feed injection in FCC process has an important role in the selectivity and properties of the products.

Performance of the feed injection system is dependent on the Atomizers.

The size and contribution of the feed droplets for desirable reaction is very important. The larger droplets in compare with smaller droplets are evaporated in a longer time and it causes undesirable reactions such as thermal cracking. The PFN 182 Atomizer is designed at the engineering

pilot plant department of RIPI for FCC pilot plant operation and for more investigations; the tests are performed by cold feeds (Water-Air and Gas oil- Nitrogen) for simulation.

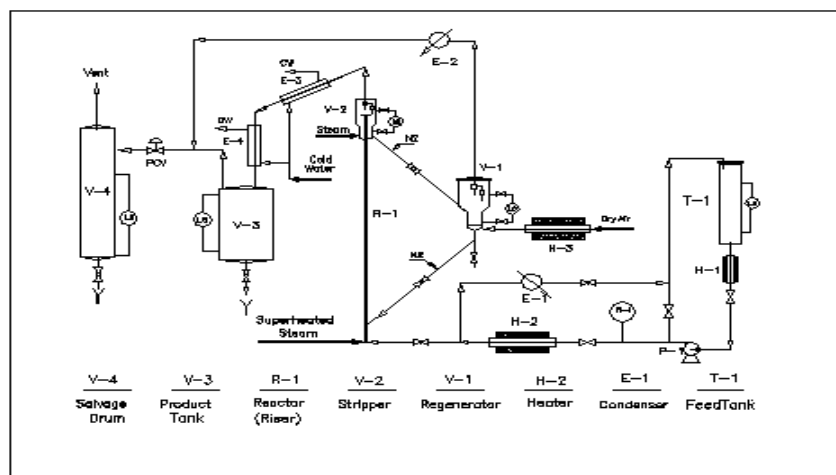
In these tests, the Particle Dynamic Analyzer (PDA) and Photography method for determination of droplet size and velocity are used satisfactorily.

مقدمه

شکست کاتالیستی بستر سیال FCC به عنوان یک فرایند تبدیل اولیه، نقش کلیدی در هر پالایشگاه مجهز در جهان دارد. در این فرایند برشهای سنگین نفتی به فرآورده های سبک و با ارزش تبدیل می شوند. هدف اصلی از ایجاد این نوع واحدها، افزایش در تولید بنزین موتور و ایجاد تسهیلات لازم برای تولید انواع سوخت هواپیما می باشد. (نمودار ۱)

خوراک این واحد از ته مانده برج تقطیر در خلاء یا دیگر واحدها تامین می شود و محصولات آن عبارتند از: گازهای سبک اولفینی، پروپان، بوتان، بنزین موتور، گازوئیل و نفت کوره.

کاتالیستی در سطح کاتالیست رخ می دهد و به هر میزان که سطح تماس خوراک با کاتالیست بیشتر باشد واکنش بهتر و کامل تر رخ خواهد داد، از این رو از روزهای آغازین فرایند شکست کاتالیستی محققان و پالایشگران به فکر بهبود پاشش خوراک به منظور افزایش سطح تماس خوراک و کاتالیست بودند که ابتدا از یک لوله ساده باز به عنوان اتمایزر استفاده کرده و در نهایت به ساخت اتمایزرهای با قدرت پاشش بالا، کیفیت بهتر و افت فشار پایین نائل شدند، [۱] پاشش مطلوب ذرات با قطر کمتر و توزیع یکنواخت آنها در راکتور فرایند FCC، افزایش محصولات مطلوب مانند بنزین و کاهش محصولات نامطلوب نظیر کک و گاز خشک را در پی دارد. انتقال توده مایع به درون پاشش گرها و دیگر پخش کننده های فیزیکی نظیر اتمایزرها به صورت ذرات کوچک در



نمودار ۱- شمای کلی فرایند پایلوت FCC

۲- دستگاه آنالیز تصویری^۲**دستگاه آنالیز دینامیکی ذرات توسط لیزر**

دستگاه لیزری تحلیل دینامیکی ذره (PDA) قابلیت اندازه گیری همزمان اندازه و سرعت ذرات کروی را در محیط های گازی و مایع دارد. این دستگاه قادر به اندازه گیری ذرات با قطر ۰/۵ میکرون تا چند میلیمتر و سرعت کمتر از ۵۰۰ m/sec است. همچنین می توان غلظت و فلاکس جرمی ذرات را نیز بدین وسیله محاسبه کرد [۳].

اندازه گیری همزمان قطر و سرعت، قابلیت ایجاد روابط بین این کمیت ها را ممکن می سازد. سرعتها براساس فرکانس های متناسب با امواج داپلر^۳ با LDA^۴ اندازه گیری می شود در حالی که اندازه گیری قطر براساس مقایسه سیگنال های جمع آوری شده توسط دو آشکارساز نوری که در زوایای مناسب، با توجه به محدوده حجم اندازه گیری، انتخاب شده اند، محاسبه می شود. سیگنال ها با اختلاف فازی معین که به جایگیری ادوات سیستم بستگی دارد، دریافت می شود که این اختلاف با قطر ذرات ارتباط مستقیم دارد [۳].

اصولا بر اساس نوع ذرات و رفتار آن در برخورد با اشعه لیزر سه نوع فابندی نوری برای اندازه گیری قطر ذرات در PDA تعریف شده است. این فاز بندی به وسیله مدل های مختلف پراکندگی نور تعیین می شوند (نمودار ۲) که عبارتند از:

۱- شکست درجه یک^۵

۲- انعکاس^۶

۳- شکست درجه دو^۷

اتمسفیر گازی یکی از مهمترین فرایندهای صنعتی می باشد که دارای کاربردهای زیادی می باشد. فرایند اتمایزیشن عبارت است از "تجزیه و خرد شدن جت یا صفحه مایع توسط انرژی جنبشی آن یا توسط اعمال فشار با هوا یا گاز دارای سرعت بالا". فرایند اتمایزیشن دارای طبیعت تصادفی می باشد و طیف وسیعی از ذرات با اندازه های گوناگون در آن قرار می گیرند [۲].

احتراق سوخته های مایع در موتورهای دیزلی و بنزینی، موتورهای راکت ها، توربین های گازی، کوره های صنعتی و فرایندهای صنعتی نظیر FCC و ... تا حد زیادی به کیفیت اتمایزیشن بستگی دارند و هر چه اندازه ذرات کوچکتر و توزیع ذرات یکنواخت تر باشد، کیفیت بهتری نتیجه می شود. ظرفیت پایین پایلوت FCC طراحی خاصی برای اتمایزیهایی که بتوانند شرایط فوق را به بهترین نحو در دبی های پایین میسر سازد، می طلبند که در این راستا اتمایزر PFN182 برای کار در دبی های بین ۳ الی ۱۰ کیلوگرم در ساعت طراحی و ساخته شد و عملیات آن توسط خوراک آب- هوا و گازوئیل- نیتروژن شبیه سازی شد.

شرحی بر نحوه انجام آزمایش ها و روش های**موجود**

دستگاههای مختلفی برای بررسی و تجزیه و تحلیل ذرات موجود در اسپری وجود دارد که آنها را بر اساس روش های به کار رفته برای اندازه گیری ذرات نام گذاری می کنند. دو نوع از این دستگاه ها برای اندازه گیری قطر ذرات مورد استفاده قرار گرفت که عبارتند از:

۱- دستگاه آنالیز دینامیکی ذرات توسط لیزر^۱

۲ - Image Analyzer

۳ - Doppler

۴ - Laser Doppler Anemometry

۵ - First Order Refraction

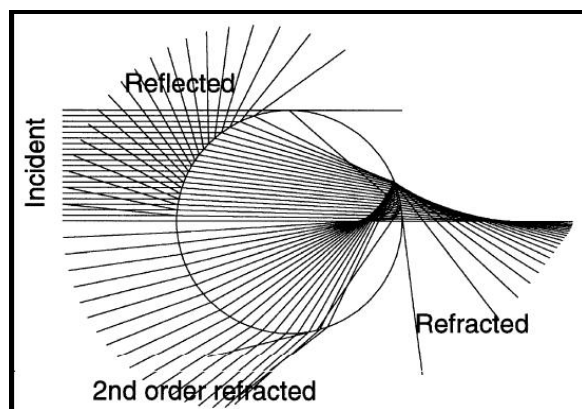
۶ - Reflection

۷ - Second Order Refraction

۱ - Particle Dynamic Analyzer

عبور کند را نام برد. در غیر این صورت از حالت انعکاس نور (برای نمونه های غیر قابل عبور نور لیزر) استفاده می شود.

در اکثر کاربردهای PDA از پراکندگی در وضعیت شکست درجه یک استفاده می شود. به عنوان مثال، می توان اندازه گیری قطرات آب یا روغن که نور می تواند از قطرات آن



نمودار ۲- امواج منعکس شده در سه حالت پراکندگی نور از یک قطره آب، انعکاس، شکست درجه یک و دو [۳]

جزئیات و تئوری برخورد نور لیزر با ذرات و قطرات آب و روغن یا مواد جامد به طور مشروح در منابع [۳ و ۴] ذکر شده است. لذا از توضیحات اضافی در اینجا صرف نظر می شود. از نظر تئوری و مدل سازی می توان تبخیر شدن یک فاز مایع و اسپری کردن فاز مایع اتمایز شده همراه با یک فاز جامد (قطرات یا ذرات) را ارزیابی کرد. بحث مدل سازی و تئوری آنها را می توان در منابع [۵ و ۶] به طور مشروح مطالعه کرد.

دستگاه آنالیز تصویری

در دستگاه آنالیز تصویری، تصویر سطح نمونه مورد بررسی، ابتدا به علائم دیجیتالی تبدیل شده و سپس پردازشهای مورفولوژی بر روی آن انجام می شود. دستگاه آنالیز تصویری "Q-570" ساخت کارخانه "LEICA" مطابق با علائم دیجیتالی استاندارد "CCIR-RS 170" می باشد، و اطلاعات ورودی به صورت چنین علائمی به دستگاه منتقل می شود. به طور خلاصه مراحل انجام آنالیز تصویری عبارت است از:

- ۱- تولید تصویر آنالوگ^۱
- ۲- پردازش تصویر آنالوگ

- ۳- آشکار سازی تصویر آنالوگ
- ۴- تبدیل تصویر آنالوگ به باینری^۲
- ۵- ذخیره سازی تصویر باینری
- ۶- پردازش تصویری باینری و اندازه گیری موارد مورد نیاز
- ۷- اطلاعات خروجی (به چاپگر یا حافظه کامپیوتر)

سیستم آنالیز تصویری در وهله اول تصویر نوری را به علائم الکتریکی تبدیل می نماید. علائم الکتریکی به صورت آنالوگ است، اما در دستگاه "Q-570" تمام پردازشها به شکل اطلاعات عددی انجام می پذیرد. به همین دلیل علائم در محدوده معین عددی می شود و سپس بر روی "تصویر دیجیتالی" پردازشهای مورفولوژی انجام می گیرد.

توسط دستگاه آنالیز تصویری می توان عوامل زیادی از جمله دانه بندی^۳، توزیع دانه بندی^۴، مرز دانه های سطح فلزی^۵،

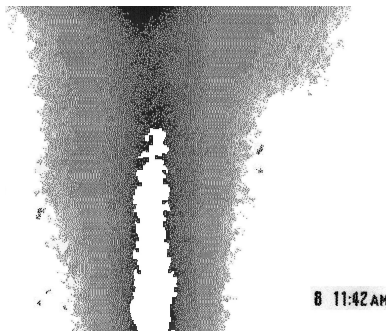
۲ - Binary
۳ - Particle Size
۴ - Particle Distribution
۵ - Grain Boundary

۱ - Gray Image

نمودار ۳- تصویر از اسپری آب و هوا بعد از پردازش توسط نرم افزارهای تصویری

اندازه گیری با دستگاه آنالیز تصویری

قبل از شروع به بررسی دانه بندی افشانهای نازل، ابتدا دستگاه آنالیز تصویری کالیبره می شود، به طوری که عکس حاوی



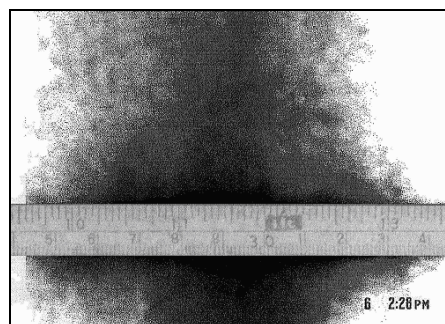
نمودار ۴- تصویر از اسپری گازوئیل - نیتروژن بعد از پردازش توسط نرم افزارهای تصویری

خط کش مدرج تهیه می شود و به همراه نمونه ها زیر دوربین دستگاه "Q-570" قرار می دهیم. سپس تصویر آن را روی صفحه نمایش دستگاه به دست آورده و آن را با یک قاب مشخص تصویری (دارای تعداد معین کاراکتر تصویری Pixel) می سنجیم و سپس فاکتور کالیبراسیون برحسب میلی متر در هر کاراکتر تصویری به حافظه کامپیوتر داده می شود. پس از این مرحله عکسهای آماده شده دیجیتالی را زیر دوربین ورودی دستگاه آنالیز تصویری قرار داده و پس از تنظیم موارد گوناگون از جمله نور تابیده شده به سطح عکس نمونه، روزنه دوربین، کانونی کردن تصویر و ... قسمتهای مختلف عکس را به تدریج در مرکز دید دوربین ورودی قرار می دهیم و در هر مرحله تصویر در حافظه کامپیوتر دستگاه آنالیز تصویری ثبت می شود. حداقل ده قسمت مختلف عکس مورد بررسی قرار می گیرد و سپس تصویرهای موجود در حافظه را در هر ده مورد اندازه گیری کرده، حد متوسط آنها را به دست می آوریم.

درصد فازهای مختلف یک نمونه^۶، آنالیز و شکل نمونه^۷، و اندازه گیریهای تصویری مختلف دیگر (به نمونه مورد بررسی بستگی دارد) را تعیین و در نهایت منحنی توزیع این موارد را رسم کرد.

روش نمونه گیری و نمونه سازی به منظور استفاده در دستگاه آنالیز تصویری

از نازل ساخته شده (PFN182) به کمک نور افکن و قرار دادن دوربین در فاصله معین عکسهای شفاف دیجیتالی تهیه شده است، بدین گونه که ابتدا از یک خط کش مدرج که در مرکز اسپری قرار داده شده و سپس در همان فاصله از اسپری تنها عکس برداری شده و به صورت فایل به داخل نرم افزارهای تصویر بردی و نقاط آن را حتی المقدور آشکار می کنیم. از این تصاویر چاپ سیاه سفید با وضوح بالا تهیه می شود، این عکسهای ورودی به دستگاه آنالیز تصویری را از طریق دوربین های ورودی متصل به آن تشکیل می دهند. قابل ذکر است که عکسبرداری از خط کش مدرج برای کالیبراسیون دستگاه آنالیز تصویری تهیه شده است. عکسبرداری متعددی از اسپری در طی اندازه گیری قطر ذرات توسط دستگاه لیزر انجام گرفت که در اینجا دو تصویر را به عنوان نمونه برای خوراک آب- هوا و گازوئیل - نیتروژن نشان می دهیم. نمودارهای ۳ و ۴ تصویرهایی هستند که از ترکیب عکس خط کش مدرج و عکس اسپری حاصل شده اند.



^۶ -Phase Analysis

^۷ -Shape Analysis

۱- نحوه محاسبه و کاربرد هر یک از قطرهای متوسط در جدول ارائه شده است).

۲- رسم نمودار سه بعدی قطرها و سرعتهای متوسط در سطح مقطع اسپری.

۳- هیستوگرام قطر و سرعت ذرات در هر نقطه از اسپری بر حسب Count و Percentage و Cumulative.

۴- پروفایل تغییرات قطر و سرعت متوسط ذرات در سطح مقطع اسپری بر حسب دو محور X و Y.

دستگاه آنالیز تصویری می تواند عوامل بسیار زیادی از جمله دانه بندی، توزیع دانه بندی، مرز دانه های سطح فلزی، درصد فازهای مختلف یک نمونه، آنالیز و شکل نمونه، و اندازه گیری های تصویری مختلف دیگر (به نمونه مورد بررسی بستگی دارد) را تعیین و در نهایت منحنی توزیع این موارد را رسم نماید.

قابلیت های دستگاههای اندازه گیری

دستگاه تحلیل دینامیکی ذره قادر است ذرات گذرنده در نقاط مختلف از سطح مقطع اسپری و همچنین در سطوح مختلف در طول اسپری را با کمک سیستم جا به جا کننده متعلق به آن اندازه گیری کند. سیستم جا به جا کننده در سه جهت محورهای X و Y و Z با دقت ۰/۱ میلیمتر قابل حرکت می باشد. این دستگاه را می توان براساس تعداد نمونه گیری و یا مدت زمان نمونه برداری در هر نقطه تنظیم کرد که این قابلیت دستگاه باعث شده که شرایط اندازه گیری در تمام نقاط اسپری یکسان شود. بعد از اتمام کار دستگاه اطلاعات زیر را ارائه می دهد:

۱- برای تمامی نقاط اسپری، تعداد نمونه، قطر و سرعت واقعی ذرات و انواع قطر متوسط (D_{10} , D_{20} , D_{30}) و سرعت متوسط (RMS, Mean Velocity ...) نقاط را با قید مکان هندسی آن در سطح مقطع اسپری نشان می دهد

جدول ۱- انواع میانگین قطرهای و کاربردهای آنها

Symbol	Name of mean diameter	Expression	Application
D_{10}	Length	$\frac{\sum N_i D_i}{\sum N_i}$	Comparisons
D_{20}	Surface	$\left(\frac{\sum N_i D_i^2}{\sum N_i}\right)^{1/2}$	Surface area controlling
D_{30}	Volume	$\left(\frac{\sum N_i D_i^3}{\sum N_i}\right)^{1/3}$	Volume controlling, e.g., hydrology
D_{21}	Surface area-length	$\frac{\sum N_i D_i^2}{\sum N_i D_i}$	Absorption
D_{31}	Volume-length	$\left(\frac{\sum N_i D_i^3}{\sum N_i D_i}\right)^{1/2}$	Evaporation, molecular diffusion
D_{32}	Sauter (SMD)	$\frac{\sum N_i D_i^3}{\sum N_i D_i^2}$	Mass transfer, reaction

D ₄₃	De Brouckere or Herdan	$\frac{\sum N_i D_i^4}{\sum N_i D_i^3}$	Combustion equilibrium
-----------------	------------------------	-----------------------------------------	------------------------

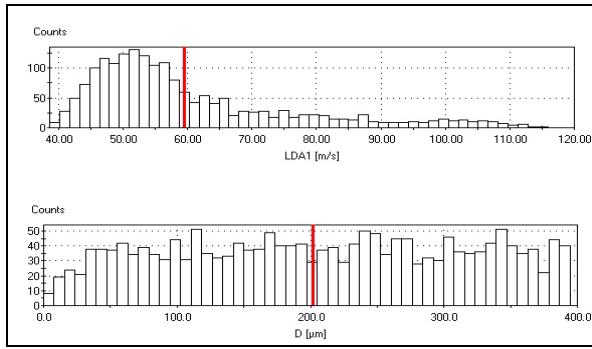
بحث نتایج مربوط به داده های اندازه گیری دستگاه ها

برای بررسی عملکرد دو روش برای اندازه گیری ذرات در اسپری، به طور همزمان در شرایط عملیاتی (فشار مخلوط ۵/۴ بار و دبی خوراک ۷/۲ kg/h با مصرف ۳/۵ درصد وزنی گاز اتمایز کننده) برای خوراک های آب- هوا و گازوئیل- نیتروژن نمونه برداری شده است. اندازه گیری برای هر خوراک توسط دستگاه لیزر انجام شد و در طی این اندازه گیری، عکسهای دیجیتالی مختلفی از اسپری برای بررسی و تجزیه و تحلیل توسط دستگاه آنالیز تصویری گرفته شد.

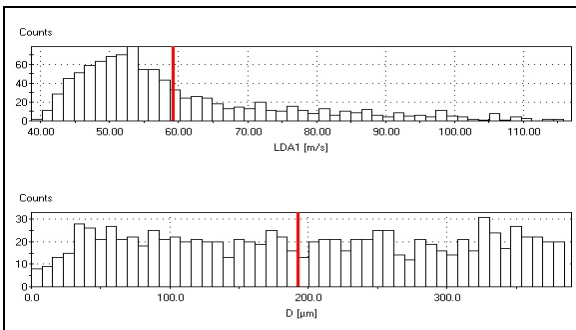
- ۴- پروفایل تغییرات قطر متوسط ذرات در سطح مقطع اسپری بر حسب دو محور X و Y برای خوراک آب- هوا و گازوئیل- نیتروژن (نمودار ۶).
- ۵- پروفایل تغییرات سرعت متوسط ذرات در سطح مقطع اسپری بر حسب دو محور X و Y برای خوراک آب- هوا و گازوئیل- نیتروژن (نمودار ۷).

دستگاه آنالیز دینامیکی ذره

در روش لیزری امکان اندازه گیری همزمان قطر ذرات و سرعت آنها به صورت های میانگین حسابی و روشهای تعمیم یافته (جدول ۱) به کمک روابط ریاضی همچون D_{32} و ... میسر می باشد. در این روش در ۲۸ نقطه از اسپری، در سطح مقطعی به شعاع ۳ mm که در فاصله ۱۵ cm از نوک نازل قرار دارد، اندازه گیری انجام شد. نتایج حاصل از آن به صورت نمودارهایی که توسط دستگاه PDA رسم شده ارائه می شود که عبارتند از:



(الف)



(ب)

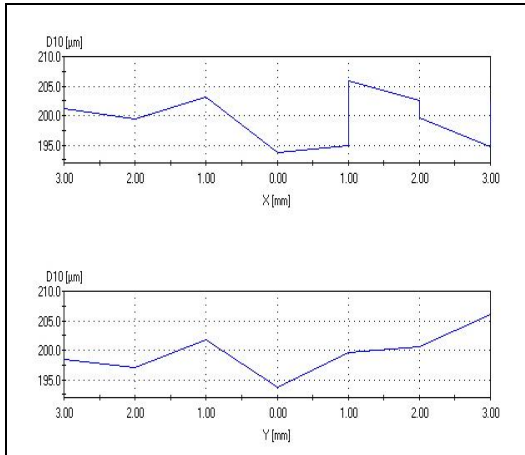
۱- لیست قطر میانگین، قطر متوسط ساوتر و سرعت متوسط ذرات در کلیه نقاط اندازه گیری در سطح مقطع اسپری (جدول ۲).

۲- هیستوگرام قطر و سرعت ذرات در مرکز اسپری برای خوراک آب- هوا و گازوئیل- نیتروژن (نمودار ۴).

۳- نمودار سه بعدی قطر متوسط در سطح مقطع اسپری برای خوراک آب- هوا و گازوئیل- نیتروژن (نمودار ۵).

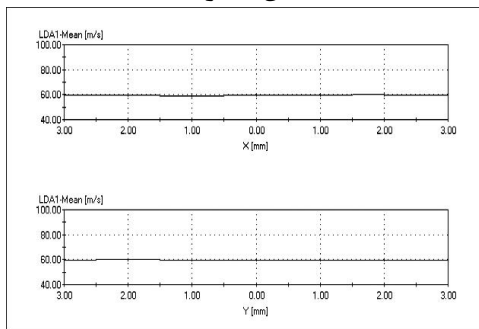
نمودار ۴- هیستوگرام قطر و سرعت ذرات در نقطه مرکز
اسپری (الف- برای خوراک آب و هوا
ب- برای خوراک گازوئیل و نیتروژن)
جدول ۲- نتایج قطر متوسط، ساوتر^۱ و سرعت متوسط در کلیه نقاط اندازه گیری و همچنین میانگین مقادیر آنها در
سطح مقطع اسپری برای خوراک های آب- هوا و گازوئیل- نیتروژن

X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	Counts		D10 [μ m]		D32 [μ m]		LDA1-Mean [m/s]	
			Water	Gas oil	Water	Gas oil	Water	Gas oil	Water	Gas oil
0	0	0	1846	1000	203.5	193.8	294.9	290.4	59.66	59.18
1	0	0	1811	1000	206.6	194.9	298.2	287.6	59.67	58.86
0.71	-0.71	0	1853	1000	205.3	198.9	298.5	289	60.15	59.92
0	-1	0	1808	1000	203	201.9	299.4	288.3	59.69	60.1
-0.71	-0.71	0	1798	1000	204.2	202.7	299.9	288.9	59.77	60.32
-1	0	0	1885	1000	202.2	203.1	298.3	290.4	59.2	59.61
-0.71	0.71	0	1725	1000	199.1	203.2	296.7	291	60.22	60.02
0	1	0	1616	1000	205.3	199.6	300.7	291.4	59.35	60.91
0.71	0.71	0	1628	1000	202.9	193.4	299.4	284.9	58.87	60.71
1	0	0	1592	1000	203.6	205.8	297.8	295.5	59.42	59.44
2	0	0	1667	1000	210.4	199.6	300.4	291.1	59.74	60.16
1.41	1.41	0	1613	1000	199.3	198.6	295.9	291.8	59.92	60.44
0	2	0	1578	1000	202.8	200.6	297.3	288	59.72	60.68
-1.41	1.41	0	1573	1000	203.9	197.2	294.3	288.1	59.33	59.19
-2	0	0	1557	1000	202.4	199.4	297.1	290.7	59.54	60.45
-1.41	-1.41	0	1543	1000	201.7	193	297.4	287.1	59.64	60.57
0	-2	0	1508	1000	206.3	197.1	299.1	288.4	59.94	59.38
1.41	-1.41	0	1610	1000	201.1	202.7	298.7	292.2	59.14	59.69
2	0	0	1667	1000	203.5	202.6	297	288.1	60.39	59.55
3	0	0	1731	1000	203	202.5	297.6	296.2	60.01	60.18
2.12	-2.12	0	1744	1000	203.9	209	295.3	300.7	59.53	59.69
0	-3	0	1664	1000	202.2	198.5	299.5	290.1	59.8	60.11
-2.12	-2.12	0	1673	1000	203.2	198.8	299.4	289.2	60.05	59.45
-3	0	0	1643	1000	200.2	201.3	293.8	293.5	59.6	59.45
-2.12	2.12	0	1677	1000	203.4	207	295.8	299.4	59.75	60.24
0	3	0	1622	1000	203.9	206	296.3	300.4	59.56	59.97
2.12	2.12	0	1722	1000	204.2	197.3	296.5	292.9	58.53	58.47
3	0	0	1752	1000	201.3	194.8	296.5	291.1	59.73	60.17
Average					203.3	200.1	297.6	291.3	59.64	59.90

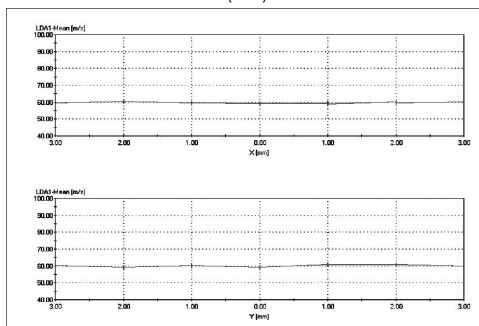


(ب)

نمودار ۶- پروفایل تغییرات قطر میانگین ذرات در سطح مقطع اسپری بر حسب محورهای مختصات (الف- برای خوراک آب و هوا ب- برای خوراک گازوئیل و نیتروژن)

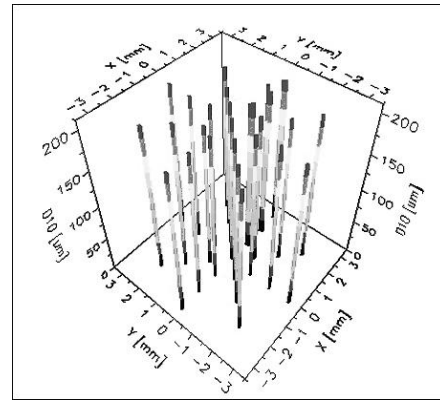


(الف)

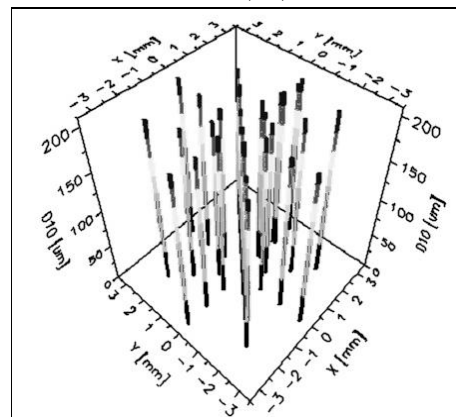


(ب)

نمودار ۷- پروفایل تغییرات سرعت متوسط ذرات در سطح مقطع اسپری بر حسب محورهای مختصات (الف- برای خوراک آب و هوا ب- برای خوراک گازوئیل و نیتروژن)

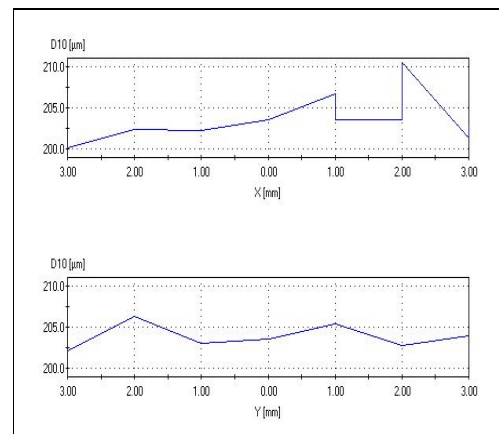


(الف)



(ب)

نمودار ۵- نمودار سه بعدی قطر میانگین در سطح مقطع اسپری (الف- برای خوراک آب و هوا ب- برای خوراک گازوئیل و نیتروژن)



(الف)

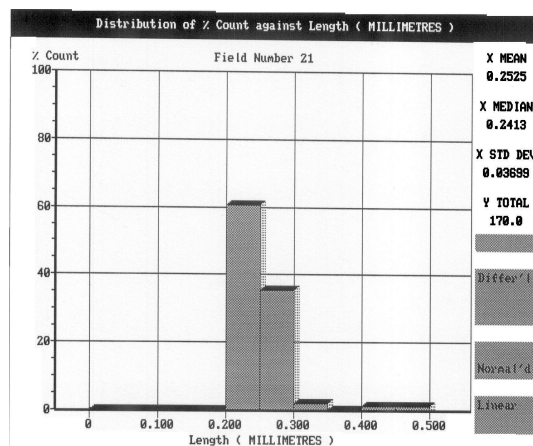
دستگاه آنالیز تصویری

در ۲۱ ناحیه مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در نمودار ۸ آمده و بیان می کند که ۹۵ درصد از کل ذرات موجود در اسپری بین ۳۰۰-۲۰۰ میکرون می باشد. همچنین اندازه گیری برای اسپری گازوئیل- نیتروژن در ۱۸ مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در نمودار ۹ آمده و بیان می کند که ۹۳ درصد از کل ذرات موجود در اسپری بین ۲۵۰-۱۵۰ میکرون می باشد. نتایج آنالیز تصویری برای خوراک آب و گازوئیل برحسب میکرون در جدول ۳ ارائه شده است.

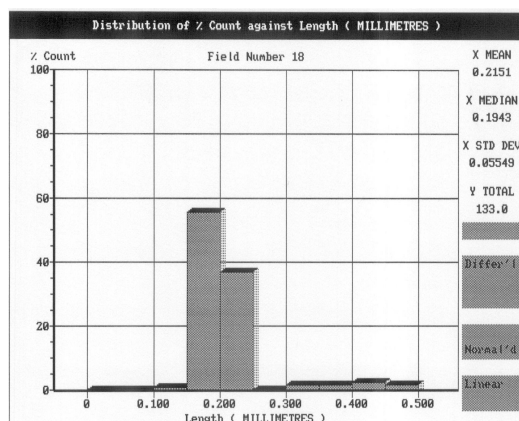
در این گزارش تعیین دانه بندی افشانه‌های خروجی از نازل طراحی شده PFN182 با خوراک آب - هوا و گازوئیل- نیتروژن مطابق جدول ۳ تعیین شد و نتایج آن در نمودار های ۸ و ۹ با درجه بندی های مختلف به منظور نشان دادن جزئیات بیشتر ارائه شده است که جزئیات بیشتر عبارتند از: تعداد مناطق اندازه گیری و میانگین و انحراف معیار و قطر ذرات (mm)، در شکل ها قید شده است. اندازه گیری برای اسپری آب و هوا

جدول ۳- شرایط و نتایج آزمایش ها در روش آنالیز تصویری ذرات برای خوراک آب و گازوئیل

اندازه ذرات در روش تصویری	شرایط عملیاتی			نام نمونه
	% وزنی گاز اتماز کننده	دبی خوراک (kg/hr)	فشار مخلوط (بار)	
۲۴۱/۳	۳/۵	۷/۲	۵/۵۴	آب - هوا
۱۹۴/۳	۳/۵	۷/۲	۵/۵۴	گازوئیل - نیتروژن



نمودار ۸ - هیستوگرام قطر ذرات بر حسب درصد برای مخلوط آب و هوا نیتروژن



نمودار ۹- هیستوگرام قطر ذرات بر حسب درصد برای مخلوط گازوئیل و نیتروژن

بحث و نتیجه گیری

ترتیب ۲۴۱/۳ میکرون و ۱۹۴/۳ میکرون می باشد.
 ۶- سرعت بیشتر ذرات اندازه گیری شده در اسپری آب- هوا و گازوئیل- نیتروژن توسط روش آنالیز لیزری در محدوده بین ۸۰-۴۰ متر بر ثانیه می باشد.
 ۷- دستگاه آنالیز لیزری قطر و سرعت متوسط ذرات در سطح مقطع اسپری را به طور سه بعدی نشان می دهد، در حالی که دستگاه آنالیز تصویری چنین قابلیت را ندارد.
 ۸- دستگاه آنالیز لیزری پروفایل تغییرات قطر و سرعت متوسط ذرات در سطح مقطع اسپری برحسب دو محور X و Y برای خوراک آب- هوا و گازوئیل- نیتروژن را رسم نموده که نشان دهنده توزیع یکنواخت آنها در سطح مقطع می باشد.
 ۹- با توجه به موارد فوق، اتمایزر PFN182 می تواند دارای عملکرد مناسبی برای به کارگیری در پایلوت FCC پژوهشگاه صنعت نفت داشته باشد.

۱- اندازه گیری ذرات در دستگاه آنالیز لیزری به طور دینامیک و در دستگاه آنالیز تصویری به طور استاتیک صورت می گیرد.
 ۲- بیش از ۹۰ درصد از کل ذرات اندازه گیری شده در اسپری آب- هوا و گازوئیل- نیتروژن توسط روش آنالیز تصویری به ترتیب در محدوده بین ۲۰۰-۳۰۰ میکرون و ۲۵۰-۱۵۰ میکرون می باشد.
 ۳- قطر ذرات اندازه گیری شده در اسپری آب- هوا و گازوئیل- نیتروژن توسط روش آنالیز لیزری تا حداکثر ۴۰۰ میکرون می باشد.
 ۴- قطر متوسط ذرات اندازه گیری شده در اسپری در تست آب و گازوئیل در روش آنالیز لیزری به ترتیب ۲۰۳/۳ میکرون و ۲۰۰/۱ میکرون می باشد.
 ۵- قطر میانگین ذرات اندازه گیری شده در دو تست اسپری آب و هوا و گازوئیل- نیتروژن در روش آنالیز تصویری به

منابع

- [۱] اکبرنژاد محمد مهدی ، گزارش پروژه طراحی و ساخت اتمایزر جهت فرآیند FCC، پژوهشگاه صنعت نفت، ۱۳۸۱
- [2] H. Lefebvre, “Atomization and Sprays”
- [۳] جبرئیلی جلودار علی ، اکبرنژاد محمد مهدی ، طراحی و ساخت اتمایزر جهت فرآیند FCC، پایان نامه فوق لیسانس، پژوهشگاه صنعت نفت، ۱۳۸۱
- [4] Dantec Measurement Technology Co., Particle Dynamics Analyzer, Installation & User’s Guide, April 15, 1999, First Edition.
- [5] L. Fan, R. Lan, K. Vuong, Evaporative liquid in gas-liquid-solid flow system, Chem.Eng.Science 56 (2001) 5871-5891
- [6] C. Zhu, X. Wang, G. Lin, L. Fan, A similarity model of evaporating liquid spray jet Co-current, gas-solid flows, powder technology ,9 (2001) 292-297