



Numerical Analysis of the 3D Flow Field of Pressure Swirl Atomizers with Helical Passages

Masoud Yazdimamaghani^{1*}, Mohammad Reza Modarres Razavi²

^{1*}M.Sc. Student of Aerospace Engineering, Mechanical Engineering Department, Ferdowsi University of Mashhad

ma_ya367@alumni.um.ac.ir

² Professor, Mechanical Engineering Department, Ferdowsi University of Mashhad

m-razavi@um.ac.ir

Abstract

Performance of swirl injectors affects the combustion efficiency, pollutant emissions and combustion instabilities in different combustion processes. At high strength of swirling motion in swirling chamber, an air core will be visible inside the atomizer, so a two-phase flow will be present inside the atomizer. In this study the volume-of-fluid (VOF) method is used to simulate the internal flow of pressure swirl atomizers. In order to investigate the effects of swirl generator geometry on flow characteristics of pressure swirl atomizers with helical passages, 10 three-dimensional simulations have been done. Number of helical grooves, swirl angle and helical grooves depth were three geometrical variables that the effects of them have been studied on the atomization characteristics such as spray cone angle and discharge coefficient. The results showed that by increasing the number of helical grooves, swirl angle and helical grooves depth, liquid film thickness increases and the spray cone angle decreases slightly, which implies that two of the flow characteristics have been worsened awhile. However, the discharge coefficient increased exponentially up to 41% while the swirl angle increased from 32.5 to 75 degrees. The results emphasises that the frictional losses should be minimized in atomizers swirl generator manufacturing process.

Keywords: Pressure swirl atomizer, Volume-of-fluid, helical passages, Spray cone angle, Discharge coefficient

آنالیز عددی میدان جریان سه بعدی انژکتورهای چرخشی فشاری با ورودی های مارپیچ

مسعود یزدی ممقانی^{۱*}، محمد رضا مدرس رضوی^۲

ma_ya367@alumni.um.ac.ir

^{۱*} دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا، دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

m-razavi@um.ac.ir

^۲ عضو هیات علمی دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

عملکرد انژکتورها در فرآیندهای مختلف احتراقی تأثیر بسزایی بر راندمان احتراق، مقدار آلاینده های خروجی از موتور و ناپایداری های احتراقی دارد. حرکت چرخشی سیال در داخل انژکتورهای چرخشی فشاری سبب شکل گیری یک هسته هوا در داخل انژکتور می گردد که در نتیجه جریان در داخل این نوع از انژکتورها دوفازی خواهد بود. در این پژوهش از روش نسبت حجمی سیال برای شبیه سازی جریان داخلی انژکتورها استفاده شده است. برای مطالعه اثر هندسه بخش چرخش ساز بر روی مشخصه های جریان و کیفیت پاشش، مدل سازی های متعدد سه بعدی انجام پذیرفته است. تعداد کانال های مارپیچ، عمق کانال های مارپیچ و همچنین زاویه چرخش، پارامترهای هندسی هستند که اثر آنها بر روی مشخصه های پاشش انژکتور (مانند ضریب تخلیه و زاویه مخروط پاشش) بررسی شده است. نتایج نشان دادند که با افزایش زاویه چرخش و تعداد و عمق کانال های مارپیچ، ضخامت فیلم سیال افزایش و زاویه مخروط پاشش به آرامی کاهش می یابند. این در حالی است که برای مثال، با افزایش زاویه چرخش از ۳۲/۵ تا ۷۵ درجه، ضریب تخلیه با سرعت زیادی تا حدود ۴۱ درصد افزایش می یابد. نتایج بیش از هر چیز بیان گر اهمیت نقش کاهش تلفات سیال در گذر از درون انژکتور می باشند.

کلیدواژه ها: انژکتور چرخشی فشاری، نسبت حجمی سیال، کانال های مارپیچ، ضریب تخلیه، زاویه مخروط پاشش