Archive OF SID

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.

سازمان بنادر و دریانوردی

مرکز بررسی اطلاعات علمی

ICOPMAS

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی تجربی کاهش درگ هیدرودینامیکی جریان روی سطوح در جریان های داخلی وخارجی

شاپورجعفرقلی نژاد
دانشگاه صنعتی مالک اشتر
newhum82@yahoo.com

کیوان صادقی
دانشگاه تهران

احمدرضا پیشه ور
دانشگاه صنعتی اصفهان

رضا مظفری نیا
دانشگاه صنعتی مالک اشتر

توحید علیزاده
دانشگاه صنعتی مالک اشتر

پیش در آمد

کاهش درگ پوستی هم در کاربردهای هوایی وهم دریایی استراتژی مهمی هم ازلحاظ کاهش هزینه مصرف سوخت و هم رسیدن به عملکرد بهینه می باشد. این پدیده موضوع تحقیقات گسترده ای در مجامع علمی بویژه به علت کاربرد های آن در پرواز، سفرهای زیردریا، حمل ونقل دریایی، افزایش سرعت و دبی جریان داخل لوله ها و... بوده است.

در طی دهه گذشته مطالعات متعدد پتانسیل بالایی رابرای پلیمرها ومواد فعال سطحی معین به جهت کاهش درگ، نشان داده اند (C. A. Kim et al., 2001) اما هنوز کارهای زیادی برای تعیین دقیق طبیعت پدیده کاهش درگ درحال انجام است.

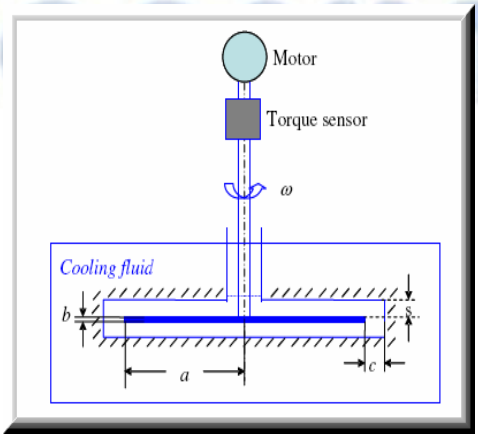
برای مطالعه میزان کاهش درگ درسطوح تخت مختلف بطورمعمول ازتونل آب یا باد استفاده می شود ولیکن مصرف انرژی بالا و آماده سازی طولانی مدت، ساده سازی روش های آزمایش را اجتناب ناپذیرمی کند.

تمرکز اصلی دراین بررسی، ساده سازی فرآیند اندازه گیری درگ با فراهم نمودن ابزارهای عملی در مقیاس کوچک می باشد. دو وسیله ساده وکارا (استوانه ودیسک دوار) برای تعیین میزان کاهندگی درگ پلیمرهای رقیق محلول درآب برای تزریق به لایه مرزی جریان درجریان داخلی یا خارجی، مورد بهره برداری قرارگرفت. این ابزار قادر به گرفتن نتایجی مشابه با تونل های آب و باد معمولی می باشند.

نتایج اولیه اندازه گیری ها نشان می دهد محلول رقیق پلیمری قادر به کاهش درگ حداقل حدود ۱۰ درصد در اعداد رینولدز متوسط می باشد.

روند آزمایشات

یک دیسک آلومینیومی که در شکل ۱ ، نشلن داده شده است با شعاع a=7cm و ضخامت b=0.3cm در میان محلول مورد آزمون در یک محفظه استوانه ای شکل با قطر ۱۸cm و ارتفاع ۱,۹cm قرار می گیرد.



شکل ۱: شماتیک دیسک دوار

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش درگ با مقایسه گشتاور دیسک دوار در پلی اتیلن گلایکول با غلظت ppm۱۰۰ حل شده در محلول آبی گلیسیرین ۴۰٪ وزنی با گشتاور دیسک دوار در محلول پایه (محلول آبی گلیسیرین ۴۰٪) با همان سرعت، اندازه گیری میشود، همانطور که در معادله ۱، نشان داده شده است :

$$\%DR = \frac{M_{BS} - M_{DPS}}{M_{BS}} \times 100 \qquad (۱)$$

که M_{BS} و M_{DPS}، گشتاور اندازه گیری شده در دو طرف دیسک به ترتیب در محلول پایه و محلول رقیق پلیمری می باشد و برای افت های اصطکاکی در سیستم دوار در هوا تصحیح شده است. در ابتدا دستگاه با هوا تست می شود و گشتاور حاصل از هوا – دیسک، تکیه گاه ها و ... به دست می آید. این گشتاور کوچک بوده و با سرعت چرخش و دما تغییر چندانی نمی کند. اصطکاک هوا – دیسک از همه اندازه گیری های گشتاور در سیال کم شده است.

عدد رینولدز برای جریان دیسک در معادله ۲، داده است :

$$\mathrm{Re} = \frac{a^2 \omega}{\upsilon} \qquad (۲)$$

برای دیسک دوار داخل یک محفظه گذار از آرام به مغشوش در رینولدز ۳×۱۰^5 اتفاق می افتد.(Schlichting 1979)

توصیف دستگاه اندازه گیری

برای اندازه گیری گشتاور، از دستگاه روتور شامل یک سنسور با ماکزیمم گشتاور قابل اندازه گیری دو نیوتن متر ساخت کمپانی هایدولف مدل RZR2102 استفاده شد. این دستگاه دارای دو عدد گیرباکس برای کنترل سرعت در بازه ۱۲ تا ۴۰۰rpm و ۶۰ تا ۲۰۰۰rpm می باشد. این دستگاه علاوه بر تعداد دور چرخش قابلیت نمایش گشتاور چرخشی را نیز دارا می باشد. سیال مورد آزمون از سرعت ۳۰۰ تا ۲۰۰۰rpm با افزایش سرعت ۱۰۰rpm در هر مرحله تست شد.

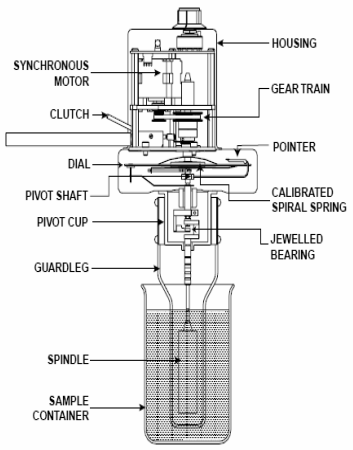
شکل ۲: دستگاه روتور برای اندازه گیری درگ

برای تعیین خواص رئولوژیکی و توانایی کاهش درگ محلول در جریان آرام دستگاه ویسکومتر ساخت کمپانی بروکفیلد آمریکا مدل LVDV2 استفاده شد. این دستگاه که در شکل ۳–الف نشان داده شده است قادر است داده های اندازه گیری را با پورت RS232 به کامپیوتر بفرستد. دریافت داده های گشتاور، ویسکوزیته، تنش برشی، نرخ برش و دما توسط نرم افزار DVpro صورت می گیرد. دقت و تکرارپذیری داده ها به ترتیب $\pm 1\%$ و $\pm 0.2\%$ مقیاس کامل می باشد.

دستگاه ویسکومتر دارای آداپتوری برای اندازه گیری سیالات با ویسکوزیته خیلی پایین می باشد که در شکل ۳–ب نشان داده شده است. فاصله بین استوانه در حال گردش داخلی با استوانه ساکن خارجی ۱,۲۳۵ میلی متر می باشد. آداپتور دو جداره و دارای دو سوراخ برای گردش آب و کنترل دما توسط حمام سیرکولاسیون که در شکل ۳–ج نشان داده شده است می باشدکه از دمای محیط تا ۸۰ درجه سلسیوس می تواند متغیر باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



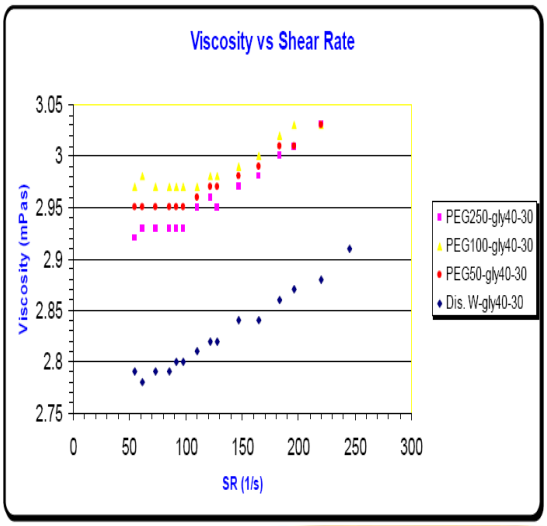
الف

ب

ج

شکل۳: الف- ویسکومتر، ب- آداپتور، ج- حمام سیرکولاسیون

تاثیر ویسکوزیته بر خواص کاهش درگ محلول پلی اتیلن گلایکول با ویسکومتر مطالعه شد. برای محلول رقیق کاهنده درگ ویسکوزیته و تنش برشی در شکل ۴ بر حسب نرخ برش نشان داده شده اند. دیده می شود که ویسکوزیته محلول پلی اتیلن گلایکول در مقایسه با محلول پایه افزایش یافته است. این پدیده مربوط به مقدار کمی افزودنی پلیمری است که در حلال، حل شده است.



الف

ب

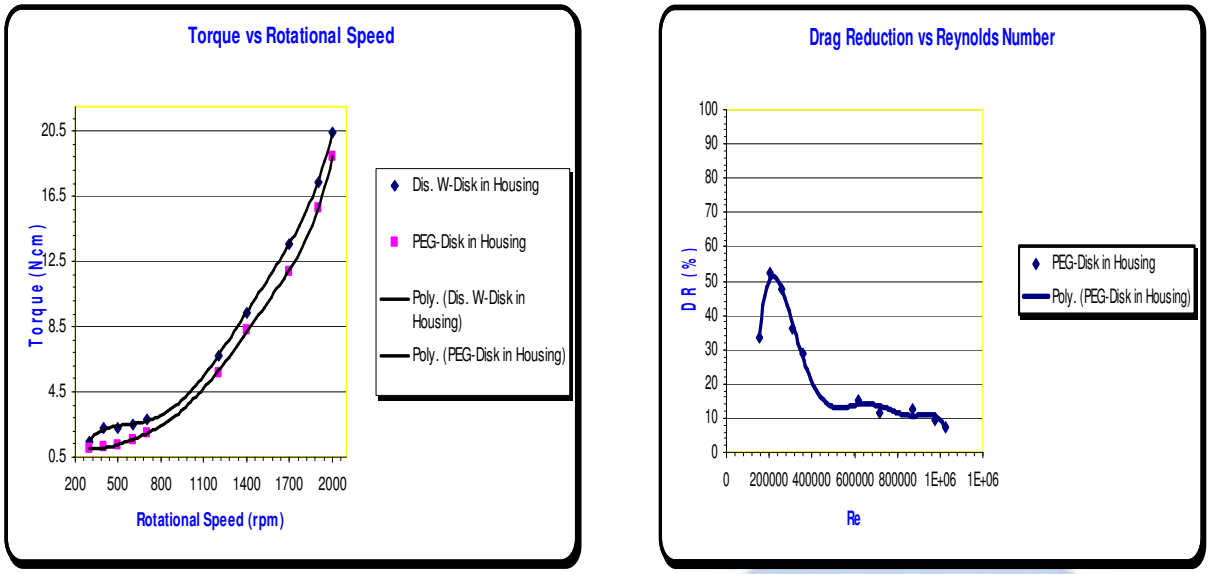
شکل٤: الف- ویسکوزیته بر حسب نرخ برش، ب- تنش برشی بر حسب نرخ برش

نتایج کاهش درگ

اندازه گیری گشتاور بر اساس سرعت چرخش در شکل۲-a، نشان داده شده است. منحنی بالایی از داده های ثبت شده برای محلول پایه و منحنی پایینی که گشتاور پایینی را نسبت به حالت پایه نشان می دهد از داده های ثبت شده برای محلول پلیمری عبور داده شده است. اختلاف بین دو منحنی در سرعت های چرخشی پایین، زیاد است و با افزایش سرعت چرخشی این اختلاف کاهش می یابد. نتایج کاهش درگ پلی اتیلن گلایکول در شکل۲-b ، به عنوان تابعی از رینولدز نمایش داده شده است. ماکزیمم کاهش درگ ۵۰٪ در رینولدزهای پایین قابل دستیابی است و با افزایش گشتاور اعمال شده به شفت، قابلیت کاهندگی درگ محلول پلیمری بطور پیوسته کاهش می یابد تا اینکه در رینولدز $۱۰^{۶}$ به حدود ۸٪ می رسد. علت این امر تخریب مکانیکی زنجیره پلیمری با افزایش عدد رینولدز می باشد یعنی با افزایش سرعت چرخشی و عدد رینولدز، تنش برشی ایجاد شده در محلول موجب پاره شدن زنجیره های پلیمری که نقش کاهش درگ را به عهده دارند، می شود. به هرحال تکرار اندازه گیری ها کاهش درگ حداقل ۱۰٪ را در اعداد رینولدز متوسط نشان می دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



الف ب

شکل ۵: الف- گشتاور بر حسب سرعت چرخش، ب- کاهش درگ بر حسب عدد رینولدز

جمع بندی

خاصیت کاهندگی درگ محلول پلی اتیلن گلایکول در رژیم جریان مغشوش را بصورت زیر می توان توجیح کرد:

۱- اگرچه می دانیم ویسکوزیته محلول پلیمری از ویسکوزیته محلول پایه اندکی بیشتر است ولیکن حاصلضرب ویسکوزیته در نرخ برش یعنی تنش برشی برای محلول پلیمری کاهش یافته است. این مشاهده را باید به تغییرات پروفیل سرعت به نحوی که موجب نرخ برش کمتر می شود، مربوط دانست.

۲- شایان ذکر است که ممکن است محلول پلیمری در سرعت های چرخشی بالاتر خاصیت غیرنیوتنی ازخود نشان دهد. بنابراین اگر فرض کنیم محلول پلیمری غیرنیوتنی دارای خاصیت پیزوپلاستیک باشد – در این صورت با افزایش نرخ برش، کاهش ویسکوزیته خواهیم داشت – تنش برشی ناشی از تغییرات ویسکوزیته و نرخ برش نسبت به حالت پایه کمتر خواهد بود. اگر فرض کنیم محلول پلیمری غیرنیوتنی اتساعی – در این صورت با افزایش نرخ برش، افزایش ویسکوزیته خواهیم داشت – کاهش درگ را به این ترتیب توجیه می کنیم که با افزایش ویسکوزیته محلول، نیروی لزج برای غلبه بر نیروی اینرسی به اندازه کافی بزرگ می شود و خاصیت لزجی محلول مانعی در برابرگسترش گردابه ها می شود. شاید بتوان گفت تاثیر افزودنی در دستکاری کمی ویسکوزیته ادی می باشد که در نهایت موجب کاهش تنش برشی می شود.

کاهش درگ به دست آمده با افزایش سرعت چرخشی یا عدد رینولدز، کاهش می یابد. این کاهش نامطلوب به علت اثرات دمایی همراه با چرخش دیسک و تخریب زنجیره پلیمری توجیه می شود بطوریکه قابلیت کاهندگی درگ محلول دائم در حال کاهش خواهد بود.

مطالعه اثر افزودنی بر خواص کاهش درگ نشان می دهد که ویسکوزیته می تواند نقش مهمی در توانایی کاهش درگ در رژیم جریان مغشوش داشته باشد، ضمن اینکه افزایش ویسکوزیته بطور نسبی موجب تنش برش بالاتری در جریان آرام می شود.

پس از مطالعات در جریان خارجی هم اکنون در حال طراحی و نصب تجهیزات اندازه گیری کاهش درگ در لوله ها برای توسعه و بیهنه سازی روش در جریان داخلی هستیم تا بتوانیم افت فشار را در سیستم های هیدرولیکی در جاهائیکه لازم باشد به حداقل برسانیم.

علاوه بر آن به عنوان مثال در خطوط لوله نفت با کاهش تنش برشی، می توان میزان دبی عبوری را افزایش و از رسوب انواع ذرات نامطلوب کاست.

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع:

C.A. Kim, D.S. Jo, H.J. Choi, C.B. Kim, M.S. Jhon, "A high-precision rotating disk apparatus for drag reduction characterization, Polymer Testing 20: 43–48 (2001)

H. Schlichting, " Boundary Layer Theory ", Seventh Edition, McGraw-Hill Series in Mechanical Eng., (1979)

H.J. Choi, C.A. Kim, M.S. Jhon, " Universal drag reduction characteristics of polyisobutylene in a rotating disk apparatus ", Polymer 40 : 4527–4530 (1999)

J.-I. Sohn, C.A. Kim, H.J. Choi b, M.S. Jhon, "Drag-reduction effectiveness of xanthan gum in a rotating disk apparatus ",Carbohydrate Polymers 45: 61-68 (2001)

Xuejun Zhang, Jun Tian, Lijuan Wang, Zhaofu Zhou, "Wettability effect of coatings on drag reduction and paraffin deposition prevention in oil ", Journal of Petroleum Science and Engineering 36: 87–95 (2002)

Kiho Lee, Chul A. Kim, Sung T. Lim, Dae H. Kwon,Hyoung J. Choi, Myung S. Jhon, " Mechanical degradation of polyisobutylene under turbulent flow ", Colloid Polym Sci 280: 779–782 (2002)

H. J. Choi, C. A. Kim, J. H. Sung, C. B. Kim, W. Chun, M. S. Jhon, "Mechanical degradation of polyisobutylene under turbulent flow ", Colloid Polym Sci 280: 779–782 (2002)

www.SID.ir

Archive of SID

Experimental Investigation of Surface Currents' Hydrodynamic Skin Drag in Internal and External Currents

Sh. JafarGholiNejad, MalekAshtar University of Technology

K. Sadeghi, MalekAshtar University of Technology

A. R. Pishevar, MalekAshtar University of Technology

R. Mozaffarnia, MalekAshtar University of Technology

T. Alizadeh, MalekAshtar University of Technology

Abstract

Skin drag is an important strategy both in aerial and marine applications for reducing fuel costs and achieving optimal operations. This phenomenon has been subject of many academic researches. A large number of authors have already focused on its applications in flight, sub-marine journeys, marine transportation, and speed increase in currents inside pipelines etc. Recent studies proved high capacity of polymers to reduce skin drag. However, no serious efforts have already been made concerning the nature of skin drag reduction phenomenon. Water/wind channels are used in studies over skin drag in even surfaces. Difficulty in making arrangements for long-term and high energy consumption makes it inevitable to simplify these experiments. This article focuses on how it is possible to simplify drag assessment process by means of introducing some practical instruments. Cylinder and rotary disc are two simple instruments that have been used in this research. These instruments can be used instead of wind/water channels. Initial assessments indicate that polymer diluted soluble can reduce drag no less than approximately 10 percent in Reynolds scale.

Keywords*: Skin drag, aerial and marine applications, simple instruments*

www.SID.ir