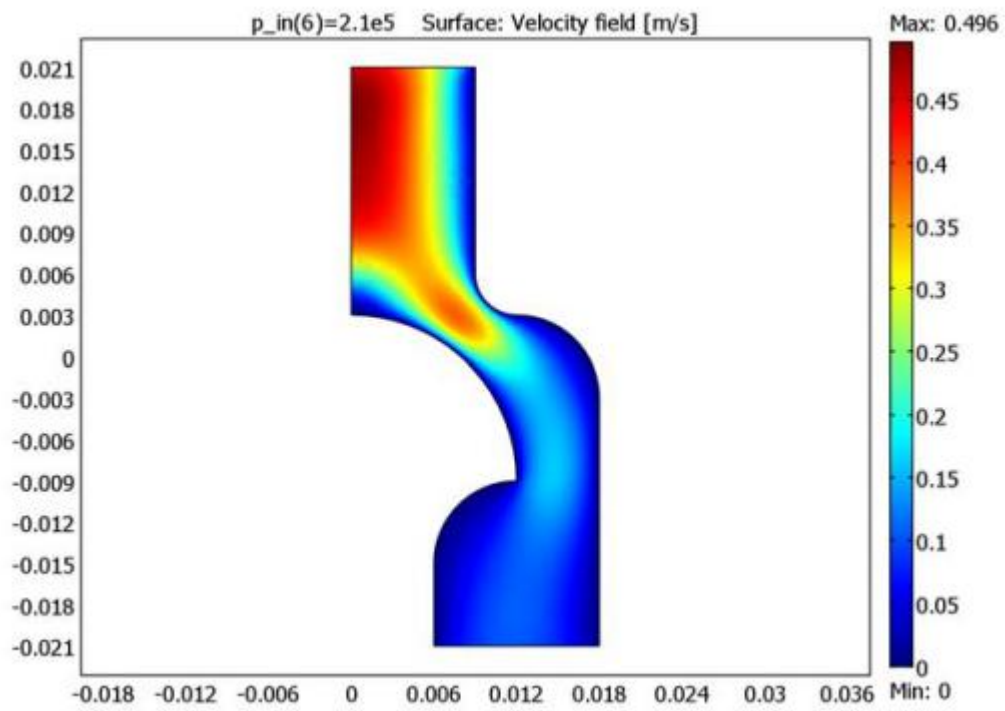


آموزش کامل شبیه سازی جریان سیال غیر نیوتونی در کامسول



novin

این شبیه سازی اثر ویسکوزیته وابسته به نرخ برش (حالت غیر نیوتونی) را بر روی جریان محلول پلی استایرن نشان میدهد. برای این نوع از جریان ها، شما میتوانید از مدل ویسکوزیته Carreau استفاده کنید. به سبب اینکه هندسه مورد نظر ما متقارن محوری است، میتوانیم شبیه سازی را به جای حالت 3D به صورت 2D متقارن محوری (Axisymmetric) انجام دهیم.

تعریف مدل

برای جریان های غیر نیوتونی، η نشان دهنده ویسکوزیته (Kg/ms) و \mathbf{u} سرعت (m/s) و ρ دانسیته سیال (Kg/m^3) است و p فشار است (Pa). معادلاتی که باید حل شوند معادلات مومنوم و پیوستگی هستند.

$$\rho \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} - \nabla \cdot \eta (\nabla \mathbf{u} + (\nabla \mathbf{u})^T) + \rho \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} + \nabla p = 0 \quad (1)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{u} = 0$$

در مدل Carreau، ویسکوزیته وابسته به نرخ برش است، $\dot{\gamma}$ ، که برای مدل متقارن محوری در مختصات استوانه ای به وسیله معادله زیر تعریف میگردد:

$$\dot{\gamma} = \sqrt{\frac{1}{2} \left((2u_r)^2 + 2(u_z + v_r)^2 + (2v_z)^2 + 4\left(\frac{u}{r}\right)^2 \right)} \quad (2)$$

ویسکوزیته هم با معادله زیر بدست می آید.

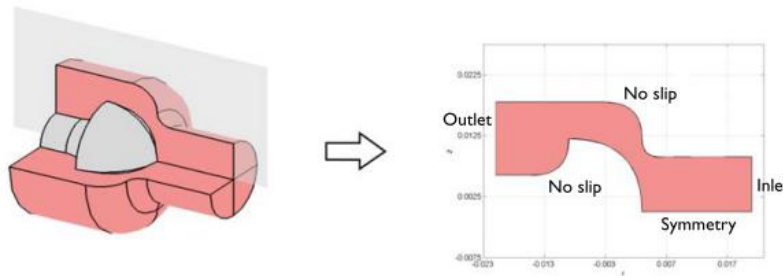
$$\eta = \eta_{\infty} + (\eta_0 - \eta_{\infty}) [1 + (\lambda \dot{\gamma})^2]^{\frac{(n-1)}{2}} \quad (3)$$

که η_{∞} ویسکوزیته نرخ برش بی نهایت، η_0 ویسکوزیته نرخ برش صفر و λ یک پارامتر با واحد زمان است، و n یک پارامتر بدون بعد است. محلول پلی استایرن خواص مطابق با جدول زیر دارد:

PARAMETER	VALUE
η_{∞}	0
η_0	166 Pa·s
λ	$1.73 \cdot 10^{-2}$ s

PARAMETER	VALUE
n	0.538
ρ	450 kg/m ³

دامنه این مدل در شکل زیر نشان داده شده است:



شکل ۱: دامنه مدل. هندسه میتواند به صورت متقارن محوری ساده شود.

شرایط مرزی در ورودی و خروجی به صورت فشار ثابت قرار شده است و تنش های ویسکوز را از بین میبرد.

$$p = p_{in} \tag{۴}$$

$$p = 0$$

و:

$$\mathbf{n} \cdot [\eta(\nabla\mathbf{u} + (\nabla\mathbf{u})^T)] = 0 \tag{۵}$$

برای بررسی اثر فشارهای مختلف ورودی بر روی ویسکوزیته، مدل از یک حلگر پارامتریک استفاده میکند تا p_{in} را از 10 KPa تا 210 KPa. محور دوران نیاز به شرایط تقارن دارد:

$$\mathbf{u} \cdot \mathbf{n} = 0 \tag{۶}$$

شرایط مرزی سرعت در مرزهای دیگر، شرط عدم لغزش را میپذیرد:

$$\mathbf{u} = \mathbf{0} \tag{۷}$$

مدلسازی با استفاده از رابط گرافیکی (GUI)

MODEL NAVIGATOR

- ۱ نرم افزار **COMSOL Multiphysics** را اجرا کنید.
- ۲ در **Model Navigator**، از لیست **Space dimension**، **Axial symmetry (2D)** را انتخاب کنید.
- ۳ از لیست حالت های **Chemical Engineering Module>Momentum Transport>Laminar Flow>Non-Newtonian Flow** برنامه را انتخاب کنید.
- ۴ بر روی **OK** کلیک کنید.

مدلسازی هندسه

گام اول در فرآیند مدلسازی کشیدن هندسه است که در زیر شرح داده شده است:

۱ کلید شیفت را نگه دارید و بر روی دکمه **Rectangle/Square** کلیک کنید.

۲ ابعاد مستطیل را مطابق با مقادیر زیر در قسمت مربوطه وارد کنید:

OBJECT DIMENSIONS	EXPRESSION
Width	9e-3
Height	21e-3
r-position	0
z-position	0

۳ بر روی **OK** کلیک کنید.

۴ روش را برای یک مستطیل دیگر با ابعاد زیر تکرار کنید.

OBJECT DIMENSIONS	EXPRESSION
Width	12e-3
Height	27e-3
r-position	6e-3
z-position	-21e-3

- ۵ بر روی OK کلیک کنید.
- ۶ بر روی Zoom Extents در Main Toolbar کلیک کنید.
- ۷ در منوی Options ، Axes/Grid Settings را باز کنید.
- ۸ بر روی برگه Grid کلیک کنید.
- ۹ چک باکس Auto را پاک کنید (از حالت انتخاب خارج کنید) و r spacing و z spacing را روی $3e-3$ تنظیم کنید.
- ۱۰ بر روی ابزار 2nd Degree Bézier Curve کلیک کنید و روی ترتیب مختصاتی $(0,3e-3)$ ، $(12e-3,3e-3)$ ، $(12e-3,-9e-3)$ و $(6e-3,-9e-3)$ کلیک کنید.
- ۱۱ ابزار Line را انتخاب کنید و بر روی مختصات $(0,-15e-3)$ کلیک کنید.
- ۱۲ یک جسم جامد را با یکبار کلیک کردن کلید سمت راست موس ایجاد کنید.
- ۱۳ بر روی ابزار 2nd Degree Bézier Curve کلیک کنید و روی ترتیب مختصاتی $(9e-3,3e-3)$ ، $(9e-3,6e-3)$ ، $(12e-3,3e-3)$ و $(18e-3,3e-3)$ کلیک کنید.
- ۱۴ ابزار Draw Line را انتخاب کنید و بر روی مختصات $(18e-3,6e-3)$ کلیک کنید.
- ۱۵ یک جسم جامد را با یکبار کلیک کردن کلید سمت راست موس ایجاد کنید.
- ۱۶ بر روی دکمه Create Composite Object کلیک کنید.
- ۱۷ در قسمت Set formula عبارت $R1+R2-CO1-CO2$ را تایپ کنید.