η لزجت گردابی (به آشفتگی جریان وابسته)   * اگر لزجت کم، سرعت زیاد، مجاری جریان بزرگ ← جریان آرام تبدیل به آشفته

جریان آشفته $\tau = \eta\left(\frac{du}{dy}\right)$ جریان یکنواخت آرام $\tau = \mu\left(\frac{du}{dy}\right)$

فصل ۵ سیالات: سینماتیک سیالات

$$V = u\hat{i} + v\hat{j} + w\hat{k} \quad \begin{cases} u = V_x = f(x, y, z, t) = \frac{dx}{dt} \\ v = V_y = f(x, y, z, t) = \frac{dy}{dt} \\ w = V_z = f(x, y, z, t) = \frac{dz}{dt} \end{cases}$$

$$\frac{dx}{u} = \frac{dy}{v} = \frac{dz}{w}$$

جریان { دائمی (پایدار) ← نسبت به زمان ثابت $\frac{\partial V}{\partial t} = 0$ ؛ غیر دائمی (ناپایدار) ← نسبت به زمان متغیر $\frac{\partial V}{\partial t} \neq 0$ }

یکنواخت ← نسبت به مکان ثابت $\frac{\partial V}{\partial s} = 0$ ؛ غیر یکنواخت ← نسبت به مکان متغیر $\frac{\partial V}{\partial s} \neq 0$

جریان { تراکم پذیر $\frac{\partial \rho}{\partial (x, y, z)} \neq 0$ ؛ تراکم ناپذیر $\frac{\partial \rho}{\partial (x, y, z)} = 0$ }

جریان‌ها { چرخشی $\vec{\omega} = \frac{1}{2}(\text{curl } \vec{V}) = \frac{1}{2}\nabla \times \vec{V}$ ؛ غیرچرخشی ← $\text{curl } \vec{V} = 0$ }

جریان { آرام (لایه‌ای یا ورقه‌ای) ؛ آشفته (متلاطم یا درهم) }

جریان‌ها { ایده‌آل ؛ حقیقی }

اگر مشخصات جریان مثل سرعت، فشار و ... تابعی از مختصات ذره سیال (x و y و z) و t ← سه بعدی
اگر از تغییرات شاخص‌ها در یک راستا صرف نظر ← دو بعدی ← یک بعدی

* معادله‌ی خط مسیر حرکت از حذف t بین روابط بدست می‌آید پس نباید در معادله‌ی حرکت t داشته باشیم. (معادله‌ی مسیر مستقل از t)

* هرگاه جریان سیال دائمی ← معادله‌ی جریان منطبق بر معادله‌ی مسیر ذره است ولی در جریان غیر دائمی بی‌شمار معادله‌ی جریان و نقطه‌ها مسیر داریم پس بر هم منطبق نیستند.

شتاب جریان $a = \frac{dV}{dt}(x, y, z, t) = \underbrace{\frac{\partial \vec{V}}{\partial x} \cdot u + \frac{\partial \vec{V}}{\partial y} \cdot v + \frac{\partial \vec{V}}{\partial z} \cdot w}_{a_t} + \underbrace{\frac{\partial \vec{V}}{\partial t}}_{a_l}$

$$|a| = \sqrt{a_t^2 + a_l^2}$$

transition ← a_t شتاب انتقالی یا جابجایی   شتاب محلی یا موضعی a_l ← local

* جریان دائمی باشد $\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} = 0$ لذا شتاب موضعی صفر   * جریان یکنواخت باشد $\frac{\partial \vec{V}}{\partial (x, y, z)} = 0$ لذا شتاب جابجایی صفر خواهد شد.

$$\vec{a} = a_x\hat{i} + a_y\hat{j} + a_z\hat{k}$$

$$a = \frac{\partial \vec{V}}{\partial s} \cdot \vec{V} + \frac{\partial V}{\partial t}$$

برای بدست آوردن شتاب باید تک تک a_x و a_y و a_z را که هر کدام متشکل از $a_x = a_{x_t} + a_{x_l}$ و $a_y = a_{y_t} + a_{y_l}$ و $a_z = a_{z_t} + a_{z_l}$ است را بدست آورد و برای هر کدام از آنها در رابطه‌ی دیفرانسیلی بجای V باید یکی از u, v, w را جایگزین کرد.

* حالت کلی معادله مسیر یعنی $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = s$ است یعنی $V = 4\sqrt{x^2 + y^2}$ ← $\frac{\partial V}{\partial s} = 4$ است.

* دبی جرمی $\dot{m} = \frac{m}{t}$ * دبی وزنی $G = \frac{W}{t}$ * دبی حجمی $Q = \frac{V}{t}$

$\dot{m} = \rho Q$ ← $\gamma = \rho g$ $G = \gamma Q = g\dot{m}$

$$Q = \int_A dQ = \int_A u \cdot dA$$

سرعت متوسط $V = \frac{\int_A u \cdot dA}{A} = \frac{\text{حجم پروفیل توزیع سرعت}}{A}$

$Q = VA$ (سرعت متوسط ↑)

* برای مشتق گیری از u نسبت به x باید معادله‌ی آن را برحسب x بیابیم که $u_{(x)} = \frac{Q}{A(x)}$ که با محاسبات هندسی مقدار V محاسبه می‌گردد.

حجم کنترل control volume   سطح کنترل control surface

$$\left(\frac{dN}{dt}\right)_{sys} = \frac{\partial}{\partial t}\int_{CV} \eta\rho \, d\forall + \int_{CS} \eta\rho \vec{V} \cdot d\vec{A}$$

نرخ افزایش خاصیت در سیستم

$\eta = \frac{N}{m}$ خروج +   ورود −

اگر $N = m \rightarrow \eta = 1 \rightarrow$

$$\frac{\partial}{\partial t}\int_{CV} \rho \, d\forall + \int_{CS} \rho \vec{V} \cdot dA = 0$$

قانون بقای جرم $\left(\frac{dm}{dt}\right)_{sys} = 0$