

УДК 539.3/6:685.34

ПРОЧНОСТЬ ЗАДЕЛКИ ТВЁРДОГО СТЕРЖНЯ В УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОМ ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ

Т.М. Борисова, Г.Н. Федосеев

Рассмотрим твёрдый стержень, внедрённый в упруго-пластическое полупространство с линейным упрочнением. На стержень действует «вытаскивающая» сила – под углом α к стержню. Стержень удерживается в полупространстве силами трения. Под действием составляющей указанной силы, нормальной к стержню, стержень в полупространстве поворачивается вокруг заделанного конца, разгружаясь на одной стороне и нагружаясь на другой. Предположим при этом, что диаграмма «деформация-давление» окружающего стержень материала имеет вид, характерный для упруго-пластической среды с линейным упрочнением (рисунок 1) с отношением тангенсов углов наклона прямых диаграммы $e = \operatorname{tg}\alpha' / \operatorname{tg}\alpha''$. Соответственно, прибыль давления внизу меньше убыли давления вверху в e раз.

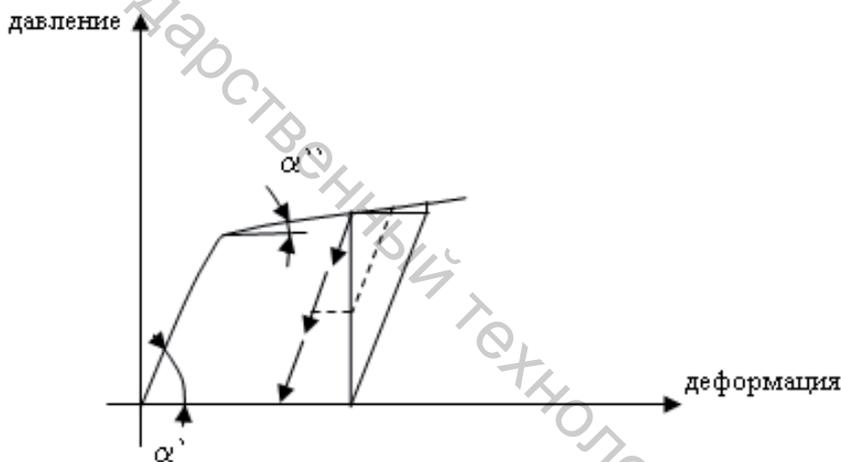


Рисунок 1 – Диаграмма давление-деформация на поверхности стержня

На рисунке 2 показаны эпюры давления на поверхности стержня. В верхней точке стержня давление уменьшается из-за разгрузки. На всей остальной части верхнего полуцилиндра давление q' изменяется по закону $q' = q - \xi q \cos\alpha$. На нижней поверхности стержня давление возрастает, подчиняясь закону $q'' = q + \frac{\xi}{e} q \cos\alpha$. Коэффициент ξ , характеризующий изменение давления, изменяется по длине стержня по линейному закону $\xi = k - \frac{k}{l} z$.

Интенсивности нагрузок, распределённых вдоль стержня:

$$p' = p \left(1 - \frac{\pi}{4} \xi\right), \quad p'' = p \left(1 + \frac{\pi}{4} \frac{\xi}{e}\right), \quad p = qD. \quad (1)$$

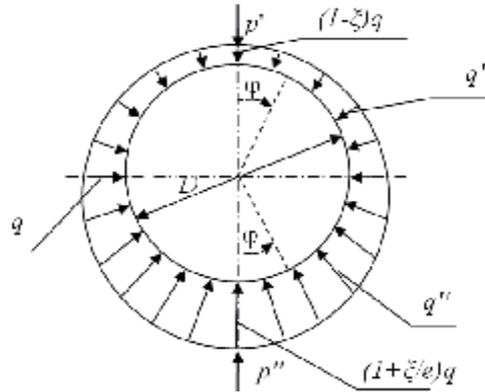


Рисунок 2 – Эпюры давлений на поверхности стержня в произвольном сечении

Изменение этих интенсивностей по длине стержня показано на рисунке 3, где Q – сила, вырывающая стержень.

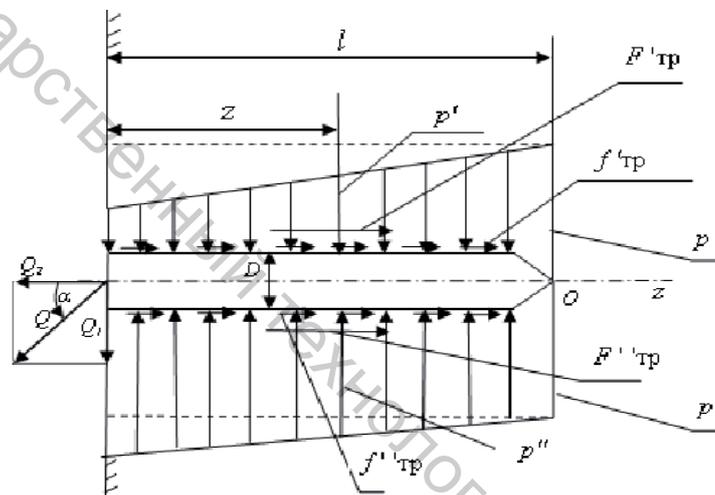


Рисунок 3 – Схема нагружения стержня

Силы трения на рисунке 3, действующие на элементарных площадках поверхности стержня:

$$f'_{тр} = \mu q' \frac{D}{2} d\varphi dz, \quad f''_{тр} = \mu q'' \frac{D}{2} d\varphi dz \quad (2)$$

где μ - коэффициент трения.

Равнодействующие сил трения

$$F'_{тр} = \mu pl \left(\frac{\pi}{2} - \frac{k}{2} \right), \quad F''_{тр} = \mu pl \left(\frac{\pi}{2} + \frac{k}{2e} \right). \quad (3)$$

Составляющие разрушающей нагрузки Q_1 и Q_2 находятся из уравнений равновесия $\Sigma m_0 = 0, \Sigma Z = 0$

$$-Q_1 l + \int_0^l (p'' - p')(l-z) dz - 2 \int_0^l \int_0^{\pi/2} (f''_{тр} - f'_{тр}) \frac{D}{2} \cos \varphi \frac{D}{2} d\varphi dz = 0,$$

$$Q_2 - F''_{тр} - F'_{тр} = 0,$$

где интенсивности p' , p'' нагрузок задаются формулами (1), силы трения – формулами(2), их равнодействующие – формулами(3). Разрушающая нагрузка и тангенс угла наклона её при отношении $e = 5$

$$Q = \sqrt{Q_1^2 + Q_2^2} = pl\sqrt{0,105k^2 - 0,1k + 0,394}, \quad \text{tg}\alpha = Q_1/Q_2 -$$

функции коэффициента k ($0 \leq k \leq 1$).

Диаграмма зависимости отношения разрушающей силы Q к разрушающей силе Q_0 , направленной вдоль стержня, от угла наклона силы α , показана на рисунке 4.

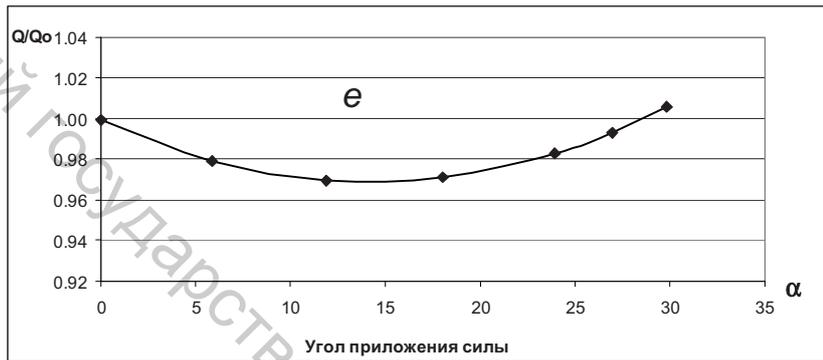


Рисунок 4 – Диаграмма разрушающей силы

Видно, что разрушающая нагрузка сначала убывает, затем возрастает (минимум функции наблюдается при угле внедрения 15 град). Заметно отношение $Q/Q_0 > 1$.

УДК 531.3

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТАЦИОНАРНОГО ДВИЖЕНИЯ ЗАМКНУТОЙ НИТИ НА ВРАЩАЮЩЕМСЯ ШКИВЕ

В.Н. Сакевич, А.В. Щелкунов

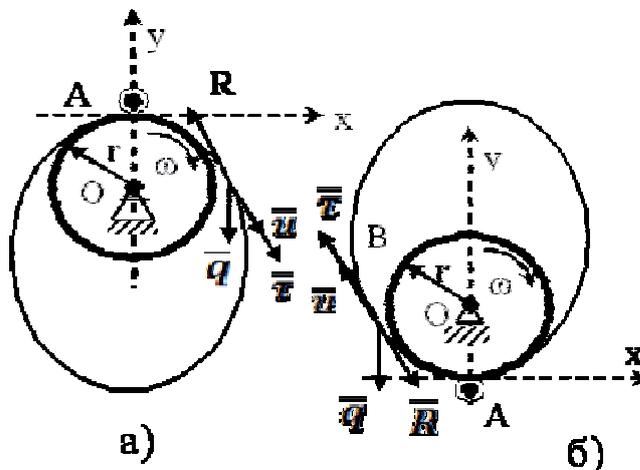


Рисунок 1 – схема движения гибкой нерастяжимой замкнутой нити