

Розроблена методика дає можливість:

- визначити граничні багатоциклові навантаження, при яких ГМ зберігають міцність більше ніж на 50 %;
- порівнювати ГМ щодо витривалості до дії багатоциклових навантажень;
- вибирати ГМ для цільового призначення при експлуатації з урахуванням їх стійкості до багатоциклових навантажень.

Для зменшення відхилення результатів випробувань від найбільш вірогідного значення необхідно проводити відбраковування окремих зразків перед випробуванням на витривалість за показниками поверхневої щільності або структури.

ЛІТЕРАТУРА.

1. СОУ 45.2–00018112–025: 2007. Матеріали геосинтетичні. Методи випробувань. – К.: Укравтодор, – 2007. – 109 с.
2. Shevchuk V., Mozgovoy V., Gamelyak I., Shevchuk E. Laboratory test method to evaluate the installation damage of geotextiles. – Proceedings of the 8th International Conference on Geosynthetics. – Vol. 4, Yokohama, –2006. – p. 1535– 1538.

Надійшла 01.10.2009

УДК 621.91

ВЗАЄМОДІЯ СТРУМЕНЯ, ЩО ДІЄ ПІД КУТОМ, З ОЧИЩУВАНОЮ ПОВЕРХНЕЮ

М.Й. БОНДАРЕНКО, В.В КОСТРИЦЬКИЙ, І.В. ПЕТКО

Київський національний університет технологій та дизайну

Розглянуто дію плоского струменя на очищувану поверхню, представлено залежності для визначення швидкостей у струминному та пограничному шарах

Взаємодію струменя, що діє на поверхню перпендикулярно чи під кутом, наведено в багатьох джерелах, але в основному розглядаються питання визначення силових параметрів струменя. Зокрема в роботі [5] наведено залежності для визначення силових параметрів дії розтічної хвилі, що утворюється від перпендикулярного струменя, на очищувану поверхню.

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом досліджень є процес видалення забруднень з поверхонь. При вирішенні завдань, що поставлені в цій роботі, використано сучасні методи теоретичних досліджень, які базуються на теорії міцності, опору матеріалів та гідравліки.

Постановка завдання

Завданням дослідження є визначення основних параметрів струменя, що діє на очищувану поверхню під кутом.

Результати та їх обговорення

При взаємодії з площиною, що розташована перпендикулярно до потоку, струмінь розвертається уздовж площини і утворює струминний δ та пристінний δ_m пограничні шари (рис.1).

В пристінному пограничному шару утворюються три зони течії: зона прискореної течії(I), перехідна зона (II) та зона автотельної течії (III) [1].

Аналіз досліджень гідродинаміки струменів при натиканні на перешкоди, які виконані в роботах [1–3], показує, що швидкість на зовнішній межі пограничного шару u_r змінюється не монотонно. Узагальнені дослідні дані, в безрозмірній формі (\bar{x}), дозволяють встановити, що швидкість \bar{u}_r дорівнює нулю в критичній точці ($\bar{x}=0$), потім збільшується до максимальної величини $\bar{u}_r = \bar{u}_m$ і зменшується. Швидкість \bar{u}_m на зовнішній межі пристінного пограничного шару зменшується зі збільшенням відстані h між соплом і поверхнею, а відстань від центру удару струменя (критичної точки) до точки x_m , яка відповідає максимальному значенню швидкості \bar{u}_m , збільшується. При постійних значеннях h і d_c зміна швидкості витікання u_0 не впливає на відстань x_m .

Аналіз експериментальних даних [1] дозволяє встановити, що:

а) при $\bar{h} \leq 6,2$ $\bar{x}_m = \frac{x_m}{d_c}$ та $\bar{u}_m = \frac{u_m}{u_0}$ незначно змінюються від \bar{h} і дослідні дані

можливо апроксимувати формулами

$$\bar{x}_m = \bar{h}^{0.1}; \quad \bar{u}_m = \bar{h}^{-0.12} \tag{1}$$

б) при значеннях $\bar{h} \geq 6,2$ на \bar{x}_m та \bar{u}_m значно впливає відносна відстань \bar{h} і апроксимація узагальнених даних дає залежності

$$\bar{x}_m = 0,34\bar{h}^{0.7}; \quad \bar{u}_m = 3,68\bar{h}^{-0.84} \tag{2}$$

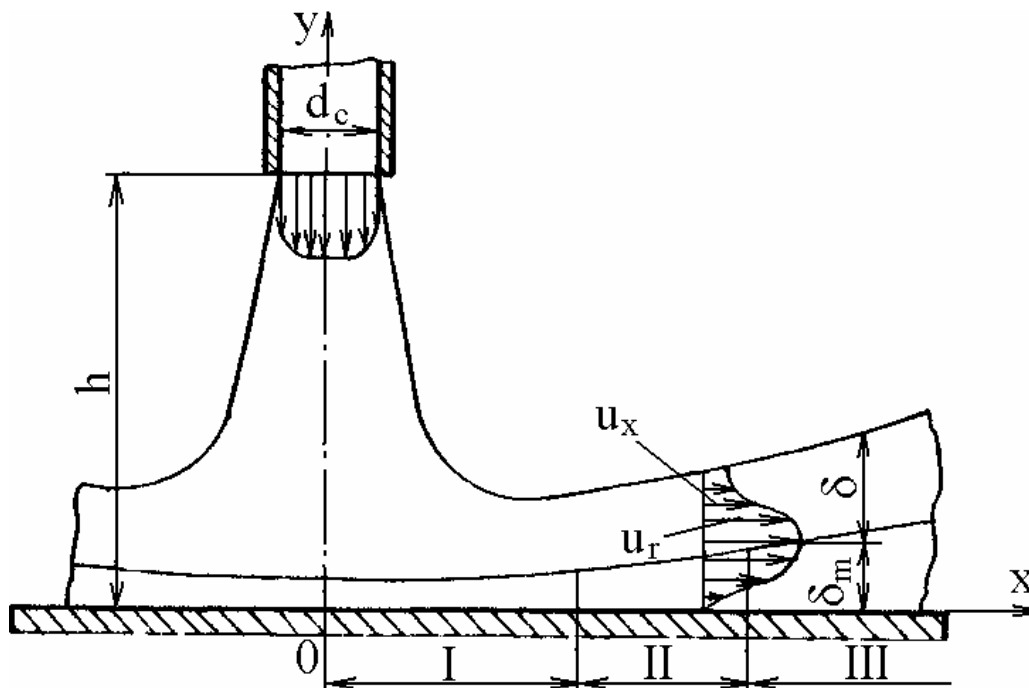


Рис. 1. Схема взаємодії струменя з поверхнею,
що розташована перпендикулярно до напрямку струменя

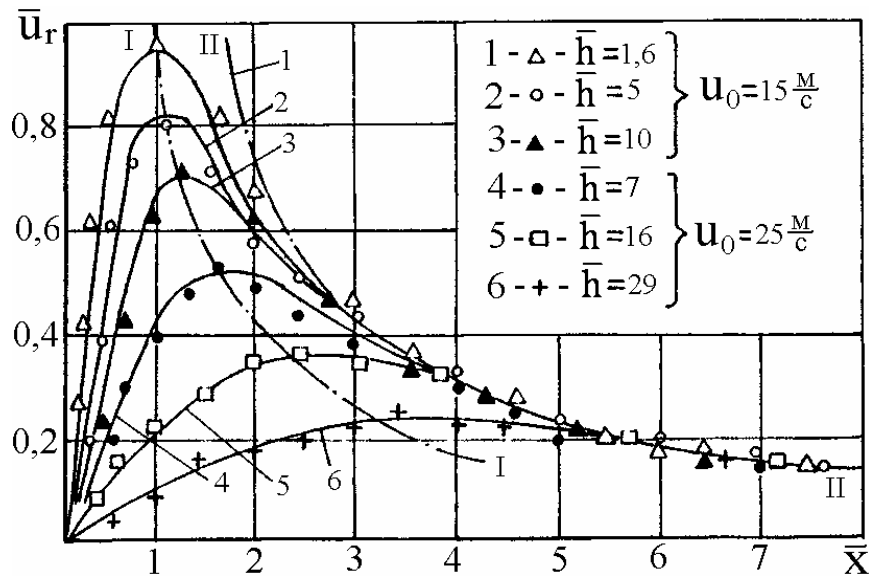


Рис. 2. Зміна безрозмірної швидкості \bar{u}_r уздовж площини:

1 – 6 (суцільні лінії) розрахунок за залежностями;

$\Delta, \circ, \blacktriangle, \bullet, \square, +$ узагальнені експериментальні дані

Як виходить з рис.1, зміна безрозмірної швидкості \bar{u}_r вздовж поверхні характеризується трьома зонами течії в пристінному пограничному шару:

- 1) зона прискореної течії (гальмування потоку), яка розташована ліворуч від лінії I-I, що проходить через значення \bar{u}_m ;
- 2) перехідна зона, що знаходиться між лініями I-I та II-II;
- 3) зона автотельної (основної) течії – праворуч лінії II-II.

Зона прискореної течії знаходиться в межах координати \bar{x} від критичної точки ($\bar{x} = 0, \bar{u}_r = 0$) до \bar{x}_m , що відповідає максимальному значенню швидкості ($\bar{x} = \bar{x}_m; \bar{u}_r = \bar{u}_m$). В цій зоні зміна швидкості \bar{u}_r на зовнішній межі пограничного шару можливо апроксимувати наступними залежностями:

при $\bar{h} \leq 6,2$

$$\bar{u}_r = \frac{1,5\bar{x}}{\bar{h}^{-0,22}} - \frac{0,5\bar{x}^3}{\bar{h}^{0,42}}; \tag{3}$$

при $\bar{h} \geq 6,2$

$$\bar{u}_r = \frac{16,1\bar{x}}{\bar{h}^{1,54}} - \frac{47\bar{x}^3}{\bar{h}^{2,94}}. \tag{4}$$

Характерною рисою течії навколо критичної точки є те, що при набіганні струменя на площину статичний тиск в пристінному пограничному шару змінюється від максимального значення повністю загальмованого потоку (в критичній точці) до мінімального значення, який по мірі віддалення від критичної точки асимптотично наближається до атмосферного.

Таким чином, кінетична енергія вільного струменя переходить в потенційну, а потенційна знову перетворюється в кінетичну, надаючи прискорений рух часточкам рідини в пристінному пограничному шару. Якщо представити зміну статичного тиску вздовж площини в безрозмірній формі, то дослідні дані [1, 4] можливо апроксимувати кривою

$$\frac{p - p_d}{\frac{\rho u_h^2}{2}} = \exp[-(c\bar{x})^2], \quad (5)$$

де U_h – швидкість на осі вільного струменя на відстані \bar{h} :

$$U_h = U_0 \text{ при } \bar{h} \leq 6,2 \quad \text{і} \quad U_h = \frac{6,2U_0}{\bar{h}} \text{ при } \bar{h} \geq 6,2$$

Коефіцієнт c залежить від \bar{h} і визначається з виразів:

$$\begin{aligned} \text{при } \bar{h} \leq 6,2 & \quad c = 1,48\bar{h}^{-0,1} \\ \text{при } \bar{h} \geq 6,2 & \quad c = 5,04\bar{h}^{-0,75} \end{aligned}$$

У перехідній зоні ($\bar{X}_m \leq \bar{X} \leq 2\bar{X}_m$) на характер зміни швидкості на зовнішній границі пристінного прикордонного шару значний вплив роблять закономірності, які властиві вільним струменям, що дозволяє представити дослідні дані у формі $\bar{U}_r = a\bar{X} \cdot \exp(k\bar{X})$. Ця крива має максимум в точці $\bar{X} = \bar{X}_m$ і точку перегину при значенні $\bar{X} = 2\bar{X}_m$. Використовуючи ці умови можна визначити коефіцієнти a і k та апроксимувати дослідні дані наступними залежностями:

при $\bar{h} \leq 6,2$

$$\bar{U}_r = \frac{2,5\bar{X}}{\bar{h}^{0,21} \exp\left(\frac{\bar{X}}{\bar{h}^{0,1}}\right)}; \quad (6)$$

при $\bar{h} \geq 6,2$

$$\bar{U}_r = \frac{24,1\bar{X}}{\bar{h}^{1,47} \exp\left(\frac{\bar{X}}{0,34\bar{h}^{0,7}}\right)}. \quad (7)$$

Зміна швидкості U_r на границі пристінного прикордонного шару в зоні автотельної течії визначається закономірностями вільного струменя і не зв'язано з градієнтом тиску уздовж потоку, оскільки для цієї зони $\frac{dp}{dx} = 0$.

У цій зоні дослідні дані добре узгоджуються з залежністю для розрахунку осевої швидкості вільного струменя, запропонованої в роботі [1, 4], яка і може бути рекомендована для інженерних розрахунків

$$\bar{U}_r = \frac{1,32}{\bar{X}} \quad (8)$$

Необхідно відзначити, що профілі швидкостей у струминному і пристінному пограничних шарах при нагнітанні струменя на поверхню, визначені без врахування опору, викликаного макрошорсткістю забрудненої поверхні. Однак, на підставі аналізу експериментальних даних [] можна припустити, що за умови, коли товщина пристінного пограничного шару більше величини макрошорсткостей забрудненої поверхні, гальмування потоку рідини незначно позначиться на зміні профілів швидкостей і вони будуть подібні описаним вище.

Для реалізації цієї умови необхідне застосування струменеформуючих насадків з регульованими параметрами струменя (кутом розкриття факела і далекобійністю).

ЛІТЕРАТУРА

1. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. – М.: Наука. 1969.
2. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. М., Физматгиз, 1960. – 715 с.
3. Вулис Л.А., Сакипов З.Б., Трофименко А.Т. О переходе ламинарного пограничного слоя в турбулентный при струйном обтекании пластины. // Изв. АН СССР, сер. ОТН. Механика и машиностроение. – 1962. – № 3. – с.21–27.
4. Акатнов Н.И. распространение плоской турбулентной струи вдоль гладкой и шероховатой поверхности // Изв.Ан СССР, сер. ОТН, Механика и машиностроение.– 1960. № 1.– с.112–116.
5. Саленко О.Ф., Петко І.В., Третьяков О.В. Гідро- та гідроабразивна обробка: теорія, технологія та обладнання: Навч. посібник. – К.: ІЗМН, 1999. – 488 с.

Надійшла 28.09.2009