

Досліджувані характеристики для бетону на основі КЦ-2 виявилися чутливішими до зміни значень факторів впливу порівняно з бетоном на КЦ-1.

1. Солодкий С. Й., Русин Р. М. Факторний експеримент в технології дорожніх бетонів на основі композиційних модифікованих цементів // Будівництво України. – 2004. – № 3. – С. 8–12.
2. Солодкий С.Й. Русин Р.М. Оптимізація рецептурно-технологічних параметрів бетону для дорожнього будівництва на основі модифікованих композиційних цементів // Будівництво України. – 2004. – № 4. – С. 22–27.
3. Пелешко И. Д., Юрченко В. В. К вопросу формулирования задач оптимизации в системах автоматизированного проектирования // Современные проблемы совершенствования и развития металлических, деревянных, пластмассовых конструкций в строительстве и на транспорте: Материалы междунар. науч.-техн. конф. Самара, 23–26 сентября 2002 г. – Самара: НПФ “РАКС”, 2002. – С. 40.
4. Хог Э, Арора Я. Прикладное оптимальное проектирование: Механические системы и конструкции. – М.: Мир, 1983. – 478 с.
5. ГОСТ 21924.2–84 Плиты железобетонные с ненапрягаемой арматурой для покрытий городских дорог. Технические условия.
6. ГОСТ 17608–91 Плиты бетонные тротуарные. Технические условия.

УДК 532.582.82

В.В. Чернюк, Б.С. Піцишин, Б.А. Малиш
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра гідравліки та сантехніки

ТЕЧІЯ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ МЕТАУПОНУ МІЖ НЕСПІВВІСНИМИ ЦИЛІНДРАМИ

© Чернюк В.В., Піцишин Б.С., Малиш Б.А., 2004

Описані результати експериментальних досліджень впливу неспіввісності циліндрів, внутрішній з яких обертається у водному розчині метаупону, на значення середнього дотичного напруження на його стінці.

In the article the results of experimental researches of influence of a non-axiality of two cylinders, from which the internal one is gyrated in metaupon water solution, on the average shearing stress on it's wall are indicated.

Вступ. Рух рідини у проміжку між коаксіальними циліндрами трапляється в бурильних установках, підшипниках, гідромурфтах, гідротрансформаторах, гідравлічних гальмах [1, 2], мішалках. При цьому реалізується циркуляція робочої рідини в замкненому конфузотно-дифузотному проміжку між неспіввісними ротором і статором. У літературі [3–5] наведені результати досліджень течій між концентричними циліндрами, сферами та дисками. Із відомих нам робіт про течії між ексцентричними циліндрами [6–8] тільки в [8] досліджується вплив на потік рідини гідродинамічно-активних додатків (ГДАД), зокрема поліакриламід. Але розчини полімерів зазнають механічної деструкції при різкій зміні геометрії потоку, що ускладнює узагальнення цих результатів на течії рідин з іншими ГДАД. Розчини міцелотворних поверхнево-активних рідин (МПАР) після проходження крізь пристрої, що дестабілізують потік, відновлюють свою гідродинамічну активність [9]. Інформація про течії розчинів МПАР, зокрема метаупону, між неспіввісними циліндрами нам не відома. Тому актуальними є дослідження потоків між ротором і статором при змінному їх ексцентриситеті.

Метою роботи є експериментальне дослідження течії водяних розчинів метаупону між неспіввісними циліндрами та визначення величини середнього дотичного напруження на стінці внутрішнього циліндра.

Методика проведення експерименту. Експериментальну установку детально описано в роботі [10], а методику проведення досліджень – в [11].

Внутрішній циліндр приводиться в обертовий рух електричним двигуном постійного струму. Ротор жорстко посаджений на його вал. Двигун закріплений на опорній плиті. Статор, заповнений робочою рідиною, встановлений з можливістю зворотно-поступального переміщення. Вихідне положення ротора – співвісне зі статором. Переміщуючи зовнішній циліндр, утворювали замкнений конфузотно-дифузотний проміжок. Ексцентриситет між циліндрами фіксували стрілкою на шкалі. Внутрішній діаметр статора становив $D = 142$ мм, а зовнішні діаметри роторів $d = 26; 52; 113$ мм.

Відносна ширина проміжків b_e/b_k змінювалась у межах від 0,02 до 1,0 (див. таблицю). Індокси “e” та “k” відповідають ексцентричному та концентричному розташуванню циліндрів, а b_e – ширина конфузотно-дифузотного проміжку у найвужчому його місці.

Досліджені значення відносної ширини проміжку між циліндрами

Діаметри циліндрів, мм		d/D	b_e/b_k
внутрішній, d	зовнішній, D		
26	142	0,18	0,12; 0,3; 0,74; 1,0
52		0,37	0,02; 0,09; 0,55; 1,0
113		0,80	0,11; 0,26; 0,41; 0,7; 1,0

Швидкість обертання ротора регулювали зміною напруги, яка подавалась на електродвигун. Частоту обертання внутрішнього циліндра вимірювали тахометром. Вона знаходилась в межах $5\text{--}500$ хв⁻¹.

Гальмівний момент, який виникав при контактї ротора з робочою рідиною, обчислювали непрямым способом через споживану потужність двигуна.

Середні дотичні напруження τ на стінці ротора одержували за формулою

$$\tau = T / (2\pi \cdot r \cdot H), \quad (1)$$

де T – сила тертя, прикладена до бічної поверхні ротора; r , H – відповідно його радіус та висота.

Режим течії води характеризували критерієм Тейлора

$$Ta = \frac{V \cdot b_k}{\nu} \cdot \sqrt{\frac{b_k}{r}}, \quad (2)$$

де V – лінійна швидкість обертання ротора; ν – кінематична в'язкість розчину.

Відносну зміну середнього дотичного напруження τ на поверхні ротора при однакових числах Тейлора визначали за формулою

$$\Delta\tau/\tau = (\tau_k - \tau_e) / \tau_k. \quad (3)$$

Результати досліджень та їх аналіз. Досліджувались течії водяних розчинів метаупону з масовими концентраціями $C = 10^{-3}; 5 \cdot 10^{-3}$ та 10^{-2} кг/кг. У приготовлені розчини додатково вводили: NaCl – 7 % від маси розчину для його загущення; NaHCO₃ – 0,2 % від маси розчину для його стабілізації.

Графіки залежності $\tau = f(Ta)$ для течії водяних розчинів метаупону в проміжку між циліндрами для трьох значень d/D та змінних b_e/b_k показані на рис. 1. Також отримана інформація подана у координатах $\Delta\tau/\tau$ — b_e/b_k (рис. 2).

Додатки метаупону спричинили збільшення опору ротора при $d/D = 0,18$ (рис. 1, а) та зменшення його при $d/D = 0,80$ (рис. 1, в). Дія додатків посилювалась зі зростанням ексцентриситету. Для $d/D = 0,37$ зі збільшенням ексцентриситету при концентрації водяного розчину метаупону, що дорівнює 10^{-3} кг/кг, дотичні напруження зростали, а при $C = 5 \cdot 10^{-3}$ та 10^{-2} кг/кг – спадали (рис. 2, б).

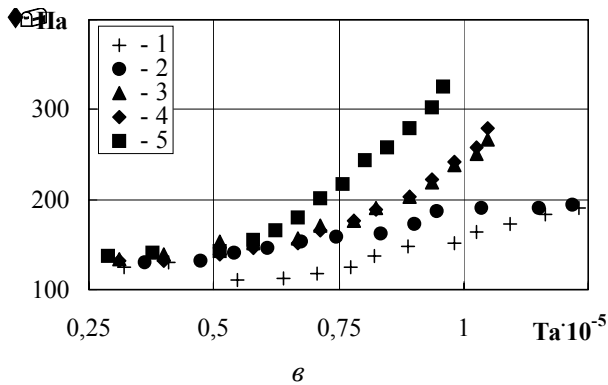
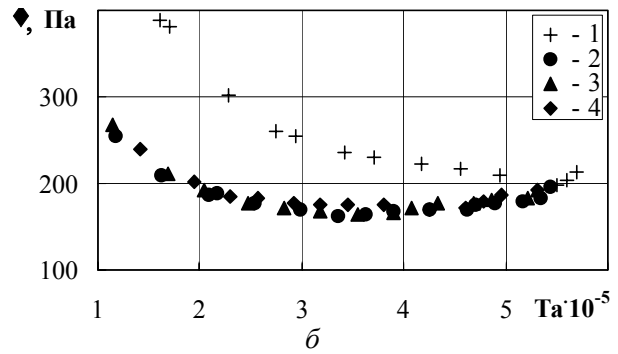
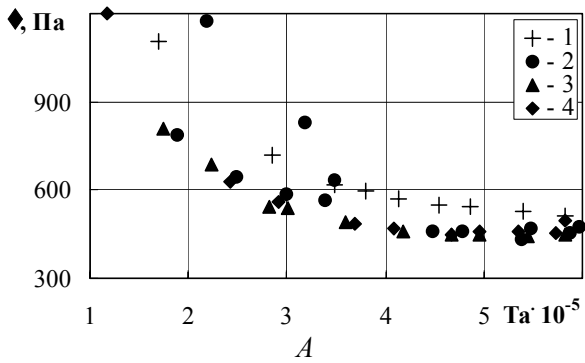


Рис. 1. Середнє дотичне напруження τ на стінці ротора, що обертається у водяному розчині метаупону ($C=5 \cdot 10^{-3}$ кг/кг) при співвідношеннях b_e/b_k для різних значень d/D :
 $a - 0,18$ (1-1,0; 2-0,74; 3-0,3; 4-0,12); $b - 0,37$ (1-1,0; 2-0,55; 3-0,09; 4-0,02); $v - 0,80$ (1-1,0; 2-0,7; 3-0,41; 4-0,26; 5-0,11) залежно від числа Тейлора Ta ($D=142$ мм)

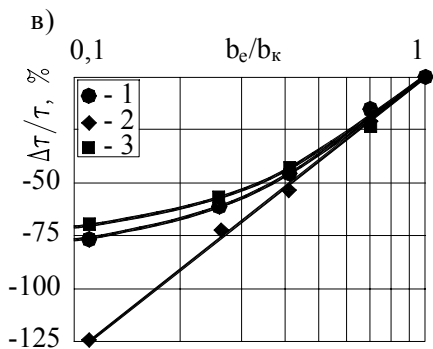
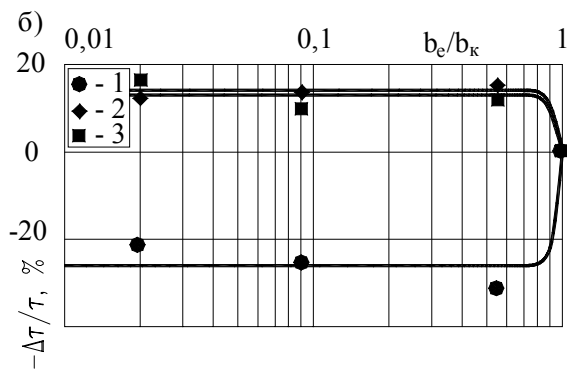
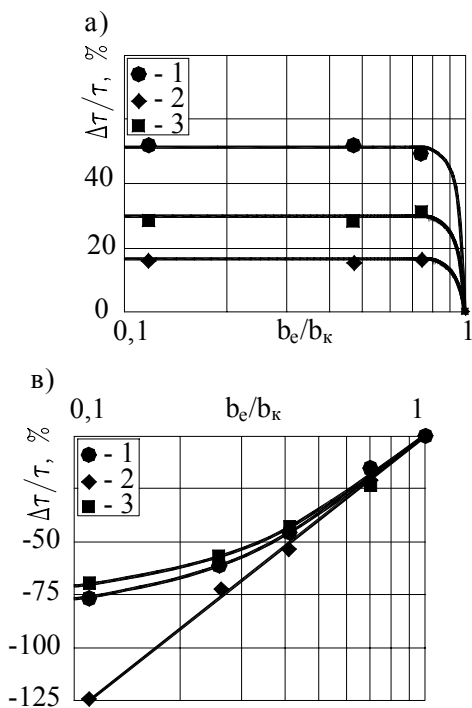


Рис. 2. Залежність $\Delta\tau/\tau = f(b_e/b_k)$ для різних значень d/D : $a - 0,18$ ($Ta = 5 \cdot 10^5$); $b - 0,37$ ($Ta = 5 \cdot 10^5$); $v - 0,80$ ($Ta = 10^5$) при змінних концентраціях розчинів метаупону C , в кг/кг: 1 - 10^{-3} ; 2 - $5 \cdot 10^{-3}$; 3 - 10^{-2} ; ($D = 142$ мм)

При співвідношенні $d/D = 0,18$ для всіх концентрацій розчину зі збільшенням числа Ta значення τ зменшувались (рис. 1, a), а при $d/D = 0,80$ – навпаки збільшувались (рис. 1, v). При $d/D = 0,37$ дотичні напруження зменшувались до $Ta = 3,5 \cdot 10^5$, а потім зростали (рис. 1, b).

Додатки метаупону усіх досліджених концентрацій спричинили зміну опору ротора. Найбільшою вона була при $C=5 \cdot 10^{-3}$ кг/кг. Тому останню вважаємо оптимальною. При цьому найбільше

зростання опору ротора – 125 % спостерігалось для $d/D = 0,80$ та $C = 5 \cdot 10^{-3}$ кг/кг (рис. 2, в). Максимальне пониження 18 % отримано для $d/D = 0,37$ та $C = 10^{-2}$ кг/кг (рис. 2, б).

Значення модуля відносної зміни середнього дотичного напруження на поверхні внутрішнього циліндра $\Delta\tau/\tau$ спадають для $d/D = 0,18$ (рис. 2, а), та зростають для $d/D = 0,80$ (рис. 2, в) із зменшенням відносної ширини замкненого конфузотно-дифузотного проміжку b_e/b_k між циліндрами. При $d/D = 0,37$ спостерігається як збільшення, так і зменшення величини модуля відносної зміни середнього дотичного напруження на поверхні внутрішнього циліндра (рис. 2, б).

Висновки. Проведені дослідження дозволяють встановити функціональні залежності величини середнього дотичного напруження на бічній поверхні внутрішнього циліндра від числа Тейлора та відносної ширини замкненого конфузотно-дифузотного проміжку для течій водяних розчинів метапону між циліндрами.

1. А. с. 1618912 СССР, М. кл.³ F 16 D 57/00. Способ регулирования тормозного момента гидротормоза и гидротормоз с регулируемым тормозным моментом / В.В. Чернюк, А.С. Пасичнюк, Р.М. Гнатив (СССР). – № 4457805/27. – Заявл. 11.07.88; Оpubл. 07.01.91. Бюл. № 1 // Открытия. Изобретения. – 1991. – № 1. – С. 98. 2. А. с. 1695012 СССР, М. кл.³ F 16 D 57/00. Гидротормоз с регулируемым тормозным моментом / В.В. Чернюк, А.В. Бонч-Бруевич, И.В. Корабель (СССР). – № 4750897/27; Заявл. 16.10.89; Оpubл. 30.11.91. Бюл. №44 // Открытия. Изобретения. – 1991. – № 44. – С. 141. 3. Kilgenstein P., Lhuillier D., Roesner K. G. Influence of the deformability of polymer molecules on Taylor-Gortler-vortices / Z. Angew. Math. und Mech. – 1986. – 66, № 4. – P. 234. 4. Ибрагимов Ф.М., Садыхов Б.О., Абдуллаев А.Д. О некоторых задачах вращательного движения вязкопластичной жидкости с учетом теплообмена. Азерб. политехн. ин-т, Баку, 1987. – 8 с. (Рукопись деп. в АзНИИНТИ № 777-Аз87. Деп. от 3.06.87 г.). 5. Sirivat A., Rajagopal K. R., Szeri A. Z. An experimental investigation of the flow of non-Newtonian fluids between rotating disks // J. Fluid Mech. – 1988. – P. 243–256. 6. Uner Deniz, Ozgen Canan, Tosun Ismail. Flow of a power-law fluid in an eccentric annulus // SPE Drill. Eng. – 1989. – 4, № 3. – P. 269–272. 7. Kamel M.T. Flow of a polar fluid between two eccentric rotating cylinders // J. Rheol. – 1985. – 29, № 1. – P. 37–48. 8. Jones W.M. The effect of weak elasticity on Couette flow between rotating cylinders; (1) spiral flow; (2) eccentric cylinders // J. Non-Newton. Fluid. Mech. – 1988. – 28, № 2. – P. 255–263. 9. Повх И.Л., Ступин А.Б., Симоненко А.П. Применение поверхностно-активных веществ (ПАВ) для уменьшения турбулентного трения жидкостей в технологических агрегатах // Аэродинамика в технологических процессах. – М.: Наука, 1981. – С. 230–240. 10. Чернюк В.В., Піцишин Б.С. Установка для дослідження структури потоку рідини між неспіввісними статором і ротором // Вісн. Держ. ун-ту “Львівська політехніка”. – 1996. – № 304. – С. 80–84. 11. Чернюк В.В., Піцишин Б.С. Течія води між неспіввісними ротором і статором // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2001. – № 432. – С. 3–5.