

УДК 533.6.08 : 532.527

**Мороз<sup>1</sup> В.В.** к.т.н., ст.н.с., **Кочін<sup>1</sup> В.О.** к.т.н., ст.н.с., **Турик<sup>2</sup> В.М.** к.т.н., доц.

1 - Інститут гідромеханіки НАН України, м. Київ, Україна;

2 - КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

## Вплив глибини тупикової зони на кінематику потоку на виході вихрових камер

**Анотація:** Представлені результати експериментальних досліджень на аеродинамічній установці за допомогою термоанемометра профілів усередненої за часом трансверсальні складової швидкості, а також відносної інтенсивності пульсацій у вихідному перерізі вихрової камери з розвинутою тупиковою частиною довжиною 4,4 калібрів камери та камери без тупикової частини. Геометричні та режимні параметри: внутрішній діаметр вихрових камер 0,102 мм, розміри проточної частини вхідного сопла  $0,041 \times 0,025$  м<sup>2</sup>, кут тангенціальності уведення потоку до камери  $88^\circ$  при числі Рейнольдса 86500. Порівняння отриманих даних показало, що наявність розвинутої тупикової частини вихрових камер покращує рівномірність розподілів швидкості в центральних частинах додатної та від'ємної півосей до  $\pm 30\%$ , а інтенсивності пульсацій швидкості в центральній зоні вертикального перерізу максимально до 48%. Таким чином, тупикова зона може розглядатися як своєрідна владнана ділянка аеродинамічної стабілізації течії у вихрових камерах.

**Ключові слова:** вихрова камера, термоанемометр, вихрова структура, профіль швидкості, інтенсивність пульсацій

В наших попередніх роботах, наприклад [1], був установлений факт існування цілком упорядкованої течії в тупикових зонах вихрових камер (ВК). Пізніше було показано, що ця течія являє собою складну систему взаємно пов'язаних когерентних вихрових структур (КВС) різних топології та масштабу [2]. Максимальний масштаб мають чотири укладених одне в одне КВС із взаємно протилежним напрямком осевого руху, які обертаються в одному напрямку, що задається кутом тангенціальності  $\gamma$  вхідного сопла. Серед них граничними КВС в межах радіусу камери є два утворення: 1 – пристінна енергоємна спіралеподібна структура максимального моменту кількості руху (ЕКВС), яка поширюється від вхідного сопла в обидві сторони поздовжньої осі камери; 2 – центральний квазітверdotільний торнадоподібний вихор (ЦКТВ), що формується безпосередньо на плоскій стінці глухого торця аналогічно зародженню вихору Бюдевадта та рухається від глухого торця до виходу з камери. Також вздовж циліндричної стінки ВК виявлено існування КВС меншого масштабу — модифіковані вихори тейлор-гьортлерівської природи, які в кінцевому рахунку вливаються до ЕКВС. Наявність такої складної сукупності вихрових структур у тупиковій зоні ВК обумовлює існування зсувних ефектів, які мають генерувати вихори турбулентної природи, які трансформуються згідно з каскадним переносом.

Враховуючи значну долю потоку, який спрямовується від вхідного сопла у бік глухого торця, в загальному витратному балансі течії у ВК (в залежності від кутів установки сопла ця доля досягає 75%), становить значний інтерес оцінити вплив виявленої системи вихорів в тупиковій («пасивній») частині камери на кінематику вихідного потоку в проточній («активній») частині камери. Теоретичне або експериментальне розв'язання задачі з'ясування роздільного впливу окремих складових «пасивної» області течії на «активну» на сьогодні є практично неможливим. Тому в даній роботі пропонується інтегральна оцінка зазначеного впливу шляхом вимірювання кінематичних характеристик потоку у вихідному перерізі ВК термоанемометричним методом.

Досліди поставлено на аеродинамічній установці, робочою частиною якої слугують ВК двох типів: 1 — камера з максимальною довжиною  $L$  розташування глухого торця ( $L/d_0=4,4$ ;  $d_0$  – внутрішній діаметр камери); 2 — камера без тупикової зони ( $L/d_0=0$ ). Проточна частина вхідного сопла мала розміри  $0,041 \times 0,025$  м<sup>2</sup> з галтелями кутів радіусом 0,005 м. Кут

тангенціальності уведення потоку до камери  $\gamma=88^\circ$  при числі Рейнольдса 86500. Отримано профілі усередненої за часом безрозмірної трансверсальної складової швидкості  $U^*=U/W_a$ , де  $W_a$  – середня за перерізом ВК швидкість потоку, (рис. 1), а також відповідних величин відносної інтенсивності пульсацій  $\varepsilon_u = \sqrt{u'^2}/U$  (рис. 2) вздовж вертикального діаметра вихідного перерізу ВК на відстані 0,418 м від центра вхідного сопла.

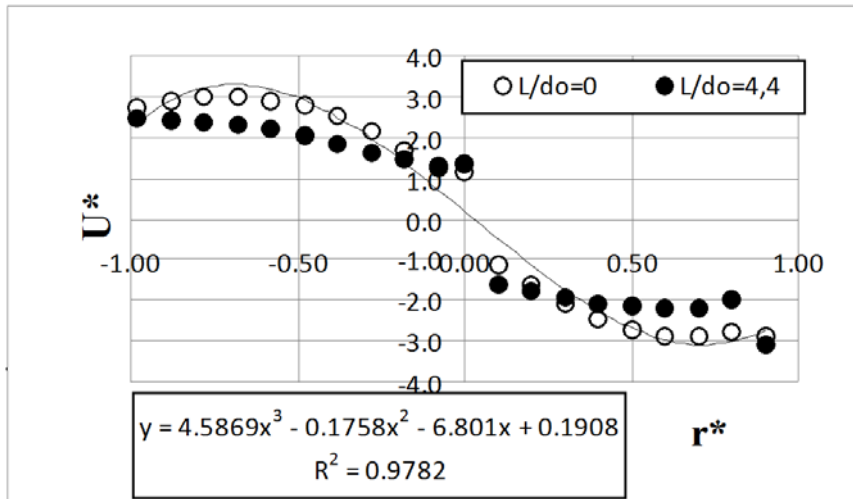


Рис. 1. Розподіл трансверсальної швидкості

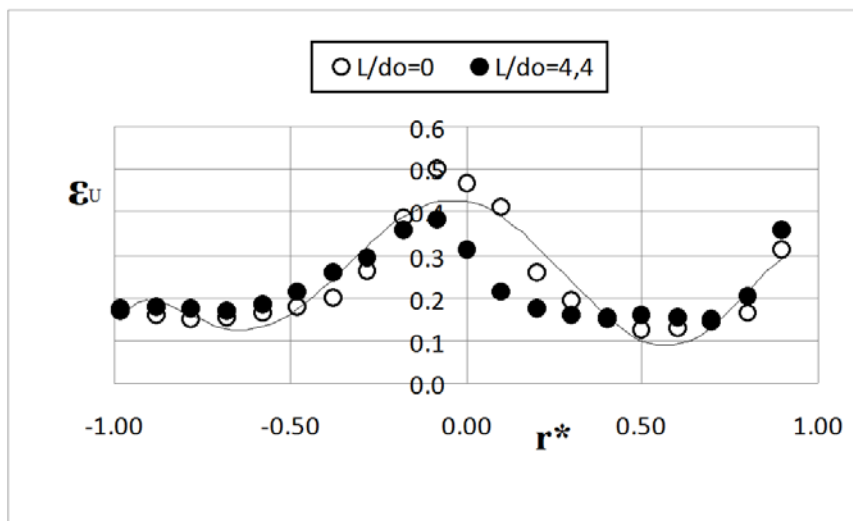


Рис. 2. Розподіл інтенсивності пульсацій швидкості

Установлено, що наявність розвиненої тупикової частини вихрових камер покращує рівномірність розподілів трансверсальної швидкості в центральних частинах додатної та від'ємної півосей до  $\pm 30\%$ , а інтенсивності пульсацій швидкості в центральній зоні вертикального перерізу максимально до 48%. Таким чином, тупикова зона може слугувати своєрідною владною ділянкою аеродинамічної стабілізації течії у вихрових камерах.

#### Список використаних джерел

1. *Makarenko R.A.* Kinematics of Flow in a Dead End Part of a Vortex Chamber / R.A. Makarenko, V.N.Turick // International Journal of Fluid Mechanics Research. – 2004. – Vol. 31, No. 3. – P. 299–306.
2. *Бабенко В. В.* Макет вихрових структур при теченні потоку в вихревої камере / В. В. Бабенко, В. Н. Турік // Прикладна гідромеханіка. — 2008. — Т. 10 (82), № 3. — С. 3–19.