

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Сучасні технології
у промисловому виробництві**

МАТЕРІАЛИ

**НАУКОВО - ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ВИКЛАДАЧІВ, СПІВРОБІТНИКІВ,
АСПІРАНТІВ І СТУДЕНТІВ
ФАКУЛЬТЕТУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
(Суми, 14–17 квітня 2015 року)**

ЧАСТИНА 2

Конференція присвячена Дню науки в Україні

Суми
Сумський державний університет
2015

ВИПРОБУВАННЯ КОЛІННИХ ПІДВОДІВ ОСЬОВОГО НАСОСА НА АЕРОДИНАМІЧНОМУ СТЕНДІ

*Мандрика А. С., доцент; Ігнат'єв О. С., доцент; Мандрика В. А., студент;
Москаленко С. В., студент*

Однією із ключових проблем вітчизняного насособудування є покращення масо-габаритних характеристик випускаемого насосного обладнання, зменшення його матеріалоємності, енергоємності і, як наслідок, підвищення конкурентоспроможності.

Наведений нижче експериментальний матеріал стосується колінних підводів круглого перетину з кутом повороту потоку на 90^0 . Основною вимогою до підводів були мінімальні осьові розміри. За умов роботи в насосі підводи також повинні були мати можливо менший гідравлічний опір і максимально наближене до рівномірного поле швидкостей на виході.

Наразі відсутні практичні рекомендації щодо оптимального проектування підводів подібної конфігурації. Теоретичне рішення задачі також не можливе, оскільки просторова течія в'язкої рідини, яка спостерігається в таких криволінійних каналах, не піддається точному математичному опису. Тому інтерес представляє фізичний експеримент.

Було випробувано три колінні підводи: №1, №2, №3. Усі вони мали однакові діаметри вхідного D_1 і вихідного D_2 отворів, а, значить, однаковий ступінь стиснення потоку $n^* = (D_1 / D_2)^2 = 2,78$

Підвод №1 являє собою конфузorne коліно з поступовою зміною площі поперечного перетину від входу до виходу. Особливістю його геометрії була наявність конусної ділянки довжиною $\sim 0,15 D_1$ на виході, призначеної для більш ефективного вирівнювання потоку.

Підводи №2, №3 – комбінованого типу. Кожен з них складався власне із коліна (поворот 90^0) і розташованого за ним прямого конфузора. Форма обвода конфузора визначалась лінійним законом змінювання швидкості течії уздовж осі конфузора. Підвод №3 відрізняється від підводу №2 вбудованими напрямними лопатками, розташованими в коліні.

Випробування підводів проводилось на аеростенді відкритого типу. Методика випробувань полягала у вимірюванні кульковими зондами швидкостей і повних тисків за підводами при незмінному тиску (дорівнював атмосферному) на вході і витраті $Q = \text{const}$ через експериментальний стенд.

Досліди проводились при середній швидкості повітря близько 22 м/с в більшому перетині підвода з $D_1 = 0,30$ м, що відповідає числу Рейнольдса $Re = 9,9 \cdot 10^5$, тобто режиму автоматичності – як необхідній умові перенесення результатів аеродинамічних досліджень на натурний осьовий насос.

З іншого боку, для правильного узагальнення результатів зондових замірів має дотримуватися умова сталості тарувальних коефіцієнтів кульових зондів. Згідно цій умові величина Re , підрахована за швидкістю потоку і

діаметром кульки зонда, повинна знаходитися в проміжку $0,4 \cdot 10^4 \div 1,5 \cdot 10^5$. У нашому випадку $Re = (0,73 \div 2,3) \cdot 10^4$. Нижнє значення відповідає більшому, а верхнє – меншому перетину підвода.

Усі підводи випробовували з вхідним колектором, який забезпечував рівномірне поле швидкостей на вході підвода, і обтікачем, що імітував втулку передбачуваного колеса насоса.

Параметри потоку за підводами вимірювали на 12-ти рівномірно розташованих по колу радіусах, в сімох точках на кожному радіусі. Місцезнаходження точок вимірювань визначали за умови рівних площ елементарних кільцевих перетинів. Граничні точки знаходились на відстані $0,9 - 1,0$ діаметра кульки зонда d_k на периферії $1,0 - 1,4$ діаметра кульки зонда від стінок каналу.

Перевірку надійності отриманих даних здійснювали зіставленням величин витрати, отриманих зондуванням потоку $Q_{зонд}$ з відповідними витратами, визначеними за допомогою сопла Вентурі Q_c . Як правило, похибка не перевищувала 10 %.

Гідравлічні якості підводів оцінювали за допомогою коефіцієнта втрат повного тиску $\zeta = 2\Delta p / \rho V_z^2$ (Δp – витрати повного тиску у підводі, $V_z = Q/F$ – середня по вихідному перетину витратна складова швидкості повітря, F – площа вихідного перетину, ρ – густина повітря) і коефіцієнтів нерівномірності швидкостей на виході із підвода. Причому, коефіцієнти нерівномірності підраховували окремо для витратної швидкості V_z , колової швидкості V_u , радіальної швидкості V_r (відповідно коефіцієнти δV_z , δV_u , δV_r).

Як показав аналіз отриманих результатів, кращим виявився підвод №3. Він мав найменший коефіцієнт витрат повного тиску $\zeta = 0,134$ (у підвода №1 коефіцієнт $\zeta = 0,179$; у підвода №2 $\zeta = 0,187$). Порівняння величини коефіцієнта ζ підвода №3 з літературними даними по колінних підводах з кутом поворота 90° свідчить про те, що вказаний варіант підвода має достатньо високі гідравлічні показники. Так, відомі підводи з таким же стисненням потоку і кутом поворота 90° , мають коефіцієнт $\zeta = 0,118$

Організація потоку за підводом №3 також була кращою. Величини коефіцієнтів нерівномірності δV_z , δV_u , δV_r на більшій частині перетину каналу істотно менші у порівнянні з іншими варіантами підвода. Виняток становить коефіцієнт δV_u , чисельні значення якого майже у всьому діапазоні зміни радіуса мірного перетину менші, ніж у підвода №2, але більші, ніж у підвода №1.

За результатами проведених випробувань дійшли висновку, що дослідницькі роботи по підводі №3 доцільно продовжити (зокрема з метою визначення оптимальної кількості і розташування вбудованих напрямних лопаток) з використанням ЕОМ та сучасних програмних продуктів.