

КІНЕМАТИЧНІ ПАРАМЕТРИ ІЗОТЕРМІЧНОГО СТРУМЕНЯ, СФОРМОВАНОГО ДЖЕРЕЛЬНИМ ПАНЕЛЬНИМ ДВОКАМЕРНИМ ПОВІТРОРОЗПОДІЛЬНИКОМ З ГОРИЗОНТАЛЬНО-ПОЛИЧКОВИМИ ВИРІВНЮВАЧАМИ ТИСКУ

@ Жуковський С.С., Клименко Г.М., 2010

Визначено горизонтально і вертикально площинні параметри, а саме: ізотакси відносних швидкостей та коефіцієнт зміни осьової швидкості (кінематичну характеристику) ізотермічного потоку (струменя), сформованого моделлю джерельного панельного двокамерного повітророзподільника з чотирма горизонтально-поличковими вирівнювачами тиску оптимальної відносної довжини.

Ключові слова: відносна швидкість, осьова швидкість, панельний двокамерний повітророзподільник.

Horizontal and vertical surface parameters are determined, namely izotakhs of sizeless velocity and coefficient of axial velocity change (kinematic characteristics) of isothermal air flow, that is created by model of source panel two-cambers air distribution device with 4 horizontal shelf pressure equalizers of optimal sizeless leught.

Keywords : sizeless velocity, axial velocity, panel two-cambers air distribution.

Вступ. Забезпечення засобами вентилявання, зокрема і повітророзподільниками, гігієнічних параметрів внутрішнього повітря робочої зони (РЗ) пов'язане з продуктивністю праці і здоров'ям людей, витратами на теплову і електричну енергію.

Найбільш поширеним у вентиляційній практиці є ежекційно-перемішувальне повітророзподілення. Його можна застосовувати в приміщеннях з теплонадлишками або теплонедостачею і супутніми виділеннями інших забрудників. Завдяки ежекційному перемішуванню готованого притікального повітря із більше забрудненим внутрішнім повітрям не завжди вдається забезпечити нормативні і приблизно рівномірні в межах РЗ або її виокремлених об'ємів термічні і гігієнічні параметри внутрішнього повітря; рівномірність температур внутрішнього повітря і концентрацій забрудників можна забезпечити лише при повному перемішувальному повітророзподіленні в межах всього внутрішнього об'єму приміщення. Для забезпечення нормативних термічних і гігієнічних параметрів внутрішнього повітря необхідні значні повітрообміни, наслідком чого є низька економічність вентсистем.

За підвищених вимог до термічних і гігієнічних параметрів внутрішнього повітря РЗ доцільно безпосередньо “затоплювати” її відповідно готованим прохолодним притікальним повітрям. Для реалізації такої задачі використовують джерельні фільтраційні (або перфоровані) повітророзподільники, переважно закордонного виробництва. Це повітророзподільники відомих німецьких фірм “Troх”, “Krantz”[1], ROVER, шведських SWEGOV, OSTEERG, російських компаній “Артокс”, “Еко інжиниринг”[2] та ін.

Проблема. Більшості відомих джерельних повітророзподільників [3] властивий той конструкційний недолік, що вони є переважно однокамерними і не забезпечують рівномірної початкової швидкості по висоті повітророзподільчої поверхні (поверхонь): сформований повітряний потік (струмінь) пришвидшений в припідлоговому просторі (протяг на рівні щиколотків ніг); початкова швидкість маліє з висотою, а у верхній частині ПР можливе виникнення зворотного потоку – ежекція навколишнього повітря в корпус ПР (рис.1).

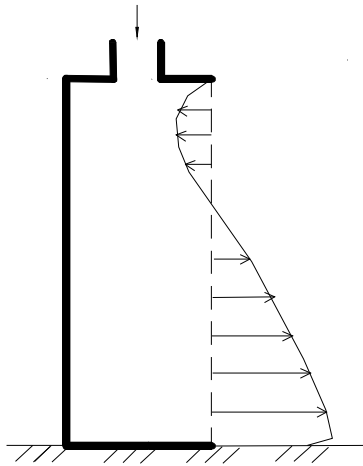


Рис. 1. Ймовірна схема розподілення початкових швидкостей повітряних потоків (струменів), сформованих однокамерними джерельними ПР відомих конструкційних розв'язань

Повітряні струмені (потоки), сформовані джерельними ПР, сьогодні є недостатньо вивченими. Нечисленні дослідники звертали увагу, в основному, на конструкційні недоліки ПР щодо забезпечення рівномірності початкової швидкості у сформованому потоці [4;5;6].

Вимірювання швидкості в потоках, сформованих джерельними ПР, відображені також у роботах [7; 8; 9] тощо.

Аналіз цих робіт засвідчує, що осьова швидкість в потоці, сформованому джерельними ПР, обернено пропорційна відстані від повітророзподільника .

Метою цієї роботи є дослідження розподілення швидкостей в ізотермічному потоці (струмені), сформованому джерельним двокамерним дірчасто-перфорованим ПР з чотирма горизонтально-полічковими вирівнювачами тиску в первинній тисковій камері.

Об'єктом досліджень є запатентований [10] джерельний панельний двокамерний односекційний рівномірно круглодірчасто-перфорований (з коефіцієнтом живого перерізу $k_{ж.п} = 0,39$) ПР з горизонтально-полічковими вирівнювачами тиску оптимальної довжини [11].

Особливості експериментальних досліджень. Для проведення досліджень була використана модель ПР, виконана в масштабі 1:5 (рис.2).

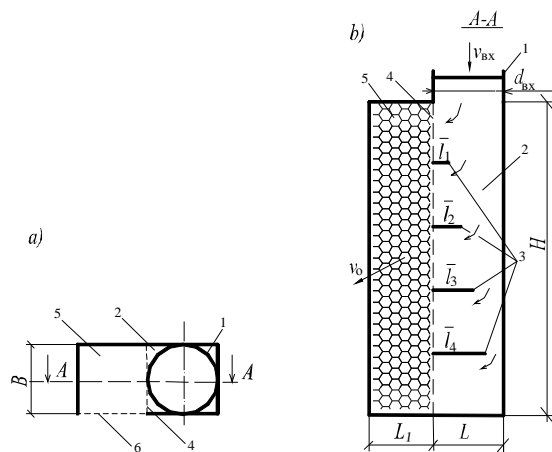


Рис. 2. Конструкційна схема джерельного панельного двокамерного односекційного круглодірчасто-перфорованого з горизонтально-полічковими вирівнювачами тиску ПР: а – вигляд згори; б – вигляд по А-А; 1 – вхідний патрубок ; 2 – первинна тискова камера; 3 – горизонтально-полічкові вирівнювачі тиску ; 4 – внутрішня перфорована стінка; 5 – вторинна тискова камера; 6 – повітророзподільча перфорована стінка; $\bar{l}_i = l_i / L$ – відносна довжина i -го горизонтально-полічкового вирівнювача тиску

Схема дослідницького комплексу зображена на рис 3.

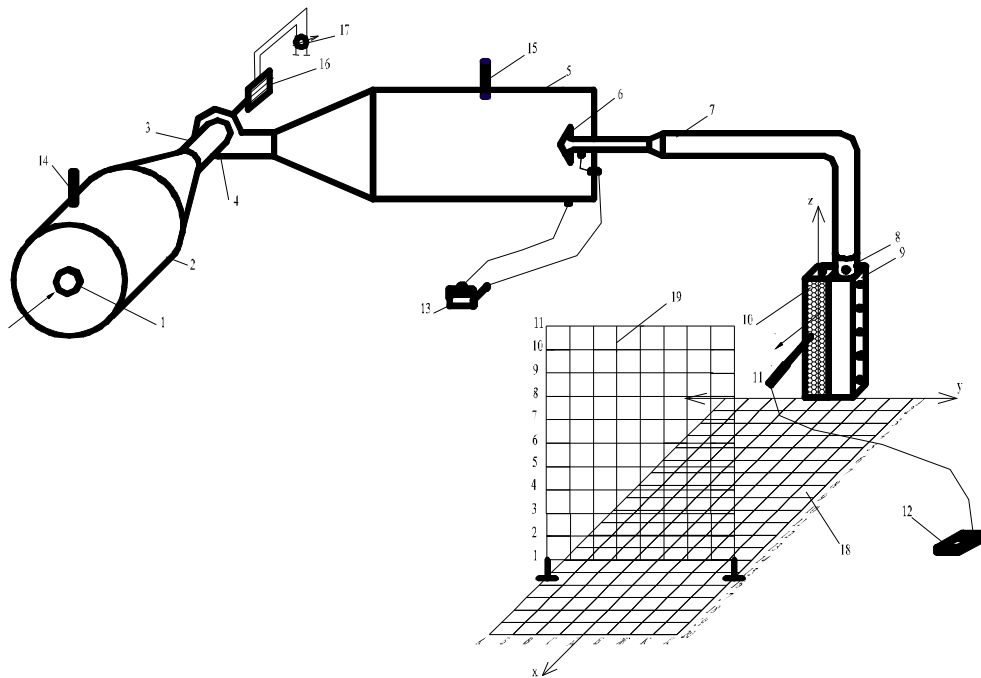


Рис.3. Схема комплексу для досліджень швидкостей в ізотермічному потоці (струмені), сформованому моделлю (М1:5) джерельного двокамерного ПР: 1 – всмоктувальний патрубок; 2 – камера від’ємного надтиску; 3 – повітропровід; 4 – радіальний вентилятор; 5 – камера плюсового надтиску; 6-витратомірний колектор ; 7 – гнучкий повітропровід; 8 – вхідний патрубок ПР; 9 – модель повітророзподільника; 10 – лицева перфорована стінка ПР; 11 – щуп термоанемометра; 12 – термоанемометр «ЛИОТ» ; 13 – диференційний(різницевий) мікроманометр ММН-240; 14–15 – спиртові термометри; 16 – електромотор постійного струму; 17 – реостат; 18 – координатник горизонтально-площинний; 19 – координатник вертикально-площинний

Дослідницький комплекс працює так: повітряний потік через всмоктувальний патрубок 1 затікає із приміщення лабораторії в камеру від’ємного надтиску (розрідження) 2, після якої перетікає через повітропровід 3 і за допомогою відцентрового вентилятора 4 нагнітається в камеру плюсового надтиску 5, перетікає через витратомірний колектор 6, закріплений до знімної торцевої стінки камери 5, рухається по гнучкому повітропроводу 7 і через вхідний патрубок 8 затікає в корпус повітророзподільника 9 зі швидкістю $\Pi_{вх}$ та через його лицеву перфоровану стінку витікає в приміщення лабораторії зі швидкістю Π_0 . Швидкість витоку повітря з моделі повітророзподільника заміряли за допомогою щупа 11 термоанемометра 12. Величину різниці статичних тисків в камері 5 і колекторі 6, за якою визначали витрату повітряного потоку, заміряли мікроманометром 13. Температуру в камерах 2 і 5 вимірювали спиртовими термометрами відповідно 14 і 15. Витратомірний колектор 6 профільований за лемніскаатою і виготовлений з великою точністю оброблення поверхонь, внаслідок чого його коефіцієнт витрати дорівнює 0,985, тобто наближається до одиниці.

Певна витрата повітряного потоку створювалась за допомогою відцентрового вентилятора 4, безпосередньо поєднаного з електромотором постійного струму 16, завдяки його живленню через реостат 17 (тобто відповідною зміною кількості обертів турбіни вентилятора).

Середня швидкість потоку і його динамічний тиск у вхідному патрубку ПР визначались за витратою потоку, виміряною за допомогою колектора 6.

Горизонтально-площинний 18 і вертикально-площинний 19 координатники використовувались для визначення місцеположення замірів точкових швидкостей повітряного потоку (струменя). Засоби вимірювання, що використовували під час досліджень, наведені в табл.1.

Засоби вимірювання

| № з/п | Назва засобів вимірювання | Характеристики |
|-------|---|--|
| 1 | Барометр-анероїд БАММ-1, № 9132 | 8000...106000Па; точність ± 200 Па |
| 2 | Термометр, № 20922 | Точність $< 0,1^\circ\text{C}$ |
| 3 | Мікроманометр ММН-240 (5) – 1,0 ТУ 25-01-816-74 № 1314 | Точність ± 1 Па |
| 4 | Термоанемометр «ЛИОТ» ТА-9 №906/19 | Точність $\pm 0,02$ м/с |

Результати досліджень та їх аналіз. Дослідження початкових швидкостей виконувались в горизонтально-площинних координатах x, y на різних рівнях z . Як приклад, результати досліджень горизонтально-площинних швидкостей наведені на рис.4 в безрозмірних координатах \bar{x}, \bar{y} , на рівні $\bar{z} = 0,53$ ($\bar{x} = x/H$; $\bar{y} = y/H$; $\bar{z} = z/H$, де H – висота повітродозподільчої стінки моделі ПР,м), у вигляді безрозмірних ізот $\bar{n}_{100}, \bar{n}_{70}, \bar{n}_{50}, \bar{n}_{30}$ (наприклад, $\bar{v}_{70} = 0,7 \cdot 100$; $0,7$ – величина відносної швидкості n/n_0 , де n – точкова швидкість у струмені, м/с; n_0 – початкова швидкість струменя).

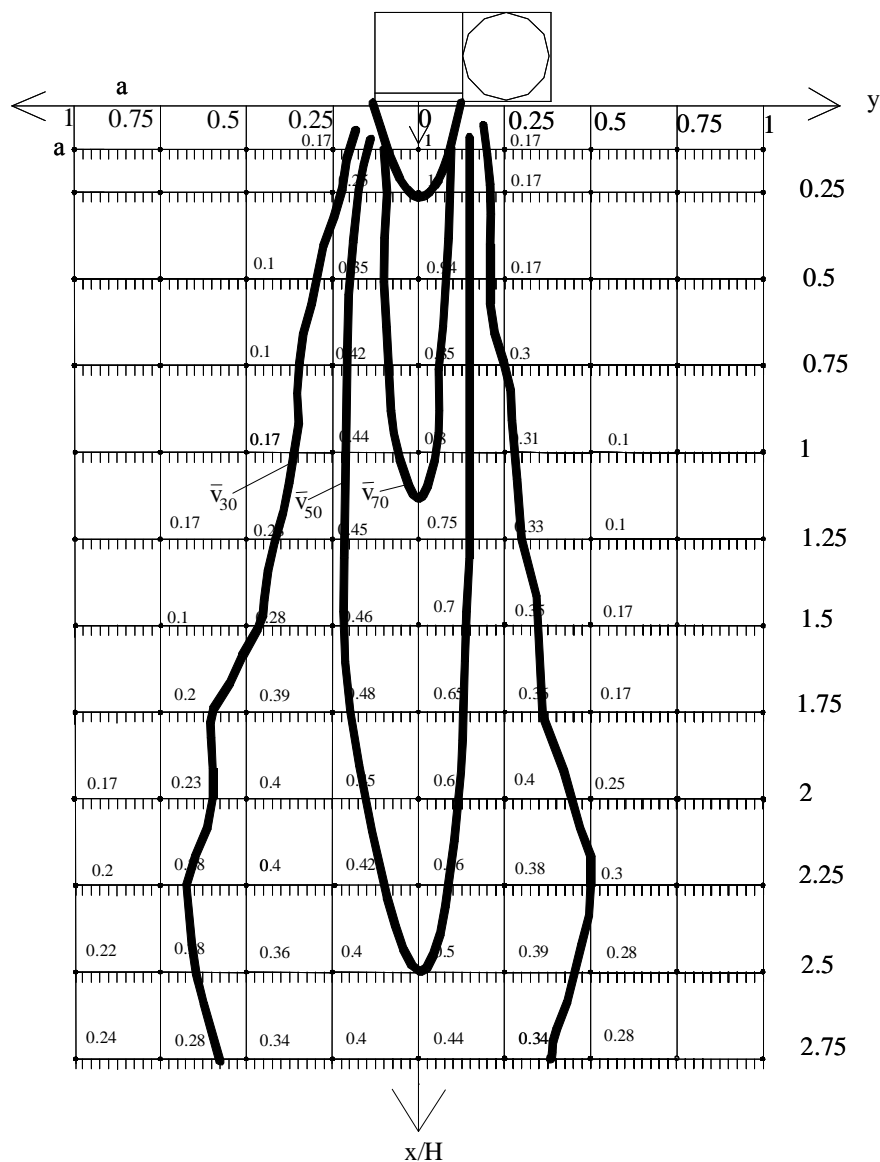


Рис. 4. Безрозмірні горизонтально-площинні ізоахи $\bar{n}_{30}, \bar{n}_{50}, \bar{n}_{70}, \bar{n}_{100}$ на рівні $\bar{z} = 0,53$ ($\bar{z} = z/H$)

Рис. 4 засвідчує конфігурацію сформованого ПР повітряного ізотермічного потоку , а також дозволяє констатувати, що: зона ядра потоку (струменя) поширюється на відстань $\bar{x} \cong 0,25$; ізотаха \bar{n}_{70} – на відстань $\bar{x} \cong 1,1$; ізотаха \bar{n}_{50} – на відстань $\bar{x} \cong 2,5$; максимальна ширина потоку в межах \bar{n}_{50} не перевищує двох широт повітророзподільчої стінки (рис.2).

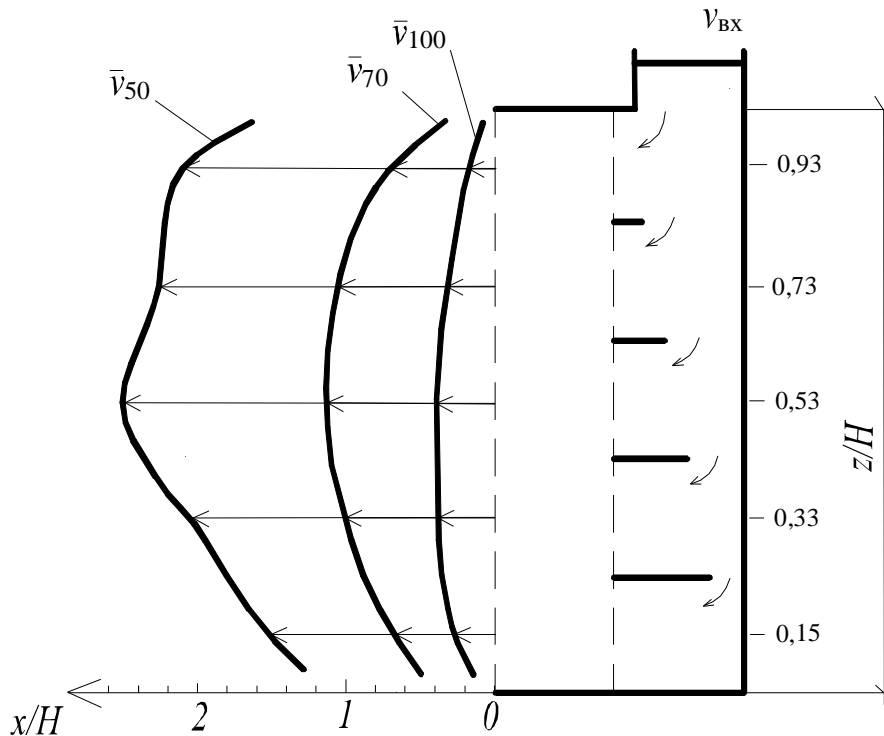


Рис. 5. Безрозмірні вертикально-площинні ізотахи: \bar{n}_{50} ; \bar{n}_{70} ; \bar{n}_{100} в межах рівнів $\bar{z} = 0,15 \dots 0,93$

З рис.5 видно, що сформований ПР повітряний потік (струмінь) дещо загальмований в найнижчому рівні підлогою і в найвищому рівні – “умовно нерухомим” навколишнім повітрям; найвищі відносні швидкості потоку спостерігаються в його серединному висотному рівні , тобто при $\bar{z} = 0,5$.

Для осесиметричних ізотермічних струменів зміна осьової швидкості n_{x_i} характеризується залежністю [12, с.66]:

$$n_{x_i} = n_0 \cdot m \cdot \frac{\sqrt{A_0}}{x_i}, \quad (1)$$

де n_0 – початкова осьова швидкість струменя, м/с (тобто швидкість при $x_i = 0$); x_i – відстань до i -ї точки на осі струменя, м; n_{x_i} – швидкість в точці на відстані x_i , м/с; A_0 – початкова площа поперечного перерізу струменя, що дорівнює габаритній площі повітророзподільчої стінки ПР, м²; m – коефіцієнт зміни осьової швидкості (кінематична характеристика) осесиметричних струменів, величину якого визначаємо внаслідок експериментальних досліджень за формулою

$$m = \frac{n_x}{n_0} \cdot \frac{x_i}{\sqrt{A_0}}. \quad (2)$$

Залежність зміни $1/m$ від величини $\sqrt{A_0}/x_i$ наведено графічно на рис. 6.

Зміна величини $1/m$ від $\sqrt{A_0}/x_i$ є лінійною зростаюною, залежною від $\sqrt{A_0}/x_i$, і характеризується формулою:

$$y = 0,95x + 0,16. \quad (3)$$

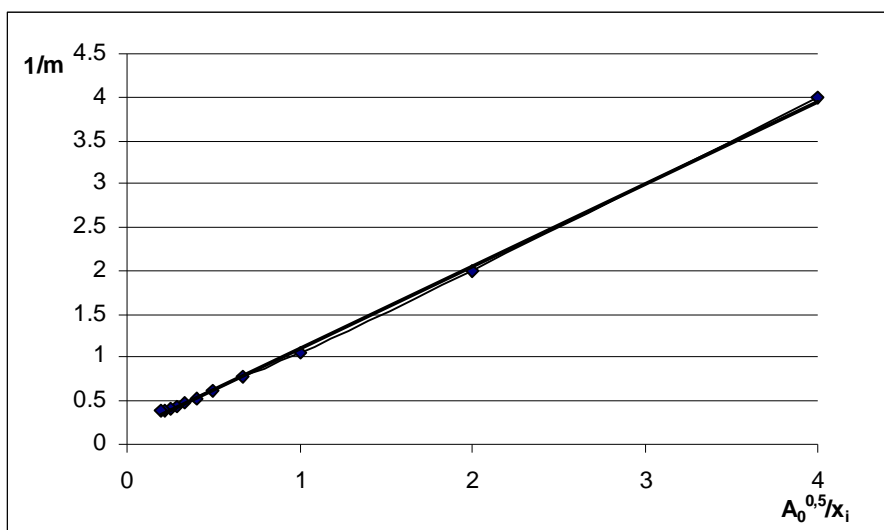


Рис. 6. Залежність зміни коефіцієнта осьової швидкості (кінематичної характеристики) $1/m$ ізотермічного струменя від відносної відстані $\sqrt{A_0^{0.5}}/x_i$

Висновки: 1. На різних п'яти горизонтально-площинних рівнях в межах $\bar{z} = 0,15 \dots 0,93$ ($\bar{z} = z/H$, де H – висота повітророзподільчої стінки моделі ПР) визначені відносні (безрозмірні) ізотахи $\bar{n}_{100}, \bar{n}_{70}, \bar{n}_{50}, \bar{n}_{30}$ які засвідчують конфігурацію і параметри потоку сформованого чотирьох горизонтально-поличковим ПР з оптимальними довжинами вирівнювачів статичного тиску, а саме: зона ядра потоку (струменя) поширюється на відстань $\bar{x} \cong 0,25$; довжина потоку у межах \bar{n}_{50} не перевищує $2,5\bar{x}$, а його ширина $\leq 2\bar{y}$ ($\bar{x} = x/H$; $\bar{y} = y/H$).

2. Безрозмірні вертикально-площинні ізотахи $\bar{n}_{100}, \bar{n}_{70}$ і \bar{n}_{50} засвідчують, що сформований ПР повітряний ізотермічний потік (струміль) дещо загальмований в найнижчому рівні підлогою і в найвищому рівні “умовно нерухомим” внутрішнім повітрям. Найвищі відносні швидкості потоку спостерігаються в його середньому висотному рівні, тобто, при $\bar{z} = 0,5$ $\bar{z} = z/H$.

3. Величина $1/m$, що характеризує коефіцієнт зміни осьової швидкості (кінематичну характеристику) сформованого ПР ізотермічного потоку (струменя), характеризується лінійно зростаючою залежністю від відносної відстані $\sqrt{A_0^{0.5}}/x_i$ (x_i – осьова відстань; A_0 – початкова площа поперечного перерізу сформованого повітряного потоку на відстані $x_i = 0$).

1. *Poradnic. Ogrzewanie+klimatyzacja 94/95. – Gdańsk 1994,1965 s.2. Низкоскоростные воздухораспределители. E-mail into@ekoing.ru.* 3. Жуковський С.С., Клименко Г.М. Конструкційні особливості джерельних (фільтраційних) повітророзподільників і пропозиції щодо їх удосконалення. *Наук. вісн. нац. лісотехн. ун-ту України: Зб. наук.-техн. пр. – Львів: НЛТУУ, вип.17.6. – С. 101–106.* 4. Жуковський С.С. Щербатюк Б.І., Довбуш О.М. Пристрій для подачі припливного повітря. Патент України №12758, опубл.28.02.97, Бюл №1.5. Жуковский С.С. Использование приколонных воздухораспределителей с целью вентиляции помещений вытесняющим воздушным потоком. Депон. В Укр НИИНТИ, 08.06.89. 6. Жуковський С.С., Щербатюк Б.І. Повітророздаючий пристрій для «заплення» робочої зони приміщень. *Вісник ДУ «ЛП» «Теплоенергетика, інженерія доквілля», №291.-Львів, 1995, с68.71.* 7. Nielsen P.V. 1992. *Velokite Distributi in the Flow from a Wall-Monnted Diffuser in Room with Displament Ventilation. Presented an ROOMVENT'92, Third INT. Conf on Air Distribution in rooms, Aalbery, Denmark.* 8. Nielsen P.V. 2000. *Velocity.Distribution on a Room Ventilated by Displacement. 3. Ventilation and Wall-Mounted Air*

Terminal Devices. Energy and Building, Vol. 31/3. P.179-187. 9.Skaret. 2000.Ventilasjnsteknik hand-bok. Handbok48 ,NordesBygfork-kningsinstitut. ISBN 82-536-0714-8. 10. Жуковський С.С., Довбуш О.М., Клименко Г.М. Повітроподільник. Патент України № 19497.Опубл. 15.12. 20006, Бюл. № 12.11. Stefan Zhukovsky, Hanna Klymenko. Experimental and analytical research of pressure effects inside the sectional source air distributor. // Zeszyty naukowe Politechniki Rzeszowskiej, № 266. Budownictwo i inżynieria środowiska, z.54, s.151-157.12.Гримитлин М.И.Распределение воздуха в помещениях. – М.: Стройиздат, 1982. – 164 с.

УДК “624.012.35”

П.М. Коваль, П.М. Сташук, О.В. Танський

Державний дорожній науково-дослідний інститут ім. М.П.Шульгіна, Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ КОНСТРУКЦІЙ МОСТА ПОШИРЕНОГО МОНОЛІТНОЮ НАКЛАДНОЮ ПЛИТОЮ

© Коваль П.М., Сташук П.М., Танський О.В., 2010

Розглянуто виконані дослідження конструкцій моста поширеного монолітною накладною. Описано методи його досліджень та визначення технічного стану. Наведено результати обстеження та випробування моста тимчасовим навантаженням.

Ключові слова: залізобетонна прогонова будова, технічна діагностика, монолітна накладна плита, результати досліджень.

This paper is devoted to the research of the bridge spans widened by monolithic slab. The method of investigation and studing of technical condition are described. The results of bridge inspection and testing by live load are introduced.

Keywords: reinforced concrete arch, technical diagnostic, calculation of bridge, the results of investigation.

Постановка проблеми. Підставою для проектування реконструкції та ремонту автодорожніх мостів є проведені спеціальні обстеження [1]. Причому застосування нових рішень поширень із посиленням конструкцій прогонових будов мостів передбачає виконання їх натурних випробувань та врахування отриманих результатів для удосконалення проектних рішень в аналогічних конструкціях. Інформацію, яку отримують під час випробувань, можливо використовувати для покращання експлуатаційних характеристик споруд, особливо в умовах збільшення інтенсивності руху та динамічних впливів на мостові конструкції. Проектний термін експлуатації мостів згідно з чинними нормами [1] становить 100 років. Для досягнення цього необхідним є вже на стадії будівництва зважене застосування рішень з ремонтних заходів, що ґрунтуються на ретельно виконаних наукових дослідженнях.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Сьогодні розроблено низку конструктивно-технологічних рішень з розширенням прогонових будов залізобетонними накладними плитами [2], що демонструють хороші показники збільшення вантажопідйомності прогонових будов. На жаль, як показує досвід, неналежне утримання штучних споруд на автомобільних дорогах призводить до появи дефектів, що знижують довговічність споруд.

Мета досліджень. Метою досліджень було визначення експлуатаційного стану основних елементів моста зі встановленням необхідних заходів для забезпечення довговічності споруди та внесення необхідних змін і доповнень в проект реконструкції моста. З метою вивчення роботи конструкцій моста після виконання робіт з реконструкції проведено статичні випробування.