

СТРУКТУРА ТЕЧІЇ У СИСТЕМІ ТУРБУЛІЗАТОР –  
НІШОВА ПОРОЖНИНА

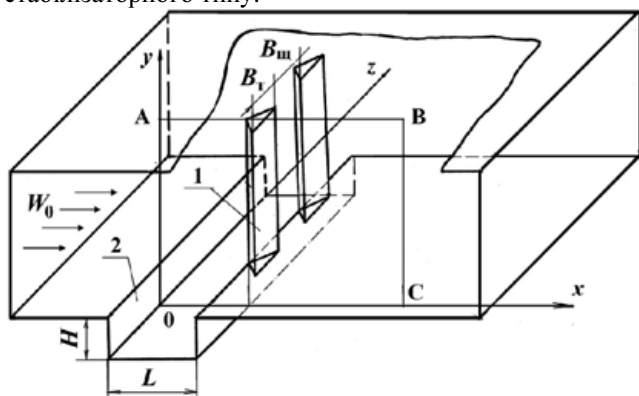
За результатами експериментального дослідження наведено дані про характеристики течії у системі кутовий турбулізатор – нішова порожнина, що моделює основні елементи стабілізаторного пального пристрою. Проаналізовано особливості циркуляційних течій за кутовим турбулізатором потоку та у власній ніші. Подано результати порівняння особливостей течії у нішовій порожнині за наявності та відсутності турбулізаторів потоку. Досліджено вплив встановлення кутових турбулізаторів потоку на зрізі задньої стінки ніші на специфіку течії в зоні зворотних токів у нішовій порожнині.

**Ключові слова:** турбулізатори потоку; нішова порожнина; зона зворотних токів; структура течії.

**Вступ.** Один із шляхів істотного підвищення ефективності робочих процесів горіння у пальниках стабілізаторного типу полягає у застосуванні різних способів і засобів інтенсифікації тепломасообміну та вигорання палива, до яких, зокрема, відносять: попередній підігрів повітря, що йде на горіння, закручування повітряного потоку, організація розвиненої поверхні запалювання та горіння, підвищення коефіцієнта затінення пальника, використання додаткових турбулізаційних елементів тощо.

Дослідження процесів переносу із застосуванням вказаних способів інтенсифікації горіння у стабілізаторних пальниках здійснено у багатьох роботах (Fialko et al. 2017; Mikulin et al. 2003; Butovskiy et al. 2012; Povshedna & Granovskaja, 2013; Fialko et al. 2014). Однак вони не охоплюють деяких аспектів цього напрямку досліджень. Так, заслуговує на увагу подальший розвиток досліджень характеристик течії, які значною мірою визначають перебіг робочих процесів у пальникових пристроях.

**Метою роботи** є встановлення закономірностей течії у системі кутовий турбулізатор – нішова порожнина, що моделює основні елементи пального пристрою стабілізаторного типу.



**Рис. 1.** Схема робочої ділянки для визначення характеристик течії у системі турбулізатор потоку – нішова порожнина: 1 – турбулізатор потоку; 2 – прямокутна ніша

**Методика проведення дослідження.** Дослідження проводили на робочій ділянці, схему якої наведено на рис. 1. Висота каналу робочої ділянки становила 120 мм, ширина – 190 мм, довжина – 500 мм. Довжина ніші по потоку  $L = 75$  мм, висота  $H = 35$  мм. Ширина турбулізатора  $B_T = 30$  мм, кут при вершині турбулізатора  $90^\circ$ . Відстань між турбулізаторами  $B_{щ} = 30$  мм. Швидкість повітря у щілині між турбулізаторами становила 30 м/с. Для виміру швидкості потоку використовували T-подібний пневматичний зонд, тарований за допомогою сопла Вітошинського.

**Виклад основного матеріалу.** Рис. 2-5 ілюструють характерні результати експериментального дослідження. На рис. 2, 3 зображено профілі швидкості на різних відстанях за потоком від передньої стінки ніші для різних поздовжніх вертикальних перерізів  $z = \text{const}$  (від площини симетрії турбулізатора,  $z = 0$ , до площини симетрії щілини,  $z = 30$  мм). На рис. 4 з метою порівняльного аналізу наведено відповідні дані за відсутності турбулізаторів потоку. Рис. 5 ілюструє розподіл швидкості в горизонтальній площині X-Z на різних відстанях від дна ніші.

Згідно з даними, наведеними на рис. 2 і 3, у нішовій порожнині існує яскраво виражена циркуляційна течія з зоною зворотних токів, що прилягає до дна ніші.

Зіставлення профілів швидкостей у різних вертикальних перерізах нішової порожнини за  $z = 0$  для ситуації наявності та відсутності турбулізаторів потоку свідчить про те, що в останньому випадку зона зворотних токів займає істотно більшу частку простору ніші (див. рис. 2, а та рис. 4). Тобто за наявності турбулізаторів, встановлених безпосередньо за нішовою порожниною, зона зворотних токів помітно притискається до дна ніші. За кутовим турбулізатором утворюється зона рециркуляції відносно значних розмірів. Її довжина становить близько  $4,5 B_T$ , а ширина –  $0,7 B_T$ .

У пристінковій частині течія вздовж стабілізатора в області, що відповідає розташуванню турбулізатора, наявна тенденція до виникнення прямого потоку. Ця тенденція є слабкою за  $z = 0$  (у площині симетрії турбулізатора) і

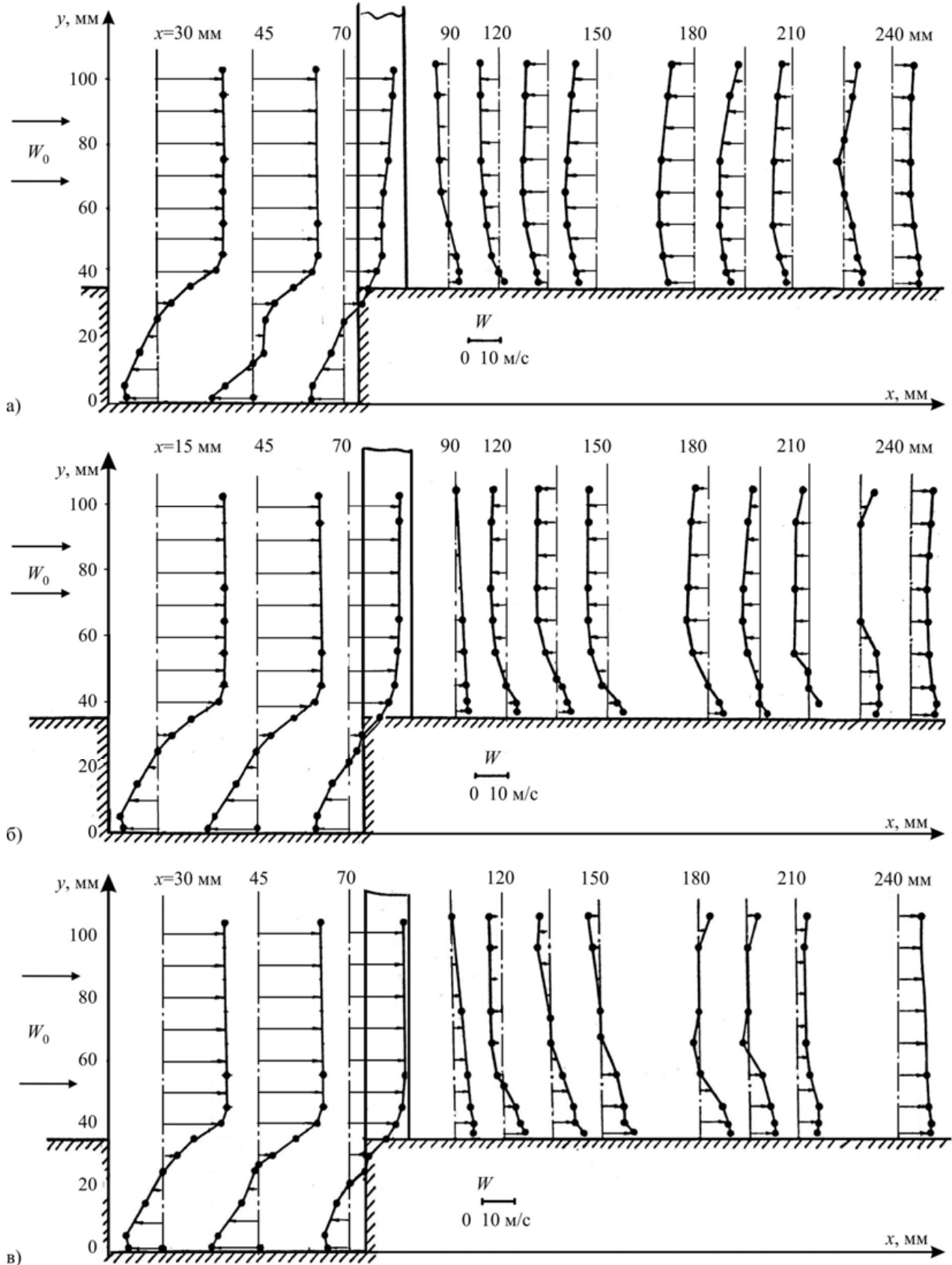
**Цитування за ДСТУ:** Абдулін М. З. Структура течії у системі турбулізатор – нішова порожнина / М. З. Абдулін, Н. М. Фіалко, Ю. В. Шеренковський, Н. О. Меранова, Л. С. Бутівський, О. Б. Тимощенко, В. Л. Юрчук, Г. В. Іваненко, А. В. Кліщ // Науковий вісник НЛТУ України. – 2017. – Вип. 27(3). – С. 131–135

**Citation APA:** Abdulin, M. Z., Fialko, N. M., Sherenkovskii, Yu. V., Meranova, N. O., Butovskiy, L. S., Timoshchenko, A. V., Yurchuk, V. L., Ivanenko, G. V., & Klisch, A. V. (2017). Structure of the Flow in the System of Turbulence Stimulator-Niche Cavity. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(3), 131–135. Retrieved from: <http://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/249>

стає все більш яскраво вираженою в міру віддалення від цієї площини вздовж координати  $z$ .

За межами зони зворотних токів турбулізатора наявна прямоточна течія, яка пришвидшується вниз за потоком в міру наближення до перерізу  $x = 120$  мм, що від-

повідає максимальному значенню ширини вказаної зони. Далі вниз за потоком відзначена прямоточна течія вповільнюється. Тобто пришвидшення потоку зумовлене його звуженням у щілині між турбулізаторами й обтіканням зон циркуляційної течії турбулізаторів.



**Рис. 2.** Профілі поздовжньої компоненти швидкості у системі турбулізатор – ніша на різних відстанях  $x$  по потоку від передньої стінки ніші у площинах  $z = \text{const}$ : а)  $z = 0$ ; б)  $z = 10$  мм; в)  $z = 15$  мм

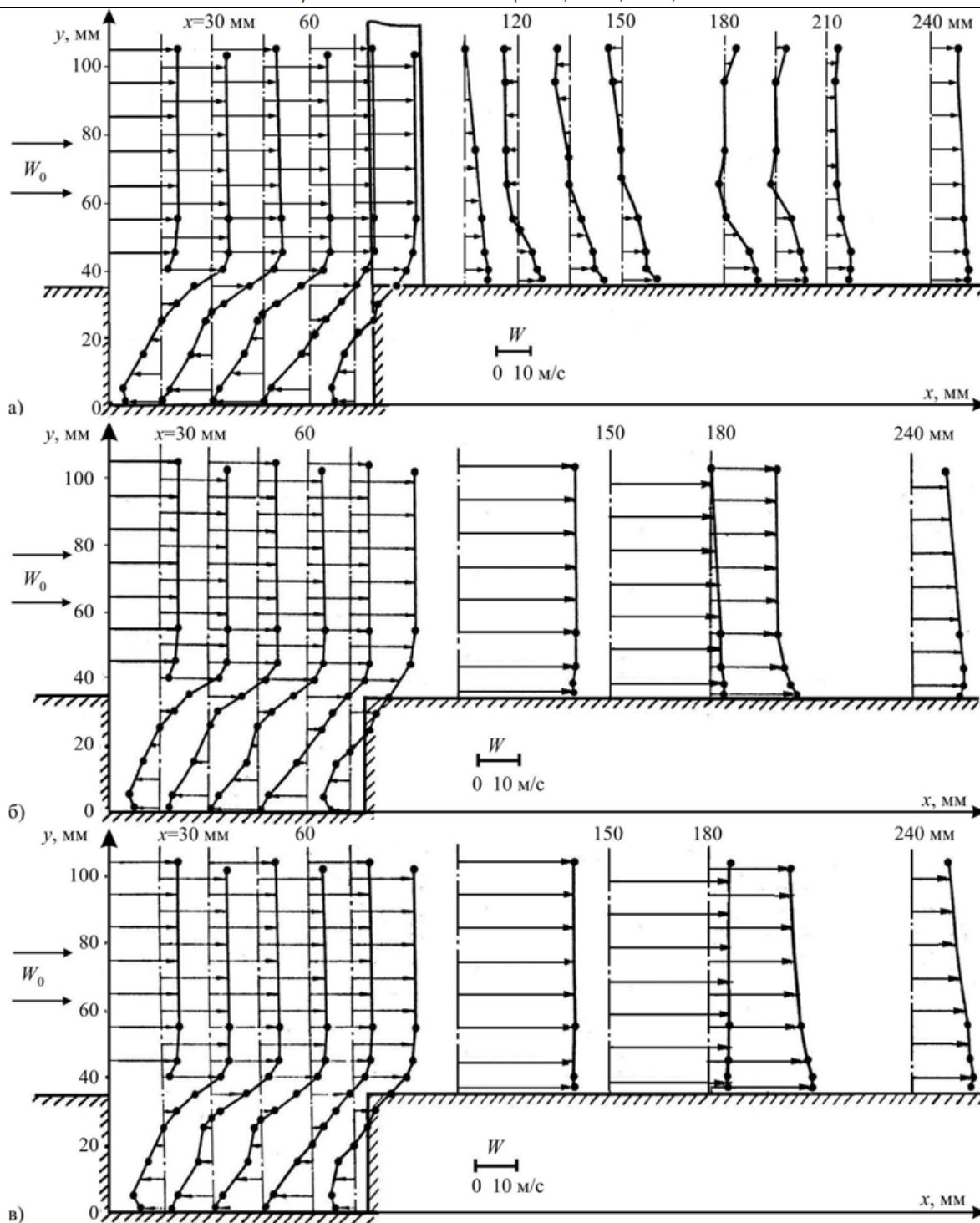


Рис. 3. Профілі поздовжньої компоненти швидкості у системі турбулізатор – ніша на різних відстанях  $x$  по потоку від передньої стінки ніші у площинах  $z = \text{const}$ : а)  $z = 20$  мм; б)  $z = 25$  мм; в)  $z = 30$  мм

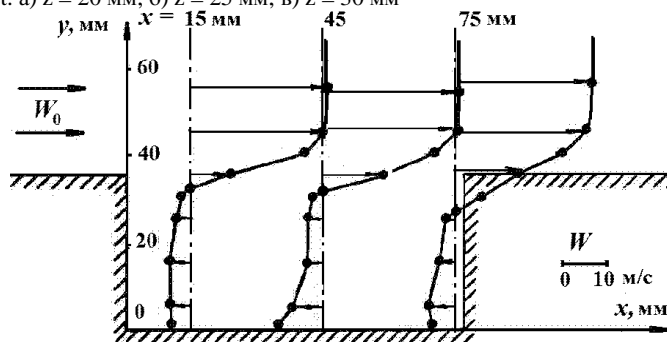


Рис. 4. Профілі поздовжньої компоненти швидкості на різних відстанях  $x$  по потоку від передньої стінки ніші у площині  $z = 0$  за відсутності турбулізатора потоку

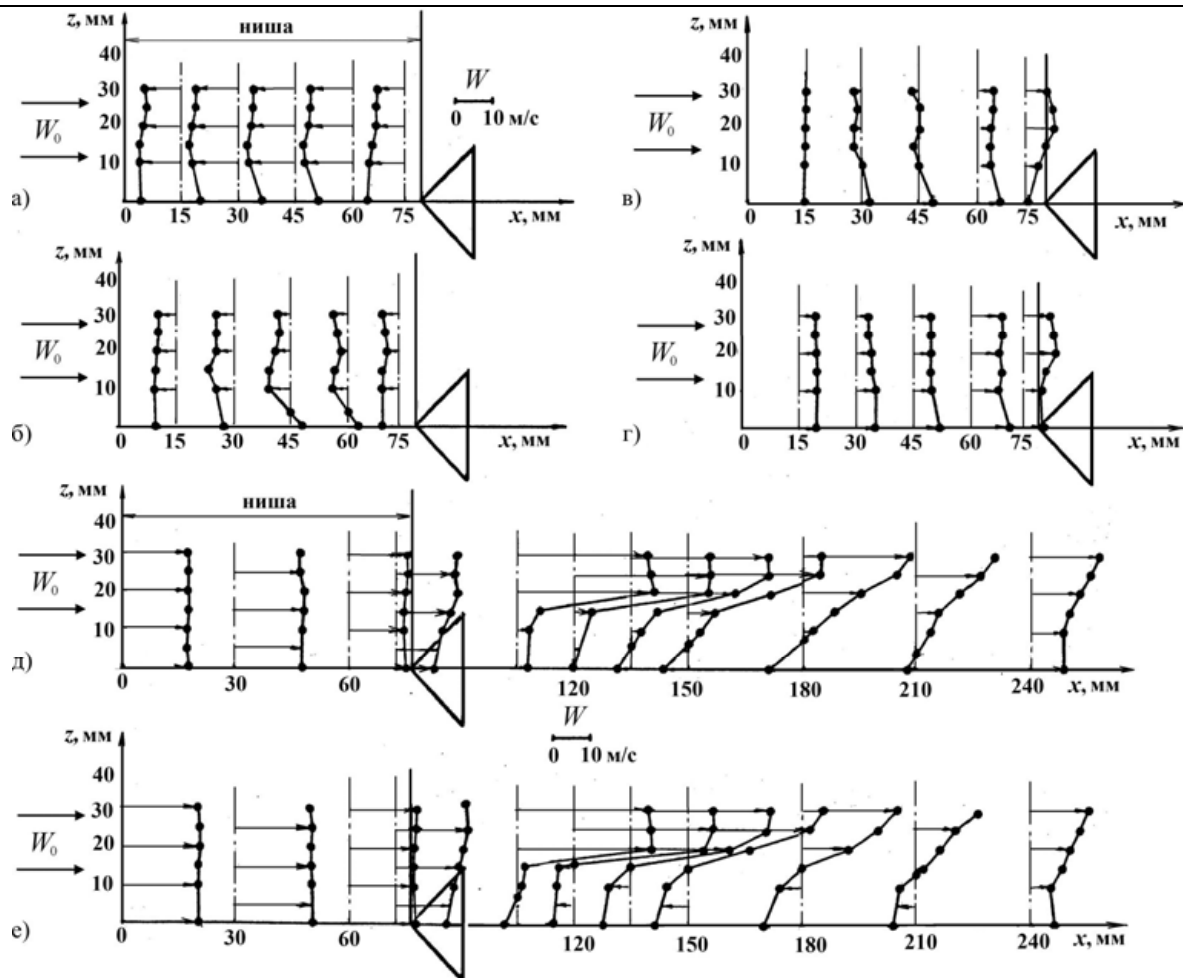


Рис. 5. Профілі поздовжньої компоненти швидкості у системі турбулізатор – ніша в горизонтальній площині X-Z на різних відстанях у від дна ніші: а)  $y = 5$  мм; б)  $y = 15$  мм; в)  $y = 25$  мм; г)  $y = 30$  мм; д)  $y = 40$  мм; е)  $y = 75$  мм

Як видно з рис. 5, за  $y = 10$  мм та  $15$  мм у площині X-Z течія в ніші є зворотною. З віддаленням від дна ніші, за  $y = 25$  мм, характер течії у вказаній площині істотно змінюється. У зоні, що прилягає до задньої стінки нішової порожнини, наявна прямоточна течія, а в середній за потоком зоні ніші – змішана (прямоточна та зворотна). За подальшим віддаленням від дна ніші за  $z = 30$  мм, поблизу її верхньої границі, течія в горизонтальній площині нішової порожнини стає повністю прямоточною.

Щодо зони зворотних токів за турбулізатором, то як видно з рис. 5, вона проявляється більш чітко на деякій відстані від стінки турбулізатора, що пояснюють зазначеним вище ефектом виникнення прямогоку в пристінковій зоні стабілізатора.

**Висновки.** Виконано аналіз експериментальних даних щодо закономірностей течії у системі кутувий турбулізатор потоку – нішова порожнина. Виявлено, що встановлення кутувих турбулізаторів потоку на зрізі задньої стінки ніші призводить до певного пригнічення зони зворотних токів у нішовій порожнині і її притиснення до дна ніші. Встановлено також, що зона рециркуляційної течії за турбулізатором потоку стає більш яскраво вираженою з віддаленням від стінки турбулізатора. Показано, що у пристінковому потоці вздовж власне стабілізатора в зоні, що відповідає розташуванню кутувий турбулізатора, спостерігається тенденція до виникнення прямогоку.

## Перелік використаних джерел

- Butovskiy, L. S., Fialko, N. M., Prokopov, V. H., Zarytskyi, O. A., Sherenkovskiy, Yu. V., & Tymoshchenko, O. B. (2012). Eksperymentalni doslidzhennia struktury techii u palnykovykh prystroiyakh stabilizatornogo typu z zastosuvanniam kutovykh turbulizatoriv potoku. *Problemy jekologii i jekspluatacii ob'ektov jenergetiki: mater. KhKhII Mezhdunar. konf.* (pp. 141–145), 8-12 iyunja 2012 g., g. Yalta. Kiev: Libra. [in Ukrainian].
- Fialko, N. M., Sherenkovskij, Yu. V., Meranova, N. O., Timoshhenko, A. B., & Majson, N. V. (2017). Osobennosti techenija v cilindricheskikh gorelochnykh ustrojstvax s plastinchatymi turbulizatorami potoka. *Promyshlennaja teplotehnika*, 23, 5–12. [in Russian].
- Fialko, N. M., Sherenkovskij, Yu. V., Majson, N. V., Meranova, N. O., Butovskij, L. S., Abdulin, M. Z., Polozenko, N. P., Klishh, A. V., Strizheus, S. N., Timoshhenko, A. B. (2014). Intensifikacija processov perenosu v gorelochnom ustrojstve s cilindricheskimi stabilizatorom plameni. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 24(5), 136–142. [in Russian].
- Mikulyn, H. O., Liubchik, H. M., Varlamov, H. B., Marchenko, H. S., Levchuk, S. O., Zarytskyi, A. O., & Kardasho, A. V. (2003). Vykorystannia trubchastykh moduliv yak elementiv intensyfikatsii horinnia ta pidvyshchennia enerho-ekolohichnoi efektyvnosti hazovykh palnykiv. *Jekotehnologii i resursoberezenie*, 4, 58–65. [in Ukrainian].
- Povshedna, A. I., & Granovskaja, E. A. (2013). Intensifikacija processu gorenija za stabilizatorom podachej vozduha v zonu recirkuljacii. *Suchasni tekhnologii v teplovii enerhetytsi: mater. KhI Mizhnar. nauk.-prakt. konf. aspirantiv, mahistrantiv, studentiv* (pp. 98–100), 16-19 kvitnia 2013 r., m. Kyiv. Kyiv: NTUU "KPI". [in Russian].

*М. З. Абдулін, Н. М. Фіалко, Ю. В. Шеренковський, Н. О. Меранова, Л. С. Бутовський,  
А. Б. Тимошенко, В. Л. Юрчук, Г. В. Іваненко, А. В. Кліщ*

## СТРУКТУРА ТЕЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ ТУРБУЛИЗАТОР – НИШЕВАЯ ПОЛОСТЬ

По результатам экспериментальных исследований приведены данные о характеристиках течения в системе угловой турбулизатор – нишевая полость, моделирующей основные элементы стабилизаторного горелочного устройства. Проанализированы особенности циркуляционных течений за угловым турбулизатором потока и в собственно нише. Представлены результаты сравнения особенностей течения в нишевой полости при наличии и отсутствии турбулизаторов потока. Исследовано влияние установления угловых турбулизаторов потока на задней кромке ниши на специфику течения в зоне обратных токов в нишевой полости.

**Ключевые слова:** турбулизаторы потока; нишевая полость; зона обратных токов; структура течения.

*M. Z. Abdulin, N. M. Fialko, Yu. V. Sherenkovskii, N. O. Meranova, L. S. Butovskiy,  
A. B. Timoshchenko, V. L. Yurchuk, G. V. Ivanenko, A. V. Klisch*

## STRUCTURE OF THE FLOW IN THE SYSTEM OF TURBULENCE STIMULATOR-NICHE CAVITY

One way to significantly improve the efficiency of work combustion processes in stabilizer type burners is to use various means of intensifying of heat transfer and fuel burn. Such means include as follows: preheating the air, going to the combustion, air flow twisting, organization of developed surface ignition and combustion, increasing shading coefficient burner, use of additional elements of tubulisation etc. The existing papers devoted to the study of transport processes in the application of these ways of combustion intensification in stabilizer burners do not cover many aspects of this direction of research. Thus, the further development of research of flow characteristics, which largely determine the course of work processes in burners, deserves attention. Therefore our objective is to define patterns of flow in the system of angular turbulence stimulator-niche cavity modelling the main elements of the stabilizer type burner. Studies are conducted on the operation area at the following initial data: the height of the channel was operation area of 120 mm, width – 190 mm, length – 500 mm. Length niches downstream 75 mm, height – 35 mm. To measure the flow velocity of T-shaped pneumatic probe, using cement nozzle Witoszynskij was used. First of all, comparison of velocity profiles in various vertical sections of niche cavities in the plane of symmetry of turbulence stimulator for the present and absent of availability of turbulence stimulator of flow indicates that without of turbulence stimulator reverse flows zone is significantly pressed to the niche bottom. That is if turbulence stimulators are installed behind niche cavity reverse flows zone is visible pressed against the bottom of the niche. Secondly, there is a tendency to the emergence of forward flow near the wall stabilizer in the area of the location of the turbulence stimulator. There is a direct-flow trend outside return flows zone of turbulence stimulator, accelerated down the stream as you approach to the section  $x = 120$  mm, which corresponds to the maximum width of said zone. Further down the stream-flow this trend is slowed. The return flows zone behind the turbulence stimulator appears more clearly on some distance from the wall of the turbulence stimulator. This fact becomes evident due to effect of the emergence of forward flow in the wall area of the stabilizer. Thus, the analysis of experimental data on flow patterns in the system of corner vortex flow is niche cavity. Setting of angle vortex flow on a section of the back wall of the niche leads to inhibition of specific areas of backward flows in the niche cavity and pressed it to the bottom of the niche.

**Keywords:** flow turbulence stimulators; niche cavity; backward flows zone; flow structure.

### Інформація про авторів:

**Абдулін Михайло Загретдинович**, канд. техн. наук, ст. наук. співробітник, доцент, Національний технічний університет України "КПІ" ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна. **Email:** mzabdulin@gmail.com

**Фіалко Наталія Михайлівна**, чл.-кор. НАН України, д-р техн. наук, проф., Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна. **Email:** nmfialko@ukr.net

**Шеренковський Юлій Владиславович**, канд. техн. наук, пров. наук. співробітник, Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна. **Email:** j\_sher@ukr.net

**Меранова Наталія Олегівна**, канд. техн. наук, пров. наук. співробітник, Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна. **Email:** mnata1956@ukr.net

**Бутовський Леонід Сергійович**, канд. техн. наук, доцент, Національний технічний університет України "КПІ" ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна. **Email:** home\_129@mail.ru

**Тимошенко Олександра Борисівна**, мол. наук. співробітник, Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна. **Email:** alia\_timosh@ukr.net

**Юрчук Володимир Леонідович**, канд. техн. наук, ст. наук. співробітник, Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна. **Email:** vyur1@jandex.ua

**Іваненко Геннадій Володимирович**, канд. техн. наук, ст. наук. співробітник, Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна. **Email:** Fortune\_pig@ukr.net

**Кліщ Андрій Володимирович**, мол. наук. співробітник, Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна. **Email:** andrik2008@i.ua