

**В. В. Савченко,
А. Ю. Синявский**

Аннотация. Приведены результаты исследований влияния магнитного поля на семена кукурузы. Установлены зависимости энергии прорастания и всхожести семян кукурузы от магнитной индукции и скорости движения семян в магнитном поле. Определены наиболее эффективные режимы обработки.

Ключевые слова: магнитное поле, предпосевная обработка, энергия прорастания, всхожесть, кукуруза

PRESOWING TREATMENT OF CORN SEEDS IN A MAGNETIC FIELD

**V. Savchenko,
A. Sinyavsky**

Annotation. The results of research on the influence of magnetic field on seed of corn are shows. The dependencies of germination energy and germination property of corn by magnetic induction and speed of seeds in a magnetic field are established. The most effective treatment regimens.

Key words: magnetic field, presowing treatment, germination energy, germination, corn

УДК 536.24:533

ОСОБЛИВОСТІ АЕРОДИНАМІКИ ПАЛЬНИКОВИХ ПРИСТРОЇВ З ЦИЛІНДРИЧНИМИ СТАБІЛІЗАТОРАМИ ПОЛУМ'Я ЗА НАЯВНОСТІ ТУРБУЛІЗАТОРІВ ПОТОКУ НА ЇХНІХ ЗРИВНИХ КРОМКАХ

Н. М. ФІАЛКО, доктор технічних наук, чл.-кор. НАН України

Н. В. МАЙСОН, науковий співробітник

О. Б. ТИМОЩЕНКО, молодший науковий співробітник

Н. О. МЕРАНОВА, кандидат технічних наук

Г. В. ІВАНЕНКО, кандидат технічних наук

В. Л. ЮРЧУК, кандидат технічних наук

М. В. ГАНЖА, молодший науковий співробітник

М. І. ДОНЧАК, молодший науковий співробітник

Інститут технічної теплофізики НАН України

М. З. АБДУЛІН, кандидат технічних наук, доцент

Національний технічний університет України «КПІ»

e-mail: nmfialko@ukr.net

Анотація. Наведено результати порівняльних досліджень структури течії пального та окиснювача в пальниках з циліндричними ста-

білізаторами полум'я за наявності та відсутності на їх зривних кромках плоских турбулізаторів потоку. Виявлено особливості аеродинаміки для типоряду пальників з турбулізаторами потоку потужністю 30-200 кВт.

Ключові слова: *пальниковий пристрій, циліндричний стабілізатор полум'я, турбулізатори потоку, структура течії*

Стабілізаторні пальникові пристрої, що базуються на використанні циліндричних елементів, широко застосовуються в енергетичній практиці – модульні елементи камер згоряння АВВ, різні пальники трубчатого типу на основі циліндричних каналів з розширенням (спільні розробки НТТУ «Київський політехнічний інститут», Інститут газу НАН України і ВАТ «Укргазпроект») та ін. Дослідженню процесів переносу в таких пальникових пристроях, що характеризуються високим ступенем дифузійності горіння, присвячено роботи В. О. Хриistica, Г. М. Любчика, Г. Б. Варламова, Г. С. Марченко, Г. О. Мікуліна та ін. [1-7].

Щодо пальників з циліндричними стабілізаторами полум'я, робочий процес в яких характеризується відносно високим ступенем кінетичності горіння, то теплофізичні дослідження тут досить обмежені [7-10]. Це зумовлює актуальність проведення всебічних досліджень робочих процесів таких пальникових пристроїв.

Мета досліджень – встановлення закономірностей течії пального та окиснювача в пальникових пристроях з циліндричними стабілізаторами полум'я у разі встановлення на їх зривних кромках плоских турбулізаторів потоку.

Матеріали та методика досліджень. Розглядається структура течії пального і окиснювача у циліндричних пальникових пристроях за наявності та відсутності турбулізаторів потоку на їхніх зривних кромках. Рис. 1 ілюструє схеми вказаних пальникових пристроїв. Циліндричний стабілізатор полум'я розташовується в циліндричному каналі, на вхід якого подається повітря, природний газ, що підлягає спалюванню, через систему отворів на бічній поверхні стабілізатора подається зануренням у зносячий потік повітря.

Математична модель досліджуваних процесів, що включає рівняння руху і неперервності, має вигляд:

$$\nabla \cdot (\rho U U) = -\nabla P + \nabla \cdot (S^*), \quad (1)$$

$$\nabla \cdot (\rho U) = 0, \quad (2)$$

де U – вектор швидкості;
 P – статичний тиск;
 S^* – тензор напружень;
 ρ – густина.

Щодо граничних умов для наведеної системи рівнянь, то вони визначались таким чином. У перерізах, що відповідають входу в канал пального пристрою і газоподавальні отвори, задавались постійні значення швидкостей. У вихідному перерізі каналу ставились так звані м'які граничні умови – рівність нулю похідних у повздовжньому напрямку від залежних змінних. На твердих поверхнях задавались умови прилипання та непроникності.

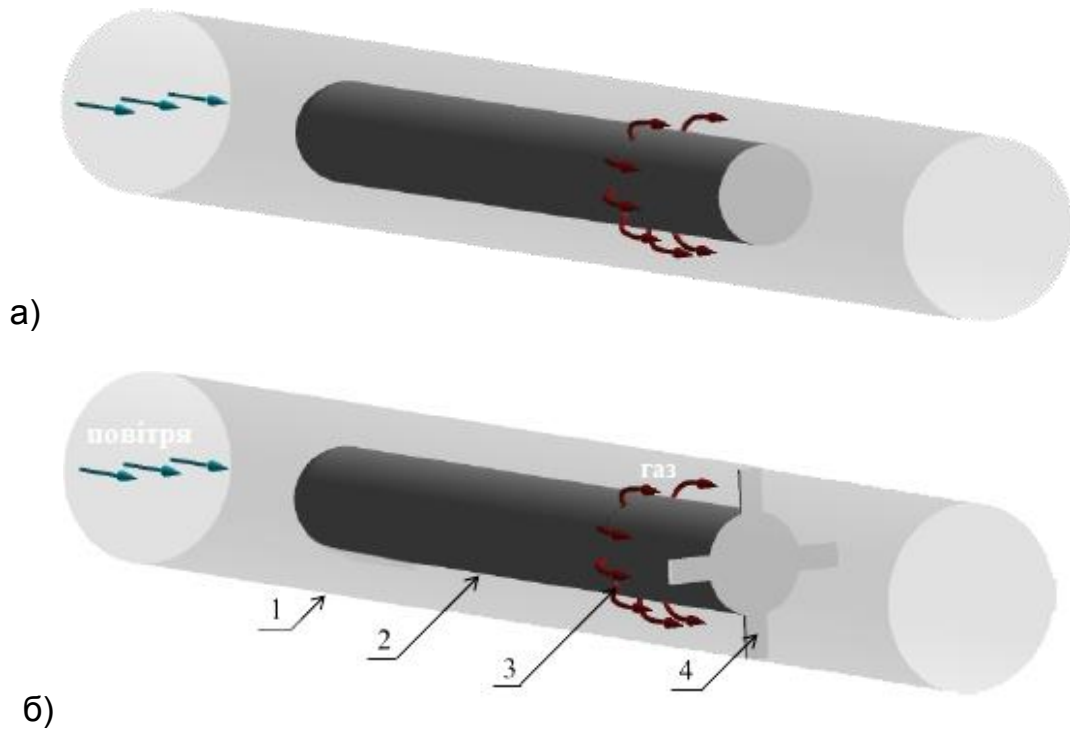


Рис. 1. Схеми різних модифікацій пального пристроїв з циліндричними стабілізаторами полум'я:

- а) гладкі; б) з пластинчастими турбулізаторами потоку на зривних кромках стабілізаторів: 1 - циліндричний канал; 2 - циліндричний стабілізатор; 3 – газоподавальні отвори; 4 - пластинчасті турбулізатори потоку

Розв'язування поставленої задачі здійснювалось на основі RANS підходу. Щодо вибору моделі турбулентного переносу, то згідно з виконаними дослідженнями найменші відносні відхилення результатів експериментальних і розрахункових досліджень мали місце за використання RNG $k-\varepsilon$ моделі турбулентності.

Результати досліджень. Зупинимося спочатку на результатах досліджень щодо порівняльного аналізу картини течії в циліндричних пальниках за наявності та відсутності турбулізаторів потоку. На рис. 2, 3 для прикладу наведено дані комп'ютерного моделювання для пального пристрою потужністю 110 кВт. Представлені результати відповідають таким вихідним параметрам: витрата природного газу – 11 м³/год; витрата повітря – 118,6 м³/год; швидкість газу на вході в газоподавальні отвори –

33,27 м/с; швидкість повітря на вході в канал – 11,25 м/с; зовнішній діаметр стабілізатора полум'я $d_{ct} = 0,04$ м; внутрішній діаметр каналу пальникового пристрою $D = 0,073$ м; діаметр газоподавальних отворів $d = 0,003$ м; кількість газоподавальних отворів – 13; відносний крок розташування газоподавальних отворів $S/d = 3,22$; довжина стабілізатора $L_{cm} = 0,25$ м; відстань від затупленої задньої кромки до газоподавальних отворів $L_1 = 0,06$ м; кількість турбулізаторів – 4; ширина турбулізаторів $B_T = 9 \cdot 10^{-3}$ м.

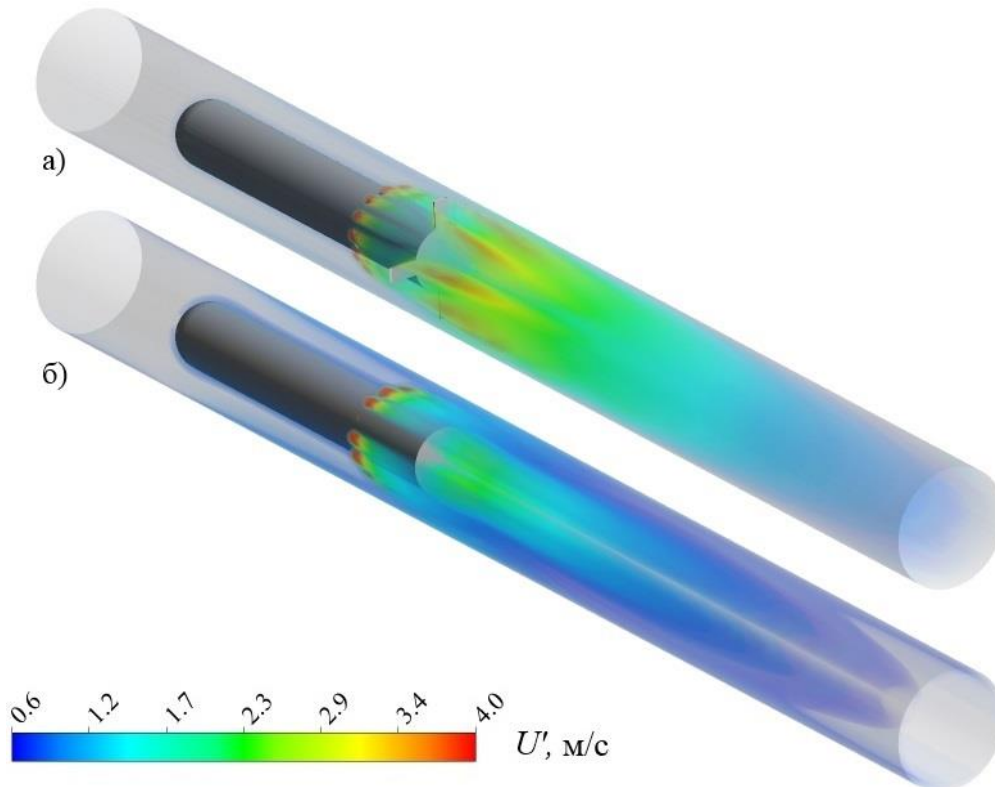


Рис. 2. Об'ємні поля середньоквадратичних пульсацій швидкості U' для циліндричного пальникового пристрою потужністю 110 кВт за наявності (а) і відсутності (б) турбулізаторів потоку

Рис. 2 ілюструє картину ліній току для пальника, який розглядається за умови встановлення турбулізаторів на зривній кромці стабілізатора полум'я та за їх відсутності. Як видно, в останньому випадку має місце одна зона рециркуляції безпосередньо за торцевою поверхнею стабілізатора. За наявності турбулізаторів за кожним з них утворюється зона рециркуляції. За таких обставин довжина цих зон за потоком $L_{от}$ суттєво перевищує відповідну довжину зони рециркуляції за торцем стабілізатора полум'я за умови, коли на його затупленій задній кромці не встановлюються турбулізатори потоку. Так, в ситуації, що розглядається, $L_{от}$ становить 0,116 м для турбулізаторів і лише 0,0475 м – для зони за торцем стабілізатора полум'я.

На рис. 3 наведено дані комп'ютерного моделювання щодо поведінки пульсаційних складових швидкості. Тут, перш за все, звертає на себе увагу той факт, що за наявності турбулізаторів спостерігається

суттєво вищий рівень пульсацій швидкості у значній частині потоку за стабілізатором полум'я. За цих обставин значно вищим є і максимальний рівень пульсацій швидкості. Для порівнюваних ситуацій ці рівні становлять 4,5 м/с і 2,8 м/с.

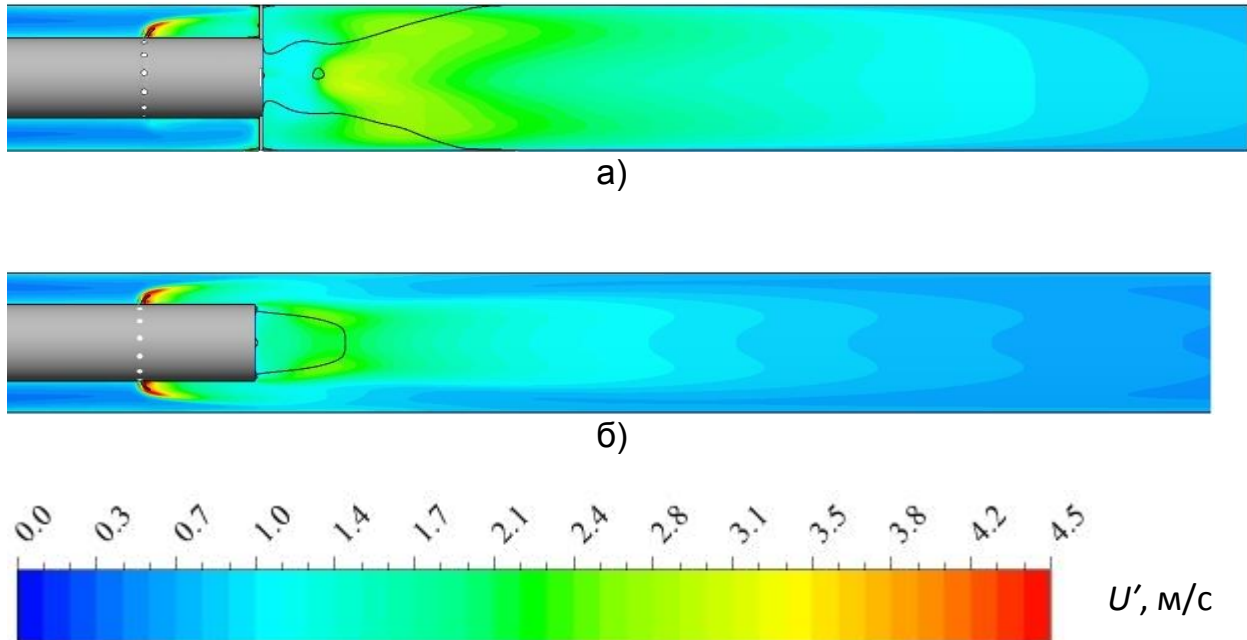


Рис. 3. Поля середньоквадратичних значень пульсацій швидкості U' в поздовжньому перерізі, що проходить через вісь газоподавальних отворів, для циліндричного пальникового пристрою потужністю 110 кВт за наявності (а) і відсутності (б) турбулізаторів потоку

Суттєво відрізняється для вказаних ситуацій і характер полів пульсацій швидкості. За відсутності турбулізаторів зони з підвищеним рівнем пульсацій розташовуються в центральній частині каналу, що відповідає зоні рециркуляції потоку. У випадку встановлення турбулізаторів на зривній кромці стабілізатора полум'я максимальний рівень пульсацій спостерігається на границях зон циркуляційної течії за кожним з чотирьох турбулізаторів потоку. З віддаленням від торця стабілізатора вниз за течією границі зон підвищеної турбулізації потоку дещо розмиваються.

Перейдемо далі до розгляду результатів комп'ютерного моделювання, що стосуються закономірностей течії палива і окиснювача для типу ряду циліндричних пальників з турбулізаторами потоку потужністю 30 – 200 кВт. В табл. 1 і 2 наведено основні конструктивні і режимні параметри вказаних пальників. Тут: N_p – потужність пальника; $d_{ст}$ – зовнішній діаметр стабілізатора полум'я; D – внутрішній діаметр каналу пальника; d – діаметр газоподавальних отворів; N – кількість газоподавальних отворів; S/d – відносна відстань між газоподавальними отворами; n – кількість турбулізаторів потоку; B_T – ширина турбулізатора; G_r , G_p – витрати природного газу і повітря; U_r – швидкість газу у газоподавальних отворах; U_p – швидкість повітря у кільцевому каналі.

1. Основні конструктивні параметри типоряду циліндричних пальників потужністю від 30 до 200 кВт

N_p , кВт	$d_{ст}$, м	D , м	d , м	N	S/d	n	B_T , 10^{-3} м
30	0,02	0,0365	0,002	9	3,5	3	6
110	0,04	0,073	0,003	13	3,22	4	9
155	0,05	0,091	0,0035	14	3,2	5	9
200	0,06	0,1095	0,004	15	3,14	5	11

2. Основні режимні параметри типоряду циліндричних пальників потужністю від 30 до 200 кВт в номінальному режимі за $\alpha = 1,1$

N_p , кВт	G_r , м ³ /час	G_p , м ³ /годс	U_r , м/с	U_p , м/с
30	2	32,3	29,49	12,28
110	11	118,6	33,27	11,25
155	15,5	167,1	31,98	10,23
200	20	215,6	29,49	9,09

Як свідчать одержані дані, для пальників різної потужності турбулізація потоку є найбільш значною поблизу зон зворотних токів, що утворюються за всіма турбулізаторами (див. рис. 4).

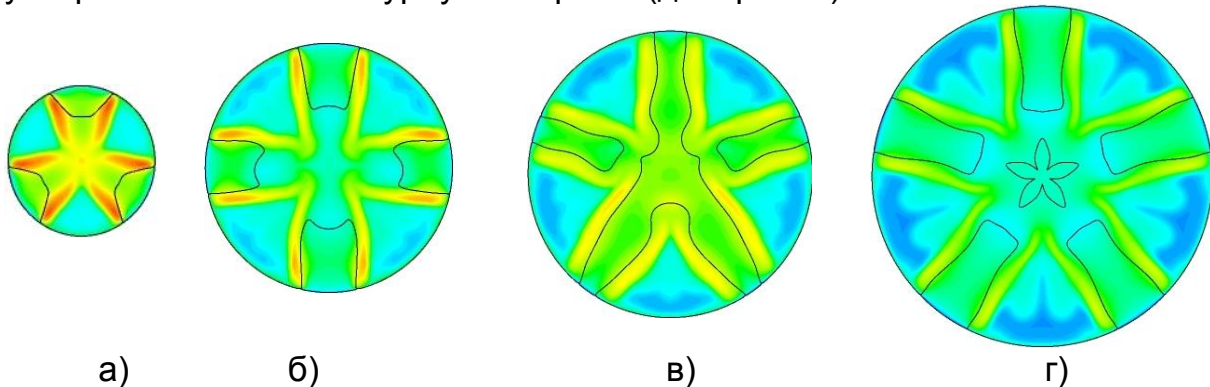


Рис.4. Поля середньоквадратичних значень пульсацій швидкості U в поперечному перерізі $x = 0,275$ м для пальників потужністю 30 кВт (а), 110 кВт (б), 155 кВт (в) і 200 кВт (г).

На деякому віддаленні від зривної кромки стабілізатора $x > 0,55$ м на вісі турбулентного сліду за стабілізатором полум'я найнижчий рівень інтенсивності турбулентності I відповідає пальнику потужністю 30 кВт, помітно вищий – пальнику потужністю 110 кВт. Щодо пальників потужністю 155 і 200 кВт, то тут інтенсивність турбулентності є практично однаковою (див. рис. 5).

Рис. 6 ілюструє дані щодо зміни інтенсивності турбулентності вздовж вісі сліду за стабілізатором полум'я для типоряду пальників, що розглядається, за наявності та відсутності турбулізаторів потоку. Як видно, встановлення турбулізаторів потоку на зривній кромці стабілізатора полум'я може спричинити суттєве підвищення інтенсивності турбулентності. Дане підвищення є найбільш значним поблизу торця стабілізатора в зонах, що відповідають максимуму кривої $I = f(x)$. Так, воно досягає 12 % для пальника потужністю 30 кВт. Тобто завдяки наявності турбулізаторів інтенсивність турбулентності підвищується більш ніж на 40%.

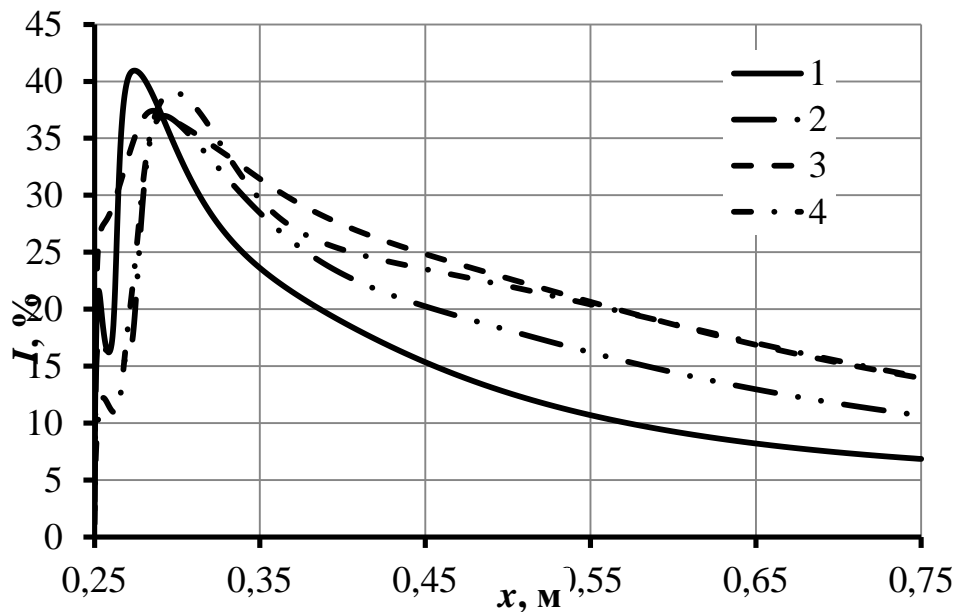


Рис. 5. Розподіл інтенсивності турбулентності вздовж осі турбулентного сліду за циліндричним стабілізатором полум'я з пластинчастими турбулізаторами потоку для пальників різної потужності: 1 – $N_p = 30$ кВт; 2 – $N_p = 110$ кВт; 3 – $N_p = 155$ кВт; 4 – $N_p = 200$ кВт

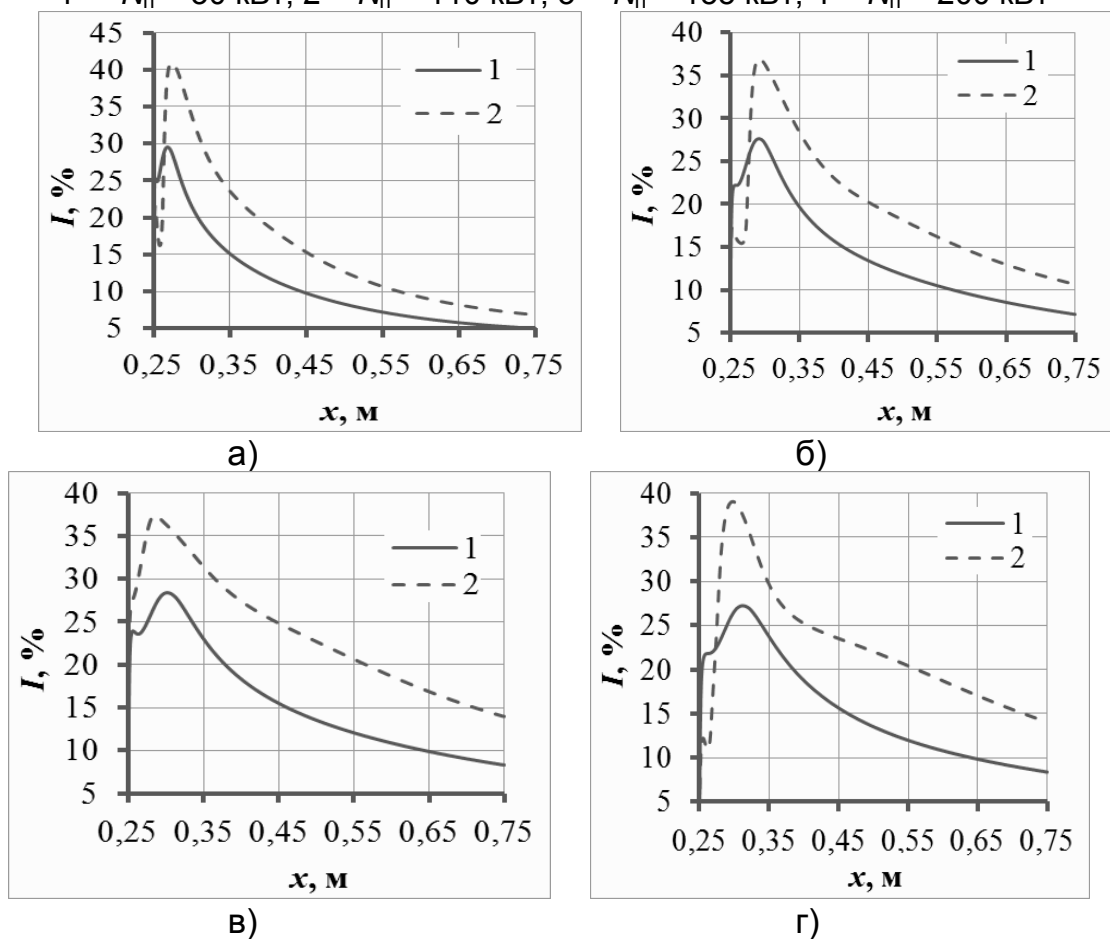


Рис. 6. Зміна інтенсивності турбулентності вздовж вісі сліду за стабілізатором для пальників потужністю 30 кВт (а), 110 кВт (б), 155 кВт (в) і 200 кВт (г)

Висновки

Виконані дослідження структури течії в циліндричних пальниках з плоскими турбулізаторами потоку на зривних кромках стабілізаторів полум'я показали, що встановлення таких турбулізаторів спричиняє суттєве підвищення інтенсивності турбулентності в значній частині потоку за стабілізаторами, а відтак забезпечуватиме інтенсифікацію процесів сумішоутворення і вигорання палива.

Список літератури

1. Любчик Г. Н. Результаты испытаний камеры сгорания ГТД ДГ80 с низкоэмиссионным горелочным устройством на базе трубчатых модулей / Г. Н. Любчик, Г. Б. Варламов, В. В. Романов и др. // Восточно-европейский журнал передовых технологий. Современные технологии в газотурбостроении. Часть III. – 2009. – Т.40, № 4/6.– С.13-18.

2. Варламов Г. Б. Особенности горелочной системы трубчатого типа для камеры сгорания ГТУ в составе ГТК-10 / Г. Б. Варламов, П. О. Позняков, Д. Н. Юрашев // Экологические технологии и ресурсосбережение. – 2012. – №2. – С.58-65.

3. Мікулін Г. С. Використання трубчастих модулів як елементів інтенсифікації горіння та підвищення енергоекологічної ефективності газових пальників / Г. С. Мікулін, Г. М. Любчик, Г. Б. Варламов та ін. // Экологические технологии и ресурсосбережение. – 2003. – №4. – С. 58 – 65.

4. Говдяк Р. М. Перспективы повышения надежности, экологической безопасности и энергетической эффективности ГПА на основе применения трубчатой технологии сжигания газа / Р. М. Говдяк, Б. И. Шелковский, Л. Б. Чабанович и др. // Ін-т електродинаміки Національної академії наук України. Спеціальний випуск. – К: Інститут електродинаміки НАН України, 2006. – С.54-57.

5. Любчик Г. Н. Новая технология создания и использования эффективных и высокоэкологических горелочных устройств для энергетических котлов и камер сгорания ГТУ и ПГУ / Г. Н. Любчик, Г. Б. Варламов // Инновационное развитие топливно-энергетического комплекса: проблемы и возможности; под. ред. Г. К. Вороновского, И. В. Недина. – К.: Знання України, 2004. – С.115-121.

6. Реграги А. Структура и особенности развития факела в трубчатом топливосжигающем модуле / А. Реграги, Г. Н. Любчик, А. А. Зарицкий // Энергетика: економіка, технології, екологія. – 2007. – №2. – С. 97 – 105.

7. Особливості горіння дифузійного газового факела в одиночному трубчастому паливоспалювальному модулі / Г. М. Любчик, Н. М. Фіалко, А. Реграги, М. В. Майсон // Теорія і практика будівництва. – 2013. – №755. – С.242–248.

Reference

1. Lyubchik, G. N., Varlamov V. V., Romanov V. G., Vantsovsky V. V., Vilkul G. N., Lyubchik G. B.. (2009). Rezultaty ispytaniy kamery sgoraniya GTD DG80 s nizko-emissionnym gorelochnym ustroystvom na baze trubchatykh modulej [The results of combustion chamber of GTE GE80 with low-emission burner device basis on tubular modules] / Eastern european journal of advanced technologies. Modern technologies in gas turbine manufacture. Part III, 4 / 6 (40), 13-18.

2. Varlamov, G.B., Poznyakov P.O., Yurash D. N. (2012). Osobennosti gorelochnoy sistemy trubchatogo tipa dlja kamery sgoraniya GTU v sostave GTK-10

[Features of the burner tube type system for gas turbine combustion chamber as part of the GTC-10] / Ecotechnologies and resource saving, 2, 58-65.

3. Mikulin, G.S., Mikulin G. S., Lubchik G. M., Varlamov G. B. and others. (2003). Vikorystannija trubchastih moduliv jak elementiv intensifikacii gorinnija ta pidvischennija energoekologichnoji efektyvnosti gazovyh pal'nykiv [The use of tubular modules as elements of burning intensification and increasing energy ecological efficiency gas burners] / Ecotechnologies and resource saving, 4, 58 - 65.

4. Gowdiak, R. M., Shelkovskiy B. I., Chabanovich I. BGrinik., O. G., Lyubchik G. N., Varlamov G. B.. (2006). Perspektivy povyshenija nadezhnosti, ekologicheskoy bezopasnosti i energeticheskoy efectivnosti GPA na osnove primenenija trubchatoj tehnologii szhiganiya gaza [Prospects of improve reliability, environmental safety and energy efficiency of GSU on the basis of a tubular gas combustion technology] / Electrodynamic NAS of Ukraine. Electrodynamic Institute NAS of Ukraine, 54-57.

5. Lyubchik, G.N. (2004). Novaja tehnologija sozdanija i ispolzovanija effektivnyh i vysokoekologichnyh gorelochnykh ustrojstv dlja energeticheskikh kotlov [New technology of development and use of efficient and hi-tech burners for energy boilers and gas turbine combustion chambers GTP and SGP] / G.N. Lyubchik, G.B. Varlamov // Innovative development of fuel and energy sector: challenges and opportunities [ed. by Voronovsky G.K., Nedin I.V.]. Kiyv: Znannia Ukrainy, 115-121.

6. Regragi, A. (2007). Struktura i osobennosti razvitija fakela v trubchatom toplivoszhigajuschem module [Structure and development of the torch in the tubular fuel-module] / A. Regragi, G.N. Lyubchik, A.A. Zaritskii. Energy, economy, technology, ecology, 2, 97 - 105.

7. Lubchik, G.M. (2013). Osoblivosti gorinnja difuzijnogo gazovogo fakela v odinichnomu trubchastomu palivospaljuval'nomu moduli [Features of burning of diffusion gas flame in a single tubular fuel combustion module] / G.M. Lubchik, N.M. Fialko, A. Rehrah, N.V. Mayson. Theory and practice of construction, 755, 242-248.

ОСОБЕННОСТИ АЭРОДИНАМИКИ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ СТАБИЛИЗАТОРАМИ ПЛАМЕНИ ПРИ НАЛИЧИИ ТУРБУЛИЗАТОРОВ ПОТОКА НА ИХ СРЫВНЫХ КРОМКАХ

***Н. М. Фиалко,
Н. В. Майсон,
О. Б. Тимощенко,
Н. О. Меранова,
Г. В. Иваненко,
В. Л. Юрчук,
М. В. Ганжа,
М. И. Дончак,
М. З. Абдулин***

Аннотация. *Приведены результаты сравнительных исследований структуры течения топлива и окислителя в горелках с цилиндрическими стабилизаторами пламени при наличии и отсутствии на их срывных кромках плоских турбулизаторов потока. Выявлены особенности аэродинамики для типоряда горелок с турбулизаторами потока мощностью 30-200 кВт.*

Ключевые слова: горелочное устройство, цилиндрический стабилизатор пламени, турбулизаторы потока, структура течения

SPECIFICS OF BURNER AERODYNAMIC WITH CYLINDRICAL FLAME STABILIZERS IN THE PRESENCE OF TURBULENCE STIMULATORS OF FLOW ON THEIR STALLING EDGES

**N. Fialko,
N. Maison,
O. Tymoschenko,
N. Meranova,
G. Ivanenko,
V. Yurchuk,
M. Ganzha,
M. Donchak,
M. Abdulin**

Annotation. *The results of comparative studies of the flow structure of fuel and oxidizer in the burner with cylindrical flame stabilizers in the presence and absence of flat turbulence stimulations of the flow on their stalling edges are presented. The specifics of the aerodynamic for the burners series with turbulence stimulations of the flow for a capacity of 30-200 kW.*

Key words: *burner, cylindrical flame stabilizer, turbulence stimulations of the flow, flow structure*

УДК 62-529:631.8.022.3

DRONES CAMERA CALIBRATION FOR THE LEAF RESEARCH

V. LYSENKO, *doctor of technical science*
O. OPRYSHKO, *candidate of technical science*
D. KOMARCHYK, *candidate of technical science*
N. PASICHNIK, *candidate of agricultural science*
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
e-mail: ozon.kiev@gmail.com

Annotation. *The drone camera calibration issues in the field without the use of optical patterns. The effect on the result of soil entering the frame.*

Key words: *camera, drone, leaf diagnosis*

Rational use of mineral fertilizers in crop production has been particularly true in Ukraine in recent years. Obtaining high yields of cereals and