

**НИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ  
при  
КАЗАХСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ им. АЛЬ-ФАРАБИ  
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ АКАДЕМИЧЕСКИЙ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ  
СЕМИНАР  
“ОРГАНИЗАЦИИ И ЭВОЛЮЦИИ ПРИРОДНЫХ СТРУКТУР”  
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**ЖУРНАЛ  
ПРОБЛЕМ ЭВОЛЮЦИИ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ  
(Журнал ПЭОС)**

**Выпуск семнадцатый**

**Том 1  
(Январь-Июнь)**

Алматы  
2015

УДК 550.36+577.31

ББК 72.4 (2) П 78

Свидетельство о государственной регистрации № 4213 Ж от 12.09.03

Подписной индекс “КАЗПОЧТА” № 75220

**Редакционная коллегия:**

Главный редактор:	Казахстан	Академик НАН РК	Ергожин Е.Е..
Зам. главного редактора:	Казахстан	Проф. д.ф.-м.н	Рамазанов Т.С.
	Казахстан	Проф. д.ф.-м.н	Сомсиков В.М.
Ответственный секретарь:	Казахстан	к.ф.-м. н	Фрязинова Т.С.
Технический редактор:	Россия	к.б.н..	Садовская Г.М.
	Казахстан		Андреев А.Б.

**Члены редакционной коллегии:**

<b><u>Физика</u></b>	Казахстан	Проф. д.ф.-м.н	Жанабаев З.Ж.
	Россия	Проф., д.ф.-м.н	Чашечкин Ю.Д.
<b><u>Математика</u></b>	Казахстан	Проф. д.ф.-м.н.	Алексеева Л.А.
	Россия	Проф. д.ф.-м.н.	Горбань Н.А.
	Россия	К.ф.-м.н.	Еганова И.А.
<b><u>Химия</u></b>	Казахстан	Академик НАН.	Ергожин Е.Е.
	Россия	Проф., д.х.н.	Быков В.И.
<b><u>Биология, Медицина</u></b>	Казахстан	Проф., д.м.н.	Байназарова А.А.
	Казахстан	Проф., д.б.н	Иващенко А.Т.
	Казахстан	Проф., д.б.н.	Нуртазин С.Т.
	Россия	Проф. д.б.н.	Печуркин Н.С.
	Испания	Проф. д.ф.-м.н	Pisarchik A.N.
	Россия	Проф., д.б.н.	Сомова Л.А.
	Казахстан	Проф., д.б.н	Тулеуханов С.Т.
<b><u>Прикладные исследования</u></b>	Казахстан	Проф., д. г.н.	Еремин Ю.П.
	Казахстан	к. ф.-м. н.	Лаврищев О.А.
<b><u>Космос, Земля</u></b>	Казахстан	Проф., д.ф.-м.н	Жантаев Ж.Ш.
	Казахстан	д.ф.-м.н.	Хачикян Г.Я.

В журнале публикуются статьи по междисциплинарным исследованиям в области естественных наук. Основное направление связано с исследованием свойств открытых систем и проблемами организации и эволюции природных структур.

Журнал входит в список рекомендованных для публикации научных статей ККСОН (Комитет по контролю в сфере образования и науки) МОН РК.

**Адрес офиса:** Республика Казахстан, г. Алматы, пр. аль-Фараби д.71, корпус физико-технического факультета НИИ экспериментальной и теоретической физики (НИИ ЭТФ) для Фрязиновой Т.С.

**E-mail:** [vmsoms@rambler.ru](mailto:vmsoms@rambler.ru) и [tsfrjazinova@mail.ru](mailto:tsfrjazinova@mail.ru)

**Сайт:** <http://peosjournal.org/>

Печатается без редакторской и коррекционной правки

ISBN 9965-01-766-2

© КазНУ им. аль-Фараби  
© НИИ ЭТФ  
© Авторы статей

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

<b>ФИЗИКА</b>		
<b>Б.Т. Жумабаев</b>	Институту ионосферы 70 лет	7
<b>В.М. Сомсиков</b>	О природе динамической энтропии	15
<b>В.И. Разумов В.П. Сизиков</b>	Системный анализ интеллектуальной эволюции	26
<b>Н.Ш.Алимгазина, А.Ж. Наурзаева, Б.Ж. Медетов, А.А. Алибек, А.Б. Манапбаева</b>	<b>Нелинейный анализ структуры различных типов галактик</b>	39
<b>А.С.Бейсебаева, С.А.Хохлов</b>	Спектральное исследование горячих звезд	44
<b>Б.Ж. Медетов, Н. Албанбай, Қ.А. Ниязалиев, А.С. Ысқақ</b>	Фитцхью-нагумо нейрондарынан құралған кластердің шуыл әсерінен «тыныштық» күйден «bursting» режиміне көшуін эксперименталдық зерттеу	50
<b>Б.Ж. Медетов, Н. Албанбай, А.С. Койшигарин.</b>	Численное исследование влияния шума и флуктуаций на режимы генерации сигналов кластером автоколебательных систем	54
<b>А.Д. Мурадов, А.А. Нурмаханбетова, К.Б. Сарсенбаева</b>	Исследование влияния концентрации наполнителя из углеродных нанотрубок на электропроводность полидиметилсилоксана	60
<b>А.Д. Мурадов Г.К. Жебегенова К.Б. Сарсенбаева</b>	Процессы формирования пленок системы « $\text{TiO}_2$ -полиимид» и исследование их оптических свойств	65
<b>А.М. Назиханов, А.Б. Лесбаев, З.А. Мансуров, Б. Элоуади М. Нажипкызы, С.М. Манаков, Ж.К. Аймурзинов</b>	Исследования изменения механических свойств бетона от введения нанодобавок магнетита	71
<b>С.И. Исатаев, Ж.К. Сейдулла</b>	Исследование вихревой структуры и развитие турбулентности в струе на криволинейной поверхности	76
<b>М.С. Исатаев, Ғ. Төлеуов, А.К. Сапарова</b>	Изучение закономерностей осредненного турбулентного движения в следе за плохо обтекаемым телом	81

<b>М.С. Исатаев, Г.О Ильясова</b>	Измерения аэродинамических параметров потока при поперечном обтекании круглого цилиндра	85
<b>С.И. Исатаев, М.С. Исатаев, Б.К. Зейнегабиден, Н.Б. Есім</b>	Турбулентті ағындағы ағыстың сапалы суреті	89
<b>С.И. Исатаев, М.С. Исатаев, Н.Б. Есім Б.К. Зейнегабиден,</b>	Шекаралық қабатының кіші бастапқы қалыңдығы бар ағыншаға әсер етуін зерттеу	94
<b>Р.К. Манатбаев, А.К. Тулепбергенов, Е.Е. Сандыбаев, Н.Б. Каласов, С. А. Бергалиева, Д.С. Отегенов</b>	<b>Исследование нестационарных динамических характеристик ветротурбины дарье</b>	99
<b>А.Д. Мурадов, А.М. Есенгазиев, Г.С. Суяндыкова.</b>	Қабықша түзуші қабат негізі ретінде алынған полиимидтің фотосезімтал құрылымын зерттеу(Исследование фоточувствительной структуры полиимида, полученного на основе пленкообразующего покрытия)	108
<b>А.Д. Мурадов, Ғ.Е. Омарбекова, Г.С. Суяндыкова</b>	Жылудың әсерінен «полимер - жоғарғы температуралы асқын өткізгіш» жүйесінің оптикалық қасиетінің өзгеруі(Изменение оптических свойств системы «полимер – высокотемпературный сверхпроводник» под действием температуры)	115
<b>А.Д. Мурадов, Ж.К. Чушбекова, К. Б. Сарсенбаева</b>	Синтез наноразмерных порошков серебра дл получения электропроводящих контактов фотовольтаических элементов	119
<b>А.Д. Мурадов, К.Е. Ералиев, Г.С. Суяндыкова</b>	Влияние нанодисперсного лантанового наполнителя на оптические свойства полиимида	125
<b>А.С.Аскарова, С.А.Болегенова, В.Ю. Максимов, А.А.Туякбаев, А.С. Сагинаева</b>	Процессы тепломассопереноса в высокотемпературных и химически реагирующих потоках	130
<b>А.С.Аскарова, С.А.Болегенова, В.Ю. Максимов, А.А.Туякбаев, З.Х.Габитова, А.С. Сагинаева, К.Бердыхан</b>	Процессы тепломассообмена и концентрационные поля продуктов горения пылеугольного факела в топочной камере котла БКЗ 75 шахтинской ТЭЦ	137

УДК 536.46:532.517.4

С.И. Исатаев, М.С. Исатаев, Н.Б. Есім, Б.К. Зейнегабиден

ЭТФҒЗИ, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан.

## ШЕКАРАЛЫҚ ҚАБАТЫНЫҢ КІШІ БАСТАПҚЫ ҚАЛЫНДЫҒЫ БАР АҒЫНШАҒА ӘСЕР ЕТУІН ЗЕРТТЕУ

**Аннотация:** Бұл мақалада шекаралық қабатының кіші бастапқы қалыңдығы бар ағыншаға әсері эксперименттік түрде зерттелді. Берілген шарттарға байланысты жылдамдық пульсацияның және статикалық қысымның таралуы көрсетілген. Жоғары жиілікті пульсациялар негізінен қондырма жиегінің маңындағы ағыншаның шекарасына әсер етеді. Кіші периодтық әсерді беру арқылы ағыншадағы турбулентті араласуды басқару мүмкіндігіне баға берілді.

**Маңызды сөздер:** турбуленттілік, Струхаль саны, жылдамдық пульсациясы, ағынша.

### Кіріспе

Қондырманың шығыс қимасындағы жұқа шекаралық қабаттың қалыңдығы шағын болатын ағыншаның ағындарға тән сипаты құйындардың ірілендірілген масштабымен және кіші масштабты турбуленттікпен көрінетін, құйындардың бірігу үрдісі болып табылады.

Осындай ағыншадағы бастапқы аймақтағы жылдамдық пульсациясының спектрлерінде тіркелетіні барынша айқын көрінеді және осыдан екі жиілік атап өтуімізге болады. Бір жиілік сопло жиегіндегі шекаралақ қабаттың қалыңдығымен байланысты, екіншісі - жалпы ағыншаға тән және ағынның геометриясымен анықталады, яғни, бастапқы қимадағы ағыншаның көлбеу қимасына тән.

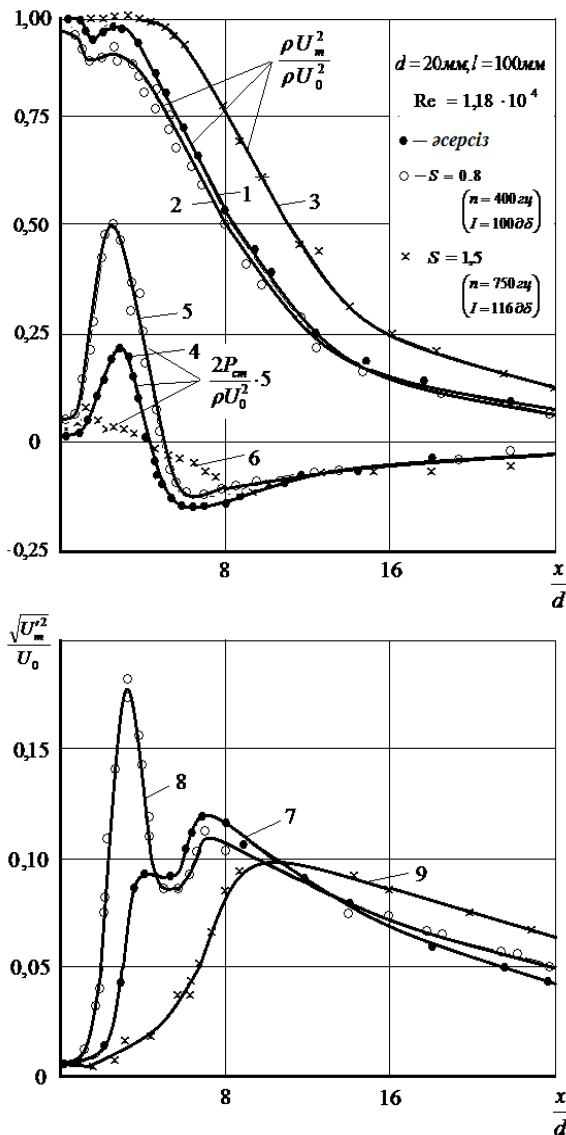
Ағыншаның табиғи (әсер етусіз) дамуында алынған және қандай да бір жиілікте айқын көрінетін максимумы бар спектр ұйытқудың пайда болуының басталуынан өлшеу жүргізілетін нүктеге дейінгі жолда ең үлкен кеңістіктік күшею спектрдің жиілікті максимумына сәйкес келетін пульсация алатыны туралы С.Б. Тарасов [1] айтады. Жиілігі спектрдің максимум жиілігіне сәйкес келетін жылдамдықтың жасанды ұйытқуы осы ағыншада қарқынды түрде кешейеді деп болжамдауға болады. Осындай типтің әсерін резонансты деп атауға болады. Әдетте оны берудің нәтижесі қанығу пішінінде болып келеді. Жасанды ұйытқымалардың кіші амплитудалары

айтарлықтай күшейеді, содан кейін қанығу шамасына жеткеннен кейін әсер ету амплитудаларының ұлғаюы әсер ету нәтижелерінің өзгерісіне әкеп соқтырмайды.

1 - суретте ағыншадағы өлшеу нәтижелері берілген, оның ағынының режимі бастапқы аймақ шегінде құйындардың бір ғана бірігуі өтетінімен ерекшеленеді. Және бұл кезде, ұйытқулардың пайда болуының бастапқы саласындағы ағынша шекарасында өлшенген жылдамдық пульсациясының спектрііндегі шектің жиілігі, бастапқы аймақтың соңындағы ағынша осінде өлшенген спектрдің шегіндегі жиіліктен екі есе үлкен.

Қанығуға жуық амплитудасы бар  $Sh = 0.8 = Sh \frac{y}{y} = 0.5$  болғандағы әсер етуді беру құбырдың шығыс қимасына жақын тұста құйындар пайда болатын бастапқы саланың ығысуына әкеп соқтырады. Бірінші құйындардың арақашықтығы ағыншаның бастапқы диаметрінен аз. Бұл ұйытқымалар ағын бойынша төмен қарай құйылып,  $\frac{x}{d} = 2.5 \div 3$  болған кезде ағыс осіне перпендикуляр бір жазықтықта бірігеді. Жылдамдық пульсациясының қарқындылығын таратуда (1- сурет, 8 қисық сызық) құйындардың біріккен жеріне дәл сәйкес келетін максимум пайда болады. Ондағы жылдамдық пульсациясының шамасы әсер ету

болмаған кездегімен салыстырғанда үш есе көп болады (9 қисық

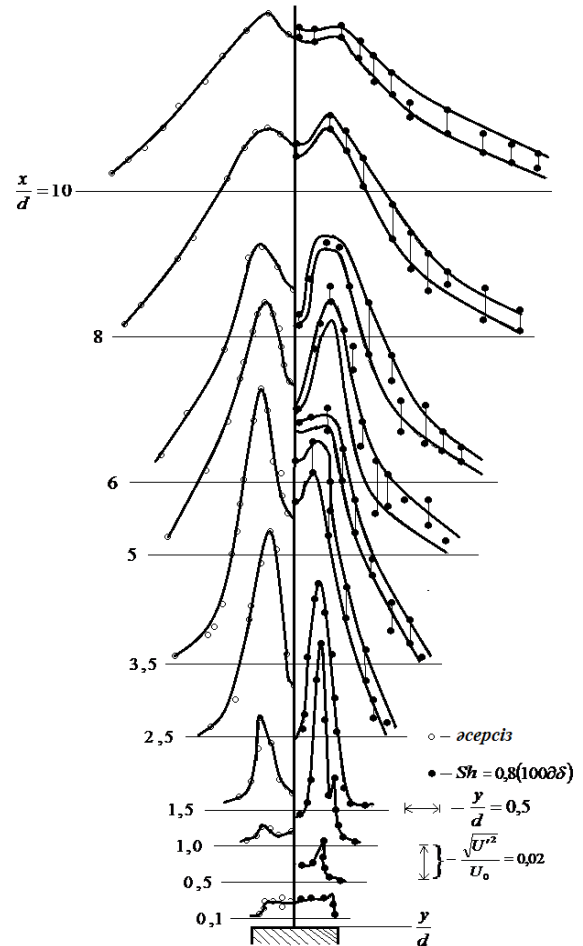


Сурет 1. Ағыншаның өлшеу нәтижелері

сызық). Әсер ету берілетін статикалық қысымның максимумы біршама артады (5 қисық сызық). Осы статикалық қысымға байланысты таралымындағы ойылымда артады (2 қисық сызық, 1- сурет).

$\frac{x}{d} = 3.5$  болғанда ағынша осіндегі жылдамдық пульсациясы ағыншаның шетінде қалыптасатын максимумы бар шамамен салыстырылады. Жылдамдық пульсациясының осы тұсы да синусоидты формада болады, бірақ, олардың жиілігі әсер етуші сигналдың жиілігінен екі есеге

төмен. Тәжірибелік мәндердің  $\frac{\sqrt{U'^2}}{U_0}$  айтарлықтай алшақтығы құйындардың бірігу үрдісінің орнықсыздығына байланысты болып келеді.



Сурет 2. Табиғи даму кезіндегі және жиілік әсер еткенде кездегі пульсациялық жылдамдықтардың таралуы

Вертикальді сызықтармен қосылған эксперименттік нүктелер (2 - сурет) тіркелген өлшейтін аппаратураның ең үлкен және ең кіші мәндерін білдіреді.  $3.5 < \frac{x}{d} < 5$  аумағындағы жылдамдық пульсациясының профилінде (2 - сурет) ағынша осінде тағы да бос орын қалады, ол кейін  $\frac{x}{d} > 5$  болғанда біртіндеп ағыншаның шетіндегі максимуммен бірге тегістеледі. Бұл, біріккеннен кейін құйындардың өз дербестігін бірден жоғалтпай, шеңберлі өстің айналасында

айналуын жалғастырып, сонымен бір мезетте ағын бойымен төмен кететінімен түсіндіріледі. Ағыншаның көлденең қимасындағы орташа жылдамдықтарының таралуын салыстырып, әсерді ағынша осіндегі жылдамдықты азайта отырып бергенде профильдердің кеңейетінін көруге болады.

Жылдамдық пульсациясының қарқындылығын таратуда  $\frac{\sqrt{U'^2}}{U_0}$

құйындардың біріккен жеріне дәл сәйкес келетін максимум пайда болады. Ондағы жылдамдық пульсациясының шамасы әсер ету болмаған кездегімен салыстырғанда үш есе көп болады. Әсер ету берілетін статикалық қысымның максимумы біршама артады. Осы статикалық қысымға байланысты  $\frac{\rho U_m^2}{\rho U_0^2}$  таралымындағы ойылымда артады.

Әсер ету жиілігін арттырғанда,  $Sh > 1$  еңбектің негіздемесінен көретініміздей, ағынша алысқа ағатын болып шығады. Ағынша өзегінің ең үлкен созылуы  $Sh = 1.5$  дыбыстық қысымы кезінде  $I = 116$  жеткен. Осындай әсерді берумен жылдамдық пульсациясының қарқындылығы және ағынша осіндегі статикалық қысымның максимумы күрт төмендейді. Ағынша өзегінің шетінде құйындар генерацияланады, олардың көлбеу масштабтары бастапқы учаскедегі ағыншаның көлденең көлеміне қарағанда әлдеқайда аз болады [2].

$Sh > 1.1$  болғанда,  $\frac{U_m^*}{U_m}$  шамасы арта

түседі. Ол максимумға  $Sh = 2.4$  болғанда жетеді.

Айта кетейік, шекаралық қабаттың қалыңдығы бойынша есептелген Струхаль саны  $Sh = \frac{nd}{u} = 2.4$  болғанда:

$$Sh_\delta = \frac{nd}{u} = \frac{nd}{u} * \frac{\delta}{d} = 0.099$$

шамасын береді. Ағыншадағы ағын орнықтылығының теориясына сәйкес  $Sh_\delta > 0.102$ , ағынға енгізілген жиіліктегі

ауытқу күшеймейді, ауытқу жиілігі неғұрлым көбірек болса, соғұрлым тезірек сөнуге керек. Жоғары жиілікті әсер ( $Sh_\delta > 1.1$ ) бастапқы аумақта ағынша диаметрінің айтарлықтай кіші масштабы бар құйындарды қарқынды етеді. Бұл құйындар, еркін шекаралық қабатта жинақталып, оның сопло қимасына жақын жердегі тиімді қалыңдығын арттырады. Ығысу қабатының қалыңдығы артқан кезде, Михалке және Шаде [3] есептеулерінде көрсетілгендей, эксперименттермен жазамыз, ұйытқуда арту коэффициенті азайды, ал ұйытқуы пайда бола басталатын сала қондырма қимасынан алысқа орналасады.

Қондырманың шығыс қимасындағы кіші қалыңдықтағы шекаралық қабаттың осесимметриялық ағыншалардың бастапқы аумағындағы жылдамдық пульсациясының спектрлерінде айтарлықтай екі жиіліктің бары байқалған. Бір жиілік түтік жиегіне жақын тұстағы бөлінген шекаралық қабаттағы ағыншаның шекарасында тіркелген, ал екіншісі бастапқы аумақтың соңындағы ағыншада байқалған. Біріншісі еркін ламинарлы шекаралық қабаттың орнықтылығын жоғалту нәтижесінде периодтық ауытқудың пайда болуына байланысты және оның қалыңдығына байланысты болып келеді. Екінші өзіне тән жиілік бастапқы аумақтағы ағыншаның диаметр қатарының масштабы болатын үлкен құйындардың қалыптасуына байланысты және шекаралық қабаттың бастапқы қалыңдығына байланысты болмайды.

### Әдебиет тізімі

1 Исатаев С.И., Тарасов С.Б. О воздействии на струю акустического поля, направленного вдоль оси струи. // Изд. АН СССР.-Алма-Ата.-1971. стр.43-77.

2 Вулис Л.А., Живов В.Г., Ярин Л.П. Переходная область течения в свободной струе. // Изд. АН СССР ИФМ.-Алма-Ата.-1969. стр.41-46.

3 Михалке А., Шаде Н. stabilisant von frien Grenzschichten. // Jug.Archiv -1963. стр.1-23.

**С.И. Исатаев, М.С. Исатаев, Н.Б. Есім, Б.К. Зейнегабиден**  
Казахский Национальный Университет им. Аль-Фараби  
г. Алматы, Казахстан.  
[nurgul\\_esim@mail.ru](mailto:nurgul_esim@mail.ru)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СТРУЮ С МАЛОЙ НАЧАЛЬНОЙ ТОЛЩИНОЙ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ**

**Аннотация:** В статье экспериментально исследовано воздействие на струю с малой начальной толщиной пограничного слоя. Так же в работе показано распределение пульсаций скорости и статический давления. Высокочастотные пульсации воздействуют в основном на границу струи вблизи кромки насадки. Обобщаются данные в наиболее ярко выраженных (характерных) частотах пульсаций скорости переходной области в различных типах струй.

**Ключевые слова:** турбулентность, число Струхалия, пульсация скорости, струя.

**С.И. Исатаев, М.С. Исатаев, Н.Б. Есім, Б.К. Зейнегабиден**  
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан.  
[nurgul\\_esim@mail.ru](mailto:nurgul_esim@mail.ru)

## **ШЕКАРАЛЫҚ ҚАБАТЫНЫҢ КІШІ БАСТАПҚЫ ҚАЛЫҢДЫҒЫ БАР АҒЫНШАҒА ӘСЕР ЕТУІН ЗЕРТТЕУ**

**Аннотация:** Бұл мақалада шекаралық қабатының кіші бастапқы қалыңдығы бар ағыншаға әсері эксперименттік түрде зерттелді. Берілген шарттарға байланысты жылдамдық пульсацияның және статикалық қысымның таралуы көрсетілген. Жоғары жиілікті пульсациялар негізінен қондырма жиегінің маңындағы ағыншаның шекарасына әсер етеді. Кіші периодтық әсерді беру арқылы ағыншадағы турбулентті араласуды басқару мүмкіндігіне баға берілді.

**Маңызды сөздер:** турбуленттілік, Струхаль саны, жылдамдық пульсациясы, ағынша.

**S.I. Isatayev, M.S. Isatayev, N. Esim, B. Zeinegabiden**  
Kazakh National University after named Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan.  
[nurgul\\_esim@mail.ru](mailto:nurgul_esim@mail.ru)

## **THE STUDY ON THE OF JETS WITH SMALL INITIAL BOUNDARY LAYER THICKNESS**

**Abstract:** In this paper we experimentally investigated the impact on small jets with an initial thickness of the boundary layer. Just work shows the distribution of velocity fluctuations and the static pressure. High frequency ripple affects mostly close to the boundary edge of the jet nozzle. Generalized data in the most pronounced (characteristic) frequency velocity fluctuations of the transition region in different types of jets.

**Keywords:** turbulence, the Strouhal number, pulse speed, the jet.

### **Сведения об авторах**

**Исатаев Совет Исатаевич**, кандидат физико-математических наук, профессор кафедры теплофизики и технической физики физико-технического факультета Казахского Национального университета им. аль-Фараби, г. Алматы. Сот.т. 8-(705)-117-89-17. E-mail: [Muhtar.Isataev@kaznu.kz](mailto:Muhtar.Isataev@kaznu.kz). Область научных интересов: Свободные турбулентные струи.



**Исатаев Мухтар Советович**, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теплофизики и технической физики физико-технического факультета Казахского Национального университета им. аль-Фараби, г. Алматы. Сот.т. 8-(705)-206-57-50. E-mail: [Muhtar.Isataev@kaznu.kz](mailto:Muhtar.Isataev@kaznu.kz). Область научных интересов: Свободные турбулентные струи.

**Есим Нургуль Багитжановна**, магистрант 1-го курса кафедры теплофизики и технической физики физико-технического факультета Казахского Национального университета им. аль-Фараби, г. Алматы. Сот.т. 8-(701)-604-73-35. E-mail: [nurgul\\_esim@mail.ru](mailto:nurgul_esim@mail.ru). Область научных интересов: Изучение распределение профиля скорости, при наличии периодических пульсаций параллельных оси струи.

**Зейнегабиден Балжан Кайрхановна**, магистрант 1-го курса кафедры теплофизики и технической физики физико-технического факультета Казахского Национального университета им. аль-Фараби, г. Алматы. Сот.т. 8-(775)-933-73-00. E-mail: [baioka777@mail.ru](mailto:baioka777@mail.ru). Область научных интересов: Изучение закономерностей осредненного турбулентного движения в следе за плохо обтекаемым телом.