

ISSN 1563-034X • Индекс 75877; 25877



ӘЛ-ФАРАБИ атындағы  
ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТИ

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

AL-FARABI KAZAKH  
NATIONAL UNIVERSITY

# ХАБАРШЫ

ФИЗИКА СЕРИЯСЫ

# ВЕСТНИК

СЕРИЯ ФИЗИЧЕСКАЯ

# BULLETIN

PHYSICS SERIES

1(56) 2016

## МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ

Бұл монографияда М.С. Аскарова жылу физикасы мен плазма физикасының жаңынайтыншылдық мәдениеттегі маңыздылығын көрсету үшін оның нағызындық проблемаларын және шешімдерін сабактауда да, оқытушылардың практикалық жұмыс істегендегі мәдениеттегі маңыздылығын көрсету үшін анықталған.

### 1-бөлім Раздел 1

#### Плазма физикасы Физика плазмы

Рамазанов Т.С., Молдабеков Ж.А., Габдуллин М.Т. нұфтауда	4
Эффективные потенциалы взаимодействия частиц неидеальной двухтемпературной плотной плазмы.....	4
Усенов Е.А., Габдуллин М.Т., Досболаев М.К., Даанияров Т.Т., Рамазанов Т.С.	12
Электрические и оптические свойства дизелектрического барьера разряда.....	12
Zhukeshov A.M., Pak S.P., Gabdullina A.T., Amrenova A.U., Shigayeva G.G.	18
Structure and microhardness of iron alloys after pulse plasma flows processing.....	18

### 2-бөлім Раздел 2

#### Жылу физикасы және Теплофизика и теориялық жылу техникасы теоретическая теплотехника

Аскарова А., Болгегенова С., Гороховский М., Тужебаев А., Останова Ш., Нурыманова А., Манбаева Р.	28
Компьютерное моделирование процессов дисперсии и горения жидкых топлив при высокой турбулентности.....	28
Аскарова А.С., Болгегенова С.А., Болгегенова С.А., Максимов В.Ю., Ергалиева А.Б., Габитова З.Х., Боранбаева А.Е.	36
Исследование характеристик теплообмена при горении пылеугольного факела в топочной камере котла БКЗ-160 Алматинской ТЭЦ-3.....	36
Молдабекова М.С., Әсембаева М.К., Мукамеденқызы В., Абдулаева Ә.Б.	44
Күрамында пропаны болатын үшкомпонентті газ көспасындағы механикалық тепе-тендіктін орныксыздығын Стейфан-Максвелл әдісімен зерттеу .....	44
Нұрмаханов Н., Қалиахмет А.Б., Иқласова С., Әсембаева М.К.	50
H <sub>2</sub> -N <sub>2</sub> +CH <sub>4</sub> газ жүйесіндегі метаның эффективтік диффузия коэффициентінің температуралық және концентрациялық тәуелділігі .....	50
Толеуов F., Есім Н.Б., Зейнегабиден Б.К., Байғалиқызы Б.	56
Шекаралық кабатының кіші бастапкы калындығы бар ағыншыға әсер етуін зерттеу .....	56
Исатаев М.С., Есеналиева А., Омаралина А., Молдабекова Д., Сейдулла Ж.К.	62
О характерной частоте пульсаций скорости в конце начального участка струи .....	62
Исатаев М.С., Омаралина А., Есеналиева А., Молдабекова Д., Шалбаева Ж.	66
Влияние интенсивности турбулентности набегающего потока на теплоотдачу круглого цилиндра в канале.....	66
Толеуов F., Қалқанова М., Сейдулла Ж.К.	70
Оссесимметриялық ағынның бастапкы және соңғы боліктерінде ағыстың периодтық құрылымын әсері .....	70

### 3-бөлім Раздел 3

#### Конденсирленген күй физикасы және Физика конденсированного состояния материалтану проблемалары и проблемы материаловедения

Өтепов Е.Б., Баст Ю., Беркинбаева А.С., Мадижанова А.Т., Нұргалиев А.К.	76
Темір негізіндегі наноқұрылымды жабындысымен қорытпалардың диссипативті қасиеттерін зерттеу.....	76
Наривский А.Э., Яр-Мухамедова Г.Ш.	86
Влияние легирующих элементов и структурной гетерогенности стали AISI 321 на селективное растворение металлов из пигментов.....	86
Мукашев К.М., Яр-Мухамедова Г.Ш., Муратов А.Д.	92
Радиационная повреждаемость сплавов Ti-Ge и аннигиляция позитронов.....	92
Мукашев К.М., Яр-Мухамедова Г.Ш., Муратов А.Д.	98
Радиационная повреждаемость сплавов Ti-Ge и аннигиляция позитронов.....	98
Мукашев К.М., Яр-Мухамедова Г.Ш., Муратов А.Д.	106

Исатаев М.С., Омаралина А.,  
Есеналиева А., Молдабекова Д.,  
Шалбаева Ж.

**Влияния интенсивности  
турбулентности набегающего  
потока на теплоотдачу круглого  
цилиндра в канале**

Isatayev M.S., Omaralina A.,  
Esenalieva A., Moldabekova D.,  
Shalbaeva Zh.

**Influence of intensity offree-  
stream turbulenceon heat  
transfer fromcircularcylinderin a  
channel**

Исатаев М.С., Омаралина А.,  
Есеналиева А., Молдабекова Д.,  
Шалбаева Ж.

Арнада дөңгелек цилиндрдің  
жылу беруіне келетін ағынның  
турбуленттілік қарқынының  
бықпалы

Изучение локального коэффициента теплоотдачи позволило установить: во-первых, неодинаковость влияния загромождения потока на теплоотдачу передней и кормовой области цилиндра и, во-вторых, отличие теплоотдачи от кормовой половины при наличии периодических и апериодических течений в канале. Для учета влияния загромождения потока на теплоотдачу круглого цилиндра необходимо вводить три поправки на среднюю скорость потока, учитывающие неодинаковость теплообмена в передней и кормовой областях, а также характер течения в следе за телом. Кроме того, получены эмпирические формулы для расчета среднего значения числа Нуссельта по всей поверхности цилиндра при наличии периодических срывов вихрей и при их отсутствии. Также получена эмпирическая формула для расчета теплоотдачи вблизи передней критической точки цилиндра. Исследование теплообмена круглого цилиндра проводились в интервале  $0 < q < 0,9$ ,  $2 \leq Re \leq 2 \cdot 10^5$ ,  $0,7 \leq Pr \leq 550$  и  $0,4 \leq \epsilon \leq 4,8\%$ .

**Ключевые слова:** поток, ламинарное течение, турбулентное течение, теплообмен, число Рейнольдса или критерий Рейнольдса  $Re$ , число Струхала  $Sh$ , число Нуссельта  $Nu$ .

A study of local heat transfer coefficient is allowed to establish: first, the heterogeneity of effects cluttering the flow of the heat front and aft area of the vehicle and, secondly, the difference of heat transfer from the feed half in the presence of currents in the channel. To account for the influence of the clutter flow on heat transfer of a circular cylinder it is necessary to introduce three amendments on the average flow rate, taking into account the heterogeneity of heat transfer in the front and aft areas, as well as the nature of the flow in the Wake behind the body. In addition, obtained empirical formulae for the calculation of the average Nusselt number over the entire surface of the cylinder in the presence of periodic vortices and frustrations in their absence. Also obtained an empirical formula for the calculation of heat transfer near the critical point of the front cylinder. The study of heat transfer of a circular cylinder was conducted in the interval  $0 < q < 0,9$  and  $2 \leq Re \leq 2 \cdot 10^5$ , for  $0,7 \leq Pr \leq 550$  and  $0,4 \leq \epsilon \leq 4,8\%$ .

**Key words:** stream; laminar current; turbulent flow; heat exchange; Reynolds's number or Reynolds's criterion of  $Re$ , Strukhal's number of  $Sh$ , Nusselt's number of  $Nu$ .

Жылу берудің жергілікті коэффициентін зерттеу: біріншіден, цилиндрдің алдыңғы және артқы жағындағы жылу беруге ағынды бөгеудің ықпалының бірдей еместігін және, екіншіден, арнада мерзім сайнғы және аperiодтық ағындар болған кезде артқы жартысынан жылу берудің ерекшелігін анықтауға мүмкіндік берді. Дөңгелек цилиндрдің жылу беруіне ағынды бөгеудің ықпалын есепке алу үшін алдыңғы және артқы бліктіріндең жылу алмасудың бірдей еместігін, сондай-ақ, денінің ізіндегі ағынның сипаттын ескеретін ағынның орташа жылдамдығына үш түзетуді енгізу қажет. Бұған коса, күйиннің мерзім сайнғы үйіткүзы болған және олар болмаган кезде цилиндрдің бүкіл беті бойынша Нуссельт санының орташа мөнін есептеп шығару үшін эмпирикалық формулалар алынды. Сонымен катар цилиндрдің алдыңғы саны нұктесінің жаңында жылу беруді есептей үшін эмпирикалық формула алынды. Дөңгелек цилиндрдің жылу алмасуын зерттеу  $0 < q < 0,9$ ,  $2 \leq Re \leq 2 \cdot 10^5$ ,  $0,7 \leq Pr \leq 550$  және  $0,4 \leq \epsilon \leq 4,8\%$  араалығында жүргізілді.

**Түйін сөздер:** ағын, ламинар ағыс, турбуленттік ағыс, жылуалмасуы, Рейнольдс саны, Sh Струхаль саны, Nu Нуссельт саны.

Зависимость коэффициента теплоотдачи на турбулентном потоке с учетом загромождения можно увидеть с помощью приведенных в таблице 1 значения уровня турбулентности от 0,3 до 4,0% и коэффициента теплоотдачи от 100 до 1000.

УДК 536.46:532.517.4

Исследование влияния турбулентности на теплоотдачу в докризисном режиме обтекания круглого цилиндра в канале проводилось при различных уровнях турбулентности от 0,3% до 4,0% для  $Re = 22300$ . При изменении от 0,3% до 3% при сверхкризисном режиме теплоотдача среднее значение коэффициента теплоотдачи увеличивается на 14-17%, а при изменении от 3% до 4,0% теплоотдача уменьшается на 40%.

## ВЛИЯНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ НАБЕГАЮЩЕГО ПОТОКА НА ТЕПЛООТДАЧУ КРУГЛОГО ЦИЛИНДРА В КАНАЛЕ

более сильно проявляется на ламинарном потоке, где имеет место переход от критической точки к вполне вязкой области круглого цилиндра [3].

**\*Исатаев М.С., Омаралина А., Есеналиева А.,  
Молдабекова Д., Шалбаева Ж.**

НИИЭТФ,  
Казахский национальный университет им. аль-Фараби,  
Республика Казахстан, г. Алматы  
E-mail: Muhtar.Isataev@kaznu.kz

### Введение

Наиболее характерное влияние интенсивности турбулентности набегающего потока достигается при изучении местного значения коэффициента теплоотдачи. Как известно, интенсивность теплоотдачи и ее значение в основном определяются структурой течения, которая зависит от значения числа Рейнольдса и от степени загромождения потока [1].

### Эксперимент

Опыты проводились при загромождениях канала  $q=0,385$  в области изменения уровня турбулентности  $0,4 \leq \epsilon \leq 4,8\%$ . Измерения проведены при одинаковых значениях числа Рейнольдса (22400, 56600 и 70800).

Распределение местного коэффициента теплоотдачи круглого цилиндра в зависимости от уровня турбулентности набегающего потока приведено на рисунке 1.

При докризисных режимах обтекания положения точки отрыва пограничного слоя, т.е. минимум теплоотдачи соответствует  $\theta \approx 90^\circ$ , при  $q=0,385$ . Смещение точки отрыва в область  $\theta \approx 140^\circ$ , характеризуемое изменением структуры течения с наступлением сверхкризисного режима видно из рисунка 1 (линия 4). А нижние линии, соответствующие значению числа  $Re=22300$ , при сравнительно больших уровнях турбулентности характеризуют переходной режим от докризисного к сверхкризисному. Данному виду течения также соответствует линия 3.

Наступление кризисного режима вызывает значительный рост теплоотдачи тела от кормовой области при больших загромождениях (до 50%), чем при малых  $q$  (12-14%). Если при докризисных режимах обтекания, теплоотдача кормовой области составляла 40% от средней теплоотдачи, то при сверхкризисных режимах составляет ее половину.

Таким образом, смещение точки отрыва пограничного слоя (улучшение обтекания – 80% поверхности тела омывается внешним потоком) и уменьшение длины зоны (от  $L/d \approx 3$  до  $L/d \approx 1,2$ ) обратных токов жидкости приводит к выравниванию теплоотдачи от обеих половин круглого цилиндра.



Значительность вклада турбулентности на теплоотдачу с ростом загромождения можно указать следующими примерами. Изменения уровня турбулентности от 0,8 до 4,0% вызывает увеличение средней теплоотдачи на 16% соответственно при 0,385 в докризисном режиме обтекания. Наступление сверхкризисного режима при изменении  $\epsilon$  в указанной области приведет к росту теплоотдачи на 28% для  $q=0,385$ . При изменении  $\epsilon$  от 1,8 до 3% при сверхкризисном режиме обтекания, среднее значение коэффициента теплоотдачи увеличивается на 11-13 %, как для малого, так и для большого загромождения.

Экспериментальные результаты показывают, что локальный эффект турбулентности на-

более сильно проявляется на ламинарном пограничном слое вблизи передней критической точки и вообще в лобовой области круглого цилиндра [2].

Остановимся на изменении теплоотдачи лобовой области цилиндра с изменением интенсивности турбулентности свободного потока.

Распределение теплоотдачи при постоянном значении  $Re$  приведены на рисунке 2. Нижняя пунктирная линия для  $\varepsilon=0$  – расчет местной теплоотдачи для данного загромождения методом Мерка при обтекании ламинарным потоком. Как видно из рисунка, изменение  $\varepsilon$  от 0 до 4% вызывает рост теплоотдачи в лобовой точке до 46%.

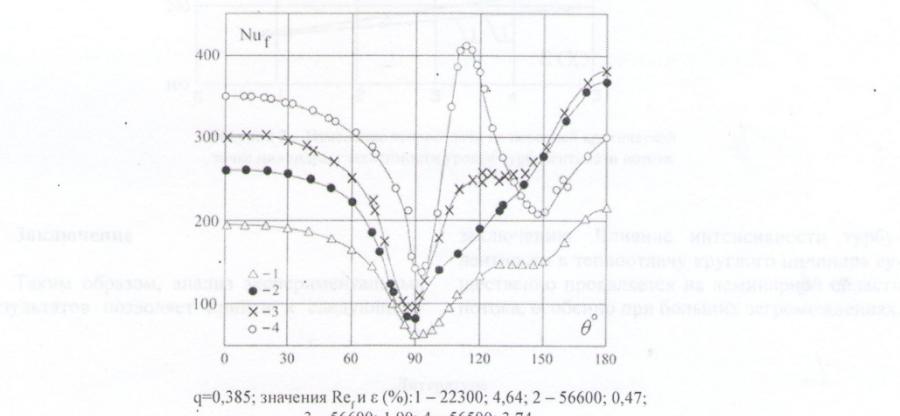
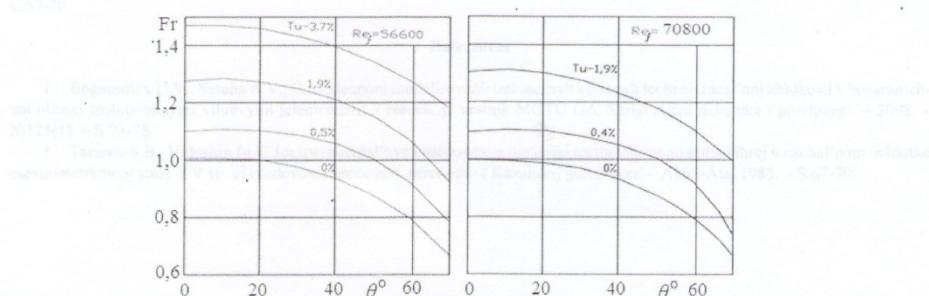


Рисунок 1 – Распределение местного коэффициента теплоотдачи по поверхности цилиндра



**Рисунок 2 – Распределение местного коэффициента теплоотдачи на передней половине цилиндра при  $q=0,385$**

Данные для передней критической точки приведены на рисунке 3. Графики показывают линейную зависимость между числом Нуссельта в критической точке и уровнем турбулентности набегающего потока при постоянных значениях числа Рейнольдса.

Увеличение угла наклона линии с ростом числа  $Re$  показывает, что влияние турбулент-

ности на интенсивность теплоотдачи сильнее при высоких числах Рейнольдса. Как видно из рисунка, для передней области цилиндра эффект влияния интенсивности турбулентности на теплоотдачу сильнее при большом загромождении, чем при малом. А для кормовой области наоборот, который еще и связан с периодическими срывами вихрей при малых загромождениях.

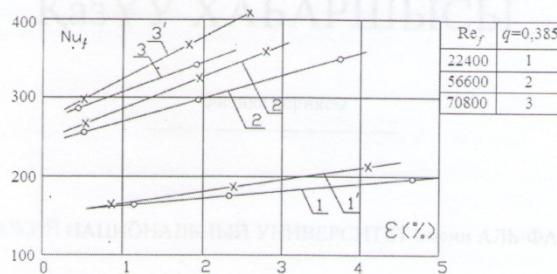


Рисунок 3 – Изменение теплоотдачи на передней критической точке цилиндра в зависимости от уровня турбулентности потока

### Заключение

Таким образом, анализ экспериментальных результатов позволяет прийти к следующему

заключению. Влияние интенсивности турбулентности в теплоотдаче круглого цилиндра существенно проявляется на ламинарной области потока, особенно при больших загромождениях.

### Литература

- 1 Богомолов Д.В., Сетуха А.В., О численном моделировании трехмерных вихревых течений идеальной жидкости в безграничной области изолированными вихревыми элементами // Научный вестник МГТУ ГА. Серия Аэромеханика и прочность. – 2008. – №125(1). – С.73-78.
- 2 Тарасов С.Б., Волошин Ю.Е. Экспериментальные исследования динамики температурного поля вихрей в начальном участке осесимметричной струи // В сб. «Исследование процессов переноса» / Казахский гос.универ. – Алма-Ата, 1985. – С.67-70.

### References

- 1 Bogomolov D.V., Setuha A.V., O chislennom modelirovaniyu trekhmernykh vihrevykh techenij ideal'noj zhidkosti v bezgranichnoj oblasti izolirovannymi vihrevymi jelementami // Nauchnyj vestnik MGTU GA. Serija Ajeromehanika i prochnost'. – 2008. – №125(1). – S.73-78.
- 2 Tarasov S.B., Voloshin Ju.E. Jeksperimental'nye issledovaniya dinamiki temperaturnogo polja vihrej v nachal'nom uchastke osesimmetrichnoj strue // V sb. «Issledovanie processov perenosu» / Kazahskij gos.univer. – Alma-Ata, 1985. – S.67-70.