

**Proceedings of the 10th International scientific conference
«Chaos and structures in nonlinear systems. Theory and experiment»,
devoted to the 75th anniversary of Professor Z. Zhanabaev**

edited by
Zeinulla Zhanabyev, Akmaral Imanbayeva

CHAOS 2017 KAZNU
almaty kazakhstan

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

June 16-18, 2017

БЕЙСЫЗЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ ХАОС ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДАР. ТЕОРИЯ ЖӘНЕ ЭКСПЕРИМЕНТ: 10-ші Халықаралық ғылыми конференцияның материалдары (16-18 мауысым, 2017, Алматы, Қазақстан). – Алматы: Қазақ университеті. – 2017.

ХАОС И СТРУКТУРЫ В НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМАХ. ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ: Материалы 10-ой Международной научной конференции (16-18 июня, 2017, Алматы, Казахстан). – Алматы: Қазақ университеті. – 2017.

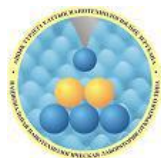
CHAOS AND STRUCTURES IN NONLINEAR SYSTEMS. THEORY AND EXPERIMENT: Proceedings of the 10th International scientific conference (June, 16-18, 2017, Kazakhstan, Almaty). – Almaty: Kazakh University. – 2017.



© Қазақ университеті



© Эксперименттік және теориялық физика ғылыми-зерттеу институты



© Ашық түрдегі ұлттық нанотехнологиялық зертхана

свидетельствует об их разрушении. Отмечается небольшое уменьшение количества ароматических структур за счет увеличения количества парафиновых структур при уменьшении разветвленности последних.

Таким образом, приведенные выше результаты позволили нам определить оптимальные условия проведения эксперимента. Проведенные испытания позволили нам установить, что электрогидроимпульсное воздействие имеет ряд преимуществ над остальными волновыми методами. Прежде всего, это более экономичный метод, позволяющий проводить процесс в непрерывно-проточном режиме и являющийся наиболее приемлемым в производственных условиях. Кроме того, он обеспечивает более высокий выход светлых фракций высокую степень обработки углеводородного сырья для его дальнейшей транспортировки.

Литература

- 1 Грибков В.В. Тенденции в промышленном освоении мировых ресурсов тяжелых нефтей и природных битумов //Тр. ВНИГРИ. 1990. - С. 6 – 9.
- 2 Раппопорт И.Б. Искусственное жидкое топливо. - М.:1955.- С. 546.
- 3 Байкенов М.И., Сатыбалдин А.Ж. Исследование влияние катализатора на углеводородный состав нефти месторождения Каражанбас при электрогидроимпульсной обработке // Вестник КарГУ. Серия Химия 2008. - № 4(52). - С. 73-79.
- 4 Кусаиынов К.К., Сатыбалдин А.Ж., Саденова К.К., Сагимбекова М.Н., Кажыгали Д.А Использование электрогидроимпульсной технологии для улучшения физико-химических характеристик нефтяного шлама Атасу-Алашанькоу // Вестник КарГУ. Серия физика 2016. - № 1 (81). – С. 46-51.
5. Сатыбалдин А.Ж., Айтпаева З.К., Оспанова Д.А., Кажыгали Д., Рамазан А.О., Мендалиев Б.Е Жаңа өзен мұнай қалдықтарының реологиялық қасиеттеріне электрогидроимпульстік соққы толқындарының әсерін зерттеу // Республиканская научно-практическая конференция «ЭКСПО-2017: технологии будущего» (21-22 октября 2016). – Караганда, 2016. – С. 200-204.

ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ВИХРЕВЫХ СТРУКТУР СЛОЖНОГО ТЕЧЕНИЯ В СТРУЯХ И «СЛЕДАХ»

Г. Толеуов, М.С. Исатаев, Ж.К. Сейдулла

НИИЭТФ, КазНУ им. аль-Фараби, Казахстан, Алматы, Muhtar.Isataev@kaznu.kz

Характеристические частоты формирования вертикальных возмущений в естественном развитии исследуются экспериментальным путем. Их динамика исследована при помощи методики усреднения фаз и связана с визуализированными схемами потоков частот возмущающей силы, приводя к значительным изменениям среднеарифметической характеристики и характеристики пульсации. Исследование структуры вихря «следа» за цилиндром ограниченной длины показывает, что конечные явления ведут к дестабилизации вихрей Кармана и удлинению зоны циркуляции в следе.

В настоящее время необходимо проведение более углубленных исследований параметров когерентных структур (КС) различных типов потоков из-за изменений в подходе к природе образования турбулентных потоков [1-5]. Также были обнаружены некоторые явления при проведении процессов смешивания и передачи тепла в трехмерных струях (ТМС) и следах, образующихся при установке цилиндров конечной длины по потоку, чему нет объяснений без исследований вихревой структуры этих потоков. Одним из доказательств существования таких явлений является наличие максимума в зависимости длины зоны возвратно-поступательного потока от параметра удлинения $\lambda=l/d$. Похожий процесс увеличения длины первона-

чальной и переходной зоны при определенной пропорции между длинами боковых сторон выходного поперечного сечения отмечен на ТМС. Особенности развития КС в потоке в первоначальной зоне турбулентности ТМС были исследованы в пункте [6].

После проведения спектрального и корреляционного анализов были получены обобщенные данные по масштабам и интенсивности характеристических частот следования КС. Было отмечено, что деградации КС, распространяющаяся по сторонам от больших и маленьких сторон сопла, присуще разные величины интенсивности в обоих случаях. Также была отмечена разница в скоростях истечения потоков.

Более подробную информацию по динамике развития КС можно получить при использовании методики осреднения фаз при преобразовании сигналов скорости потока и температуры. Для более углубленного изучения соотношения между процессами смешивания и динамики развития КС следует использовать данную методику и метод синхронизационной визуализации вспышки импульса в исследуемой зоне потока [7, 8].

В данной научной работе была сделана попытка объяснить физические свойства вышеописанных явлений посредством углубленного исследования КС, которые образуются в первоначальной и переходной части ТМС и следов позади цилиндров конечной длины.

При проведении экспериментальных опытов использовались сопла с четырехугольным поперечным сечением выходного отверстия с пропорциями сторон: $\lambda = 1,65; 2,77; 5,07; 7,61; 11,0; 16,0; 25,2$ и круглое сопло (диаметром = 22,5 мм). Величины выходного поперечного сечения всех сопел были приблизительно одинаковыми.

С использованием данной аппаратуры удалось отследить и сфотографировать теневое изображение потока при помощи импульсной вспышки света, синхронизированной по частотам следования вихрей, которые образуются в первоначальной и переходной зонах струй. Система термоэлектрического анемометра, была использована для определения среднеарифметической и пульсационной характеристик скорости потока. При этом использовался полный комплект системы, включая электронный микроманометр и устройство осреднения фазы, что позволило замерить осредненную периодическую и хаотическую составляющие скоростной пульсации.

Также было проведено визуальное исследование следа позади цилиндров различных по длине на участке сгущения в рабочей части прибора с теневым указателем и при проведении экспериментов по определению длины. Описание экспериментальных систем и способов измерений, приводится в работах [7, 8].

Результаты измерения осевых скоростей истечения в струях, выходящих из сопел с различными размерами боковых сторон в выходном поперечном сечении изображены на рисунке 1. Анализ данных указывает на зону постепенно снижающейся скорости потока. Эта зона была обнаружена перед основной зоной, где скорость потока падает примерно до величины $\sim x^{-1}$. Чем меньше становится величина λ , тем ближе эта зона оказывается к точке истечения потока.

Эту зависимость можно более точно отследить при выведении результатов в форме: $U_{mi} = f(\lambda)$ (рисунок 2). Здесь величина U_{mi} представляет собой выбранный уровень скорости потока. Поскольку вышеописанная зона уже определена, ее можно назвать зоной окончания деформации ТМС, т.е. эта зона находится перед основной зоной, в которой нет никакой деформации струи, данная зона распространяется далее по свободной и аксиально-симметричной схеме.

Определение величин автокорреляционных функций продольных осевых пульсаций скорости потока на исследуемом участке, где процесс деформации завершен, доказало существование отрицательного максимума. Результаты определения величины R_1 в струе при значении $\lambda = 2,27$ показаны на рисунке 3.

Время, соответствующее значению отрицательного максимума R можно назвать полупериодом характеристической частоты $\nu_{хар} = 1/\tau_{хар}$ данного периодически повторяющегося процесса. В вышеописанном случае, это время равняется величине $5,6 \times 10^{-3}$, а это значение соответствует частоте 89 Гц. Очевидно, что частота возмущения 89 Гц, соответствующая периоду

$\tau_{\text{хар}}$ является оптимальной, потому, что рост и уменьшение частоты по отношению к данной величине с равными степенями возмущения ведет к уменьшению величины $R_t (U_{\text{me}}/U_m)$ (смотрите рисунок 3).

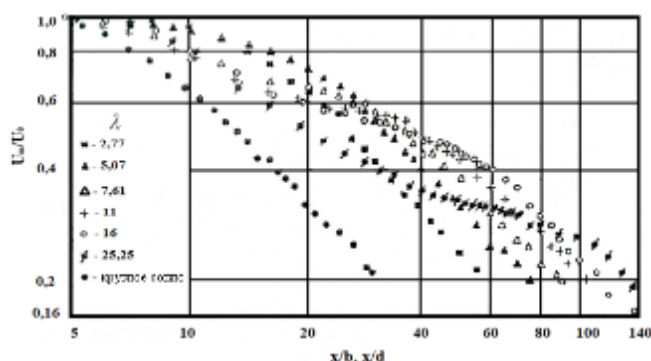


Рис. 1. Характер изменения осевой скорости истечения при различных величинах $\lambda = a/b$, $U_0 = 20$ м/с, где U_0 – осевая скорость потока

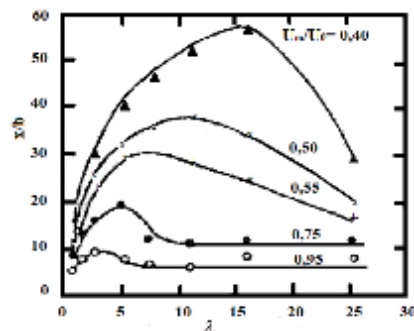
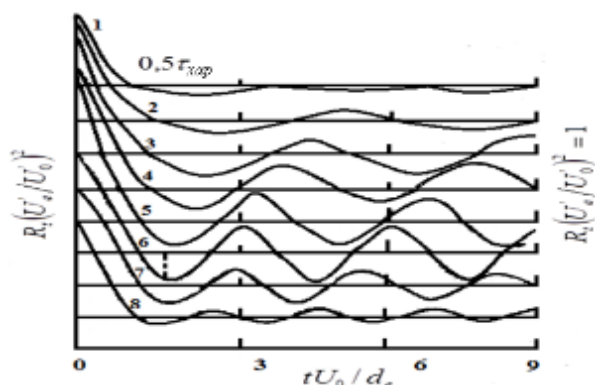


Рис.2. Длина участка с равными уровнями скорости потока изображена в качестве функции параметра $\lambda = a/b$, при $U_0 = 20$ м/с

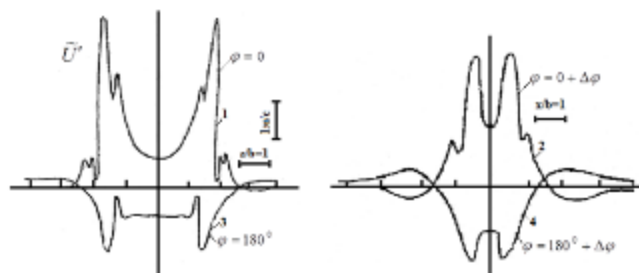
Это объясняет наличие изменчивости скорости потока под воздействием возмущения и позволяет оценить результат данного возмущения. Следует учитывать, что изменение степени частоты возмущения и соответствующая ей величина $d_e / U_0 \times \tau_{\text{хар}}$ в диапазоне 0,25 – 0,36 приводит к изменению результата воздействия всего лишь на 10%. Здесь мы имеем $d_e = 2 (ab/\pi)^{0,5}$, (a – длинная сторона сопла, b – короткая сторона сопла, d_e – эффективный диаметр). Поэтому рекомендуется брать данный интервал измерений в качестве участка с наиболее выраженным возмущением.

Среднестатистические мгновенные профили периодических и случайных составляющих величины U'' пульсаций скорости потока, которые удалось зарегистрировать при помощи методики осреднения фаз, доказывают существование различных уровней этих величин, соответствующих большей и меньшей сторонам сопла. Эта разница для величины U' показана на рисунке 4.



$U_0 = 6.03$ м/с; $\lambda = 2.77$; $x/b = 10$; 1 – в невозмущенном состоянии; 2 – начало возмущения при частоте 50 Гц; 3 – 63; 4 – 70; 5 – 80; 6 – 89; 7 – 100; 8 – 120. Индекс e – эффективный

Рис. 3. Величины автокорреляционных функций колебаний скорости потока по оси струи при разных значениях частот возмущения



$U_0 = 4.27$ м/с; $n = 60$ Гц; $S = 0.27$; 1, 2 – размеры поперечного сечения в центре завихрения; 3, 4 – между завихрениями

Рис. 4. Диаграмма распределения волновой составляющей пульсации скорости при возмущении

Эти данные были получены на двух разных стадиях развития завихрения. Верхние линии соответствуют моменту, когда измерительный прибор проходил по центру вихрей, а нижние линии соответствуют измерениям между завихрениями.

Величины коэффициентов корреляции определялись в то время, когда исследовалась структура следа за цилиндром. Эти измерения проводились при помощи двух устройств, помещенных с двух концов цилиндра около участка, где поток отрывается от поверхности. Полученные данные изображены на рисунке 5. Положительное значение коэффициента корреляции в диапазоне $0 < l/d < 12$ доказывает симметричное разделение завихрений по мере удаления от поверхности цилиндра. Знак коэффициента корреляции изменяется при соотношении $l/d > 12$.

Абсолютное значение коэффициента увеличивается по мере достижения соотношения $l/d = 0,7$, в крайнем случае, когда по обоим концам устанавливаются две ограничительные стенки при наличии больших по величине соотношений l/d .

Отрицательное значение величины R указывает на наличие антисимметричного разделения завихрений (таблица завихрений Т. Кармана).

Теневая фотография потока при незанчительно нагретых цилиндрах, полученное при помощи импульсной вспышки, подтверждает заключение, основанное на определении величин коэффициентов корреляции.

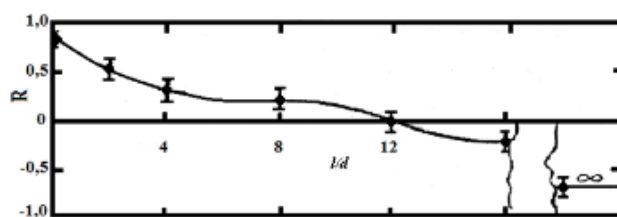


Рис. 5. Коэффициент корреляции пульсации скорости
выраженный в функции l/d

Поэтому, наличие максимума в зависимости $L/d = f(l/d)$ непосредственно связано с преобразованием разделения завихрений и процессами формирования завихрений, начиная с симметричного завихрения, соответствующего потоку вокруг сферы и закачивая двухмерным завихрением, соответствующим потоку вокруг цилиндра бесконечной длины.

Работа выполнена в рамках проекта КН МОН РК 3096/ГФ4 «Исследование проблем теплопереноса и теплообмена в сложных струйных течениях».

Литература

- 1 Власов Е.В., Гиневский А.С. Когерентные структуры в турбулентных струях и следах // Итоги науки и техники. Серия Механика жидкости и газа. -Т.20, -М.: 1986. – С. 3-84.
- 2 Гольдштик М.А. Динамические, равновесные и потоковые структуры в турбулентности // Структурная турбулентность. – Новосибирск, 1982. – С. 5-12.
- 3 Hussain A.K.M.F. Coherent structures and turbulence // J. Fluid Mech. –No. 173, 1986.–P. 303-356.
- 4 Исатаев С.И., Тарасов С.Б., Толеуов Г., Исатаев М.С., Болысбекова Ш.А., Байгаликызы Б. Динамика вихревых возмущений на начальном и переходном участках трехмерных струй // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. -№3 (301). –Алматы, 2015. –С. 125-131.
- 5 Lhendup Namgyal and Joseph W. Hall. Coherent streamwise vortex structures in the near-field of the three-dimensional wall jet // J. Fluid Eng. – 2013. – Vol. 135, No 6. –P. 120-126.
- 6 Уханова Л.Н., Войтович Л.Н. Некоторые особенности развития когерентных структур на начальном участке трехмерных турбулентных струй // Инженерно-физический журнал. – 1984. –Т. 47, № 4. – С. 537-543.
- 7 Тарасов С.Б., Волошин Ю.Е. Экспериментальное исследование температурного поля вихрей в начальном участке осесимметричных струй // Исследование процессов переноса. – Алма-Ата, 1985. – С. 67-70.
- 8 Мирзаян А.С., Степанов В.С. Установка и аппаратура для исследования плоских струй при наличии периодических воздействий // Физическая гидродинамика и диффузия в газах. – Алма-Ата, 1984. – С. 50-53.

Т.Ә. Көкетай, А.К. Тусупбекова, Е.Т. Турмухамбетова, Э.К. Мусенова, А.К. Сия <i>Висмут оксогалогениді кристалдарындағы радиациялық қозуларды зерттеу</i>	208
В.Б. Федосеев, А.А. Потапов, А.В. Шишулин <i>Эффект формы при фазовых превращениях в малом объеме для случая с фрактальной shell-фазой</i>	210
Д.А. Афанасьев, Н.Х. Ибраев, А.К. Нурмаханова, К.А. Жаппабаев <i>Влияние примеси K_i на люминесцентные свойства пленок поли (9,9-ди-n-октилфлуоренил-2,7-диил)</i>	215
А. Даулетбекова, А. Козловский, З. Баймуханов, А. Акилбеков, М. Здоровец, А. Сейтбаев, М. Мурзагалиев, Е. Журкинов, Р. Науырызбаева <i>Синтез нанопреципитатов в трековом темплэйте SiO_2/Si при электрохимическом осаждении цинка</i>	219
В.Т. Сеньют, Л.М. Гамеза, Е.И. Мосунов, С.А. Ковалева, В.А. Ржецкий <i>Влияние механоактивации на структуру спеченного при высоких давлениях и температурах композиционного материала на основе нитридов бора и алюминия</i>	221
А.И. Комаров, В.Т. Сеньют, В.И. Комарова <i>Структура сверхтвёрдого композита, синтезированного из гексагонального нитрида бора и нановолокон нитрида алюминия</i>	225

Dynamics of nonlinear transport processes

В.М. Сомсиков <i>Термодинамика газа и механика структурированных частиц</i>	230
Д.Ж. Қобылан, Б.Р. Нүсіпбеков, Г.К. Алпысова, А.Ж. Тлеубергенова, Н.Қ. Сейтжаппаров <i>Сулы-көмірлі отынның жану үдерісін зерттеу</i>	235
С.Е. Сакипова, К.Е. Ахмерова <i>Нелинейные эффекты и явления, сопровождающие электрический разряд в неоднородных жидкостях</i>	239
А.Ж. Сатыбалдин, З.К. Айтпаева, А.Б. Каримова, Н.Ж. Рахимжанова, Г.А. Ранова, А.Ш. Шажалиев <i>Исследование влияния ударного воздействия электрогидравлического разряда на углеводородный состав и эффективность деметаллизации высовязкой тяжелой нефти</i>	244
Г. Толеуов, М.С. Исатаев, Ж.К. Сейдулла <i>Динамики развития вихревых структур сложного течения в струях и «следах»</i>	248