

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



ҚазҰТУ ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК КазННТУ

VESTNIK KazNRTU

№ 2 (138)

Главный редактор
И. К. Бейсембетов – ректор

Зам. главного редактора
Б.К. Кенжалиев – проректор по науке

Отв. секретарь
Н.Ф. Федосенко

Редакционная коллегия:

З.С. Абишева- акад. НАНРК, Л.Б. Атымтаева, Ж.Ж. Байгунчечков- акад. НАНРК, А.Б. Байбатша, А.О. Байконурова, В.И. Волчихин (Россия), К. Дребенштед (Германия), Г.Ж. Жолтаев, Г.Ж. Елигбаева, Р.М. Исаков, С.Е. Кудайбергенов, Б.У. Куспангалиев, С.Е. Кумеков, В.А. Луганов, С.С. Набойченко – член-корр. РАН, И.Г. Милев (Германия), С. Пежовник (Словения), Б.Р. Ракишев – акад. НАН РК, М.Б. Панфилов (Франция), Н.Т. Сайлаубеков, А.Р. Сейткулов, Фатхи Хабаши (Канада), Бражендра Мишра (США), Корби Андерсон (США), В.А. Гольцев (Россия), В. Ю. Коровин (Украина), М.Г. Мустафин (Россия), Фан Хуаан (Швеция), Х.П. Цинке (Германия), Е.М. Шайхутдинов-акад. НАНРК, Т.А. Чепуштанова

Учредитель:

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Регистрация:

Министерство культуры, информации и общественного согласия
Республики Казахстан № 951 – Ж “25” 11. 1999 г.

Основан в августе 1994 г. Выходит 6 раз в год

Адрес редакции:

г. Алматы, ул. Сатпаева, 22,
каб. 609, тел. 292-63-46
Nina. Fedorovna. 52 @ mail.ru

Халберштам гипотезасына толықтай сәйкес келетінін көрсетеміз. Екіншіден, гипотезаны биномиальды таралумен байланыстыруға тырысамыз, және n шексіздікке ұмтылғанда, үштіктер сирек кездесетінін дәлелдейміз. Эксперимент $5 \leq n \leq 548$ аралығында көрсетілді, 13115 мән табылды. Гистограмма R -дың көмегімен жасалған.

Түйін сөздер: жай сандар генераторлары, үштіктер, кездейсоқ шамалар, биномиалдық таралу.

УДК 532.517.4

Zh.K. Seidulla, M.S. Isatayev, G. Toleuov, M.R. Sultan
(Research Institute of Experimental and Theoretical Physics
Kazakh National University al-Farabi, Almaty, Republic of Kazakhstan
e.mail: Zhanibek.seidulla@kaznu.kz)

CALCULATION OF THE STATIC PRESSURE DISTRIBUTION IN A JET PROPAGATING ALONG A ROUGH CURVED SURFACE

Abstract: The article is devoted to the study of a wall-mounted turbulent jet propagating along rough convex and concave surfaces. Currently, there are no strict analytical calculations of wall-mounted turbulent jets due to the complexity of combining the calculations of the free boundary layer on the outer part of the jets with the boundary layer on the surface of the body streamlined by the jet. The study of the aerodynamics of a jet propagating along a curved surface, both on convex and concave surfaces, makes it possible to approach the theoretical solution of problems of wall-mounted turbulent flow, since the question of flow around a cylindrical surface generalizes a large class of problems of jet flow around a surface of various geometries.

Key words: Turbulence, curved surface, concave surface, the static pressure of the jet.

Ж.К. Сейдулла, М.С. Исатаев, Г. Толеуов, М.Р. Султан
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан. *e.mail:* Zhanibek.seidulla@kaznu.kz)

РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В СТРУЕ, РАСПРОСТРАНЯЮЩЕЙСЯ ВДОЛЬ ШЕРОХОВАТОЙ КРИВОЛИНЕЙНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Аннотация. Статья посвящена исследованию пристенной турбулентной струи, распространяющейся вдоль шероховатой выпуклой и вогнутой поверхностей. В настоящее время не имеется строгих аналитических расчетов пристенных турбулентных струй из-за сложности совмещения расчетов свободного пограничного слоя на внешней части струй с пограничным слоем на поверхности обтекаемого струей тела. Изучение аэродинамики струи, распространяющейся вдоль криволинейной поверхности, как на выпуклой, так и вогнутой поверхностях дает возможность подойти к теоретическому решению задач пристенного турбулентного течения, поскольку вопрос об обтекании цилиндрической поверхности обобщает большой класс задач струйного обтекания поверхности различной геометрии.

Ключевые слова: Турбулентность, криволинейная поверхность, вогнутая поверхность, статическое давление струи.

Определение гидродинамических нагрузок является важнейшим моментом при проектировании конструкций круглого сечения. Обтекание цилиндрических тел - чрезвычайно сложное явление, сильно зависящее от многих параметров, которые могут полностью изменить его характеристики. Поэтому аэродинамика цилиндрических поверхностей была одной из наиболее изученных тем в аэро- и гидродинамике в течение последнего столетия. Несмотря на огромное количество исследований [1-3], доступных в литературе, полное понимание эффектов отклонений от теоретического случая идеального цилиндра, по-видимому, еще не доступно; также представляется, что сложность обтекания номинально кругового цилиндра и его сильная чувствительность к небольшим вариациям управляющих параметров будут продолжать мотивировать дальнейшие исследования.

Соответственно, целью данной работы было проведение расчета распределения статического давления в струе, распространяющейся вдоль шероховатой цилиндрической поверхности.

Зная кривизну обтекаемой поверхности, профиль скорости в сечении струи и изменение максимальной скорости и ширины струи по ее длине можно вычислить распределение избыточного статического давления в струе, появляющегося благодаря действию центробежной силы инерции.

Рассмотрим элементарный объем $dx dy dz$ движущейся со скоростью U жидкости в струе, отстоящий на расстоянии y от криволинейной обтекаемой поверхности с радиусом кривизны R (рисунок 1).

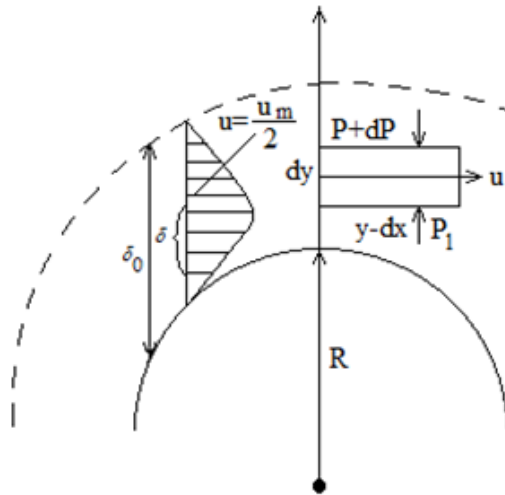


Рис.1. К расчету распределения избыточного статического давления в струе, распространяющейся по криволинейной поверхности

На данный объем жидкости при движении по кривой с радиусом кривизны $R \pm y$ (знак «+» относится к струе на выпуклой поверхности, знак «-» к струе на вогнутой поверхности) действует центробежная сила инерции $\frac{\rho U^2}{R \pm y} dx dy dz$, которая компенсируется силой давления, действующей на выбранный объем вдоль оси y :

$$(P + dP - P) dx dy dz = \frac{\rho U^2}{R \pm y} dx dy dz. \quad (1)$$

Сократим на $dx \cdot dz$ и возьмем интеграл по y от y до δ_0 , где δ_0 – полная ширина струи в данном сечении. При этом учтем, что при $y = \delta_0$, $P = P_0$, где P_0 – статическое давление на внешней границе струи. Тогда:

$$\Delta P = P - P_0 = \mp \int_y^{\delta_0} \frac{\rho U^2}{R \pm y} dy. \quad (2)$$

Здесь верхние и нижние знаки соответствуют струе на выпуклой и вогнутой поверхностях.

Представляя безразмерный профиль скорости формулой $\frac{U}{U_m} = 1,426\eta^{1/8}(1 - 0,503\eta)^{3/2}$, преобразуем (2)

$$\Delta P = \mp \frac{b}{R} \cdot \frac{\delta}{b} \rho U_m^2 \int_{y/\delta}^{\delta_0/\delta} \frac{\left(\frac{U}{U_m}\right)^2}{1 + \frac{y}{R} \frac{y}{b} \frac{y}{\delta}} d\left(\frac{y}{\delta}\right). \quad (3)$$

Введя обозначения $\eta = \frac{y}{\delta}$, $\eta_0 = \frac{\delta_0}{\delta} = 1,98$, $S_R = \frac{b}{R}$ и $a = \frac{\delta}{R} = S_R \cdot \frac{\delta}{b}$, поделив (3) на $\frac{\rho U_m^2}{2}$ получим распределение избыточного статического давления в струе, отнесенное к максимальному скоростному напору в данном сечении:

$$\frac{\Delta P}{\frac{\rho U_m^2}{2}} = \mp 2 \cdot S_R \frac{\delta}{b} \int_{\eta}^{\eta_0} \frac{1,426^2 \eta^{1/4} (1 - 0,503\eta)^3 d\eta}{1 \pm S_R \frac{\delta}{b}} = \mp 4,067 \cdot a \int_{\eta}^{\eta_0} \frac{\eta^{1/4} (1 - 0,503\eta)^3 d\eta}{1 \pm a\eta}. \quad (4)$$

Учитывая, что для безотрывного обтекания струи выпуклой криволинейной поверхности $a \ll 1$ разложим в ряд:

$$\frac{1}{1 \pm a\eta} = 1 \mp a\eta + a^2 \eta^2 \mp a^3 \eta^3 + \dots \quad (5)$$

Ограничимся членами до третьей степени и подставим разложение в (4)

$$\frac{\Delta P}{\frac{\rho U^2}{2}} = \mp 4,067 a \int_{\eta}^{1,98} \eta^{1/4} (1 - 0,503\eta)^3 (1 \mp a\eta + a^2 \eta^2 \mp a^3 \eta^3) d\eta. \quad (6)$$

Проинтегрировав и подставив пределы интегрирования, получим окончательно формулу для распределения статического давления по сечению струи на криволинейной цилиндрической поверхности:

$$\begin{aligned} \Delta \bar{P} = \frac{\Delta P}{\frac{\rho U_m^2}{2}} = & \mp 1,4871a(1 \mp 0,4769 \cdot a + 0,3457a^2 \mp 0,3141a^3) \pm \\ & \mp [3,2523a \cdot \eta^{1,25} (1 - 0,8989\eta + 0,2919\eta^2 - 0,03735\eta^3) \mp \\ & \mp 1,8075a^2 \eta^{2,25} (1 - 1,0447\eta + 0,4018\eta^2 - 0,05443\eta^3) + \\ & + 1,2512a^3 \eta^{3,25} (1 - 1,1539\eta + 0,4699\eta^2 - 0,06604\eta^3) \mp \\ & \mp 0,9568a^4 \eta^{4,25} (1 - 1,2216\eta + 0,5161\eta^2 - 0,07445\eta^3)] \end{aligned} \quad (7)$$

При $\eta=0$ из (7) получим распределение статического давления на стенке:

$$\Delta \bar{P}_{cm} = \frac{\Delta P_{cm}}{\frac{\rho U_m^2}{2}} = \mp 1,4871a [1 \mp 0,4769a + 0,3457a^2 \mp 0,3141a^3]. \quad (8)$$

Во всех формулах верхние и нижние знаки соответствуют струям, движущимся вдоль выпуклой и вогнутой цилиндрическим поверхностям.

Избыточное статическое давление, отнесенное к начальному скоростному напору будет равно:

$$\frac{\Delta P}{\frac{\rho U_0^2}{2}} = \mp 1,4871a \left(\frac{U_m}{U_0} \right)^2 (1 \mp 0,4769a + 0,3457a^2 \mp 0,3141a^3). \quad (9)$$

Представляет интерес посмотреть как изменяется отношение перепада давления между стенкой и окружающей средой к начальному значению центробежной силы на выходе из сопла

$\frac{\Delta P}{b\rho U_0^2} = \frac{\Delta P}{S_R \frac{\rho U_0^2}{2}}$ по длине струи, которое приведено на рисунке 2, где даны экспериментальные значения $S_R = \frac{b}{R} = 0,014; 0,028$ и $0,042$ для струй на вогнутой и выпуклой поверхностях.

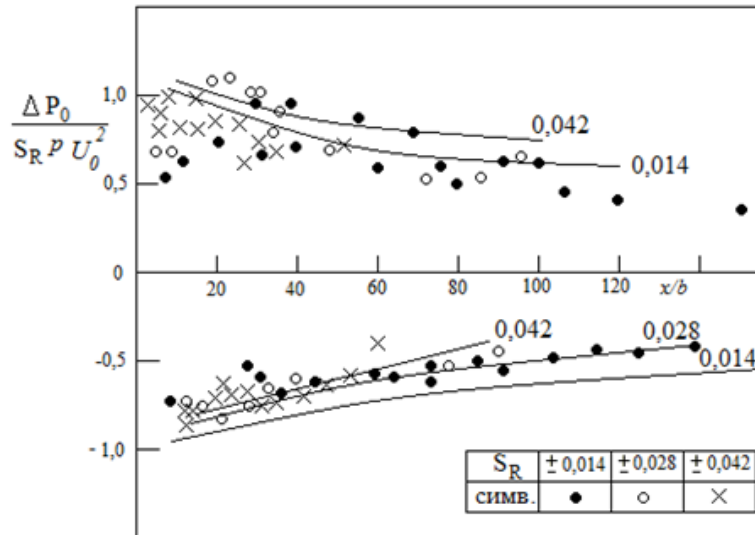


Рис.2. Перепад давления между стенкой и окружающей средой

Видно, что на начальном участке струи это отношение практически равно единице, как и должно быть. Но с удалением от сопла по абсолютному значению оно монотонно уменьшается, приближаясь к 0,5 при повороте струи на 180° по цилиндрической поверхности. При этом экспериментальные данные по абсолютному значению получаются несколько меньше, чем по расчету (линии на рисунке 2). Это очевидно, обусловлено влиянием продольных крупномасштабных вихрей, из-за потери устойчивости под влиянием центробежной силы и появлением трехмерного потока.

Выводы. Проведено измерение избыточного статического давления в струе на криволинейной поверхности. Показано, что в струе на выпуклой поверхности избыточное давление отрицательное, а на вогнутой поверхности положительное вблизи обтекаемой поверхности и с приближением к внешней границе струи уменьшается почти до нуля. Во всех случаях на внешней границе струи имеется небольшое разрежение порядка $\frac{\Delta P}{\rho U_m^2 / 2} \approx -0.005$, что обусловлено эжекцией в струю окружающего воздуха.

На основе аналитического расчета показано, что распределение избыточного давления не имеет аффинного подобия и безразмерное избыточное давление $\frac{\Delta P}{\rho U_m^2 / 2} = f\left(S_R, \frac{\delta}{b}\right)$ является функцией как начального параметра кривизны, так и текущей ширины струи вдоль криволинейной поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Исатаев С.И., Айнабекова С.С. Исследование пристенной турбулентной струй, распространяющейся вдоль криволинейной поверхности // Проблемы физики газа, плазмы и жидкости. – Алматы: Ғылым.-1998.-Т.2. – С.37-49.
- [2] С. Demartino, F. Ricciardelli. Aerodynamics of nominally circular cylinders: A review of experimental results for Civil Engineering applications // Engineering Structures. -Vol.137. 2017. – P. 76–114.
- [3] Халатов А.А. Теплообмен и гидродинамика около криволинейных поверхностей. АН Украина, ИИТФ. – Киев, 1996. – Т.69. - №6. – С.927-940.

Ж.Қ. Сейдулла, М.С. Исатаев, Ғ. Төлеуов, М.Р. Султан

Кедір-бұдыр қисық сызықты бет бойымен таралатын ағыстың статикалық қысымының таралуын есептеу

Түйіндеме. Мақала кедір-бұдырлы дөңес және ойыс беттердің бойымен тарайтын қабырғалы турбулентті ағысты зерттеуге арналған. Қазіргі уақытта ағыстың сыртқы бөлігіндегі бос шекаралық қабатының есептеулерін ағын бетіндегі шекаралық қабатпен біріктірудің күрделілігіне байланысты қабырғадағы турбулентті ағындардың қатаң аналитикалық есептері жоқ. Дөңес және ойыс қисық сызықты беттің бойымен таралатын ағынның аэродинамикасын зерттеу қабырғадағы турбулентті ағын проблемаларының теориялық шешіміне жақындауға мүмкіндік береді, өйткені цилиндрлік бет айналасындағы ағын туралы мәселе әртүрлі геометриялардың бетіндегі ағынның мәселелерінің үлкен класын жалпылайды.

Түйінді сөздер: турбуленттілік, қисық бет, ойыс және дөңес бет, ағындардың статикалық қысымы.

Zh.Issakova, A.K. Danlybayeva, A. Beysenkali
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
kumusbekova_zhanar@mail.ru)

VARIOUS FORMS OF SPIN SYSTEMS

Abstract: Various representations of the spin vector are considered. Some of these representations can be used to construct multi-lattice integrable spin systems (SSs). To study systems of nonlinear differential equations describing multilayer magnets, we need different representations of the spin vector. Thus, some forms are given, limiting for simplicity to a single-layer case.

Key words: Spin system, magnets, integrable nonlinear equations, geometric equivalent.

Ж. Исакова, А.К. Данлыбаева, А. Бейсенқали
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан
kumusbekova_zhanar@mail.ru)

СПИНДІК ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ӘРТҮРЛІ ФОРМАЛАРЫ

Андатпа. Спин векторлардың әртүрлі көріністері формалары қарастырған. Көпқабатты интегралданатын спиндік жүйелерді (СЖ) тұрғызуда осы формалардың қайсыбірін қолдануға болады. Сонымен қатар көпқабатты магнетиктерді сипаттайтын сызықты емес дифференциалдық теңдеулер жүйесін зерттеу үшін спиндік векторлардың әртүрлі көріністерін қажет етеді. Соның ішінде қарапайымдылығымен шектелетін бірқабатты магнетиктер үшін бірнеше формалары келтірілген.

Кілттік сөздер. Спиндік жүйе, магнетиктер, интегралданатын сызықты емес теңдеулер, геометриялық эквивалент.

Спиндік жүйелер немесе Ландау-Лифшиц теңдеулері физикада магнетизмнің классикалық теориясының [1,2] негізі болып табылады және магнетиктерде сызықтық емес құбылыстарды оқып үйренуде көп қолданылады. Мысалы, геометрияда спиндік жүйе Гаусс-Вейнгартен теңдеуінің (ГВТ) ортогональды формасымен теңестіріледі. Сонда ГВТ-нің интегралдану шарты Гаусс-Кодацци-Майнарди теңдеуі (ГКМТ) спиндік жүйенің геометриялық эквиваленті [3,4,5] болып табылады. Спиндік жүйелер интегралданатын сызықты емес эволюциялық теңдеулерді [6,7] қарастырғанда бастапқы рөл атқарады. Сондықтанда СЖ-дің интегралданатын және интегралданбайтын жаңа класстарын тұрғызу және зерттеу өзекті мәселелердің бірі. Яғни мұндай спиндік жүйелерді тұрғызу және зерттеу [8,9] күрделі жолмен шешуді талап ететін тапсырма, соның ішінде интегралданатын СЖ – ді анықтау. Көп қабатты магнетиктерді сипаттауда бұл тапсырманы спин векторлардың қайсыбір көріністерімен жеңілдетуге болады.

Бірқабатты жағдай

a) 1-ші формасы. Ландау-Лифшиц теңдеуін келесі түрде қарастырамыз

$$\vec{S}_t = \vec{S} \wedge \vec{S}_{xx}. \quad (2.1)$$

<i>Kazangapova B. A., Yerzhan A. A.</i> USING MATHEMATICAL PREDICTION METHODS TO DETERMINE INVENTORY MANAGEMENT STRATEGIES.....	579
<i>Maksutova B.A., Baitenova S.A., Srazhdinova A.A., Akhmetova A.B., Anvarov S.A.</i> DETECTION AND TRACKING PEOPLE IN REAL-TIME WITH YOLO OBJECT DETECTOR.....	584
<i>Mamatova G.U., Bexeitova G.K., Berkutbayeva R.A., Bekaulova Zh.M.</i> THE PROBLEM OF AXISYMMETRIC BENDING OF A ROUND PLATES TAKING INTO ACCOUNT THE INITIAL CURVATURE.....	592
<i>Ramankulova B.P., Iipbayeva L.B.</i> COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MAIN INDICATORS OF THE SPEECH SIGNAL.....	598
<i>Kazangapova B. A., Ismagulova Zh. S., Socialov Y. K.</i> CONSTRUCTION OF THE FUZZY NEURAL NETWORK MODEL FOR THE TRANSPORT AND LOGISTICS PROCESS.....	604
<i>Satayeva S.S., Imangaliyeva A.U.</i> THE PRODUCTION OF SULFUR CEMENT FROM CARBON WASTES.....	611
<i>Sidorova N., Tin N., Kaldybekkyzy M.</i> THE USE OF MEMBRANE TECHNOLOGY METHODS IN THE WATER TREATMENT SYSTEM AT THE CHP.....	616
<i>Suigenbayeva A., Sakibayeva S., Abdurazova P., Koshkarbayeva Sh., Zhunisbekova D.</i> METHOD FOR CALCULATING THE POWER OF THE PROCESS OF DISPERSING OF RUBBER COMPOUNDS.....	620
<i>Tukymbekov D.Kh., Saymbetov A.K., Nurgaliyev M.K., Kuttybay N.B., Omarali B.M., Dosymbetova G.B.</i> MODELING THE CONSUMPTION OF AN INTELLIGENT AUTONOMOUS STREET LIGHTING SYSTEM IN VARIOUS WEATHER CONDITIONS.....	624
<i>D. Chikibayeva, Yeren N., Abzhalilova A.</i> DEVELOPMENT OF THE REAL TIME FACE RECOGNITION SYSTEM.....	632
<i>Astanayeva A.A., Sharipova B. D., Zhylkamanova M.K.</i> MAIN COMPONENTS AND TOOLS FOR THE DEVELOPMENT OF THE DIGITAL ECOSYSTEM OF THE INTERNET OF THINGS.....	637
<i>Amirgaliev E., Toleuzhan A.</i> ANALYSIS OF METHODS AND MODELS OF SPEECH SYNTHESIS SYSTEMS.....	641
<i>Yeleussinov A., Amirgaliyev Y., Taizo M</i> METHODS AND ALGORITHMS FOR FORMING A BASE AND PROCESSING MANUSCRIPT TEXTS IN THE KAZAKH LANGUAGE.....	648
<i>Kambatyrov M., Nazarbek U., Petropavlovskiy I.</i> RESEARCH OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SHUNGITE FOR USE IN THE PRODUCTION OF FEED ADDITIVES.....	656

Physical and mathematical sciences

<i>Tuseyev T., Toksanbayev Zh .K.</i> STUDY OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF MATERIALS REQUIRED FOR HYDROGEN ENERGY.....	660
<i>Shakenova A., Shakenova R.</i> THE PRIME GENERATING TRIPLES AND BINOMIAL DISTRIBUTION.....	664
<i>Seidulla Zh.K., Isatayev M.S., Toleuov G., Sultan M.R.</i> CALCULATION OF THE STATIC PRESSURE DISTRIBUTION IN A JET PROPAGATING ALONG A ROUGH CURVED SURFACE.....	668
<i>Issakova Zh., Danlybayeva A.K., Beysenkali A.</i> VARIOUS FORMS OF SPIN SYSTEMS.....	672
<i>Kalybay A.A.</i> CRITERIA OF BOUNDEDNESS OF ONE CLASS OF VOLTERRA TYPE INTEGRAL OPERATORS IN WEIGHTED LEBESGUE SPACES.....	677
<i>Manatbayev R.K., Sagdoldanov A.A.</i> STUDY OF THE HEAT EXCHANGE OF A NASA-0021 WING PROFILE WITH AN INCOMING WIND FLOW AT DIFFERENT SPEEDS AND ANGLES OF ATTACK.....	682
<i>Dadayeva A.N., Ainakeyeva N.Zh.</i> GENERALIZED SOLUTIONS OF BOUNDARY VALUE PROBLEMS OF DYNAMICS THERMOELASTIC RODS.....	690
<i>Kalybay A., Keulimzhaeva Zh.</i> EQUIVALENT NORMS OF SPACE WITH MULTIWEIGHTED DERIVATIVES.....	699