

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
АКАДЕМИК Е.А.БӨКЕТОВ АТЫНДАҒЫ
ҚАРАҒАНДЫ МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. АКАДЕМИКА Е.А.БУКЕТОВА

THE MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ACADEMICIAN Ye.A. BUKETOV
KARAGANDA STATE UNIVERSITY

БЕЙСЫЗЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ ХАОС ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДАР. ТЕОРИЯ ЖӘНЕ ТӘЖІРИБЕ

11-ші Халықаралық ғылыми конференцияның материалдары
22–23 қараша

ХАОС И СТРУКТУРЫ В НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМАХ. ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ

Материалы 11-й Международной научной конференции
22–23 ноября

CHAOS AND STRUCTURES IN NONLINEAR SYSTEMS. THEORY AND EXPERIMENT

Materials of the 11th International scientific conference
November 22–23



Қарағанды
2019

5 Vasenin I M, Narimanov R.K., Shrager L.A., Perchatkina E.V. Modeling of a two-phase flow of liquid with small-size gas bubbles // Eurasian Physical Technical Journal. 2019, Vol.16, No. 1(31), 2019, pp. 129-137

Исатаев М.С., [Жангунов О.], Төлеуов Ғ., Сейдолла Ж.Қ., Сұлтан М.Р.
ал-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті Алматы, Қазақстан Республикасы,
e.mail: Seydulla92@mail.ru

Күрделі ағыстарды эксперименттік зерттеу

Кіріспе: Шексіз ұзын цилиндрлік денелерді және сфераны орай ағу заңдылықтары Рейнольдс сандардың өзгеруінің кең аралығында және ағынның режимдік параметрлерінде толық зерттелген [1, 2].

Қазіргі уақытта қолда бар әдебиетте қысқа цилиндрлердің аэродинамикасына тән ерекшеліктерді және оның жылу алмасуын зерттеуге арналған деректер өте аз. Қолданыстағы бар жұмыстар [3-8] байланыссыз сипатқа ие, геометриялық және режимдік параметрлердің өзгерістерінің кең ауқымын қамтымайды. Олардың нәтижелері нақты геометриялық өлшемдер мен ағын жылдамдығы үшін қолданылуы мүмкін.

Тәжірибеде химиялық технологияда, құбыр жасауда, пневмо-гидрокөлікте, астық контейнерлерінде, күл-кож қойыртпағында және т.б. шекті мөлшердегі денелерді орай ағумен байланысты мәселелермен жиі кездесуге тура келеді. Алайда ұштық әсерлердің аэродинамикалық кедергілерге және көлденең және бойлық орай ағылатын цилиндрлер мен айналу эллипсоидтерінің жылу алмасуына әсерінің аз зерттелуі және қысқа цилиндрлердің ұштары ұзындығы мен пішінінің құйынның пайда болу заңдылығына және дене артындағы жақын іздегі ағымның микроқұрылымына әсерін зерттеу бойынша деректердің жеткіліксіздігі инженерлік есепті қиындатады.

Сонымен қатар, осы заңдылықтарды зерттеу негізгі элементтері бойлық немесе көлденең орай ағылатын цилиндрлер болып табылатын ғылыми зерттеулерді дамыту үшін де, агрегаттарды жобалау үшін де қажетті геометриялық және режимдік параметрлердің өзгеруінің кең интервалында кедергі және жылу беру коэффициенттері үшін жалпылама тәуелділікті алуға мүмкіндік береді.

Шектік ұзындықты цилиндрлерді орай ағу аэродинамикасын зерттеуге арналған қондырғылар мен денелер

Зерттеулер Т-1 тұйықталған типтегі аэродинамикалық құбырда жүргізілді. Жұмыс бөлігі ұзындығы 800 мм, диаметрі 500 мм дөңгелек қимасына ие. Соплоның сығылу дәрежесі 10-ға тең. Ауа ағыны 6 кВт қуатпен тұрақты тоқ моторы бар 3 қалақты осьтік желдеткішпен жасалған. Құбырдағы ағынның турбуленттілік деңгейі $Tu=0.25\%$ құрады.

Тәжірибе барысында ағын жылдамдығы U_{∞} 8 ден 40 м/с дейін өзгерді. Аэродинамикалық құбырдың жұмыс бөлігіндегі жылдамдықтың таралуын өлшеу Прандтль түтігінің және ММН-240 маркалы микрометрдің көмегімен жүргізілді. Қысымның айырмашылығын өлшеудегі қателік 1% - дан аз болды. Жылдамдық мәнін анықтау кезінде өлшеудің аспаптық қателігі ағынның ең аз өлшенген жылдамдығы кезінде 3% аспайды.

Аэродинамиканы зерттеуге арналған денелердің диаметрлері $d=60.0$ мм, $d=28.0$ мм және $d=20.0$ мм болды және жезден жасалған. Зерттелетін жұмыс денелері құбыржолдар арқылы тасымалданатын контейнер түрінде болды. Орталық цилиндрлік дененің жартылай сфералық немесе жалпақ бүйірлері болды. Барлық денелер үш бөліктен тұрды –цилиндрден және екі жартылай сфералардан. Бұл денелерді өзара бекіту саңылаусыз бұрандалы қосылыстар арқылы жүргізілді. Тығыздағыш ретінде қажетті саңылаусыздандыру деңгейін қамтамасыз ететін вакуумды майлама қолданылды. Ұстағышты жартылай сфералық бүйіржақпен қосу

вакуумдық майлама мен бұранданың көмегімен жүргізілді. Жұмыс денелерінің мұндай жиналмалы құрылмасы ұзындығы (l) өзгерген орталық цилиндрдің тез ауысуын қамтамасыз етті. Бұл ретте ол цилиндрлік дененің диаметріне еселенген түрде таңдалады.

Біздің тәжірибемізде осы ұзындықтың диаметрге қатынасы екі нұсқада берілген: l/d – тегіс бүйіржақтары бар цилиндр үшін және $(l+d)/d$ – сферикалық бүйіржақтары бар цилиндр үшін.

Цилиндр айналасындағы ағын жылдамдығын өлшеу үшін өлшеуіш қондырмаларының бірнеше түрі қолданылды. Бойлық орай ағатын цилиндрлердің бүйір беттерінде түзілген жұқа шектік қабаттағы жылдамдық бейінін анықтау кезінде өлшеуіш ұштарын жалғау жолымен жұқа қабырғалы түтіктерден жасалған жазық шеттері бар микроқондырмалар қолданылды. Қондырманың мұндай конструкциясы қозғалыс бейнесінің аз ауытқуларымен шектес қабатта жергілікті жылдамдықты өлшеудің жоғары дәлдігін қамтамасыз етті. Қондырманың тұмсық бөлігінің өлшемдері шамамен 0.3×1.5 мм. Қабырға қалыңдығы ~ 0.1 мм. Қондырманы дәлдігін белгілеу Прандтль эталондық түтігінің көмегімен шексіз ағында жүргізілді.

Денелердің артындағы жақын іздегі жылдамдық бейінін өлшеу жұмыста сипатталған әдістеме бойынша жүргізілді [10]. Диаметрі 0.8 мм екі Пито түтіктерінен жасалған, бір-біріне қарама-қарсы басқа өлшеуіш ұштарымен салыстырмалы 180° оралған қондырмалар қолданылды. Т-тәрізді деп аталатын бұл қондырма дәл өлшеу жылдамдығы бойынша да Прандтль қондырмасының көмегімен шексіз ағында жүргізілді. Аталған жұмыстың ұсынымдарына сәйкес дәл өлшеу әдісінің коэффициенттері тура және кері бағыт үшін де анықталды.

Алынған нәтижелер және оларды талдау: Қысқа цилиндрлердің салыстырмалы ұзындығының дененің артындағы ағымның аэродинамикасына әсерін зерттеу үшін цилиндр осімен ($z=0$ жазықтығы) және цилиндрдің перпендикуляр осімен ($x=0$ жазықтығы) сәйкес келетін орталық жазықтықтардағы қысқа цилиндрлердің артындағы әртүрлі қималардағы орташа жылдамдықтың бейіндері өлшенді.

Мысал үшін $(l+d)/d=1.2$ және 3.0 кезінде цилиндрлердің ізіндегі өзара перпендикулярлы жазықтықтарда жылдамдық бейінінің таралуы өлшенді.

Эксперимент барысында Рейнольдс (Re) саны $(1.20-8.13) \cdot 10^4$ шегінде өзгерді.

1-суретте цилиндрдің артындағы айналымдық ағыс аймағы ұзындығының оның салыстырмалы ұзындығына тәуелділігі берілген. Цилиндр артындағы айналымдық аймақтың ұзындығы іздің осі бойымен жылдамдықтың таралуынан анықталды.

Өлшеулердің деректері бойынша сфералық бүйірлерімен цилиндрдің салыстырмалы ұзындығынан іздегі айналымдық ағыс аймағы өлшемдерінің күрделі тәуелділігі бар екені анықталды. Бұл жағдайда, айналымдық аймақтың шардың артындағы айналымдық аймақтың ұзындығына сәйкес келетін ұзындығы $L/d=1.34$ мәнінен $l/d=11$ қатысты ұзындығы кезінде 5.0 дейін өсетіндігі анықталған және $l/d \rightarrow \infty$ кезінде $L/d=1.34$ мәніне ұмтыла отырып, ары қарай l/d өсумен азая бастайды. $l/d < 10$ мәнінің аймағында айналымдық аймақтың өлшемдері x цилиндр осі бағытында күрт азаяды, ал көлденең бағытта кері ток аймағының көлденең қимасы шеңберге ұмтылатындай ұлғаяды. Визуализация бақылауы көрсетіп отырғандай, бұл денеден алыстатумен айналымды тороид пішінін алуға дененің бетінен үзілген үлкен көлемді құйындармен байланысты. Егер кері ток аймағының ұзындығын қысқа цилиндрдің мидель қимасының ауданына тең ауданы бар d_s шеңбердің тиімді диаметріне жатқызса, онда бұл мән $L/d=1.34$ тұрақты мәнін $l/d \leq 11$ цилиндрінің ұзындығының мәніне дейін сақтайды.

1-суретте тиімді диаметр бойынша айналымдық аймақтың ұзындығының есептік тәуелділігі берілген:

$$\frac{L}{d} = 1.34 \sqrt{1 + \frac{4l}{\pi d}} \quad (1)$$

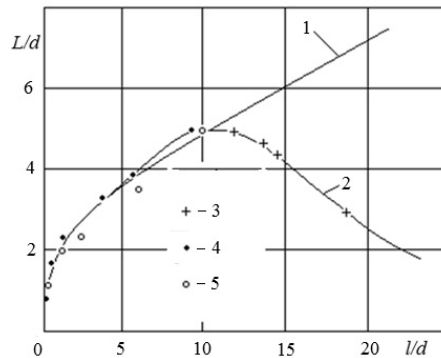
және эмпирикалық тәуелділік

$$\frac{L}{d} = 1.34 \sqrt{1 + 1.40 \frac{l}{d} e^{-\left(\frac{l}{d}\right)^4}} \quad (2)$$

тәжірибелердің деректерімен салыстырғанда.

Деректерден көрініп тұрғандай, қысқа цилиндр ұзындығының ұштарының әсері дененің артынан $l/d \leq 30$ дейінгі ағыстың аэродинамикасына елеулі әсер етеді.

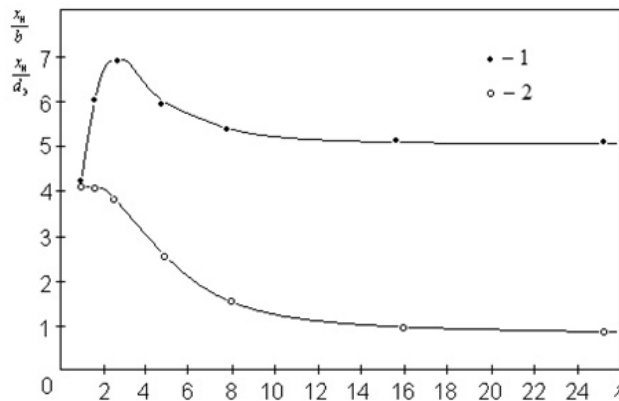
Бір қызығы, үшөлшемді турбуленттік ағыста тікбұрышты шығыс қимасымен соплонның жиектерінің арасындағы белгілі бір пропорцияда бастапқы учаскенің ұзындығын ұлғайтудың ұқсас процесін атап өтуге болады [9].



1-сурет. Цилиндрдің артындағы айналым аймағының мөлшерінің оның ұзындығына тәуелділігі. 1 – (1) формуласы бойынша; 2 – (2) формуласы бойынша; 3 – $d=20$ мм; 4 – $d=28$ мм; 5 – $d=60$ мм

Егер тікбұрышты соплолардан өтетін үш өлшемді ағыстарда осьтік жылдамдықтың өзгеруін өлшеу нәтижелері 2-суретте көрсетілгендей $U_{ax}/U_0=0.99$ кезінде $x/b=f(\lambda)$ тәуелділік түрінде ұсынылса, онда таңдалған жылдамдық U_{ax} деңгейімен учаскенің ұзындығы анықталған λ мәні кезінде ең үлкен мәнге ие екендігін көруге болады.

Ағыстың бастапқы учаскесінің ұзындығы x_H/b қашықтау параметрінің $1 \leq \lambda \leq 3$ аралығында өзгерту кезінде 4.2 бастап 7 дейін артатындығы және $\lambda > 3$ кезінде $x_H/b \approx 4.2$ бастапқы мәніне дейін азаятындығы, ал $\lambda=10$ және $\lambda > 10$ кезінде өзгеріссіз қалатындығы анықталған. Егер бастапқы учаскенің ұзындығын тік бұрышты соплонның шығыс қимасының ауданына тең ауданы бар шеңбердің тиімді диаметріне жатқызса, онда $x_H/d_{эф} \approx 4$ параметрінің шамасы $\lambda=3$ дейін сақталады.



2-сурет. Ағыстың бастапқы бөлігі ұзындығының соплонның ұзаруына тәуелділігі. $U_0 = 20$ м/с; 1 – x_H/b ; 2 – $x_H/d_{эф}$.

Белгіленулер: Tu – құбырдағы ағын турбуленттілігінің деңгейі, %; U_∞ – ағын жылдамдығы, м/с; d –аэродинамиканы зерттеуге арналған дене диаметрі, мм; l –жалпақ бүйірлі орталық цилиндрдің ұзындығы, м; l/d – жалпақ бүйірлерімен цилиндрге арналған ұзындықтың диаметрге қатынасы; $(l+d)/d$ –сфералық бүйірлермен цилиндр үшін ұзындықтың диаметрге қатынасы; Re – Рейнольдс саны; L/d –айналымдық аймақтың ұзындығы; $d_{эф}$ – қысқа цилиндрдің миделдік қимасының ауданына тең ауданмен дөңгелектің тиімді диаметрі; м; λ – соплоның ұзару параметрі ; x_n – ағыстың бастапқы учаскесінің ұзындығы, м; b – соплоның шығыс қимасының ені, м.

Индекстер: n -бастапқы; эф-тиімді; 0- соплоның жиегіндегі параметрдің мәні; ∞ - ағындағы параметрдің мәні.

Әдебиеттер:

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. Изд.6-е, перераб.и доп. –М.: Наука, 1987.-840 с.
2. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. Пер. на русский язык.-М.: Наука,1974. -711 с.
3. Дыбан Е.П., Юшина Л.Е. Теплообмен цилиндра конечной длины. Промышленная теплотехника. 1982. Т.5. С.3-8.
4. Юшина Л.Е. Использование метода аналогии процессов тепло-и массопереноса для исследования теплообмена в усложненных условиях.- ВКн. «Тепломассообмен и теплофизические свойства веществ». Новосибирск, ИТФ СО АН СССР.1982. С.22-26.
5. Suprun T. Physical modeling the unsteady flow with wakes. Eurasian Physical Technical Journal. Vol. 14, No. 2(28). 2017.-P.113-119.
6. Современное состояние гидроаэродинамики вязкой жидкости. Подред. С. Гольдштейна. Т.1. и Т.2. – М.: Гос. изд-во иностр. лит., 1948.
7. Quarmby A., Al-Fakhri A.A.M. Effect of finite length on forced convection heat transfer from cylinders. Int. J. Heat and Mass Transfer. 1980. Vol 23, No 4. P. 463-469.
8. Toleuov G., Isatayev M.S., Seidulla Zh.K. Experimental study of complex currents (three-dimensional jet and body wake). Eurasian Physical Technical Journal. Vol. 14, No.2(28). 2017.-P.100-107.
9. Исатаев С.И., Толеуов Г., Исатаев М.С., Болысбекова Ш. А. Экспериментальное исследование трехмерных турбулентных струй, истекающих из сопла с прямоугольным выходным сечением. Инженерно-физический журнал, Том 89, No2. 2016.-С.383-388.
10. Исатаев С.И., Айнабекова С.С. Исследование пристенной турбулентной струй, распространяющейся вдоль криволинейной поверхности // Проблемы физики газа, плазмы и жидкости. –Алматы: Гылым.-1998.-Т.2. –С.37-49.

A.K. Bektazina¹, N.A. Ispulov², M.K. Zhukenov³, T.G. Kissikov⁴

(¹Master student of S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Kazakhstan)

(²Professor of S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Kazakhstan) (³Assoc. professor

of S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Kazakhstan) (⁴Lecture, University of California, Davis, USA)

The solution of problems of the propagation of elastic longitudinal and thermal waves in anisotropic medium of cubic system

Introduction: The urgency of studying the regularities of wave actions in elastic media with a thermomechanical effect is associated with the need to solve theoretical and applied problems of geophysics, seismology, mechanics of composite materials, etc. The coupled motion equation and thermal conductivity equation are notable for the complexity and abundance of physical and mechanical parameters. In this connection, the section of the mechanics of the deformed solid, thermoelasticity, is developing intensively. Based on the use of certain physical properties of

СЕКЦИЯ 3.

Жылу- масса- алмасу бейсызық процестердің динамикасы

Dynamics of nonlinear processes of heat and mass transfer

Динамика нелинейных процессов тепло-массо-переноса

- Аскарова А.С., Болегенова С.А., Болегенова С.А., Оспанова Ш.С.** Статистическое исследование неизоотермических жидких впрысков топлив при высокой турбулентности (*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан*)..... 208
- Васенин И.М., Нариманов Р.К., Перчаткина Е.В., Шрагер Л.А.** Расчет движения двухфазного потока с пузырьками газа малого размера (*Томский государственный университет, г.Томск, Россия*)..... 213
- Исатаев М.С., Жангунов О., Төлеуов Ғ.Қ., Сейдулла Ж.Қ., Сұлтан М.Р.** Күрделі ағыстарды эксперименттік зерттеу (*әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті Алматы, Қазақстан Республикасы*)..... 215
- Bektazimova A.K., Ispulov N.A., Zhukenov M.K., Kissikov T.G.** The solution of problems of the propagation of elastic longitudinal and thermal waves in anisotropic medium of cubic system (¹*Master student of S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Kazakhstan.* ²*Professor of S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Kazakhstan.* ³*Assoc. professor of S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Kazakhstan.* ⁴*Lecture, University of California, Davis, USA*)..... 218
- Джайчибеков Н.Ж., Киреев В.Н., Шалабаева Б.С.** Математическая модель диэлектрической капли в электрическом поле (¹*Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан.* ²*Башкирский государственный университет, Уфа, Россия*)..... 224
- Нариманов Р.К., Мерзляков А.В., Майлюков Д.А., Нариманова Г.Н.** Движение заряженных частиц в электронных приборах с учетом особенности граничных условий (¹*Томский государственный университет, г. Томск, Россия.* ²*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск, Россия*)..... 228
- Смирнов Ю.М., Сыздыков А.К., Смакова Н.С.** Нелинейные процессы в низкочастотных гидравлических ударных системах (*Қарағандық мемлекеттік университет, Қарағанды, Қазақстан*)..... 232
- Шуюшбаева Н.Н., Нүсіпбеков Б.Р., Ахмадиев Б.А., Танашева Н.К., Садуақасова Д.Ж.** Ұшқын разрядтарының электрлік сипаттамалары (¹*Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау мемлекеттік университеті, Көкшетау, Қазақстан.* ²*Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қарағанды, Қазақстан.* ³*Қолданбалы математика институты, Қарағанды, Қазақстан*)..... 236
- Shuyushbaeva N.N., Stoev M., Akhmadiev B.A., Tanasheva N.K., Altaeva G.S.** Study of heat exchange processes on soil heat exchangers of a heat pump (¹*Kokshetau State University named after Sh.Ualikhonov, Kokshetau, Kazakhstan.* ²*Karaganda State University named after E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan.* ³*Institute of Applied Mathematics, Karaganda, Kazakhstan*)..... 238
- Танашева Н.К., Нусупбеков Б.Р., Дюсембаева А.Н., Саденова К.К., Шуюшбаева Н.Н., Тлеубергенова А.Ж.¹, Есіркеп А.Ж.** Исследование аэродинамических характеристик вращающихся двух цилиндров расположенных под углом (¹*РГКП «Институт прикладной математики» КН МОН РК, Қарағанды, Қазақстан,* ²*Қарағандық мемлекеттік университет им. Е.А. Букетова, Қарағанды, Қазақстан,* ³*Кокшетау мемлекеттік университеті им. Ш. Уәлиханова, Кокшетау, Қазақстан*) 242
- Сакипов К.Е., Айтмағамбетова М.Б., Бимендин А.К., Дюсенов К.М.** Использование управляемых процессов кавитации для генерации тепловой энергии (*Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева, Нур-Султан,Қазақстан*)..... 245
- Еришина А.К., Парманбеков У.К., Карымбай А.Н.** Вертикально-осевой двухроторный ветроэнергетический агрегат НВИ-ротор (*Казахский национальный женский педагогический университет, г. Алматы, Казахстан*)..... 248
- Kartagay G.A., Koilyk N.O., Sandibaeva N.A., Utebaeva A.A** Energy efficiency of the nitrogen-doped Co₃O₄ (100) surface for water dissociation (¹*Kazakh national women's teacher training university, Almaty, Kazakhstan,* ²*National center of development of qualification «Orleu», Almaty, Kazakhstan*)..... 253
- Оспанова¹ Д.А., Айтпаева З.К., Нурғалиева Ж.Г., Несіпбек Ж.С.** Гидроимпульстік процесс кезіндегі газсұйықты ағын қозғалысының динамикалық қасиеттерін зерттеу (¹*Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қарағанды қ., Қазақстан,* ²*№53 ЖББ МЛ, Қарағанды қ., Қазақстан*)..... 257
- Шаймерденова К.М., Булкаирова Г.А., Ботпаев Н.К., Нурғалиева Ж.Г., Тусыпбаева А.С., Сағынғалиева А.** Әр түрлі диапазондағы сәулелердің суда жұтылуына электроимпульстік разрядтың әсері (*Академик Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қарағанды қаласы, Қазақстан Республикасы*)..... 260
- Kazhikenova S.Sh., Nussupbekov B.R., Shaltakov S.N.** Copper melt's flow numerical modeling into account