

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XIX Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**PROCEEDINGS
of the XIX International Scientific Conference
for students and young scholars
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**2024
Астана**

УДК 001

ББК 72

G99

«GYLYM JÁNE BILIM – 2024» студенттер мен жас ғалымдардың XIX Халықаралық ғылыми конференциясы = XIX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «GYLYM JÁNE BILIM – 2024» = The XIX International Scientific Conference for students and young scholars «GYLYM JÁNE BILIM – 2024». – Астана: – 7478 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-601-7697-07-5

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001

ББК 72

G99

ISBN 978-601-7697-07-5

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2024**

6. Визуализируется результат с помощью функции "slice", которая создает сечение вдоль центра куба, 'shadinginterp*', чтобы сгладить цвета, и "colorbar*", чтобы добавить шкалу цвета. Заголовок и подписи осей также добавляются.

Заключение

Уравнение теплопроводности в трехмерном пространстве с граничными условиями Дирихле описывает распределение температуры в материале с течением времени. Решение этой задачи позволяет понять, как тепло будет распространяться внутри трехмерного объекта при заданных температурах на его поверхности.

Аналитическое решение возможно лишь для простых случаев и чаще всего требует использования специализированных математических методов, таких как разделение переменных или преобразование Фурье. Однако, из-за сложности большинства реальных задач предпочтение отдается численным методам, таким как метод конечных разностей, метод конечных элементов, и метод конечных объемов, которые позволяют получить приближенное решение на компьютере.

На практике, численное решение уравнения теплопроводности в трехмерном случае позволяет инженерам и научным работникам моделировать и анализировать тепловые процессы в различных материалах и устройствах, оптимизировать конструкции и процессы с учетом теплопереноса, что находит применение во многих областях науки и техники.

Список использованных источников

1. Mary L. Boas Mathematical Methods in the Physical Sciences. USA 1966 Section 6 p.355
2. Stanley J. Farlow Partial Differential Equations for Scientists and Engineers. // USA 2013 p. 608-624
3. Steven C. Chapra and Raymond P. Canale Numerical Methods for Engineers. // Copyright © 2015 by McGraw-Hill Education. section 2.5 p.43-46
4. Theodore L. Bergman, Adrienne S. Lavine, Frank P. Incropera, and David P. Dewitt. Fundamentals of Heat and Mass Transfer // Copyright © 2007 John Wiley & Sons P. 124

ӘОЖ536.24

ЖЫЛУАЛМАСТЫРҒЫШТА ЖЫЛУ ТАСЫМАЛДАҒЫШТЫҢ ҰҚСАСТЫҚ КРИТЕРИЙЛЕРІН АНЫҚТАУ

А.С.Жұманбаева

aizhanzhiumanbayeva347@gmail.com

Атындағы ЕҰУ Л.Н.Гумилева, Астана, Қазақстан

Ғылыми жетекші Н.Ж.Жәйшібеков

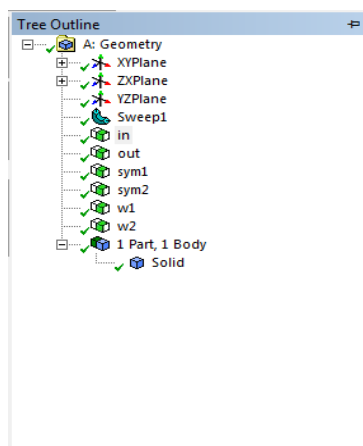
Аңдатпа: Мұнай мен мұнай өнімдерін жылыту тасымалдау кезінде энергия шығынын азайту үшін кеңінен қолданылады. Есептеулер үшін тұтқырлығы айнымалы жағдай үшін орташа логарифмдік температура айырмашылығы әдісі және есептеу гидродинамикасы әдістері қолданылады (CFD). Рейнольдс бойынша орташаланған Навье-Стокс әдісі қолданылады (RANS) және ламинарлы-турбулентті ауысуды ескеретін турбуленттілік моделі, мұнайдың айнымалы тұтқырлығы ағынның ламинарлы режимінен турбулентті режимге ауысуын көрсетеді, бұл жылу алмасудың тиімділігіне әсер етеді

Түйінді сөздер: жылу беру, сандық есептеу, геликоидты жылу алмастырғыш, мұнай, гидродинамика, жылу ағыны, ламинарлы-турбулентті ауысу, Навье-Стокс теңдеуі, ағынның турбулизациясы.

Кіріспе. Жылу алмастырғыштар көптеген өндірістерде қолданылады, сонымен қатар, жылу алмастырғыштардың тиімділігі маңызды болып табылады. Жылу беру жылдамдығын

арттыру, жылу алмастырғыштың мөлшерін азайту және жылу алмасу процесінің тиімділігі жаһандық индустрияландыру басталғаннан бері зерттеліп келеді. Бұл мақалада тұтқыр сұйықтықтың ағысы, тұтқыр сұйықтықтардағы жылу беру процестерін және жылу алмасу қарқындылығын сипаттайтын жылу алмастырғыштағы жылу тасымалдағыштың ұқсастық критерийлері қарастырылады [1]. Геликоидты типтегі жылу алмастырғыштың түтікшесінен шығатын мұнай температурасын есептеу, Рейнольд, Прандтл және Нуссельт сандарының таралуы нәтижелері келтірілген.

Есептеу әдісі. Есептеу кезінде көп функциялы бағдарламалық өнім AnsysFluent пайдаланылады, бұл турбуленттілік моделін таңдау арқылы күрделі геометриялық жүйелердегі сұйықтық ағындарын, жылу беруді және химиялық реакцияларды модельдеуге мүмкіндік береді. AnsysWorkbench ортасында объектіні компьютерлік модельдеу, жүйелі түрде жүргізіледі: геометрияны меңгеру, есептік модельдің және оның кіріс параметрлері, ақырғы элементтер торы құру, модельдеудің физикалық шарттарының анықталауы. Әрі қарай, AnsysFluent-ке өтіңіз және алынған модель үшін шешуші параметрлерін, итерациялық процестің конвергенциясын қамтамасыз ететін параметрлерді орнату керек және мәселені шешу басталады [2].



Сурет 1: Үлгі ағашы. Есептік торды құру.

Бастапқы терезеде жобаның сол жағында tree Outline деп аталатын модель құрылымының терезесі бар. Бұл терезеде жұмыс барысында модельдеу процесінде орындалатын командалардың иерархиялық тізбегі қалыптасады. Модель құрылымының терезесі модельді көру үшін кез-келген команданы жоюға немесе өшіруге мүмкіндік береді, оның сол командаға тәуелді бөліктерін өзгертеді. Құбырдың шекараларын тиісті атаулары (1-сурет):

in – мұнайға арналған кіріс шекаралық шарттары

out – мұнайдың шығыс шекаралық шарттары

sym1, sym2 – ширек құбырдың ішкі бөлігінің радиусын белгілеу

w1 – сыртқы құбыр қабырғалары, w2 – ойық қабырғалары

Тор моделін құру – бұл Fluent-те есептеудің қажетті кезеңі. Кез-келген сандық модельдеудің логикасы есептеу аймағын дискреттерге (элементтерге) бөлуді қамтиды. Дәл тор түйіндерінде қажетті айнымалылардың мәндері анықталады (температура) және есептің шекаралық шарттары қолданылады (шекаралық шарттар). Тордың сапасы шешімнің дәлдігіне, конвергенциясына және жылдамдығына әсер етеді. Нысанды дискретті элементтерге бөлу ANSYS Fluent бағдарламалық модуліне біріктірілген Meshing модулін қолдану арқылы жүзеге асырылды.

Есептеу ресурстарын (уақыт пен жадты) үнемдеу үшін есептеу құбырдың төрттен бір бөлігінде жүргізілді, себебі құбыр осьтік симметриялы [3].

Жылу тасымалдағыштың гидродинамикасын сандық модельдеу үшін ламинарлы – турбулентті ауысуды және k- ω SST теңдеулерін ескеретін gamma-Retheta турбуленттілік

моделімен тұйықталған Рейнольдс бойынша орташа Навье-Стокс теңдеулері (RANS, Reynolds-averaged Navier-Stokes) қолданылды. Негізгі теңдеулер: есептеу аймағындағы үздіксіздік, импульс және энергия тасымалдау теңдеулері [4-5]:

$$\frac{\partial v_j}{\partial x_j} = 0; v_j \frac{\partial v_i}{\partial v_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_j} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(\nu + \nu_t) \frac{\partial v_i}{\partial x_j} \right]; v_j \frac{\partial T}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\frac{\nu}{Pr} + \frac{\nu_t}{Pr_t} \right) \frac{\partial T}{\partial x_j} \right]. \quad (1)$$

Турбуленттілік моделі екі қосымша тасымалдау теңдеуінің шешімдерін қамтиды. Бір теңдеу Рейнольдс санына ауысудың басталу импульсінің қалыңдығы үшін жазылады, $Re_{\theta t}$ (ол ауысудың басталу орны мен өтпелі орынның арасындағы корреляцияға енгізілген), ал басқа теңдеулер үзіліс үшін шығарылады, γ (ағын режимінің өлшемі). Импульстік қалыңдық пен Рейнольдс санына арналған тасымалдау және үзіліссіздік теңдеуі [4-5]:

$$v_j \frac{\partial Re_{\theta t}}{\partial x_j} = P_{\theta t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\sigma_{\theta t} (\nu + \nu_t) \frac{\partial Re_{\theta t}}{\partial x_j} \right]; v_j \frac{\partial \gamma}{\partial x_j} = P_\gamma - E_\gamma + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\nu + \frac{\nu_t}{\sigma_\gamma} \right) \frac{\partial \gamma}{\partial x_j} \right]. \quad (2)$$

Сандық есептеу есептеу аймағында біркелкі емес торды қолдана отырып, FVM (Finite Volume Method) соңғы көлем әдісімен жүргізілді. Ақырғы көлем әдісінің негізі есептелген аймақ тордың көмегімен ақырғы көлемдер жиынтығына бөлінеді.

Бұл мәселені шешу үшін келесі бастапқы параметрлер қолданылады:

Параметр	Өлш ембірлігі	Белгіл енуі	Саны
Құбыр радиусы	м	R_1	0.006
Ойық радиусы	м	R_2	0.001
Құбырдың ұзындығы	м	L	4.26
Мұнайдың кіріс температурасы (temperature_1)	К	T_{ci}	303
Мұнайдың ағу жылдамдығы (velocity_in_1)	м/с	v_c	4
Жылу беру коэффициенті (alpha_1)	$Cc/(m^2 K)$	α	16645
Жылытқыш (су) температурасы (temperature_2)	К	T_{hi}	423
Айналым саны		N	1-40

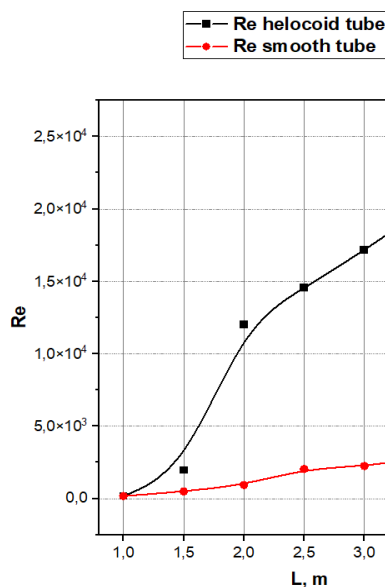
Кинематикалық тұтқырлықтың жоғарылауымен Рейнольдс саны азаяды және керісінше. Кинематикалық тұтқырлық неғұрлым жоғары болса, сұйықтық импульсті соғұрлым тиімді өткізеді. Сұйықтықтардағы импульстің тасымалдануының немесе импульстің диффузиясының жоғарылауы ламинарлы ағын режиміне әкеледі. Тұтқырлығы жоғары және тығыздығы төмен сұйықтықтар жоғары импульсті диффузияның және Рейнольдс санының төмен мәндерінің жақсы мысалдары болып табылады. Турбулентті ағын Рейнольдс санының салыстырмалы түрде жоғары мәнінде пайда болады, яғни турбулентті сұйықтық ағынының кинематикалық тұтқырлығы аз болады және мұндай сұйықтықтар төмен импульске шыдайды.

2-суретте тегіс түтікшелі геликоидты түтік үшін Рейнольдс санын салыстыру графигі келтірілген. Суреттен тұтқырлығы өзгермелі және температураға қатты тәуелді болған кезде Рейнольдс саны едәуір артады, бұл ламинарлы-турбулентті ауысуды көрсетеді. Суреттен Рейнольдс санының мәндері бойлық координатаның бойында күрт өсетінін көруге болады, бұл оны қыздыру арқылы мұнайдың тұтқырлығының төмендеуімен түсіндіріледі.

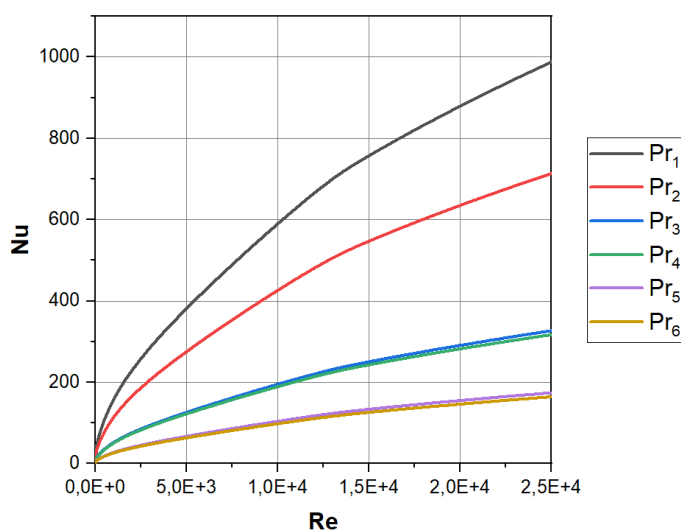
Re саны тең болған кезде, Pr сандарының бірдей болу шарты термиялық ұқсастықты қамтамасыз етеді, яғни қарастырылып отырған жүйелердің барлық көлеміндегі температура бастары мен жылу ағындарының ұқсастығы.

Жылу алмасу процестерінде анықтама ретінде жылу алмасу қарқындылығын сипаттайтын nu Nusselt саны болып табылады: $Nu = f(Re, Pr)$ — мәжбүрлі конвекция үшін [6]:

$$Nu = 0,023(Re)^{0,8}(Pr)^{0,4} \quad (3)$$



Сурет 2: Тегіс және геликоидты түтік үшін мұнайдағы Рейнольдс сандарының таралуы



Сурет 3: Pr санының әртүрлі мәндеріндегі Nu санының Re санына тәуелділігі

3-суретте ламинардантурбуленттіге ауысу режимі жағдайында nu жаңа критерийлік сандардың мәндері келтірілген.

Осылайша, жоғарыда келтірілген нәтижелерден геликоидты пішінді жылу алмастырғыштың (мысалы, оралған түтіктер) тегіс түтікшелі жылу алмастырғыштарға қарағанда жылу алмасу қасиеттері бойынша жақсы көрсеткіштері бар деген қорытынды жасауға болады. Себебі бұралған орамалар мұнай ағынының турбулизациясына әкеледі, бұл диффузиялық процесс арқылы сұйықтық қабаттары арасындағы жылу алмасуды арттырады. Сонымен қатар, алынған ұқсастық санының критерийлері деректерді теориялық мәліметтермен салыстыруға мүмкіндік береді және таңдалған модель ТОА-ның жаңа түрін жобалау үшін ең тиімді деп санайды.

Әдебиеттер тізімі

1. Волков К.Н., Емельянов В.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа.— М.: ФИЗМАТЛИТ. -2012.-468с. Учебное пособие.
2. ANSYS Fluent Theory Guide. - Изд. ANSYS, Inc. Release 2019 R3 Southpointe. 2019. С.988 [Электронный ресурс]
3. Kurmanova D., Jaichibekov N., Karpenko A., Volkov K. Modelling and Simulation of Heat Exchanger with Strong Dependence of Oil Viscosity on Temperature // Fluids. -2023.-8. -95.-P.1-18. <https://doi.org/10.3390/fluids8030095>
4. Langtry, R.B.; Menter, F.R. Correlation-based transition modeling for unstructured parallelized computational fluid dynamics codes. AIAA J. 2009, 47, 2894–2906. DOI: [10.2514/1.42362](https://doi.org/10.2514/1.42362)
5. F. R. Menter, R. B. Langtry, S. R. Likki, Y. B. Suzen, P. G. Huang, and S. Volker. "A Correlation-Based Transition Model Using Local Variables: Part I — Model Formulation"//ASME J. Turbomach. 2006.Vol.128. P.413-422. DOI: [10.1016/B978-008044114-6/50053-3](https://doi.org/10.1016/B978-008044114-6/50053-3)
6. УДК 622.692.4. V.V.PSHENIN, student, vladimirspmi@mail.ru A.A.KORSHAK, Dr. in eng. sc., professor, korshak-spb@mail.ru Saint Petersburg State Mining University. Новые критериальные уравнения для числа нуссельта при вынужденной конвекции в трубах <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-kriterialnye-uravneniya-dlya-chisla-nusselta-pri-vynuzhdennoy-konveksii-v-trubah/viewer>

УДК 621.45

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА КОЛМОГОРОВА ОТ ПЕРЕМЕЖАЕМОСТИ ТУРБУЛЕНТНОЙ ЖИДКОСТИ

Кабак Мухтар Толеуулы

kabak_mt@enu.kz

ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

Для определения зависимости коэффициента Колмогорова от перемежаемости турбулентной жидкости описывающей неоднородную мелкомасштабную структуру развитых турбулентных течений в инерционном интервале, требуется построить математический аппарат статистики перемежающихся гидродинамических полей диссипативной жидкости. Такой подход представляет собой логическое обобщение теории автономного статистического моделирования крупномасштабной структуры турбулентного течения ASMTurb на его мелкомасштабную структуру.

Проектирование высокоэффективных реактивных двигателей тесно связано с качеством статистического моделирования диффузионного турбулентного горения, образованного в результате раздельной подачи горючего и окислителя в камеру сгорания. При этом первым основным этапом такого моделирования является моделирование структуры турбулентного течения в зоне смешения спутных потоков химических реагентов; причем это относится как к крупномасштабной (энергосодержащей), так и мелкомасштабной (диссипативной) структуре турбулентности. В то же время в теории статистического моделирования крупномасштабной структуры турбулентных течений до сих пор нет ясного ответа на вопрос о причинах низкого качества метода Рейнольдса RANS, — как известно, построенные по этому методу модели RANS не обеспечивают требуемую в настоящее время точность расчета статистических (в особенности «пульсационных») характеристик таких течений, [1-4].

Другим вопросом остается вопрос о пригодности статистической теории K62, разработанной А.Н. Колмогоровым для мелкомасштабной турбулентности с локально изотропной структурой, — как известно, результаты экспериментальной верификации теории K62