

=====

Ғылымның, білімнің және бизнестің интеграциясы
Интеграция науки, образования и бизнеса
Integration of science, education and business

=====

DOI 10.53364/24138614_2022_24_1_57
ӘОЖ 536.24

Жалмагамбетова У.К., ассоциированный профессор
Зайыркелді М. Т., студент
Торайғыров университеті, Павлодар қ., ҚР.

¹E-mail: ultuara@mail.ru

²E-mail: meri01-01@mail.ru

ЖЫЛУ АЛМАСУДЫҢ ҚАРҚЫНДЫЛЫҒЫ

ИНТЕНСИВНОСТЬ ТЕПЛООБМЕНА

HEAT EXCHANGE INTENSITY

Аңдатпа. Мақалада конвективті жылу беруді қарқындандырудың әртүрлі әдістеріне шолу жасалды, эксперименттік қондырғы мен зерттеу әдістемесі жасалды, жылу беруді қарқындату әдістерін қолданудың тиімділігін зерттеудің алдын-ала нәтижелері келтірілді.

Жүргізілген талдау ағынның ламинарлық режимі кезінде каналда (құбырда) жылу алмасу үдеткіші ретінде саптама қабатын қолдануды ұсынуға мүмкіндік береді. Саптамаларды қолдану процестің жоғары тиімділігіне әкелсе де, саптамалар гидравликалық кедергі коэффициентінің едәуір жоғары мәндеріне ие, олар кейбір жағдайларда бөлшектердің берілу жылдамдығының коэффициентіне қарағанда едәуір тез артады.

Сондықтан жылу беруді интенсификациялау міндеті процестің қарқындылығын барынша арттыра отырып, күшейткіштері бар арналардағы гидравликалық кедергіні барынша азайтатын процестерді жүргізудің оңтайлы жағдайларын іздеуге дейін азаяды.

Сондықтан, ең тиімді күшейткіштерді таңдау бүкіл энергетикалық қондырғы үшін жан-жақты талдау негізінде жасалуы керек.

Түйін сөздер: жылу алмасу, қарқындылық, құбыр, жылу қуаты.

Аннотация. Проведен обзор различных методов интенсификации конвективного теплообмена, разработана экспериментальная установка и методика исследования, приведены предварительные результаты исследования эффективности применения методов интенсификации теплоотдачи.

Проведенный анализ позволяет рекомендовать использование слоя сопла в качестве ускорителя теплообмена в канале (трубе) при ламинарном режиме потока. Несмотря на то, что применение насадок приводит к высокой эффективности процесса, насадки имеют значительно более высокие значения коэффициента гидравлического сопротивления, которые в некоторых случаях увеличиваются значительно быстрее, чем коэффициент скорости передачи частиц.

Поэтому задача интенсификации теплообмена сводится к поиску оптимальных условий ведения процессов, минимизирующих гидравлическое сопротивление в каналах с усилителями, максимизируя интенсивность процесса.

Поэтому выбор наиболее эффективных усилителей должен быть сделан на основе комплексного анализа всей энергетической установки.

Ключевые слова: теплообмен, интенсивность, труба, тепловая мощность.

Abstract. A review of various methods of intensification of convective heat transfer has been conducted, an experimental setup and research methodology have been developed, preliminary results of a study of the effectiveness of heat transfer intensification methods have been presented.

The analysis allows us to recommend the use of the nozzle layer as an accelerator of heat transfer in the channel (pipe) in the laminar flow mode. Despite the fact that the use of nozzles leads to high process efficiency, the nozzles have significantly higher values of the hydraulic resistance coefficient, which in some cases increase significantly faster than the particle transfer rate coefficient.

Therefore, the task of intensifying heat exchange is reduced to finding optimal conditions for conducting processes that minimize hydraulic resistance in channels with amplifiers, maximizing the intensity of the process.

Therefore, the choice of the most effective amplifiers should be made on the basis of a comprehensive analysis of the entire power plant.

Keywords: heat transfer, intensity, pipe, heat output.

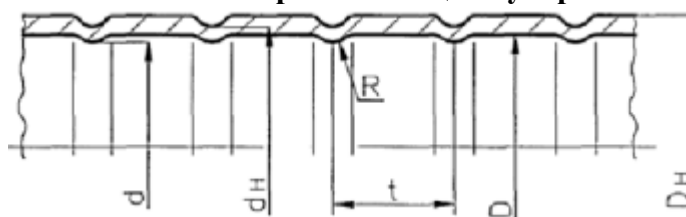
Кіріспе. Жылу алмастырғыштар экономикалық қызметтің көптеген салаларында, энергетика, химия, мұнай өңдеу, тамақ өнеркәсібі, Тоңазытқыш және криогендік технологиялар, жылыту, ыстық сумен жабдықтау және кондиционерлеу жүйелерінде кеңінен қолданылады. Құрылғылардың қуат кернеуінің өсуіне, жүйелерді реттеудің мүмкін режимдеріне қойылатын талаптардың артуына байланысты жылу беруді қарқындатудың ықтимал процестерін зерттеу мәселесі өте маңызды. Қарқындылық процестеріне байланысты жылу алмастырғыштардың массалық сипаттамаларының төмендеуі әсіресе энергия үшін үлкен маңызға ие.

Материалдар мен әдістер. Мерзімді сақиналы шығыңқы жерлерді пайдалану кезінде жылу беруді күшейту; құбырлардағы ағынды бұрау.

Әр түрлі жылу алмасу аппараттарын құру және пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, қазіргі уақытта әзірленген жылу беруді қарқындату әдістері құрылғылардың өлшемдері мен металл сыйымдылығын (массасын) бірдей жылу қуаты мен салқындатқыштарды айдауға қолданылатын қуатпен ұқсас сериялы шығарылатын құрылғылармен салыстырғанда 1,5...2,0 есе және одан да көп төмендетуді қамтамасыз етеді. Қазіргі уақытта конвективті жылу беруді қарқындандырудың әртүрлі әдістері ұсынылған және зерттелген. Бір фазалы салқындатқыштардың ағынына қатысты жер бетіндегі турбулизаторлар, тегістеу, ағынды спиральды қабырғалармен, бұрандалы құрылғылармен, каналға кіре берісте орнатылған бұрау, сұйық ағынға газ көпіршіктерін араластыру, газ ағынына қатты бөлшектер немесе сұйықтық тамшылары, жылу алмасу бетінің айналуы немесе дірілдеуі, салқындатқыштың пульсациясы, электростатикалық өрістердің ағынына әсер ету, шекаралық қабаттан ағынды сору, реактивті жүйелер қолданылады. Әр түрлі әдістер үшін интенсивтендірудің тиімділігі айтарлықтай әр түрлі энергия шығындарымен ерекшеленеді. Мерзімді сақиналы шығыңқы жерлерді пайдалану кезінде жылу беруді күшейту (сурет. 1). Бұл интенсивтендірудің ең тиімді және зерттелген әдістерінің бірі. Айта кету керек, сақиналы ойықтарды орау өте технологиялық, өйткені ол құбырлардың сыртқы диаметрін арттырмайды, бұл құбырларды тығыз байламдарда қолдануға және жылу алмастырғыштарды құрастырудың қолданыстағы технологиясын өзгертпеуге мүмкіндік береді. Сақиналы диафрагмалар мен ойықтар қабырға

қабатындағы ағынды турбуленттейді және құбырлардың сыртында және ішінде жылу беруді күшейтеді.

Нәтижелер және талқылаулар



Сурет 1 – Сақиналы төсемі бар құбырдың бойлық қимасы

Сақиналы турбулизаторлары бар құбырлар үшін ге Рейнольдс санынан жылу беру және гидравликалық кедергі коэффициенттерін, t/D турбулизаторларының орналасу қадамын және d/D турбулизаторының биіктігін анықтау үшін жалпылама тәуелділіктер алынды. Re және ξ жылдамдықты есептеу кезінде ағынның жылдамдығы тегіс арналардың өту қимасы арқылы анықталады. Газдарды қыздыру және салқындату кезінде орташа жылу берудің тәжірибелік деректері 12% қате болатын формулалармен жалпыланады:

$$\frac{Nu}{Nu_{ca}} = \left[1 + \frac{\lg Re_n - 4.6}{35} \right] \left\{ 3 - 2 \cdot \exp \left[\frac{-18.2(1 - d/D)^{1.13}}{(t/D)^{0.326}} \right] \right\}$$

(формула $d/D=0,88...0,98$ және $t/D=0,25...0,8$ үшін жарамды).

$$\frac{Nu}{Nu_{ca}} = \left[1 + \frac{\lg Re_n - 4.6}{30} \right] \left[\left(3.33 \frac{t}{D} - 16.33 \right) \frac{d}{D} + 17.33 - 3.33 \frac{t}{D} \right]$$

(формула $d/D=0,88...0,98$ және

$t/D=0,8...2,5$ үшін жарамды)

Екі формулада да Re саны газдың орташа массалық температурасында алынады. Жоғарыда келтірілген формулалар сандар $Re = 10^4 - 4 \cdot 10^5$ ауқымында жарамды.

Гидравликалық кедергі коэффициенттері бойынша деректер $Re = 10^4 - 4 \cdot 10^5$ диапазонындағы $\pm 12\%$ жылдамдық қателігімен жалпыланады:

- $d/D=0,9...0,97$ және $t/D=0,5...10,0$ үшін

$$\frac{\xi}{\xi_{гр}} = \left[1 + \frac{100(\lg Re - 4,6)(1 - d/D)^{1,65}}{\exp(t/D)^{0,3}} \right] \exp \left[\frac{25(1 - d/D)^{1,32}}{(t/D)^{0,75}} \right]$$

$$\xi_{гр} = \frac{0,316}{Re^{0,254}} \left(\frac{\mu_n}{\mu_c} \right)^n$$

мұнда $n = 0.14$ газдарды жылыту үшін, $n=0$ газдарды салқындату үшін, $n=1/3$ сұйықтықтарды жылыту үшін - $d/D=0.88...0.98$ және $t/D=0.5$ үшін

$$\frac{\xi}{\xi_{гр}} = \left[1 + \frac{\lg Re - 4.6}{3.4 \frac{Re}{10^5} + 6} \right] (1.3 - \sqrt{|d/D - 0.93|}) \exp[20.9(1 - d/D)^{1.05}]$$

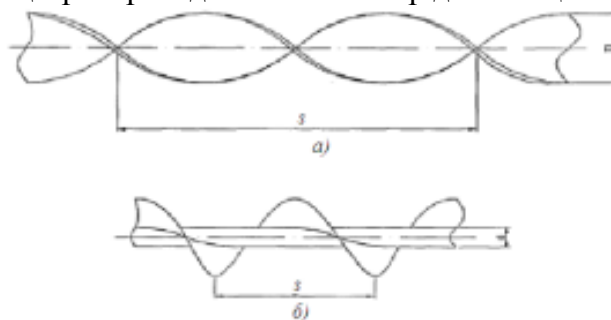
- $d/D=0.9...0.98$ және $t/D=0.25$ үшін

$$\frac{\xi}{\xi_{гр}} = \left[1 + \frac{\lg Re - 4,6}{6 \left(\frac{Re}{10^5} \right)^{0,33}} \right] (3d/D - 2)(2,5 - 1,5d/D) \exp[17(1 - d/D)^{0,858}]$$

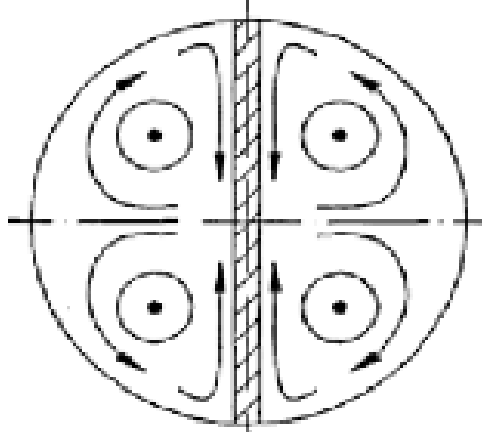
Екі формулада да Re саны газдың орташа массалық температурасында алынады. Жоғарыда келтірілген формулалар $Re = 10^4 - 4 \cdot 10^5$ сандар ауқымында жарамды.

Бұрандалы ендірмелердің көмегімен құбырлардағы ағынды айналдыру. Ағын бұрылған кезде жергілікті қабырға жылдамдығы артып, жалпы ағым өзгереді. Құбырлардағы ағынды бұрау бұралған таспалар мен шнектерді қолдану арқылы жүзеге асырылады. Сонымен қатар,

ол тангенциалды және осьтік жылдамдық компонентінің арақатынасының тұрақтылығын қамтамасыз ететін құбырдың бүкіл ұзындығы бойынша үздіксіз сақталады.



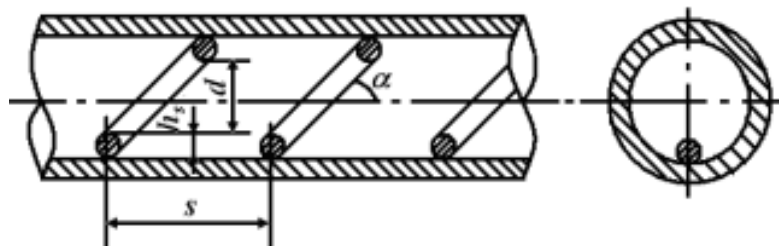
Сурет – 2. Бұрандалы кірістірулер: 1-бұралған таспа; 2-шнек



Сурет – 3. Бұралған лентасы бар құбырда қайталама ағындардың пайда болу схемасы.

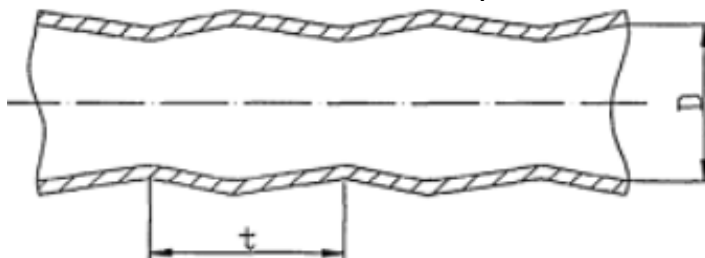
Ағын көлденең қимада таспамен бұралған кезде, қысым градиентінің әрекеті нәтижесінде сұйықтық перифериядан орталыққа өтеді. Сонымен қатар, шекара қабатындағы сұйықтық ағынның өзегіне енеді. Бұл қозғалыстар төрт құйынды аймақтың пайда болуына әкеледі (сурет. 3) жылу беруді күшейтуге ықпал ететін және орталықтан тепкіш күштердің әсерімен бірге шекара қабатының қалыңдығын азайтады. Құйынды араластыру сонымен қатар Re кіші сандарымен турбулентті тоқтың пайда болуына ықпал етеді. Жылу алмастырғыштардағы салқындатқыштардың турбулентті ағымына артықшылық беріледі, өйткені ол ламинарлық режимге қарағанда жылу алмасу деңгейі мен қысымның жоғалу мөлшері арасындағы қатынасты тиімдірек етеді. Алайда, ламинарлық және өтпелі ағындар жылу алмасу жабдықтарының арналарында есептелмеген жұмыс режимдерінде де, қалыпты пайдалану режимдерінде де жүзеге асырылады. Ламинарлық ағым режимдерінде жылу берудің анықтайтын механизмі жылу өткізгіштік болып табылады (ағым бойымен, қабырғаға қалыпты), сондықтан жылу беру қарқындылығы салыстырмалы түрде аз. Турбулентті ағыннан айырмашылығы, ламинарлық (өтпелі) ағымда каналдағы жылу кедергісі оның бүкіл көлденең қимасы бойынша біркелкі бөлінеді, сондықтан жылу беруді күшейту үшін қабырға ағымының кең аймағына әсер ету қажет. Режимдердің осы саласындағы ленталық бұрылғыштар әсіресе тиімді. Ламинарлық ток үшін бұрау қадамдарының диапазоны $s=(6...10)D$. әр түрлі жұмыстарда жүргізілген талдауға санының өсуімен Өтпелі және турбулентті режимдерде бұрауыштар арқылы алынған жылу берудің жоғарылауы айтарлықтай төмендегенін көрсетеді, сондықтан құбырдағы ағын үшін үлкен Re сандарында бұрауышты пайдалану ұсынылмайды. Спиральды шығыңқы және серіппелі кірістері бар арналар. Спиральды сым серіппелері жылу алмастырғыштарда кеңінен қолданылады. Спиральды сым турбулизаторлары ағынның қабырға бөлігін турбулизациялаумен қатар, бүкіл ағынды өз осіне айналдырады: спиральды сым серіппелерін Н. В. Зозулей және И.Н.

Шкуратов, З. Нагаокий, В. М. Азарсков, Клачак және т. б. эксперименталды түрде зерттеді. 4-суретте спиральды сым серіппелері ұсынылған.



Сурет – 4. Құбырдағы серіппе.

Сымды кірістіру құбырының негізгі параметрлері: құбырдың диаметрі D , сымның диаметрі d , сымды кірістіру s қадамы, спираль бұрылысының бұрышы. "Диффузор-конфузор" түріндегі интенсификаторлар. Толқынды қабырғалары бар жылу алмасудың құбырлы беттері арнайы роликтермен илектеу арқылы жасалған конфузорлар мен диффузорлардың бөліктерінен тұрады (сурет. 5). Диффузорлар мен конфузорлардың кеңею бұрыштары тұрақты емес үзбелі құбылыстары бар алу шарты бойынша таңдап алынады. Ағынның мұндай үзінділері жылу беруді күшейтеді. Диффузордың салыстырмалы ұзындығы аз болған кезде және ыңғайсыздыққа байланысты тірек болған кезде ағынның үзілуі тұрақсыз болады, бұл жылу алмасудың қарқындылығына жағымды әсер етеді. Теріс қысым градиентімен сыртқы турбуленттілік жылу алмасудың күшеюіне ықпал етеді. Бұл шарттар қарастырылған жағдайда келесідей жүзеге асырылады: диффузор аймағында турбуленттілік пайда болады және ыңғайсыздық аймағында жағымды әсер етеді.



Сурет – 5. Диффузор түріндегі құбырдың бойлық бөлімі.

Қорытынды. Бұл құбырлар салыстырмалы түрде төмен қарсылықпен және жоғары жылу алмасумен сипатталады. Тең кедергісі бар жылу сыйымдылығы шамамен 1,5 есе артады. "Конфузор-диффузор" типті құбырлар ламинарлық және жылу алмастырғыш құбырларындағы әртүрлі орталардың өтпелі ағыс режимдерінде қолдану үшін перспективалы. Тәжірибелер көрсеткендей, "конфузор-диффузор" типті құбырларды пайдалану кезінде жылу көлемі 40...70% - ға артады. Әр түрлі жылу және масса алмасу құрылғыларын құру және пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, жылу беруді қарқындатудың дамыған әдістері осы құрылғылардың өлшемдері мен массасының бірдей жылу қуаты мен салқындатқыштарды соруға арналған қуаты бар ұқсас сериялы құрылғылармен салыстырғанда 1,5...2 есе немесе одан да көп төмендеуін қамтамасыз етеді. Бұл әдістердің тиімділігі әр түрлі, ең жақсы жағдайда жылу беруді 2-3 есе арттыруға болады, бірақ әртүрлі әдістер үшін айтарлықтай әр түрлі энергия шығындарымен.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. Кузма-Китча, Ю. А. Методы интенсификации теплообмена. М.: Изд-во МЭИ, 2001, 112 с.

2. Халатов А. А., Борисов И. И., Щевцов С. В. Тепломассообмен и теплогидравлическая эффективность вихревых и закрученных потоков. Киев. 2005, -500 с.

3. Назмеев Ю. Г. Гидродинамика и теплообмен закрученных потоков реологических сложных жидкостей. М.: Энергоатомиздат, 1996. -300 с.

4. Мигай В. К. Повышение эффективности современных теплообменников. Л.: Энергоиздат, 1980. -143 с.

References

1. Kuzma-Kicha, İu. A. Metody intensivizatsii teploobmena. M.: İzd-vo MEİ, 2001, 112 s.

2. Halatov A. A., Borisov İ. İ., Şevsov S. V. Teplomassoobmen i teplogidravlicheskaia effektivnost vihrevykh i zakruchennykh potokov. Kiev. 2005, -500 s.

3. Nazmееv İu. G. Hidrodinamika i teploobmen zakruchennykh potokov reologicheskikh slojnykh jidkostei. M.: Energoatomizdat, 1996. -300 s.

4. Migai V. K. Povyşenie effektivnosti sovremennykh teploobmennikov. L.: Energoizdat, 1980. -143 s.

DOI 10.53364/24138614_2022_24_1_62

ӘОЖ 821.512.122.0: 94

¹Тасилова Н.А., ²Батырбаева М.А.

¹Тарих ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор.

Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ. Қазақстан, Алматы қ.

²Саясаттану ғылымының магистрі, аға оқытушы. Азаматтық авиация академиясы, Алматы қ., ҚР.

¹E-mail: tasnaz@mail.ru

²E-mail: meru777@inbox.ru

ҚАЗАҚ ХАЛҚЫНЫҢ БІРТУАР АҚЫНЫ – МӘШХҮР-ЖҮСІП КӨПЕЙҰЛЫ

ВЫДАЮЩИЙСЯ ПОЭТ КАЗАХСКОГО НАРОДА – МАШХУР-ЖУСИП КОПЕЕВ

THE POET OF THE KAZAKH PEOPLE - MASHKHUR-ZHUSIP KOPEEV

Аңдатпа. Аталмыш мақалада қазақтың біртуары, халық арасында әулие атанған, ұлы ақын Мәшхүр-Жүсіп Көпейұлы туралы айтылады. Бұл зерттеуде сопы ақынның өмірбаянына қысқаша тоқталып, шығу тегі, алғашқы ұстазы, шығармалары мен туындыларына жан-жақты талдау жасалады. Азан шақыртып қойған есімі Адам-Жүсіптің Мәшхүрге айналуы ерекше. Бұл оқиға ақын ғұмырын түбегейлі өзгерткендей әсер қалдырады. Мақалада бұған қатысты деректер мен ақынның өз өлеңінен үзінділер келтіріледі. Оның еңбектеріндегі дін туралы тақырыпта қарастырылған. Дереккөз ретінде М.Ж.Көпеевтің немересі Қуандық Жүсіптің мақалаларынан тың ақпараттар келтіріледі. Сонымен қатар көрнекті ойшылдың өмірбаянын, еңбектерін зерттеген тарихшылардың жинағынан, ұлы ақынның көзін көріп, шәкірті болған тұлғалардың естеліктері де дереккөз ретінде алынған.

Түйін сөздер: М.Ж. Көпейұлы, дастан, әулие, ағартушылық, дін, ислам.

Annotation. This article tells about the great Kazakh poet, recognized as a saint among the people about Mashhur-Zhusip Kopeev. This study provides a brief biography overview of the origins of the Sufi poet and a comprehensive analysis of his writings and works. It is noteworthy that his birth name was Adam-Zhusip, which was later changed to Mashhur-Zhusip. This event