

реакторам удастся предотвратить возможные аварийные ситуации и обеспечить безопасную работу электрической системы.

Подключение катушки осуществляется к нейтрали трансформатора, подключенного к шинам компенсируемой сети. Принцип гашения дуги основан на взаимной компенсации токов емкостного и индуктивного характера.

С этой целью релейные защиты ЛЭП настраиваются в работу на сигнал, а не на отключение питания. Однако в такой ситуации проявляется двойная опасность:

1. попадания человека под действие шагового напряжения, оказавшегося в случайном месте возникновения неисправности;

2. возникновения электрической дуги, когда емкостной ток станет превышать величину в 20 ампер.

Горение дуги разрушает изоляцию проводов и кабелей, переводит однофазное замыкание в двух- или трехфазное КЗ со всеми негативными последствиями. Ее действие ограничивают защитными устройствами.

Список использованных источников

1. Борковский С. О., Горева Т. С., Горева Т. И. Проблема диагностики однофазных замыканий на землю в сетях с малыми токами замыкания на землю // Фундаментальные исследования. 2014. № 9. С. 954-959.

2. Борухман В. А. Об эксплуатации селективных защит от замыканий на землю в сетях 6-10 кВ и мероприятиях по их совершенствованию // Энергетик. 2000. № 1. С.20-22.

3. Козлов А. В., Шевцов И. С. Анализ аварийности сельских электрических сетей 0,38 кВ в ООО «АКС» «Амурэлектросетьсервис» // Инновационная наука. 2021. № 7. С. 50-54.

4. Лабуз И. В., Загороднев Я. А., Мусорина О. С. Моделирование аварийных режимов распределительной электрической сети 10/0,38 кВ с накопителями электроэнергии // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 33. С. 1391-1404.

5. Папков Б. В., Илюшин П. В., Куликов А. Л. Надежность и эффективность современного электроснабжения: монография. Нижний Новгород: Научно-издательский центр «XXI век», 2021. 160 с.

6. Патент на изобретение № RU 2733 202 C1. Устройство для отключения линии с замыканием на землю в сети с изолированной нейтралью [Текст] / Н. М. Попов, В. Л. Осокин, Е. А. Сбитнев Рос. Федерация: МПК H02H 3/16 (2006/01). Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 30 сентября 2020 года.

УДК 567.941

ПЛАСТИНАЛЫҚ ЖЫЛУ АЛМАСТЫРҒЫШТАРДАҒЫ ЖЫЛУ АЛМАСУДЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ОНЫ ЖЕТІЛДІРУ

Қуанышбаев Олжас Жандосұлы

olzhaskuanishbaev@gmail.com

Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ М098-7117-22-01 топ магистранты, Астана, Қазақстан

Аннотация

Мақалада жылу алмасудың маңыздылығын түсіндірілген, негізгі сипаттамаларына шолу жүргізілген және пластиналы жылу алмастырғыштардың артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілген. Пластиналық жылу алмастырғыштардағы жылу алмасу тиімділігін жақсарту бойынша талдау қарастырылып, әдістер берілген. Пластиналық жылу алмастырғыштарда жылу берудің сипаттамасы берілген. Жылу алмасу тиімділігіне әсер ететін факторлар көрсетілген. Пластиналық жылу алмастырғыштардағы жылу алмасудың

тиімділігі туралы қорытынды жасалған және осы саладағы даму перспективалары мен одан әрі зерттеу бағыттары көрсетілген.

Аннотация

В статье объясняется важность теплообмена, дается обзор основных характеристик и показаны преимущества и недостатки пластинчатых теплообменников. Рассмотрен анализ и даны методы и эксперименты по повышению эффективности теплообмена в пластинчатых теплообменниках. В пластинчатых теплообменниках дана характеристика теплопередачи. Показаны факторы, влияющие на эффективность теплообмена. Сделан вывод об эффективности теплообмена в пластинчатых теплообменниках и показаны перспективы развития и направления дальнейших исследований в данной области.

Жылу алмасу жүйесі жылумен жабдықтау жүйелерінде өте маңызды процестердің бірі болып табылады, себебі ол жылу көзінен тұтынушыға жылу беруді қамтамасыз ететін жүйе. Бұл процесс бөлмедегі температураны реттеуге, адамдардың жайлы тұруы мен барлық жұмыс жүйені қамтамасыз етуге, энергияны үнемдеуге және жүйенің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Сонымен, жылу алмасу жылумен жабдықтау жүйесінде температуралық режимді сақтау үшін қажет. Бұл салқындатқыштың бүкіл жүйеге біркелкі таралуын қамтамасыз ете отырып, оның қызып кетуіне немесе салқындауына жол бермейді. Бұл жүйенің қауіпсіз және тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін маңызды және жылу алмасу энергияны үнемдеуге және жылу шығындарын азайтуға көмектеседі. Жылумен жабдықтау жүйесінің тиімді жұмысының және оңтайлы жылу алмасудың арқасында жылу шығындарын едәуір азайтуға және жабдықтың беріктігін арттыруға болады[1]. Физиканың табиғи заңдары жүйедегі энергия тепе-теңдікке жеткенше әрқашан ағып кететінін айтады. Егер температура айырмашылығы болса, жылу табиғи түрде жылы денеден немесе сұйықтықтан суық ортаға өтеді. Бір ортадан екіншісіне немесе бір сұйықтықтан екіншісіне жылу беру теориясы бірнеше негізгі ережелермен анықталады, бұл жылуөткізгіштік заңы болып табылады.

Пластиналы жылу алмастырғыштар алғашқы шығу кезінен бастап көптеген салаларда кеңінен қолданылды, ол 1920 жылдардағы коммерциялық пайдалануларда қолданылып өз кезегінде үлкен танымалдылыққа ие болды. Пластиналы жылу алмастырғыштардың жылу гидравликалық сипаттамаларын арттыру жүйесі энергияны түрлендіру үшін, сонымен оны жақсарту үшін өте маңызды болған инвестициялар есебінен жүйенің үнемділігін берген болатын[2].

Пластиналы жылу алмастырғыштардың беретін артықшылы мен кемшілігін салыстыру 1 кестеде көрсетілген.

Кесте 1

Пластиналы жылу алмастырғыштың артықшылықтары	Пластиналы жылу алмастырғыштың кемшіліктері
1) Кері қарсы болатын ток күшінің шынайы дизайны жылу өнімділігін арттырады және де кідірістің(кедергі) көлемі аз болады, шамамен 80-90%. 2) Экономикалық тиімділік. Яғни, аз салымдарды қажет етеді және жылу алмастырғыштардың басқа түрлерімен салыстырғанда орнату шығындары төмен болып келеді. Пластиналарды оңай алып салуға, ауыстыруға болады, олардың техникалық қызмет көрсету жағынан және пайдалану шығындары шектеулі түрде болады. 3) Сенімділік. Пластиналық жылу алмастырғыштар ластануға, кернеуге, тозуға және коррозияға аз ұшырайды.	1) Нашар тығыздықты болуы мүмкін, бұл жүйенің дұрыс жұмысына кері әсерін алып келуі мүмкін. 2) Қысымның реттелуі шектеулі, әдетте 1,5 МПа-дан аспайды. 3) Егер құрамында қатты заттар бар сұйықтықтармен жұмыс

4) Экологиялық таза, яғни процестің оңтайлы нәтижелерін қамтамасыз ете отырып, энергияны аз тұтынады.	істеу барысында бітелудің жоғары деңгейі байқалады.
5) Реттеу жүйесі. Жұмыс қысымы мен температура кең ауқымды болып келеді.	4) Газ-газ жылу алмасуына жарамайды.
6) Жылу эффективтілігі 98% дейін жетеді.	

Жалпы, конструкциясына келетін болсақ, пластиналық жылу алмастырғыштар арасында жылу алмасу жүретін пластиналар жиынтығынан тұрады. Салқындатқыш ағындардың бірі пластиналар түзетін арналар немесе бағандар арқылы өтеді, ал екінші ағын іргелес тұрған арналар арқылы параллель өтеді. Жылу алмасу пластина материалының жылу өткізгіштігі және ағындар арасындағы конвекция жылу берілуі арқылы жүреді. Пластиналы жылу алмастырғыштар жанасу бетінің үлкен ауданы мен жақсы сұйықтық динамикасының арқасында тиімді жылу алмасуды қамтамасыз етеді.

Жылу алмастырғыштар өнеркәсіпте, электр энергиясын және жылу энергиясын өндіруде, кондиционерлеу жүйелерінде және өңдеу өнеркәсібінде маңызды компонент болып табылады.

Соңғы жылдардағы экологиялық проблемалардың көбеюінің жылу энергиясының, ауа мен судың ластануы, сондай-ақ қалдықтардың жойылуы, энергияны үнемдеу және жаңартылатын энергияны пайдалануды кеңейту қажеттілігі бар болып отырғандығы белгілі. Бұл қайталанбас деректердің тиімді жылу алмастырғыштарды қолдануға баса назар аударуды талап етеді. Пластиналық жылу алмастырғыштар (ПЖА), ол әдетте өзара орналасқан бірнеше гофрленген немесе бедерлі металл тақталардан тұрады. Әр пластинада қабылдау және шығару саңылаулары ретінде қызмет ететін төрт тесік және сұйықтықтарды балама арналар арқылы бағыттауға арналған тығыздағыштар бар.

Содан бері зерттеу жұмыстары осы пластиналы жылуалмастырғыш түріндегі жүйелерін жобалауға және оңтайландыруға бағытталған жұмыстар жалғасын табууда.

Зерттей келе, табылған эксперименттік және сандық зерттеу жұмыстары геометриялық параметрлердің жылу-гидравликалық сипаттамаларға әсерін немесе практикалық қолдану талаптарына сәйкес геометриялық параметрлерді оңтайландыру бойынша жасалған. Жалпы, осы зерттеулердің нәтижелері геометриялық параметрлердің айтарлықтай әсер ететіндігін көрсетеді.

Пластиналы жылу алмастырғыштардың қазіргі заманға сай жаңа конструкциялары мен дизайнын жасау олардың тиімділігі мен өнімділігін жақсарты алады. Мысалы, пластиналардың арнайы пішіндері мен ағындық сипаттамаларын пайдалану ағынның турбуленттілігін жақсартыады және жылу алмасуды арттырады.

Қазіргі таңда пластиналық жылуөткізгіштердің жылуалмасу жүйесінің жетілдіруі бойынша мынандай әдістерге бөлуге болады:

1. Геометриялық түрге қатысты β зерттеулер.
2. Геометриялық параметрлердің түрлері.

Сонымен, пластиналық жылуөткізгіштердің жылуалмасу жүйесін зерттеу бойынша зерттеу жұмыстарының бірі Фокке жасаған эксперименттік зерттеу бейнелеу әдісі бойынша жүргізді[3]. Ол зеттеу бойынша пластиналық жылуөткізгіштердің жылу гидравликалық сипаттамаларына β әсерін зерттеу болды. Мұндағы β - шевронды гофрленген метал бұрышы қанша градуста болуын көрсеткен. Бұл эксперимент нәтижелері бойынша β -бұл пластиналық жылуөткізгіштердің өнімділігіне әсер ететін негізгі параметр деп қарастырылған, яғни β өзгерісі ағынның негізгі құрылымына әсер етеді және осылайша қысымның төмендеуіне әсер етеді және жылу беруге әсерін береді. Зерттеу бойынша әртүрлі β үшін ағын схемалары қарастырылады.

Дович пен Швайч [5] өз еңбектерінде екі гофрленген бейнелеу сынақтарын өткізеді, ол арналардың арасына бірге $\beta = 28^\circ$ және 61° әр түрлі геометриялық параметрлердің арнаға әсерін талдау үшін жылу гидравликалық сипаттамаларын береді. Бейнелеу нәтижелері ағынның екі компоненті екенін көрсетеді. $\beta = 28^\circ$ және 61° арналардағы ағындар негізінен

сәйкесінше қиылысатын (ойық) және толқынды бойлық (зигзаг) өрнектер түрінде басым болады. Әдетте, пластиналар жоғары β ие болса және пластина аралығындағы біркелкілік мәндері неғұрлым қарқынды жылу берумен сипатталатын ағындық арналарды қамтамасыз етеді және жоғары қысым айырмашылықтарымен ерекшеленеді.

Геометриялық параметрлердің түрлеріне байланысты жылу берілуі жетілдіру Гуленоглуның зерттемелеріне қарап [6] үш түрлі пластина геометриясының жылу және гидравликалық сипаттамаларын эксперименттік зерттеуді ұсынғанын көруге болады. Олардың екеуі бірдей геометриялық өлшемде болып келеді, параметрлерін ескермегенде қалғандары үлкен өлшемде түрде болады. Нәтижелер эксперименттер жылу және гидравликалық өнімділік жақсарады деп болжайды, ол пластинаның көлемін азайту арқылы жүзеге асады. Тесік диаметрін және пластинаның тиімді ауданын ұлғайту арқылы ағынның жылдамдығы мен соңындағы біркелкілік арналар азаятындығын байқауға болады. Яғни, бұл зерттеу арқылы жылу берілуінің ұлғаюына пластинаның геометриялық параметрлерін реттеу арқылы жетуге болатынын байқауға болады.

Тағы, геометриялық өлшемге байланысты Файзал және Ахмед [7] шеврон гофры бар пластиналық жылу өткізгішге эксперименттік зерттеу жүргізді, ол пластиналар арасындағы әр түрлі қашықтықтағы температураның шамалы айырмашылығын қолданды, бұл жерде $s = 6$ мм, 9 мм және 12 мм болатын. $S = 6$ мм пластиналық жылу өткізгіші ең эффективті, ең жақсы жылу өнімділігін көрсетті, қысымның аз болуына қарамастан, жылу беру және ұзағырақ қыздыру процестері байқалады.

Сонымен, пластиналық жылу алмастырғыштар үшін гофрлеу бұрышы, яғни β ең маңызды геометриялық параметр болып табылады. Бір фазалы жылу беру кезінде, сондай-ақ қысымның төмендеуі көлбеу бұрышының жоғарылауымен артады, және геометриялық өлшемі де әсер етеді.

Пластиналық жылу алмастырғыштардың тиімділігін жақсартуға арналған жаңа технологиялар мен материалдар да бар. Ол арқылы технологиялар мен материалдардың үнемі дамуымен пластиналық жылу алмастырғыштардың тиімділігін жақсартудың жаңа мүмкіндіктері пайда болады, бұл сала, перспективасы бойынша үлкен маңызға ие болады. Мысалы, пластиналардың бетіне арнайы жабындарды, химиялық түрдегі антикоррозиялық жабындыларды қолдану жылу беруді жақсартады және жылу алмасуға төзімсіздікті төмендетеді. Жылу өткізгіштігі жоғары жаңа материалдар жылу алмастырғыштардың тиімділігін арттыра алады.

Қорыта келе, пластиналық жылу алмастырғыштардағы жылу алмасудың тиімді жағына қарай жақсарту жылу алмасу процестерінің эффективтілігін арттыруға және жүйенің жалпы өнімділігін жақсартуға мүмкіндік бере алатын маңызды инженерлік шешім болып табылады. Арнайы қарастырылған зерттеулер бойынша пластина құрылым жүйелерін пайдалану, ағынды бөлуді жақсарту және жылу беруді жетілдіру сияқты әртүрлі әдістер жылу алмасу тиімділігін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді. Нәтижесінде, пластиналық жылу алмастырғыштардағы жылу алмасудың жақсаруы энергияны тұтынудың төмендеуіне, жүйенің өнімділігінің жоғарылауына және өнімнің сапасын жақсартуға әкеледі.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Деменок С. Л., Теплообмен и гидравлическое сопротивление в трубах и каналах: монография. - Н-Пром Бюро, СПб.:, 2012. - 304 с.
2. Teena P. Benny «Thermal Designing of Plate Fin Heat Exchanger: A Review», Thermal Engineering, Universal Engineering College, Kerala, India, 2016
3. Фокке В.В. Турбулентный конвективный перенос в пластинчатых теплообменниках. Общая тепловая масса
4. Мьюли А., Манглик Р.М. Улучшенные характеристики теплопередачи однофазных потоков в пластинчатом теплообменнике со смешанными шевронными пластинами. Улучшенная теплопередача 1997; 4:187-201.

5. Дович, Сваич. Влияние геометрии шевронных пластин на характеристики пластинчатых теплообменников. Весна 2007;14:37-45.
6. Гуленоглу С., Актурк Ф., Арадаг С., Сезер Узол Н., Какач С. Экспериментальное сравнение характеристик трех различных пластин для пластинчатых теплообменников с уплотнением. Международная термическая наука 2014;75:249-56. doi: 10.1016/j.ijthermalsci.2013.06.012.
7. Файзал М., Ахмед Г. Экспериментальные исследования теплообменника с гофрированными пластинами для применения при небольшой разнице температур. Exp Therm Fluid Sci 2012; 36:242-8. doi:10.1016/j.expthermflusci.2011.09.019.

УДК 62-623.38

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО ДВУХЪЯРУСНОГО МИКРОФАКЕЛЬНОГО ГОРЕЛОЧНОГО УСТРОЙСТВА

¹Макзумова Айнура Кажиапаровна, ²Жумагулов Михаил Григорьевич
a.makzumova@gmail.com

¹Докторант ОП «8D07117 - Теплоэнергетика»

²PhD, ассоциированный профессор, доцент кафедры «Теплоэнергетика»
ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

В современном контексте энергетических технологий, где стремление к эффективности и экологической безопасности становится все более важным, разработка и внедрение инновационных решений для газотурбинных установок (ГТУ) привлекает все большее внимание. Ключевым аспектом в этой области является поиск новых методов улучшения процесса сгорания, который играет определяющую роль в эффективности и экологической пригодности ГТУ.

В этом контексте встает вопрос о разработке и применении новых типов горелок, способных оптимизировать смесь топлива и воздуха, обеспечивая при этом максимальную эффективность сгорания и минимальное воздействие на окружающую среду. В данном тезисе мы представляем результаты экспериментального исследования, посвященного новой двухъярусной микрофакельной горелке (ДМГ) [1], разработанной специально для камеры сгорания газотурбинной установки.

Цель исследования заключалась в оценке эффективности и устойчивости работы различных режимов ДМГ на основе данных, полученных с использованием экспериментального стенда.

1 Экспериментальный стенд

Стенд, представленный на рис. 1 и 2, включает несколько ключевых систем: подачи топлива и воздуха, систему зажигания для фронтального устройства, а также комплекс приборов для контроля и измерения. Камера сгорания на стенде с микрофакельной горелкой имитирует камеру сгорания ГТУ. По сути, исследуемая двухъярусная микрофакельная горелка, закрывающая весь фронт, выполняет функции фронтального устройства.

С использованием данного экспериментального стенда были проведены успешные исследования ряда микрофакельных горелочных устройств для различных типов топливосжигающих установок. Эксперименты, описанные в работах [2, 3], позволили получить ценные данные о работе микрофакельных горелочных устройств на различных видах топлива, включая сжиженный пропан. Полученные результаты отражают эффективность исследования работы горелочных устройств при разных режимах и условиях эксплуатации, что является важным в контексте разработки и совершенствования топливосжигающих систем.