



**“ENERGETIKA KOMPLEKSINING DOLZARB
MUAMMOLARI: ISHLAB CHIQRISH, UZATISH VA
EKOLOGIYA” MAVZUSIDAGI
XALQARO ILMIY-TEXNIK ANJUMANI
MATERIALLARI TO‘PLAMI**



25-26 aprel 2024-yil

Qarshi shahri

4.	Д.М. Ретунский, А.О. Сакерин. Расчёт минимальной толщины металла нескольких трубопроводов на АЭС.	512
5.	Р.Д. Джуми, С.П. Салтыков, Ю.А. Храмова. Формы и методы международной торговли топливно-энергетическими товарами.	516
6.	А.П. Мунин, Д.И. Горчаков, К.В. Березина, Н.А. Морозов. Технологическое развитие топливно-энергетического комплекса за счет утилизации низкопотенциальных ВЭР.	519
7.	Б.Э. Хайридинов, С.У. Умарова, И.Л. Нематов. Теплофизические характеристики овощей, как объектов сушки.	524
8.	Ш.И. Клычев, С.А. Бахрамов, О.Р.Парпиев, М.С. Пайзуллаханов, Л. С. Сувонова, Д.Э. Кадыргулов. Оптико-энергетические характеристики и температуры нагрева в малых однозеркальных солнечных печах.	527
9.	А.К. Ташатов, Д.А. Нормуродов, М.Ш. Нортोजиева. Кристаллическая структура и электронные свойства системы CoSi_2/Si .	531
10.	М.С.Пайзуллаханов, Р.Ю.Акбаров, Ж.З.Шерматов, О.Т.Ражамаев, Ф.Эрназаров, М.Сулайманов, Н.Каршиева, С.М.Абдураимов, А.Холматов, Л.Сувонова. Малая солнечная печь для переработки и плавки материалов.	533
11.	S.M.Xujakulov, Af.A.Vardiyashvili, I.Murodov, B.M.Murodov. Avtonom energiya ta'minoti tizimlarining uzluksizligini ta'minlash sxemalarini ishlab chiqish.	536
12.	Б.Э.Хайридинов, С.И.Ганиев. Иссиқлик аккумуляторли гелионамунавий уйларни иссиқлик таъминоти.	540
13.	Р.С. Мирзаева, С.Б.Донаев. Оптические свойства млэ пленок CaF_2/Si (100).	547
14.	Sh.K. Yaxshiboyev, B.M. Suyunov. Muqobil energiya manbalari asosida mevasabzavot saqlash omborlarida energiya tejankor sovutish tizimini takomillashtirish.	549
15.	G'Y.Ro'ziqulov, U.X.Ibragimov, Sh.H.Ergashev. Quritish kamerasining quyosh havo kollektoridagi havo haroratining o'zgarishini tajribaviy tadqiqoti natijalari.	555
16.	А.У.Вохидов, К.Ю.Рашидов. Интенсификация теплообмена в теплоотводящих каналах плоских солнечных коллекторов.	559
17.	С.Н.Эшбобоев, Ю.А.Усманова. Исследование создание слоев на границах раздела систем CaF_2/GaAs И GaAs/CaF_2 .	565
18.	A.G'.Komilov, Y.Z.Nasrullayev, Sh.H.Ergashev. Binoga integratsiyalangan foto va foto-issiqlik o'zgartirgichli tizimlarni tajriba jaroyonida o'rganish.	567
19.	S.M.Xujakulov, B.G'.Sherqulov, Z.E. Pardayev, J.Oqilov, M.Xusanov. Quyosh parabolotsilindrik konsentratorlarida issiqlik tashuvchi oqim gidrodinamikasini tadqiqot natijalari tahlili.	574
20.	Дусяров А.С. Методика расчета дневного хода тепловой эффективности в инсоляционных пассивных систем солнечного отопления с трансформируемыми плоскими рефлекторами.	581
21.	Д.А. Нормуродов, М.Ш. Нортोजиева. Возможности для создания нанопленок CoSi_2 на поверхности Si.	583

2,52 m² bo'lgan QHK yordamida 14,1...17,9 kVt·soat miqdorida foydali energiya olish mumkinligi aniqlandi.

3. Yilning xarakterli kunlarida QHKning ishlash vaqtida tashqi havo harorati o'rtacha 19...40°C bo'lganda, soat 10⁰⁰ dan 16⁰⁰ gacha vaqt oralig'ida havoni QHKda o'rtacha 50...77°C harorat oralig'ida isitish imkoniyati mavjud ekanligi aniqlandi;

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Prasertsan S., Saen-saby P., Heat pump drying of agricultural materials, Dry. Technol. 16 (1998) 235-250.
2. Colak N., Hepbasli A., A review of heat-pump drying (HPD): Part 2 - applications and performance assessments, Energy Convers. Manag. 50 (2009) 2187-2199.
3. Jangamand S.V., Mujumdar A.S. "Heat pump assisted drying technology-overview with focus on energy, environment and product quality in Modern Drying Technology": Energy Savings, Volume 4: Energy Savings, chapter 4, pp. 121-162, Wiley-VCH, 2011.
4. Клычев Ш.И., Бахрамов С.А., Харченко В.В. «Нестационарность КПД и температур нагрева воды в плоских солнечных коллекторах». // Гелиотехника. 2018. - №3. – с. 51-57.
5. Плешка М.С., Вырлан П.М. Разработка и исследование солнечного воздушного коллектора. // СОК, 2013. - №6. - с. 58-63.
6. Oueslatil H., Ben Mabrouk S., Mami A. Evaluation of the Performance Study of Solar Air Collector by Using Bond Graph Approach. International Review on Modelling and Simulations (I.R.E.MO.S.), Vol. 4, N. 5 October 2011. – p. 2634- 2643.
7. Sacilik K., Elicin A.K. The thin layer drying characteristics of organic apple slices. J. Food Eng., 2006, 73. – p. 281-289.

УДК 662.997-621.472

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В ТЕПЛООТВОДЯЩИХ КАНАЛАХ
ПЛОСКИХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ**

Вохидов А.У., Рашидов К.Ю.

НИУ «Ташкентский институт ирригации и механизации сельского хозяйства»

Ташкент, ул. Кари Ниязи, 39

Аннотация. Статья посвящена к изучению основного элемента плоского солнечного коллектора - лучепоглощающий панели. С этой целью для повышения эффективности работы теплоприемных панелей гелиоколлекторов, а также для снижения массы гелиоколлекторов в целом для них разработаны и приведены листотрубные теплоприемные панели с развитыми теплоотводящими каналами, где в результате которого увеличивается теплосъем и повышается коэффициент полезного действия работы гелиоколлектора ведущее к созданию более малометаллоемких плоских теплоприемных панелей (ПТП), имеющих относительно простую конструкцию, которые эффективно работают и обладают максимально повышенным теплосъемом лучистой энергии при относительно уменьшенных гидравлических сопротивлениях теплоотводящего канала. Также рассмотрены конструкции завихрителей для теплоотводящих каналов панелей солнечных водонагревательных коллекторов интенсифицирующие процессы теплообмена в теплоотводящих каналах (ТОК).

Ключевые слова. интенсификация теплообмена; завихрители; гелиоколлекторы; теплоотводящий канал; теплосъем; турбулизатор.

**INTENSIFICATION OF HEAT TRANSFER IN HEAT REMOVAL CHANNELS
of flat-plate solar collectors**

Vokhidov A.U., Rashidov K. Yu.

NRU «Tashkent Institute of Irrigation and Mechanization of Agriculture»

39, Kara Niyazi str., Tashkent.

Abstract. The article is devoted to the study of the main element of a flat-plate solar collector - a light absorbing panel. To this aim, to increase the efficiency of the solar collector heat receiving panels, as well as to reduce the weight of solar collectors in general, sheet-tube heat receiving panels with developed heat removal channels have been developed and presented for them, where as a result of which the heat collection increases and the efficiency of the solar collector increases, leading to the creation of more low-metal-intensive flat-plate heat receiving panels (HRP) having a relatively simple construction, which work efficiently and have the highest possible heat recovery of radiant energy with relatively reduced hydraulic resistances of the heat sink channel. The designs of swirlers for heat dissipation channels of solar water heating collector panels intensifying heat transfer processes in heat removal channels (HRC) are also considered.

Keywords. intensification of heat exchange; swirlers; solar collectors; heat sink channel; heat sink; turbulator.

Введение. В связи с ростом энергонапряженности устройств, повышением требований к возможным режимам регулирования систем достаточно актуально стоит вопрос изучения возможных процессов интенсификации теплообмена. Уменьшение массогабаритных характеристик теплообменников за счет процессов интенсификации особенно имеет большое значение энергетике [1]. Опыт создания и эксплуатации различных теплообменных аппаратов показал, что разработанные к настоящему времени методы интенсификации теплообмена обеспечивают снижение габаритов и металлоемкости (массы) устройств в 1,5...2,0 и более раза по сравнению с аналогичными серийно выпускаемыми устройствами при одинаковой тепловой мощности и мощности используемой на прокачку теплоносителей.

Материалы и методы. В настоящее время предложены и исследованы разнообразные методы интенсификации конвективного теплообмена. Применительно к течению однофазных теплоносителей используются турбулизаторы потока на поверхности, шероховатые поверхности, развитые за счет оребрения, закрутка потока спиральными ребрами, шнековыми устройствами, завихрителями, установленными на входе в канал, подмешивание к потоку жидкости газовых пузырей, а к потоку газа-твердых частиц или капель жидкости, вращение или вибрация поверхности теплообмена, пульсации теплоносителя, воздействие на поток электростатических полей, отсос потока из пограничного слоя, струйные системы. Эффективность интенсификации для разных способов при существенно различных затратах энергии различна. Интенсификация теплообмена при использовании периодически кольцевых выступов (рис. 1). Это один из наиболее эффективных и исследованных способов интенсификации. Стоит отметить, что накатка кольцевых канавок достаточно технологична, так как не увеличивает наружный диаметр труб, позволяя использовать данные трубы в тесных пучках и не менять существующей технологии сборки теплообменных аппаратов. Кольцевые диафрагмы и канавки турбулируют поток в пристенном слое и обеспечивают интенсификацию теплообмена снаружи и внутри труб. Для труб с кольцевыми турбулизаторами получены обобщающие зависимости для определения коэффициентов теплоотдачи и гидравлического сопротивления от числа Рейнольдса Re , шага расположения турбулизаторов t/D и высоты турбулизатора d/D . Во всех ниже приведенных зависимостях при вычислении коэффициентов теплоотдачи в трубах с кольцевыми турбулизаторами и в пучках труб увеличение поверхности теплообмена не учитывалось, т. е. плотность теплового потока определялась по поверхности гладкой трубы [1].

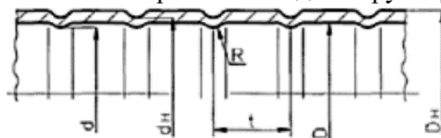


Рис.1 Продольный разрез трубы с кольцевой накаткой.

Закрутка потока в трубах с помощью винтовых вставок. При закрутке потока местные пристеночные скорости увеличиваются, и общее течение изменяется. Закрутка потока в трубах осуществляется при использовании закрученных лент и шнеков (рис. 2). При этом оно поддерживается непрерывно по всей длине трубы, что обеспечивает постоянство соотношения тангенциальной и осевой составляющей скорости [1].

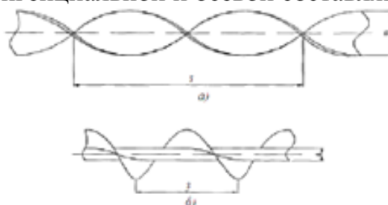


Рис. 2. Винтовые вставки: 1-закрученная лента; 2-шнек.

При закрутке потока лентой в поперечном сечении жидкость перетекает от периферии к центру в результате действия градиента давления. Кроме того, жидкость из пограничного слоя проникает в ядро потока. Эти движения приводят к возникновению четырех вихревых областей, которые способствуют усилению теплообмена и совместно с действием центробежных сил уменьшают толщину пограничного слоя. Вихревое смешение также способствует возникновению турбулентного течения при меньших числах Re .

Результаты. Турбулентное течение теплоносителей в теплообменных аппаратах предпочтительнее, так как оно обеспечивает выгоднее соотношение между уровнем теплообмена и величиной потерь давления по сравнению с ламинарным режимом. Однако ламинарное и переходное течения также реализуются в каналах теплообменного оборудования как при нерасчетных режимах работы (пониженные расходы сред), так и при нормальных режимах эксплуатации. При ламинарных режимах течения определяющим механизмом переноса тепла является теплопроводность (поперек потока, по нормали к стенке), поэтому интенсивность теплоотдачи относительно мала. В отличие от турбулентного течения, в ламинарном (переходном) потоке термическое сопротивление в канале более равномерно распределено по всему его поперечному сечению, поэтому для интенсификации теплоотдачи необходимо возмущающее воздействие на обширную зону пристенного течения. Ленточные завихрители в этой области режимов особенно эффективны. Для ламинарного течения предпочтителен диапазон шагов закручивателя $S=(6...10)D$.

Анализ, проведенный в различных работах, показывает, что увеличение теплоотдачи, полученное с помощью закручивателей, в переходном и турбулентном режимах с ростом числа Re значительно падает, и поэтому использовать закручиватели при больших числах Re для потока в трубе не рекомендуется.

Опыт создания и эксплуатации, различных тепломассообменных устройств показал, что разработанные методы интенсификации теплообмена обеспечивают снижение габаритов и массы этих устройств в 1,5...2 раза и более по сравнению с аналогичными серийно выпускаемыми устройствами при одинаковой тепловой мощности и мощности на прокачку теплоносителей. Эффективность этих способов различна, в лучшем случае удается увеличить теплоотдачу в 2–3 раза, но для разных способов при существенно различных затратах энергии.

По проведенным экспериментальным исследованиям с учетом длины теплоотводящего канала 1 м, с диаметром 20 мм, числом Re в пределах от 100 до 400, скорости теплоносителя от $2 \cdot 10^{-3}$ до $5 \cdot 10^{-3}$ м/с, было установлено то, что при использовании ленточных завихрителей в теплоотводящих каналах незначительно влияет ($\pm 10 \div 15\%$) на коэффициент гидравлического сопротивления при ламинарном-вязком режиме протекающего теплоносителя в горизонтальном канале.

Обсуждение. В Физико-техническом институте АН РУз за последние годы под руководством проф. Авезова Р.Р. были разработаны новые конструкции плоских теплоприемных панелей, где основной задачей было создание малометаллоемких плоских теплоприемных панелей (ПТП), имеющих относительно простую конструкцию, которые эффективно работают и обладают максимально повышенным теплосъемом лучистой энергии при уменьшенных гидравлических сопротивлениях теплоотводящего канала [2, 3, 8, 12].

Разработана листотрубная теплоприемная панель гелиоколлектора (рис.3) [2], состоящая из трубки для теплоносителя и соединенных с ней продольно с двух сторон теплоприемных листов, где внутренняя поверхность трубки выполнена накаткой в виде колец, при этом теплоприемные листы выполнены с рифленой поверхностью и селективным покрытием из оксида алюминия, наносимого методом электрохимического анодирования. Данная конструкция даёт возможность максимально повысить эффективность теплосъема с плоской поверхности панели гелиоколлектора за счет того, что при прохождении теплоносителя по такой накатанной трубке, под воздействием лучистой энергии и поглощении ее панелью начинают срабатывать процессы турбулизации, а также интенсификации теплообмена между теплоносителем и теплоприемной панелью, где обеспечивается максимальный и эффективный теплосъем. Плоская теплоприемная панель с накатанным теплоотводящим каналом в предлагаемой конструкции, имеет следующие преимущества: имеет развитую теплообменную поверхность теплоотводящего канала, высокую эффективность теплосъема, относительно низкая себестоимость, неметаллоемкая при изготовлении.

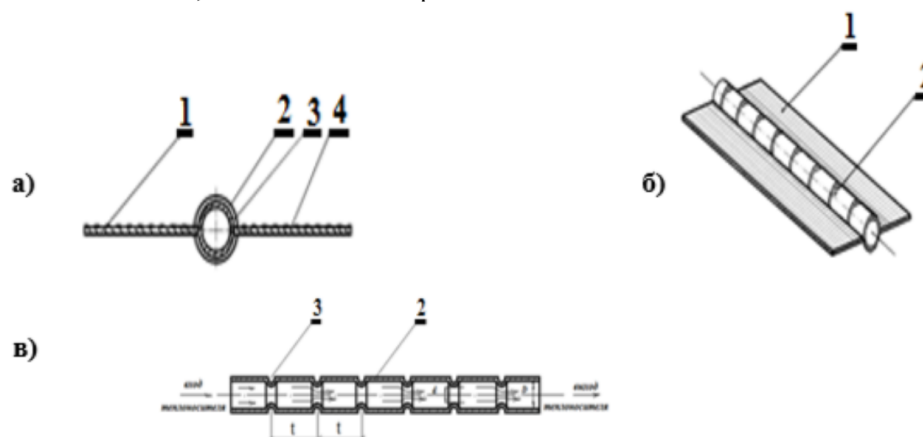


Рис.3 – Плоская теплоприемная панель гелиоколлектора с накатанным теплоотводящим каналом (а), общий вид теплоприемной панели(б), разрез трубки(в), где: плоская теплоприемная панель гелиоколлектора выполнена из листового алюминиевого сплава с накатанным теплоотводящим каналом, изготовленная присоединением трубки из меди, латуни или нержавеющей стали к рифленому листу из алюминиевого сплава сварочным швом или пайкой, где: 1 – рифленая теплоприемная панель с селективным покрытием; 2 – накатанная трубка; 3- выполненная накатка на трубке; 4 – рифленая поверхность панели[2].

Также разработана листотрубная теплоприемная панель гелиоколлектора (рис.4) [12], где сущность работы теплоприемной панели состоит в том, что повышение эффективности теплосъема теплоприемной панели гелиоколлектора происходит за счет интенсификации процесса теплообмена, а также придания струе жидкости эффект закручивания, где внутри теплоотводящего канала размещен ленточный завихритель. На концах теплоотводящего канала с двух сторон выполняется накатка для фиксирования

ленточного завихрителя. При прохождении теплоносителя по такой трубке, под воздействием ленточного завихрителя поток жидкости обретает винтовое закручивание, а также происходит процесс интенсификации теплообмена между теплоносителем и теплоприемной панелью, где в результате закрутки потока жидкости происходит увеличение местных пристеночных скоростей и общей перестройки течения жидкости, а также в поперечном сечении в трубке происходят перетекания жидкости от периферии к центру в результате действия градиента давления, тем самым равномерно распределяется теплообмен на всех слоях и зонах жидкости, где и обеспечивается максимально эффективный теплосъем. Для наилучшего поглощения солнечной радиации поверхность теплоприемной панели выполнена рифленым. Также технический результат достигается за счет того, что поверхность теплоприемной панели выполнены с селективным покрытием из оксида алюминия, наносимого методом электрохимического анодирования. Замковые элементы имеющиеся на концах теплоприемных панелей позволяют выполнять сборку (разборку) общей тепловоспринимающей панели гелиоколлектора и собрать ее в одной плоскости. Теплоприемная панель в предлагаемой конструкции, имеет следующие преимущества: имеет развитую внутреннюю теплообменную поверхность теплоотводящего канала, высокую эффективность теплосъема, относительно низкую себестоимость, неметаллоемкая при изготовлении, удобство при разборке и сборке теплоприемных элементов, удобство при изготовлении теплоприемных панелей.

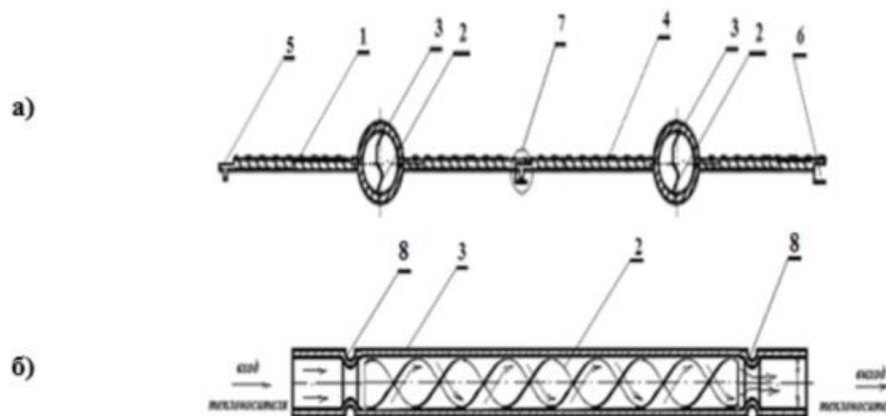


Рис.4 - Листотрубная теплоприемная панель гелиоколлектора с ленточным завихрителем (а) - общий вид теплоприемной панели, (б) поперечное сечение трубки теплоприемной панели гелиоколлектора, где: рифленая теплоприемная панель с селективным покрытием - 1; ленточный завихритель – 2; теплоотводящий канал (трубка) – 3; рифленая поверхность панели – 4; шиповая часть замка -5; пазовая часть замка -6, надежный замок – 7, накатка выполненная методом накатывания роликами- 8.

При конструировании листотрубных теплоприемников солнечных водонагревателей особо важно оптимизировать межтрубное расстояние теплоприемника[10], т.е. решить проблемы максимальной теплопроизводительности теплоприемника при его минимальной массе[11].

Разработанный метод комплексной оптимизации межтрубного расстояния листотрубных лучепоглощающих теплообменных панелей плоских солнечных коллекторов, обеспечивающий их максимальную производительность при минимальной массе их лучепоглощающих теплообменных панелей, внедрен в предприятие ООО«MIRSOLAR». Внедрение результатов исследований в производстве теплообменных панелей плоских солнечных коллекторов позволило экономить 0,4015 кг с 1м² площади их поверхности [9].

Важно отметить категории металлоемкости теплоприемных панелей, которые устанавливаются исходя из массы использованного материала в 1 м² готовой изготовленной панели, с учетом использованного материала (алюминий, нержавеющая сталь, медь и т.п.), где: 1) теплоприемные панели с использованием материала в пределах 5-7 кг в 1 м² относятся – к металлоемким; 2) теплоприемные панели с использованием материала до 3,5 кг в 1 м² готового изделия – к малометаллоемким.

В табл. 1 приведена сравнительная оценка конструкций теплоприемных панелей (ТПП) различных конструкций.

Таблица 1

Сравнительная оценка конструкций теплоприемных панелей

	Наименование панели (вид панели)	Металло емкость Теплоприемной панели на 1 м ² (кг)	Тепло отводя щий канал (ТОК)	Материал изготовленной панели
.	ЛТП из зачерненной металлической пластины с полуканавками [4]	более 7,0	гладкий	Нержавеющая сталь
.	ЛТП цельно изготовленная из коррозионностойкого алюминиевого сплава [4]	3,5-4,5	гладкий	Алюминий
.	ЛТПс замковыми элементами цельно изготовленная из алюминия по технологии – литье под давлением [5]	3,5-4,5	гладкий	Алюминий
.	ЛТП цельно изготовленная с утолщением к трубке из алюминия по технологии – литье под давлением [6]	3,5-4,5	гладкий	Алюминий
.	ЛТПс цельно изготовленная из алюминия по технологии – литье под давлением [7]	до 3,5	гладкий	Алюминий
.	Модернизированная теплоприемная панель с замковыми элементами цельно изготовленная из алюминиевого профиля методом экструзии [8]	3,5-4,5	гладкий	Алюминий
.	ЛТП с витым теплоотводящим каналом [3]	до 3,5	Разви - той	Панель – алюминиевая Трубка - медная
.	ЛТПс накатанным теплоотводящим каналом в виде колец [2]	до 3,5	Разви - той	Панель – алюминиевая Трубка - медная

Заключение.

Таким образом, при в зависимости от температуры получаемой горячей воды $t_{f_{вых}} = 37; 45; 55$ °С в листотрубных лучепоглощающих панелей плоских солнечных коллекторов с ленточными завихрителями можно увеличить их теплопроизводительность до 5-10 % по сравнению с традиционными лучепоглощающими панелями плоских солнечных коллекторов.

Список использованных источников:

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

2. Патент UZ № FAP 01563 F24S10/75 (2018.01) от 28.11.2020 г., Авезов Р.Р., Авезова Н.Р., Рашидов Ю.К., Абдухамидов Д.У., Самиев К.А., Рашидов К.Ю. «Листотрубная теплоприемная панель гелиоколлектора».
3. Патент UZ № FAP 01472 F24S10/75 (2018.01) от 15.01.2020 г., Авезов Р.Р., Авезова Н.Р., Рашидов Ю.К., Абдухамидов Д.У., Рашидов К.Ю. «Листотрубная теплоприемная панель гелиоколлектора».
4. Авезова Н.Р. Комплексная оптимизация параметров листотрубных лучепоглощающих теплообменных панелей плоских солнечных коллекторов для нагрева жидкого теплоносителя // Международный научный журнал «Гелиотехника», 2011 г., №1, 8-15 стр.
5. Патент KZ №1584 F24J 2/00 (2006.01) от 29.07.2016 г., Байсеитов Д.М., Тыныштыкбаев К.Б. Листотрубная теплоприемная панель гелиоколлектора.
6. Патент KZ №1583 F24J 2/00 (2006.01) от 29.07.2016 г., Байсеитов Д.М., Тыныштыкбаев К.Б. Листотрубная теплоприемная панель гелиоколлектора.
7. Патент KZ №1610 F24J 2/00 (2006.01) от 15.08.2016 г., Байсеитов Д.М., Тыныштыкбаев К.Б. Способ изготовления листотрубной теплоприемной панели гелиоколлектора.
8. Патент UZ №FAP 01490 F24S10/75 (2018.01) от 17.03.2020 г., Авезов Р.Р., Рашидов Ю.К., Рашидов К.Ю. «Плоская лучепоглощающая теплообменная панель».
9. Авезова Н.Р. Автореферат. УДК: 662.997 – 621.47. «Моделирование процессов теплового преобразования солнечной энергии в плоских коллекторах и оптимизация их основных параметров для использования в системах горячего водоснабжения», Ташкент - 2018 г., 37- 46 стр.
10. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ: Гувохнома № DGU 02506 от 04.06.2012. «Математическая модель для комплексной оптимизации межтрубного расстояния и расхода теплоносителя через теплоотводящие каналы листотрубных лучепоглощающих теплообменных панелей плоских солнечных коллекторов для нагрева жидких теплоносителей». Авторы: Авезов Р.Р., Авезова Н.Р., Касимов Ф.Ш., Самиев К.А., Ахатов Ж.С. // Официальный бюллетень. Агентство по интеллектуальной собственности РУз. № 7 (135). 2012. – 150 стр.
11. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ: Гувохнома № DGU 03822 от 27.05.2016. «Математическая модель для определения теплопроизводительности плоских солнечных водонагревательных коллекторов при наперед заданной температуре получаемой из них горячей воды». Авторы: Авезов Р.Р., Авезова Н.Р. // Официальный бюллетень. Агентство по интеллектуальной собственности РУз. № 7 (183). 2016. – 154 стр.
12. Патент UZ № FAP 2022 0180 F24S10/75 (2018.01) от 18.05.2022 г., Вохидов А.У., Рашидов К.Ю., Амиркулов Н.С. «Листотрубная теплоприемная панель гелиоколлектора».
13. Авезова Н.Р., Авезов Р.Р., Вохидов А.У., Куралов М.А., Хаитмухамедов А.Э., Усманов А.Ю., Рахимов Э.Ю. Коллекторы солнечные. Методы испытаний. – Ўзбекистон Республикаси Давлат стандарти. О'з DSt ISO 9806: 2020(ISO 9806:2017, MOD). – 51 с.
14. Avezov R.R., Vokhidov A.U., Ibragimov U.H., Usmanov A.Yu. Increasing the Convective Heat Transfer Coefficient Inside Heat Removal Channels of Sheet-Piped Light-Absorbing Panels of Flat-Plate Solar Collectors in the Laminar Flow Regime of Heat Transfer Fluid // Applied Solar Energy. – USA. 2020. – Vol.56, №2. – pp. 114-117.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОЗДАНИЕ СЛОЕВ НА ГРАНИЦАХ РАЗДЕЛА СИСТЕМ

CaF₂/GaAs И GaAs/CaF₂

Эшбобоев С.Н., Усманова Ю.А.

Каршинский государственный университет, 180003 Карши, Узбекистан