УДК 504.4.094

DOI: 10.53297/18293379-2021.1-28

**РАЗРАБОТКА КЕРАМИЧЕСКИХ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ
СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ-ПЛИТ**

С.С. Апоян

Союз армянских производителей керамики

Актуальной проблемой современного мира является глобальное потепление Земли, чреватое климатической катастрофой. Помимо этого, для Армении важной стратегической задачей является вопрос сокращения дорогостоящих импортных рискованных поставок углеводородного и ядерного топлива и повышения энергетической безопасности страны.

Союз армянских производителей керамики разработал керамические теплогенерирующие солнечные плиты-коллекторы нового поколения, которые позволяют более эффективным, легкодоступным и дешёвым способом преобразовать солнечную энергию в тепловую энергию горячей воды. Подогретая таким экологически чистым и широкодоступным способом вода может быть использована для горячего водоснабжения (ГВС) и дополнительного вспомогательного обогрева помещений. В Армении для получения горячей воды на бытовые и технические нужды используется электроэнергия и сжигается углеводородное топливо на сумму, эквивалентную 200...300 млн долл. США в год. При этом в атмосферу выбрасываются десятки тысяч тонн углекислоты, водяного пара и других парниковых газов.

При массовом внедрении керамических солнечных коллекторов-плит, например, в виде кровельной черепицы или других элементов фасада возможно получение очень дешёвой горячей воды для ГВС и тёплого воздуха для дополнительного вспомогательного отопления помещений в весенний – осенний сезоны года. Массовое внедрение черепиц-коллекторов (так называемая “гелиофикация” зданий) позволит сэкономить значительное количество электроэнергии, природного газа и др. видов топлива на нагрев воды, существенно снизить эмиссию парниковых газов в атмосферу. Крупномасштабное внедрение солнечных черепиц в ряде стран региона, вероятно, поможет смягчить глобальное потепление. Гелиофикация Армении позволит также уменьшить расход финансовых средств на покупку энергоносителей и направить сэкономленные средства на развитие экономики страны.

Ключевые слова: солнечный керамический водонагревательный коллектор, замедление глобального потепления, повышение энергетической безопасности Армении.

Введение. Как известно, одной из актуальных проблем современного мира является глобальное потепление, ведущее к изменению климата и другим катастрофическим последствиям. На международных экологических конференциях ООН по изменению климата (Каговица, Польша, 2018 г. и Мадрид, Испания, 2019 г.), а также виртуальном саммите ООН по климату (2020 г.) приняты серьёзные организационно-технические решения, требующие от стран введения ограничений по сжиганию углеводородного топлива, резкого сокращения эмиссии парниковых газов в атмосферу.

Одновременно странам - участникам саммита рекомендуется в кратчайшие сроки внедрять солнечные и другие виды “зелёных” технологий.

Республика Армения, не имея промышленных запасов углеводородного топлива, вынуждена постоянно импортировать огромное количество природного газа и других энергоносителей, что, несомненно, является тяжким бременем для экономики страны. В то же время Армения обладает огромным потенциалом солнечной энергии, широкое использование которой позволит:

- сократить расход электрической энергии и сжигание импортных органических энергоносителей;
- существенно сократить выбросы в окружающую среду парниковых газов – оксидов углерода, азота и водяного пара.

Для широкомасштабного использования солнечной энергии необходимо разработать и внедрить простой по технологии производства (изготовления), а значит, более дешёвый и доступный широким слоям населения способ преобразования солнечной энергии, например, в тепловую.

Состояние вопроса. Наиболее распространённым способом использования солнечного тепла является получение горячей воды для горячего водоснабжения и дополнительного отопления с помощью солнечных энергоустановок - солнечных водонагревателей (СВН).

Рынок СВН представлен широким ассортиментом различных плоских и вакуумных солнечных установок. Однако все СВН производятся с использованием в их конструкциях дорогостоящих материалов и комплектующих (медные листы – абсорберы, трубы, вакуумные колбы из легированного стекла, специальные селективные покрытия лучепоглощающих поверхностей и др.), которые значительно повышают как себестоимость, так и розничную цену солнечного коллектора. Таким образом, предлагаемые на рынке солнечные водонагреватели недоступны для широких слоёв населения.

Для широкомасштабного массового внедрения СВН в экономику Армении необходимо было для солнечных коллекторов нового поколения разработать такие технические решения и применить такие принципиально

новые и недорогие материалы, которые обеспечили бы при высокой эффективности и долговечности гелиоустановки снижение стоимости СВН, по крайней мере, до 70...80 долл. США в расчёте на 1 кв. м солнечного коллектора.

Актуальность темы. Мировой объем произведённой тепловой энергии солнечными коллекторами в 2014 г. составил 162.000 ГВт·час. В ряде стран СВН стали обычным атрибутом жизни. В Израиле 80% ГВС осуществляется за счёт солнечных установок, что даёт возможность сэкономить до 7% произведённой в стране всей электроэнергии и направить ее на другие важные цели. В настоящее время в мире работает более 2 млн. гелиоустановок горячего водоснабжения. Площадь солнечных (тепловых) коллекторов в США составляет 10 млн кв. м, а в Японии – 8 млн кв. м [1].

Важность разработки эффективно работающего, долговечного и более дешёвого СВН обусловлена геополитическими, экономическими, социальными и экологическими соображениями. Очевидно, что повышение самодостаточности (автономности) снабжения объектов страны тепловой солнечной энергией в определённой степени снизит зависимость Армении от стран-экспортёров энергоносителей.

Одновременно, в более широком аспекте, гелиофикация страны и региона будет способствовать смягчению глобального потепления.

Целью исследования является разработка солнечного водонагревательного коллектора нового поколения, который при достаточной эффективности генерации тепла имел бы:

- повышенную стойкость к атмосферным воздействиям;
- низкие эксплуатационные расходы;
- высокую долговечность;
- низкую себестоимость продукта и доступную (для широких слоёв населения) рыночную цену продаж.

Постановка задачи и цель исследования. Ввиду того, что керамическая черепица по своим физико-механическим и другим потребительским свойствам, а также по долговечности признана “королевой” крыш, была поставлена задача: модернизировать и конструктивно преобразить керамическую черепицу (элемент кровли) таким образом, чтобы в ней уже при формовке образовались цилиндрические и трубообразные полости для нормального течения, циркуляции воды (теплоносителя).

Технология изготовления и испытания. Для изготовления керамического солнечного коллектора (рис. 1) были использованы местные армянские глины и отходы медно-молибденового производства [2].

Рис. 1. Керамический солнечный водонагревательный коллектор

Суспензия керамической массы измельчалась в шаровой мельнице мокрого помола, влажность суспензии составляет 40...43 масс.%. После формовки керамического корпуса СВН подвергался начальной сушке при 20...25°C и окончательной сушке до 1,5% при 45...50°C. Далее на полуфабрикат наносится ангоб, или специальный слой глазури чёрного оттенка [3,4].

Обжиг глазурированного сырца проводили в камерной печи при температуре 1100...1150°C. Общий цикл обжига длился около 22 часов. Водопоглощение черепка после обжига изделия находилось в пределах 1...2%, что соответствует пористости технического фарфора, или так называемого “каменного товара” [5,6].

Ввиду достаточно высоких температур обжига (спекания) керамическая плитка СВН имеет высокую механическую прочность на изгиб до 600...700 кг/см². Эта прочность в несколько раз превышает механическую прочность традиционной керамической кровельной черепицы (рис. 2).

Рис. 2. Керамическая кровельная черепица с чёрной матовой глазурью

Отметим, что по стандарту России высококачественная керамическая черепица должна выдерживать изгибающую нагрузку 122,5...200 кг на одну черепицу [4]. Керамическая плита-коллектор СВН имеет также высокую морозостойкость, соответствующую требованиям евростандартов – более 150 циклов влажного замораживания/оттаивания.

Испытания эффективности нагрева воды в СВН проводили в конце февраля - начале марта при ясной, малооблачной погоде.

Результаты исследования. Испытания плит-коллекторов СВН показали, что холодная вода интенсивно нагревается в керамическом солнечном коллекторе. На рис. 3 представлен график нагрева холодной воды в керамическом коллекторе без теплоизоляции (кривая 1) и при наличии теплоизоляции и стеклянного покрова абсорбера (кривая 2).

Рис.3. График нагрева холодной воды в керамическом СВН без теплоизоляции (кр. 1) и с теплоизоляцией (кр. 2) керамического коллектора

Из графика видно, что при теплоизоляции керамического коллектора холодная вода (10°C) нагревается до $50...52^{\circ}\text{C}$ примерно за 50 мин. Воду с такой температурой нагрева можно использовать в бытовых, производственных и отопительных целях.

При последовательном соединении двух и более коллекторов на выходе из СВН происходит дальнейшее повышение температуры воды до $70...80^{\circ}\text{C}$.

Эффективность нагрева воды в керамическом коллекторе обусловлена тем, что:

- воспринимающая солнечные лучи поверхность коллектора покрыта специальной черной матовой глазурью, которая хорошо поглощает волновую энергию (широкий спектр) солнечных лучей и эффективно преобразует ее в тепловую энергию. Эта энергия накапливается (аккумулируется) в стенках трубок коллектора, в которых циркулирует вода (теплоноситель);
- теплопроводящие трубки коллектора изготовлены из прочного технического фарфора и имеют минимально возможную толщину стенки (2...2,5 мм), что способствует передаче накопленного тепла воде;
- ввиду практического отсутствия пористости технического фарфора коэффициент теплопроводности материала значительно выше показателя теплопроводности традиционной кровельной черепицы.

Заключение

1. Разработанный солнечный водонагревательный коллектор полностью изготовлен из прочного технического фарфора, не содержит каких-либо металлических частей, не корродирует, устойчив против ультрафиолетовых лучей и имеет высокую долговечность.
2. Керамический солнечный коллектор изготавливается из местного дешёвого сырья и отходов промышленности по упрощённому производственному циклу, не содержит дорогостоящих дефицитных комплектующих, что обеспечивает низкую себестоимость продукции и низкую (приемлемую) цену продаж.
3. Керамический солнечный коллектор может быть изготовлен в виде кровельной черепицы. В этом варианте он представляет собой изделие двойного назначения, т.е. одновременно является и солнечным водонагревательным коллектором, и энергоэффективной долговечной кровлей.
4. Массовое широкомасштабное внедрение в РА керамических солнечных коллекторов (гелиофикация зданий, сооружений и др.) позволит существенно сократить импорт дорогостоящего углеводородного сырья, что повысит энергобезопасность Армении.
5. Кровля, построенная из керамических коллекторов-плит, будет не только энергосберегающим (энергоэффективным), но и энергосберегающим кровельным покрытием.
6. Внедрение керамических солнечных коллекторов в стране позволит снизить выбросы парниковых газов в окружающую среду, что будет способствовать процессу замедления глобального потепления.

7. Для практического внедрения керамических солнечных коллекторов нового поколения необходима поддержка государственных органов РА и экологических фондов страны.

Литература

1. А.с. СССР SU 104 46 15 А. Масса для изготовления фарфоровых изделий/ **К.Г. Асланян, С.С. Апоян** и др. -1982.
2. А.с. СССР SU 117 43 98 А. Нефритованная глазурь/ **С.С. Апоян, М.Г. Амамчян** и др. -1983.
3. ГОСТ Р 566 88 - 2015. Черепица керамическая. Технические условия.
4. Химическая технология керамики и огнеупоров/ Под ред. **Д.Н. Полубояринова**. -М.: Стройиздат, 1972. -365 с.
5. Справочник фарфоро-фаянсовой промышленности/ **И.И. Мороз**.-М.: Легкая промышленность, 1970. -Т.1 -250 с.
6. Техническая керамика/ Под ред. **В.Л. Балкевича**. -М.: Стройиздат, 1974. - 240 с.

*Поступила в редакцию 11.02.2021.
Принята к опубликованию 13.05.2021.*

ՋԵՐՄՈՒԹՅՈՒՆ ԳԵՆԵՐԱՑՆՈՂ ԱՐԵՎԱՅԻՆ ԿԵՐԱՄԻԿԱԿԱՆ ԿՈՆԵԿՏՈՐ-ՍԱԼԻԿՆԵՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄՇ

Ս.Ս. Ապոյան

Ժամանակակից աշխարհում հիմնախնդիր է դարձել Երկրի զրոգալ տաքացումը, որը հղի է կլիմայական աղետով: Միաժամանակ, Հայաստանի համար կարևոր ռազմավարական խնդիրներ են ածխաջրածնային և միջուկային թանկարժեք վառելիքի ներմուծման ռիսկային մատակարարումները կրճատելու և Երկրի էներգետիկ անվտանգությունը բարձրացնելու հարցերը:

Հայկական կերամիկա արտադրողների միությունը մշակել է նոր սերնդի կերամիկական ջերմություն գեներացնող արևային կոնեկտոր-սալիկներ, որոնք թույլ են տալիս արևի էներգիան փոխակերպել տաք ջրի ջերմային էներգիայի՝ առավել արդյունավետ, մատչելի և էժան եղանակով: Նման էկոլոգիապես մաքուր և մատչելի եղանակով ստացված տաք ջուրը կարող է օգտագործվել տաք ջրամատակարարման (ՏՋՄ) և տաքաձնների լրացուցիչ օժանդակ ջեռուցման համար: Հայաստանում կենցաղային և տեխնիկական կարիքների համար տաք ջուր ստանալու նպատակով օգտագործվում է էլեկտրաէներգիա, և այրվում է տարեկան 200...300 միլիոն ԱՄՆ դոլարին համարժեք գումարով ածխաջրածնային վառելիք: Միևնույն ժամանակ, մթնոլորտ են արտանետվում տասնյակ հազարավոր տոննա ածխաթթու գազ, ջրային գոլորշի և ջերմոցային այլ գազեր:

Կերամիկական արևային կոլեկտորային սալերի զանգվածային ներդրմամբ, օրինակ՝ տանիքի սալիկների կամ ճակատային այլ տարրերի տեսքով, հնարավոր է տարվա զարնանային-աշնանային եղանակներին ձեռք բերել շատ էժան տաք ջուր՝ ՏՋՄ և տաք օդի, տարածքների լրացուցիչ օժանդակ ջեռուցման համար: Կոլեկտորային սալիկների զանգվածային ներդրումը (այսպես կոչված, Երկրի շենքերի «հելիոֆիկացումը») թույլ կտա զգալի քանակությամբ էլեկտրաէներգիա, բնական գազ և այլ տեսակի վառելիք խնայել ջրի ջեռուցման համար, զգալիորեն կնվազեցնի ջերմոցային գազերի արտանետումը մթնոլորտ: Տարածաշրջանի մի շարք երկրներում արևային կոլեկտորների տանիքներին լայնածավալ ներդրումը, ամենայն հավանականությամբ, կօգնի՝ մեղմելու գլոբալ տաքացումը: Հայաստանի հելիոֆիկացումը թույլ կտա նաև կրճատել էներգակիրների գնման համար ֆինանսական ռեսուրսների ծախսերը և խնայված միջոցներն ուղղել երկրի տնտեսության զարգացմանը:

Առանցքային բառեր. արևային կերամիկական ջրատաքացուցիչ կոլեկտոր, գլոբալ տաքացման դանդաղեցում, Հայաստանի էներգետիկ անվտանգության բարձրացում:

DEVELOPING CERAMIC HEAT-GENERATING SOLAR COLLECTORS-PLATES

S.S. Apoyan

An urgent problem of the modern world is the global warming of the Earth, fraught with a climatic catastrophe. In addition, an important strategic task for Armenia is the issue of reducing the costly imported risky supplies of hydrocarbon and nuclear fuel and increasing the country's energy security.

The Union of Armenian Ceramics Manufacturers has developed a new generation of ceramic heat-generating solar collector- plates, which allow converting solar energy into thermal energy of hot water in a more efficient, easily accessible and cheap way. Water heated in such an environmentally friendly and widely available way can be used for hot water supply (DHW) and additional auxiliary heating of premises. In Armenia, to obtain hot water for domestic and technical needs, electricity is used and hydrocarbon fuel is burned in an amount equivalent to USD 200...300 million per year. At the same time, tens of thousands of tons of carbon dioxide, water vapor and other greenhouse gases are emitted into the atmosphere.

With the massive introduction of ceramic solar collector plates, for example, in the form of roof tiles or other facade elements, it is possible to obtain very cheap hot water for hot water supply and warm air for additional auxiliary heating of premises in the spring - autumn seasons of the year. The mass introduction of collector tiles (the so-called "heliofication" of buildings, countries) will save a significant amount of electricity, natural gas and other types of fuel for heating water, and significantly reduce the emission of greenhouse gases into the atmosphere. The large-scale introduction of solar roof tiles in several countries in the region is likely to help mitigate the global warming. The solarization of Armenia will also make it possible to reduce the expenditure of financial

resources for the purchase of energy carriers and direct the saved funds to the development of the country's economy.

Keywords: solar ceramic water heating collector, slowing down global warming, increasing energy security in Armenia.