

# АНАЛІЗ ПРАЦЬ ПО ВИКОРИСТАННЮ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ТЕРМОСИЛОВОЇ ОБРОБКИ БЕТОНУ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*Протягом останнього десятиліття в Україні та у світі спостерігається зростаюча тенденція до виробництва монолітного та залізобетону більшої міцності. Забезпечення специфічних властивостей бетону в короткі терміни є одним з основних завдань технології бетонних виробів у сучасних умовах. У районах з сильним сонячним випромінюванням використання сонячної енергії дозволяє знизити питомі витрати енергії для прискорення твердіння бетону [1;2]. Використання кліматичних факторів є дуже важливим для зниження енергоємності, собівартості та підвищення якості продукції бетонного виробництва [3].*

## Ключові слова:

Монолітний бетон, прискорення твердіння, кліматичні фактори, сонячна енергія.

## Abstract

*Over the last decade in Ukraine and in the world there is a growing trend towards the production of monolithic and reinforced concrete of greater strength. Ensuring the specific properties of concrete in a short time is one of the main tasks of the technology of concrete products in modern conditions. In areas with strong solar radiation, the use of solar energy can reduce the specific energy consumption to accelerate the hardening of concrete [1;2]. The use of climatic factors is very important to reduce energy consumption, cost and improve the quality of concrete products [3].*

## Keywords:

Monolithic concrete, acceleration of hardening, climatic factors, solar energy.

## Вступ

Відомо, що термічна обробка позитивно впливає на певні властивості бетону - у тому числі міцність, морозостійкість, водостійкість, довговічність. На сьогоднішній день в основному для цих цілей використовуються різні методи термічної обробки.

Сьогодні основними передумовами розвитку нових технологій виробництва будівельних конструкцій є зниження питомих енерговитрат та скорочення тривалості технологічного циклу. У разі надмірного споживання електроенергії виникає проблема пошуку способу раціонального використання електроенергії. Спостерігається тенденція до розвитку нових технологій виробництва будівельних конструкцій з використанням альтернативних джерел енергії.

Підприємства не економно використовують електроенергію, давайте серйозно задуматися над питаннями енергозбереження країни. Особливої уваги з боку держави потребує енергетичний сектор української економіки. Важливо використовувати альтернативні джерела енергії та знаходити нові шляхи.

Мета роботи. Удосконалення термоелектричної технології виробництва бетону.

## Основна частина

У роботі [4] представлені результати теоретичних та експериментальних досліджень методів термічної обробки бетону з використанням сонячної енергії, дослідження теплообміну та теплових процесів при твердінні бетону та кінетики зміцнення міцності в різних геліотехнічних приладах і системах, оптимізовані режими його витримування.

Показано вплив технологій термічної обробки та умов зовнішнього середовища на фізико-механічні властивості та довговічність бетону.

Провести техніко-економічну оцінку для визначення обґрунтованого діапазону застосування технології термічної обробки бетону за умови переривчастого постачання сонячної енергії. У розробці

цієї тематики брали участь І. Н. Дудар[6,7], Т. С. Кугаєвська[5], В. В. Шульгін[5], О. В. Свінін[5], які представили сонячні установки для термічної обробки бетону та залізобетонних виробів.

Найпростіший і традиційний метод для отримання високоміцного бетону є високоякісного заповнювача і цементу високої марки. Однак їх виробництво останніми роками скорочується через скорочення виробництва високоякісної сировини. У зв'язку з цим вивчається використання компонентів та місцевих будівельних матеріалів для визначення внутрішніх резервів зростання міцності бетону [7].

Можливість прискорення виготовлення бетонних конструкцій під впливом тиску за рахунок використання високих температур майже не використовується.

Значні запаси міцності бетону можуть бути визначені комплексним впливом тиском і температурою перемішування [7].

Використання високого тиску в будівництві створить значні труднощі і навряд чи буде економічно вигідним зараз (вимагає потужного енергетичного обладнання та металомісткого формування). Але відносно низькі тиски можна використовувати для невеликих однотипних деталей, які виробляються серійно. Рекомендується використання сонячної енергії – це дозволить не тільки окупити ускладнені форми, але й отримати значний економічний ефект [6].

Використання сонячної енергії при термічній обробці бетону та залізобетонних виробів є ефективним засобом зниження їх вартості [6].

Щоб нагріти 1 куб бетону в металевій формі до 80 °С, потрібно близько 1,0 – 1,3 кВт потужності. Оскільки нагрівання відбувається поступово, процес супроводжується виділенням тепла. При хорошому обладнанні ці втрати досягають 2,0 – 2,6 кВт ккал, що в 2-2,5 рази більше тепла, що корисно. Тому сумарні втрати тепла в кілька разів перевищують кількість тепла, необхідного для нагріву бетону з опалубкою [2].

Теплові ефекти твердіння бетону на сучасних електростанціях зазвичай проводять при температурах 70-80°С. У цих діапазонах температур відбувається прямий нагрів об'єктів сонячною радіацією. У сонячних перетворювачах і батареях можна створювати температури 100°С і вище. Низькотемпературне тепло у вигляді гарячого повітря, води та інших рідких теплоаккумуляторних композицій може залучити сонячне випромінювання в енергетичний баланс підприємств, що виробляють бетонні та залізобетонні збірні конструкції на сонячних ділянках [4].

Основні напрямки розвитку сонячної енергетики в технології бетонного машинобудування пов'язані з експериментальними дослідженнями, створенням технічних і економічно ефективних установок, систем сонячної техніки та розробкою нових технологій бетону та їх впровадженням у будівельну практику. Принципова схема енергетичного комплексу наведена на рис. 1.

Сонячні радіатори здатні розсіювати променеву енергію низької щільності. В якості теплоаккумуляторних матеріалів використовується вода або просоченні композиції, з подачею їх по трубопроводу до теплових агрегатів або просочувальним ємкостей. Вода використовується як теплоносії, при правильному переоснащенні теплових агрегатів для обробки бетону. Крім того, вона також може бути використана для задоволення технічних потреб підприємств [4].

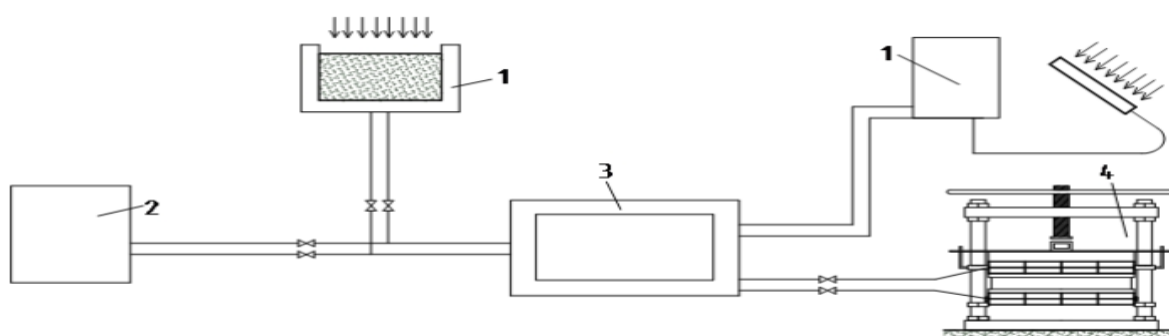


Рисунок 1 – Схема енергетичного комплексу:

1 – сонячний теплоприймач; 2 – генератор теплоти; 3 – акумулятор теплоти;  
4 – споживач енергії (термосилова установка)

Спосіб використання сонячної енергії для теплової обробки бетонних і залізобетонних виробів, при якому сонячну енергію використовують для нагрівання повітря в колекторі сонячної енергії та за необхідності застосовують додаткове джерело теплоти, який відрізняється тим, що нагріте повітря використовують для теплової обробки бетонних і залізобетонних виробів у закритих формах із метою прискорення їх твердіння (див. рис. 2), [5].

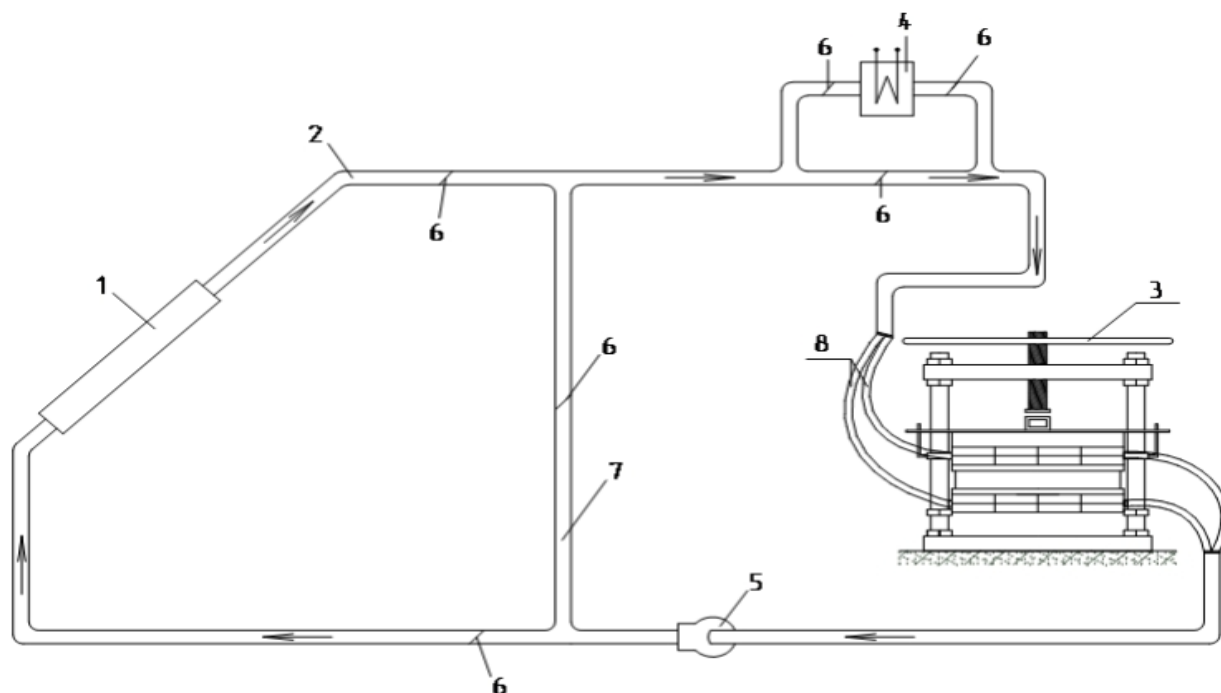


Рисунок 2 - Схема сонячної установки для термічної обробки залізобетонних виробів:  
1 - сонячний радіатор; 2 - повітропровід; 3 – термосилова установка; 4 - повітронагрівач (обігрівач); 5 - вентилятор; 6 - заслінка; 7 - повітропровід; 8 - гнучкий стрижень

Якщо інтенсивність сонячного потоку не є значною протягом певного періоду, рекомендується протягом цього проміжку часу нагрівати повітря тільки в альтернативному джерелі тепла 4. У цьому випадку рух повітря відбувається через секцію 7, а не через сонячний колектор [5].

Термічну обробку бетону та залізобетонних виробів проводять у закритому вигляді для запобігання випаровуванню води, необхідної для гідратації цементу [5].

При вирішенні проблеми підвищення довговічності бетону в екстремальних умовах його експлуатації особливий інтерес представляє просочування виробів різними гідрофобними складами, які мають здатність накопичувати сонячну радіацію. Рідина нагрівається в сонячних елементах, радіаторах і зберігається в батареях і подається до місця споживання. Просочення та термічну обробку бетону проводять одночасно на етапі формування структури цементного каменю [4].

Перетворення підприємств на нові джерела енергії, в умовах зрілих технологій виготовлення продукції, супроводжується певними психологічними, організаційними та технічними витратами. Тому не завжди доцільно відмовлятися від традиційних прийомів виготовлення збірних виробів. Створюючи пароводяні регенератори в сонячних котлах або комбінованих системах, можна усунути суперечності щодо вимог виробництва, теплоносіїв та альтернатив їх прийому, коли сонячне випромінювання використовується в поєднанні зі звичайними джерелами енергії на сучасних парових установках. Напрямок використання сонячної енергії в інженерії є особливо перспективним для підприємств з обмеженою площею заводів або створеними в межах їх сонячної або комбінованої котельні. Також скорочується час на розробку нової галузі теплоенергетики, оскільки цей шлях пов'язаний лише з технологічною трансформацією традиційних енергетичних ліній з урахуванням перспектив розвитку сонячної енергетики. До переваг комбінованих систем можна віднести їх потенційну здатність використовувати сонячну енергію низької щільності, тоді як у сонячних системах, що працюють за допомогою прямого поглинання, лише одного типу сонячного випромінювання вже недостатньо для термічної

обробки бетону. Це характерно для перших весняних та останніх осінніх місяців, а також у похмуру погоду [4].

Переривчастість сонячного випромінювання в часі, зміна просторової орієнтації та безперервність виробничих процесів необхідні для вирішення проблеми збільшення щільності променевої енергії, щоденного або сезонного накопичення в енергоємних матеріалах. При вирішенні цієї проблеми можуть бути створені технічні маршрути для цілодобового проведення процесу термічної обробки бетону [4].

Створення енергетичних комплексів і технологічних ліній пов'язане з капітальними вкладеннями та деяким часом, витраченим на розвиток нової енергетики [1].

Перспективним є створення гнучких енергетичних систем на підприємствах будівельної галузі, в яких використовується сонячна енергія в поєднанні зі звичайними теплоносіями, примусовий нагрів бетону парою, продуктами згоряння газу, електроенергією, ізотермічне витримування виробів за допомогою сонячної енергії. Найближчим часом ямні пропарочні камери, розташовані в літніх відкритих сховищах і звалищах, мають бути переведені на комбінований спосіб термічної обробки бетону та оснащені прозорими кришками [4].

Вітчизняні геліоінженери розробили різні конструкції колекторів гарячої води. На їх основі можна проектувати і створювати одно- або двоконтурні системи з примусовою або гравітаційною циркуляцією теплоносія. За допомогою цих систем теплоносії збирається в резервуарах регенераторів і згодом надходить до теплових установок в закритих цехах, або переміщується в теплових елементах у вигляді шаблонів, на відкритих цехах і полігональних платформних акумуляторах, а також в ємності (якщо використовується для термічної обробки). Використовується як рідкий теплоносій: гаряча вода, теплоакumuлююча рідинна композиція, просочення) [4].

Одним із напрямків накопичення сонячної енергії для прискорення твердіння бетону є приготування бетонних сумішей при температурах 50-60°C, попередньо нагрітих сонячним випромінюванням заповнювачів і води, і примусовим введенням пластифікаторів або суперпластифікаторів [4].

Висуваються нагальні проблеми, які необхідно вирішити щодо поточного рівня розвитку вітчизняної сонячної енергетики, існуючих проектів сонячної енергетики та конкретної роботи над технічними методами використання сонячної енергії. Це теоретичне обґрунтування, дослідження та розробка ефективних сонячних енергетичних систем і систем для виробництва збірних виробів та будівництва монолітних конструкцій промислових і цивільних споруд; економічна оцінка ефективності прийнятих рішень; на промисловій основі планове створення та розробка Матеріально-технічної бази виробництва та експлуатації сонячних установок для термічної обробки бетону; експериментальна перевірка та випробування обладнання сонячної техніки з використанням нових теплоносіїв у будівельній практиці та виробництві нових технологій і тканинних бетонних робіт; розробка ефективних матеріалів, здатних до довгострокового акумулюванню сонячної радіації та інших видів джерел тепла, а також тих що володіють високими просочувальними властивостями в період твердіння бетону, що сприяють підвищенню його довговічності [4].

### **Висновок**

– Завданням подальшої роботи над термосиловою технологією є зниження затрат електроенергії. Це вимагає включення альтернативних джерел енергії в майбутні розробки. Необоротне виснаження світових запасів вуглеводнів і зростання цін на енергоносії змушують використовувати альтернативні джерела енергії в різних процесах.

- Основні напрямки розвитку сонячної енергетики в технології бетонного машинобудування пов'язані з експериментальними дослідженнями, створенням технічних і економічно ефективних установок, систем сонячної техніки та розробкою нових технологій бетону та їх впровадженням у будівельну практику.

- Підвищення температури бетонних сумішей на підприємствах будівельної галузі можна проводити на різних пристроях із застосуванням звичайних теплоносіїв - пари, електроенергії, гарячого повітря.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Баженов Ю. М. Технология бетонных и железобетонных изделий / Ю. М. Баженов, А. Г. Комар: [учебник для вузов]. – М. : Стройиздат, 1984. – 672 с.
2. Крылов Б. А. Эффективное ресурсосбережение. (На примере железобетонных конструкций) /Б. А. Крылов – М. : Знание, 1989. – 64 с.
3. Якубов В. А. Использование климатических факторов южных районов в производстве железобетонных изделий / В. А. Якубов, И. Б. Заседателей, Е. Н. Малийский // Бетон и железобетон. – 1987. – № 7. – С. 44-45.
4. Підгорнов М. І. «Термообробка бетону з використанням сонячної енергії». Наукове видання / М. І. Підгорнов. – М.: Видавництво АСВ, 2010. – 328 с.
5. Кугаєвська Т. С., Шульгін В. В., Свінін О. В. Спосіб використання сонячної енергії для теплової обробки бетонних і залізобетонних виробів [Схема] : патент / А. М. Тимофєєв. UA №83714
6. Дудар І. Н. Теоретичні основи технологій виробів із пресованих бетонів : монографія / Ігор Никифорович Дудар. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 89 с.
7. Дудар І. Н. Термосилова технологія бетону: монографія / Ігор Никифорович Дудар. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2001. – 146 с.

*Манзюк Андрій Андрійович*— студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

*Науковий керівник: Дудар Ігор Никифорович* – д.т.н., професор, завідувач кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця.

*Manziuk Andriy* — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city

Supervisor: **Igor Dudar** – d.t.n, professor, head by department of town-planning and architecture of the Vinnytsya national technical university.