

УДК 666.97.033

ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ТЕРМОСИЛОВОЇ ОБРОБКИ БЕТОНУ

І. Н. Дудар, В. Л. Гарнага, С. В. Яківчук

Протягом останнього десятиріччя в Україні та світі спостерігається тенденція зростання випуску монолітного бетону та залізобетону з підвищеними показниками міцності. Забезпечення заданих властивостей бетону у короткі строки – це одна з основних задач технології бетонних виробів в сучасних умовах.

В районах, які характеризуються інтенсивною сонячною радіацією, питомі витрати енергії на прискорення твердіння бетону можна знизити, використовуючи сонячну енергію [1; 2]. Використання кліматичних факторів є важливим для зниження енергоємності виробництва бетону, його собівартості та підвищення якості продукції [3].

Ключові слова: монолітний бетон, прискорення твердіння, кліматичні фактори, сонячна енергія.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ТЕРМОСИЛОВОЙ ОБРАБОТКИ БЕТОНА

И. Н. Дудар, В. Л. Гарнага, С. В. Яківчук

В течение последнего десятилетия в Украине и мире наблюдается тенденция роста выпуска монолитного бетона и железобетона с повышенными показателями прочности. Обеспечения заданных свойств бетона в короткие сроки – это одна из основных задач технологии бетонных изделий в современных условиях.

В районах, которые характеризуются интенсивной солнечной радиацией, удельные затраты энергии на ускорение твердения бетона можно снизить, используя солнечную энергию [1; 2]. Использование климатических факторов является важным для снижения энергоёмкости производства бетона, его себестоимости и повышения качества продукции [3].

Ключевые слова: монолитный бетон, ускорения твердения, климатические факторы, солнечная энергия.

THE USE OF SOLAR FOR THERMAL-PRESSING OF CONCRETE

I. Dudar, V. Garnaga, S. Yakivchuk

Over the last decade in Ukraine and worldwide trend output growth monolithic concrete and reinforced with high strength characteristics. Ensure the specified properties of concrete in the short term – is one of the primary goals of technology of reinforced concrete products in today's environment.

In areas that are characterized by intense solar radiation, the specific energy consumption for accelerating the curing of concrete can be reduced by utilizing solar energy [1; 2]. Use of climatic factors is important for reducing the energy production of precast concrete, its costs and improve product quality [3].

Key words: monolithic concrete, accelerate curing, climatic factors, solar energy.

Вступ

Відомо, що теплова обробка може позитивно вплинути на деякі властивості бетонів – у тому числі на міцність, морозостійкість, водонепроникність, довговічність. До теперішнього часу для цих цілей переважно використовувались різні способи теплової обробки.

На сьогодні основними передумовами при розробці нових технологій виробництва будівельних конструкцій є зниження питомих енерговитрат, зниження тривалості технологічного циклу. В умовах надмірного споживання електроенергії, постає задача пошуку шляхів раціонального використання її. Спостерігається тенденція розробки нових технологій виробництва будівельних конструкцій із застосуванням альтернативних джерел енергії.

Неекономне використання електроенергії підприємствами змушує серйозно замислитись над проблемою енергозбереження в країні. Енергетичний сектор економіки України потребує особливої уваги з боку держави. Важливим є використання альтернативних джерел енергії, пошук нових шляхів.

Мета роботи. Вдосконалення термосилової технології виготовлення бетонів.

Аналіз останніх досліджень

Цією тематикою займався М. І. Підгорнов в своєму науковому виданні «Термообробка бетону з використанням сонячної енергії». У роботі представлені результати теоретичних і експериментальних досліджень методів використання сонячної енергії для термообробки бетону, вивчені теплообмінні та теплові процеси і кінетика зростання міцності при твердінні бетону в різних геліотехнічних пристроях і системах, оптимізовані режими його витримування.

Показано вплив технології термообробки і умов навколишнього середовища після її закінчення на фізико-механічні властивості і довговічність бетону.

Проведена техніко-економічна оцінка та визначено область раціонального застосування технології термообробки бетону в умовах переривчастого характеру надходження сонячної енергії. Даною тематикою займалися Т. С. Кугаєвська, В. В. Шульгін, О. В. Свінін, які представили геліоустановки для термообробки бетонних і залізобетонних виробів.

Основна частина

Найпростіший і традиційний шлях отримання високоміцного бетону і застосування якісних заповнювачів і цементів високих марок. Однак їх виробництво в останні роки знижується за рахунок скорочення видобутку якісної сировини. В зв'язку з цим ведуться дослідження по виявленню внутрішніх резервів росту міцності бетону з застосуванням рядових складових і місцевих будівельних матеріалів [7].

Можливість прискореного структуроутворення бетону під впливом тиску за рахунок застосування підвищених температур майже не використовується.

Суттєво виявити резерви міцності бетону можливо шляхом комплексного впливу на суміш надлишковими тисками і температурою [7].

Застосування в будівельному виробництві високих тисків пов'язано з великими труднощами і зараз навряд чи буде економічно доцільним (потреба в потужному силовому обладнанні і металоємких пресформах). А ось відносно низькі тиски цілком можуть бути використані для однотипних деталей невеликих розмірів, які випускаються серійно. При цьому доцільно застосовувати сонячну енергію – це дозволить не тільки окупити ускладнені форми, але й отримати значний економічний ефект [6].

Для прискорення твердіння бетонних і залізобетонних виробів здійснюється тепловолога або теплова обробка цих виробів. Використання сонячної енергії в процесі теплової обробки бетонних і залізобетонних виробів є ефективним засобом для зменшення їх собівартості [6].

На нагрів 1 м^3 бетону в сталій формі до $80 \text{ }^\circ\text{C}$ необхідно приблизно 60 тис. ккал. Оскільки нагрів відбувається поступово, то цей процес супроводжується виділенням тепла. При справному обладнанні ці втрати досягають 150 тис. ккал, що в 2-2,5 рази більше тепла, яке корисно витрачається. Таким чином, сумарні втрати тепла в декілька разів перевищують кількість тепла, яке витрачається на нагрів бетону з формою [2].

Тепловий вплив на тверднення бетону в сучасних енергетичних установках, як правило, здійснюється при температурі $70\text{-}95 \text{ }^\circ\text{C}$. В області цих температур відбувається прямий нагрів предметів сонячною радіацією. У перетворювачах і акумуляторах сонячної енергії можна створювати температуру $100 \text{ }^\circ\text{C}$ і вище. Доступність отримання низькотемпературного тепла у вигляді гарячого повітря, води та інших рідких теплоаккумуляюючих композицій дозволяє залучити сонячну радіацію в енергобаланс підприємств з виробництва бетонних і залізобетонних збірних і монолітних конструкцій в районах з великою кількістю сонячних днів [4].

Основні напрямки освоєння сонячної енергії в технології бетонних робіт пов'язані з експериментальними дослідженнями, створенням технічно і економічно ефективних установок, геліотехнічних систем, а також розробки нової технології витримування бетону та її впровадженням в практику будівництва. Схема енергетичного комплексу зображена на рис. 1.

Сонячний теплоприймач здатний споживати променисту енергію низької щільності. В

якості теплоакumuлюючих матеріалів використовується вода або просочувальні композиції з подачею їх по трубопроводу до теплових агрегатів або просочувальним емкостей. При відповідному переоснащенні теплових агрегатів з обробки бетону вода застосовується як теплоносії. Крім того, її можна витратити на технологічні потреби підприємства [4].

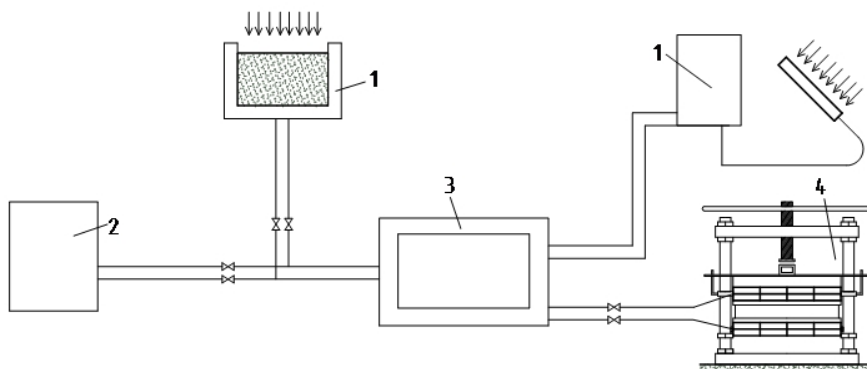


Рисунок 1 – Схема енергетичного комплексу:
1 – сонячний теплоприймач; 2 – генератор теплоти; 3 – акумулятор теплоти;
4 – споживач енергії (термосилова установка)

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].

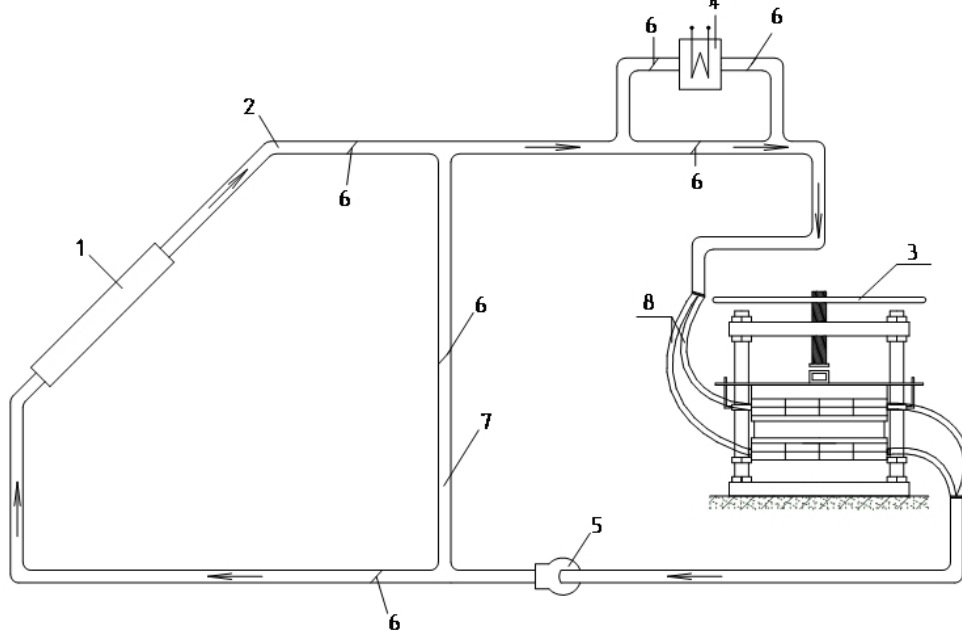


Рисунок 1 – Схема геліоустановки для термообробки бетонних і залізобетонних виробів:
1 – сонячний теплоприймач; 2 – повітропровід; 3 – термосилова установка; 4 – повітрянагрівач
(калорифер); 5 – вентилятор; 6 - заслінки; 7 – повітропровід; 8 – гнучкі штанги

Якщо інтенсивність потоку сонячної енергії в певний період буде незначною, то в цей інтервал часу доцільно нагрівати повітря тільки в резервному джерелі теплоти 4. У цьому випадку рух повітря здійснюється через ділянку 7, а не через колектор сонячної енергії [5].

Теплова обробка бетонних і залізобетонних виробів здійснюється в закритих формах для запобігання випаровуванню вологи, необхідної для гідратації цементу [5].

При вирішенні проблеми підвищення довговічності бетону в екстремальних умовах його експлуатації особливий інтерес представляє просочування виробів різними гідрофобними

композиціями, що володіють здатністю акумулювати сонячну радіацію. Рідина нагрівається в геліобасейнах, теплоприймачах і зберігається в акумуляторах з подачею їх до місця споживання. Просочування бетону на стадії структуроутворення цементного каменю і його теплова обробка виконуються одночасно [4].

Перехід підприємств на новий вид енергії в умовах відпрацьованої технології виготовлення виробів пов'язаний з певними психологічними, організаційними і технологічними витратами. Тому відмова від традиційної технології виготовлення збірних виробів не завжди доцільна. Суперечності, закладені в потребах виробництва, в теплоносії і альтернативності його надходження, можуть бути усунені створенням пароводяного акумулятора тепла в сонячних котельнях або в комбінованих системах, де сонячна радіація застосовується в сучасних паросилових установках в комбінації з традиційними видами енергії. Цей напрям використання сонячної енергії в технології бетонних робіт особливо перспективний для підприємств з обмеженою заводською територією або при створенні на їх території сонячних або комбінованих котельень. Скорочується також час на освоєння нової галузі теплоенергетики, оскільки цей шлях пов'язаний лише з технічним переоснащенням традиційних енергетичних ліній з урахуванням перспективності розвитку геліоенергетики. До переваг комбінованих систем слід віднести також їх потенційну здатність використовувати сонячну енергію низької щільності, коли в геліотехнічних системах, що працюють за рахунок прямого поглинання, тільки однієї сонячної радіації вже стає недостатньо для теплової обробки бетону. Це характерно для перших весняних і останніх осінніх місяців, а також у період хмарної погоди [4].

Переривчастий характер надходження сонячної радіації в часі, зміна її напрямку в просторі, безперервність процесу виготовлення виробів потребує вирішення проблеми підвищення щільності променевої енергії, добового або сезонного акумулювання її в енергоємних матеріалах. При вирішенні цієї проблеми можуть бути створені технологічні лінії, де процес теплової обробки бетону здійснюється цілодобово [4].

Створення енергокомплексів і технологічних ліній пов'язано з капітальними вкладеннями і певним часом, що витрачається на освоєння нової галузі енергетики [1].

Перспективне створення на заводах будіндустрії гнучких енергетичних систем, в яких застосовуються в комбінації сонячна енергія і традиційні теплоносії; форсований нагрів бетону проводиться парою, продуктами згоряння газу, електроенергією, а ізотермічне витримування виробів здійснюється використанням сонячної енергії. Вже найближчим часом явні пропарочні камери, що знаходяться в літніх відкритих цехах і на полігонах, доцільно перевести на комбінований метод термообробки бетону, додатково оснастивши їх прозорими кришками [4].

Вітчизняні геліоенергетики досліджували і розробили колектори для нагріву води різної конструкції. На їх основі можна проектувати і створювати одно- або двоконтурні системи з примусовим або гравітаційним способом циркуляції теплоносія. За допомогою цих систем теплоносій збирається в резервуар-акумулятор з подальшою подачею його по теплових агрегатах, які знаходяться в закритих цехах, або подається в теплові відсіки опалубних форм, на майданчики-акумулятори відкритих цехів і полігонів, а також в ємності (якщо для теплової обробки служать рідкі теплоносії: гаряча вода, теплоакумулюючі рідкі склади, просочувальні композиції) [4].

Один з напрямків акумулювання сонячної енергії для інтенсифікації твердіння бетону – приготування бетонної суміші температурою 50–60 °С на попередньо нагрітих сонячною радіацією заповнювачах і воді з обов'язковим введенням пластифікаторів або суперпластифікаторів [4].

Сьогоднішній рівень розвитку вітчизняної геліоенергетики, наявні геліотехнічні проекти та методи використання сонячної енергії в технології бетонних робіт висувають вирішення низки невідкладних завдань. Це теоретичне обґрунтування, дослідження і розробка ефективних геліоустановок і систем для виробництва збірних виробів і зведення монолітних конструкцій промислових і цивільних споруд; економічна оцінка ефективності прийнятих рішень; створення і розвиток в плановому порядку на промисловій основі матеріально-технічної бази виробництва та експлуатації геліоустановок для теплової обробки бетону; експериментальна перевірка геліотехнічного обладнання та відпрацювання нової технології та організації виробництва бетонних робіт із застосуванням нового виду теплоносія в практиці будівництва; 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].

Висновки

- Задачею подальшої роботи над термосиловою технологією є зменшення затрат електроенергії. Для цього потрібно включити в майбутні розробки альтернативні джерела енергії. Незворотне виснаження світових вуглеводних запасів, зростаюча ціна на енергоносії змушують застосовувати в різних процесах альтернативну енергетику.
- Основні напрямки освоєння сонячної енергії в технології бетонних робіт пов'язані з експериментальними дослідженнями, створенням технічно і економічно ефективних установок, геліотехнічних систем, а також розробки нової технології витримування бетону та її впровадженням в практику будівництва.
- Підвищення температури бетонної суміші на підприємствах будіндустрії можна здійснювати у різних пристроях із застосуванням традиційних теплоносіїв - пара , електроенергії , гарячого повітря.

Використана література

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. Заседателев, 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.

Дудар Ігор Нікіфорович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри містобудування та архітектури, Вінницького національного технічного університету.

Гарнага Вікторія Леонідівна – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри містобудування та архітектури, Вінницького національного технічного університету.

Яківчук Сергій Володимирович – студент Вінницького національного технічного університету.

Дударь Игорь Никифорович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой градостроительства и архитектуры, Винницкого национального технического университета.

Гарнага Виктория Леонидовна – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры градостроительства и архитектуры, Винницкого национального технического университета.

Якивчук Сергей Владимирович – студент Винницкого национального технического университета.

Igor Dudar – doctor of technical sciences, professor, Head of the "Urban Planning and Architecture" Vinnytsia National Technical University.

Viktoriia Garnaga – Ph.D., senior lecturer in "Urban Planning and Architecture" Vinnytsia National Technical University.

Sergeii Yakivchuk – student Vinnytsia National Technical University.