DOI 10.34185/1562-9945-5-166-2026-27
УДК 621.867:62-52

А.І. Аніщенко, М.М. Нестеренко, В.В. Блажко, Т.М. Нестеренко, Д.Ю.Бугров

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ДЕКОРАТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МОЩЕННЯ

Анотація. У статті розглянуто сучасні технології виробництва декоративних елементів мощення та проаналізовано особливості автоматизації технологічного обладнання, що застосовується для їх виготовлення. Проведено аналіз технології вібропресування, як найбільш ефективного способу формування дрібноштучних бетонних виробів. Обґрунтовано структуру автоматизованої технологічної лінії, яка охоплює процеси транспортування сировини, дозування компонентів, приготування бетонної суміші, вібропресування, транспортування готових виробів і контролю технологічних параметрів. Розглянуто застосування програмованих логічних контролерів, цифрових датчиків, частотно-регульованих електроприводів і SCADA-систем для керування виробничими процесами. Визначено переваги комплексної автоматизації, зокрема підвищення продуктивності, покращення якості бетонних виробів, зниження енерговитрат, мінімізацію впливу людського фактору та забезпечення можливості інтеграції виробництва до цифрових систем відповідно до концепції Industry 4.0. Окреслено перспективи подальшого розвитку автоматизованих систем керування із застосуванням технологій Industrial Internet of Things (IIoT), цифрових двійників та прогнозного технічного обслуговування.

Ключові слова: декоративні елементи мощення; вібропресування; бетонні вироби; автоматизація виробництва; технологічна лінія; програмований логічний контролер; PLC; SCADA; Industry 4.0; Industrial Internet of Things (IIoT).

Постановка проблеми. Одним із пріоритетних напрямів розвитку сучасної будівельної індустрії є підвищення ефективності виробництва бетонних виробів, що широко застосовуються під час благоустрою територій, будівництва транспортної інфраструктури та об'єктів міського господарства. До найбільш поширених виробів належать тротуарна плитка, бутовий камінь, декоративні елементи мощення та інші будівельні конструкції, які повинні відповідати високим вимогам щодо міцності, довговічності, морозостійкості, геометричної точності та декоративних властивостей [1–6].

Зростання обсягів будівництва, підвищення вимог до якості продукції та необхідність скорочення виробничих витрат зумовлюють потребу у впровадженні сучасних автоматизованих технологічних комплексів [1, 8]. Використання традиційних виробничих схем із високою часткою ручної праці не дозволяє забезпечити стабільність технологічних параметрів, що негативно впливає на якість бетонної суміші, продуктивність обладнання та економічні показники підприємства.

© Аніщенко А.І., Нестеренко М.М., Блажко В.В., Нестеренко Т.М., Бугров Д.Ю., 2026
Copyright for this paper by its authors. Use permitted under License CC BY 4.0.
ISSN 1562-9945 (Print)
ISSN 2707-7977 (Online)

Одним із найбільш ефективних способів виготовлення бетонних виробів є технологія вібропресування, яка поєднує механічне ущільнення бетонної суміші із вібраційним впливом [1–5]. Такий метод забезпечує формування щільної структури матеріалу, зменшення пористості виробів, підвищення їх механічної міцності та довговічності. Разом із тим ефективність процесу значною мірою визначається рівнем автоматизації виробничої лінії, точністю дозування компонентів, стабільністю режимів змішування та керування технологічним обладнанням [7–10].

У сучасних умовах розвитку концепції Industry 4.0 автоматизація виробництва вже не обмежується лише використанням окремих засобів керування [11–15]. Все більшого поширення набувають інтегровані автоматизовані системи, що поєднують програмовані логічні контролери (PLC), цифрові датчики технологічних параметрів, частотні електроприводи, системи диспетчеризації SCADA та засоби дистанційного моніторингу виробничих процесів [11–15]. Це дозволяє забезпечити безперервний контроль роботи обладнання, своєчасне виявлення відхилень технологічних параметрів та підвищити надійність функціонування виробничих комплексів.

Таким чином, розроблення автоматизованого технологічного обладнання для виробництва декоративних елементів мощення є актуальним науково-практичним завданням, вирішення якого сприятиме підвищенню продуктивності підприємств, покращенню якості готової продукції, зниженню енерговитрат та впровадженню сучасних цифрових технологій у виробництво будівельних матеріалів.

Аналіз останніх публікацій і досліджень. Питання вдосконалення технології виробництва бетонних виробів широко висвітлені у працях сучасних вітчизняних і зарубіжних дослідників, присвячених удосконаленню складу бетонних сумішей, технології вібропресування та забезпеченню довговічності бетонних виробів [1–6].

Сучасні дослідження свідчать, що найбільш ефективною технологією виготовлення тротуарної плитки, бутового каменю та інших дрібноштучних бетонних виробів є метод напівсухого вібропресування. Застосування комбінованої дії статичного навантаження та вібрації дозволяє отримати бетон із мінімальною пористістю, високою міцністю та точними геометричними параметрами [1–6].

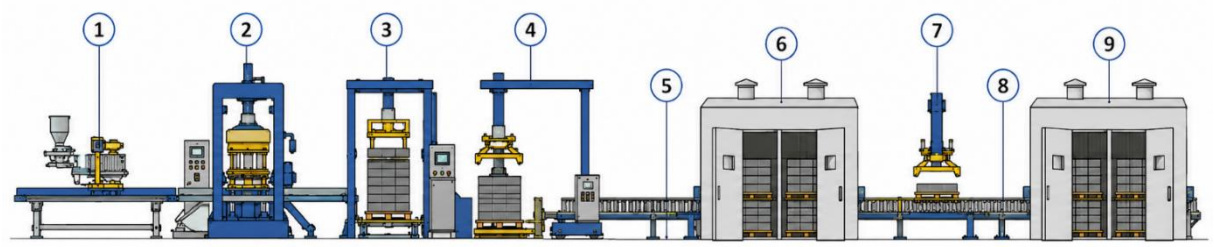
Важливим напрямом розвитку технологічного обладнання є автоматизація процесів дозування сировинних компонентів, приготування бетонної суміші, транспортування матеріалів, формування виробів та контролю технологічних параметрів [7 – 13]. Для цього широко застосовуються програмовані логічні контролери, електронні вагові дозатори, частотно-керовані електроприводи, датчики рівня, температури, вологості та системи диспетчерського керування виробництвом [7–15].

Незважаючи на значну кількість досліджень, питання комплексної автоматизації технологічних ліній виробництва декоративних елементів мощення потребують подальшого розвитку. Особливо актуальними залишаються задачі інтеграції сучасних цифрових систем керування із технологічним обладнанням, підвищення енергоефективності виробничих процесів, оптимізації режимів роботи вібропресів та впровадження інтелектуальних систем моніторингу технічного стану обладнання.

ISSN 1562-9945 (Print)
ISSN 2707-7977 (Online)

Мета статті. Метою статті є аналіз сучасних технологій виробництва декоративних елементів мощення та обґрунтування застосування автоматизованого технологічного обладнання для підвищення продуктивності виробництва, забезпечення стабільної якості бетонних виробів, зниження енерговитрат і мінімізації впливу людського фактора. Для досягнення поставленої мети виконано аналіз технології вібропресування, досліджено структуру автоматизованої виробничої лінії, розглянуто сучасні засоби автоматизації технологічних процесів та визначено перспективні напрями їх використання у виробництві бетонних виробів.

Виклад основного матеріалу. Одним із найбільш ефективних способів виготовлення дрібноштучних бетонних виробів є технологія вібропресування, яка поєднує дію вібраційних коливань і статичного пресування (рис. 1). Такий спосіб забезпечує рівномірне ущільнення напівсухої бетонної суміші, зменшення її пористості та формування виробів із високими фізико-механічними характеристиками. У порівнянні з технологією вібролиття вібропресування характеризується більшою продуктивністю, меншою тривалістю виробничого циклу, стабільною якістю готової продукції та можливістю комплексної автоматизації технологічного процесу [1–6].



1 – устаткування для приймання розподілення бетонної суміші;
2 – пост вібропресування бетону; 3 – автомат-пакетувальник; 4 – автомат для перекладання пакетів; 5 – конвейєр камери першої стадії ТВО; 6 – камера першої стадії ТВО;
7 – автозакват; 8 – конвейєр камери другої стадії ТВО; 9 – камера другої стадії ТВО
Рисунок 1 – Технологічна схема виробництва

Аналіз сучасних виробництв показав, що автоматизація процесу повинна охоплювати всі стадії технологічного циклу: приймання і транспортування сировини, дозування компонентів, приготування бетонної суміші, формування виробів, транспортування піддонів, тверднення продукції та контроль параметрів роботи обладнання. Комплексна автоматизація дозволяє мінімізувати вплив людського фактору, підвищити продуктивність технологічної лінії та забезпечити стабільність технологічних режимів [8, 11–14].

Запропонована технологічна схема виробництва декоративних елементів мощення передбачає автоматизоване виконання всіх основних виробничих операцій. Структуру технологічної лінії наведено на рис. 2. Вона включає системи приймання та накопичення сировини, транспортне обладнання, вузли дозування компонентів, бетонозмішувач, вібропрес, обладнання для транспортування сформованих виробів і ділянку їх тверднення. Така побудова виробництва забезпечує безперервність технологічного процесу та ефективне використання обладнання.



1 – склад інертних матеріалів; 2 – дозування компонентів; 3 – змішування бетонної суміші; 4 – подача суміші у вібропрес; 5 – вібропресування та формування виробів; 6 – транспортування піддонів; 7 – твердіння виробів; 8 – пакетування та відвантаження

Рисунок 2 – Автоматизована лінія виробництва декоративних елементів мощення методом вібпропресування

На першому етапі виробництва здійснюється автоматизоване приймання інертних матеріалів. Пісок та гранвідсів надходять до приймальних бункерів, звідки за допомогою стрічкових живильників і конвеєрів транспортуються до витратних бункерів. Цемент подається в силос, а потім через шнековий транспортер надходить до вагового дозатора. Автоматизація транспортних операцій забезпечує рівномірну подачу матеріалів, скорочує втрати сировини та дозволяє підтримувати необхідний режим роботи технологічної лінії [7, 8, 11].

Однією з найважливіших операцій є дозування компонентів бетонної суміші. Саме точність дозування визначає фізико-механічні властивості готової продукції. Для реалізації даного процесу використовуються електронні вагові дозатори, які забезпечують автоматичний контроль маси цементу, заповнювачів і води.

Система керування здійснює безперервне порівняння фактичних параметрів із заданими значеннями та автоматично коригує роботу дозувального обладнання [5–8].

Після завершення дозування всі компоненти надходять до одновального бетонозмішувача. На цьому етапі особливе значення має автоматичне керування процесом змішування. Програмований контролер забезпечує підтримання необхідної тривалості циклу, послідовності подачі компонентів і кількості води відповідно до встановленої рецептури. Використання автоматичного регулювання дозволяє отримувати бетонну суміш зі стабільними технологічними характеристиками незалежно від умов експлуатації обладнання [2–4, 7, 8].

Після завершення змішування бетонна суміш автоматично транспортується до бункера вібропреса. Формування виробів здійснюється методом вібропресування, який поєднує дію статичного навантаження та високочастотних вібрацій. У процесі ущільнення частинки бетонної суміші займають більш компактне положення, що сприяє зменшенню пористості та підвищенню щільності виробів. Завдяки цьому готова продукція характеризується високою міцністю, морозостійкістю, водонепроникністю та зносостійкістю [1–6].

Однією з головних переваг запропонованої технології є використання автоматизованої системи керування вібропресом (рис. 3).

ISSN 1562-9945 (Print)
ISSN 2707-7977 (Online)

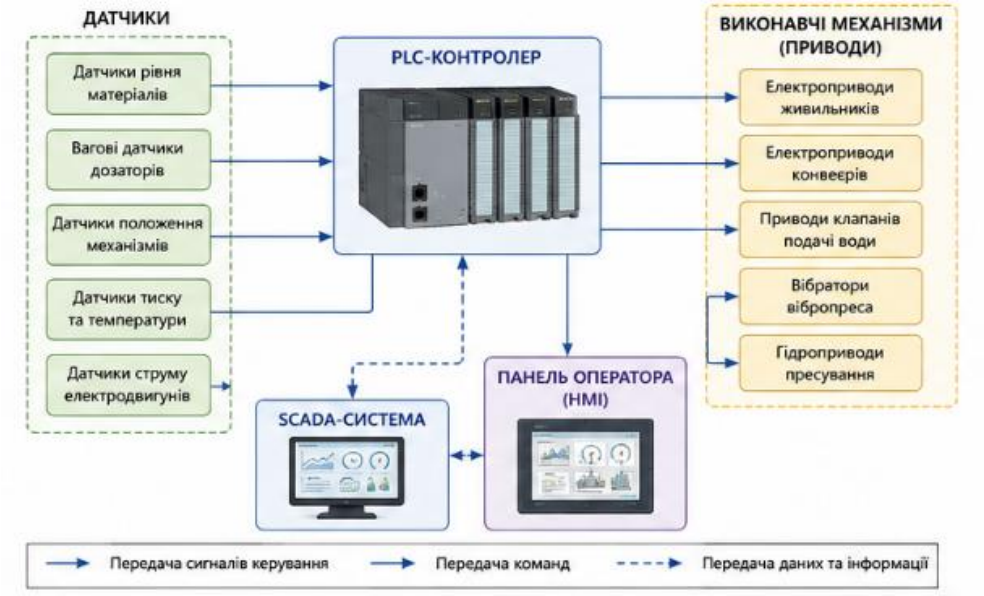


Рисунок 3 – Функціональна схема автоматизації виробництва декоративних елементів мощення

Робота пресового обладнання координується програмованим логічним контролером, який забезпечує синхронізацію роботи електроприводів, виконавчих механізмів і транспортного обладнання. У процесі роботи контролюються тривалість циклу формування, параметри вібрації, положення пуансона, стан прес-форми та транспортування сформованих виробів на наступні технологічні операції [7–10].

Після завершення формування вироби автоматично переміщуються на піддонах до ділянки тверднення. Транспортні механізми забезпечують безперервне переміщення продукції без участі оператора, що дозволяє скоротити тривалість виробничого циклу та зменшити ймовірність механічних пошкоджень свіжоформованих виробів. Після набору необхідної міцності готова продукція автоматично передається на склад готової продукції для подальшого відвантаження споживачам [1, 8].

Важливою складовою автоматизованої виробничої лінії є система моніторингу технологічних параметрів (рис. 4). Для контролю роботи обладнання застосовуються датчики рівня матеріалів, вагові датчики, датчики положення виконавчих механізмів, температури, тиску та електричних параметрів приводів [7-10]. Отримана інформація надходить до програмованого логічного контролера, де здійснюється її оброблення, аналіз і формування команд керування. Такий підхід дозволяє оперативно реагувати на відхилення технологічних параметрів і підтримувати оптимальні режими роботи обладнання [7-10].



Рисунок 4 – Схема автоматизації та керування

Сучасні автоматизовані виробничі комплекси дедалі частіше оснащуються SCADA-системами, які забезпечують диспетчерський контроль технологічного процесу в режимі реального часу [9-11]. Оператор отримує інформацію про стан усіх технологічних вузлів, продуктивність обладнання, витрати матеріалів, кількість виробленої продукції та можливі аварійні ситуації. Архівування технологічних параметрів дозволяє проводити аналіз роботи обладнання, оцінювати його ефективність та своєчасно планувати технічне обслуговування [9-11].

Проведений аналіз сучасного обладнання показав, що впровадження комплексної автоматизації забезпечує підвищення продуктивності виробничих ліній, покращення стабільності технологічних процесів, скорочення енерговитрат і зменшення кількості браку. Автоматизовані системи керування забезпечують точне виконання технологічних операцій, мінімізують вплив людського фактора та створюють умови для інтеграції виробництва в сучасні цифрові виробничі системи відповідно до концепції Industry 4.0 [11–15].

Проведений аналіз сучасного обладнання для виробництва декоративних елементів мощення показав, що більшість виробників застосовує автоматизовані вібропреси з програмованими системами керування, які забезпечують стабільність технологічного процесу та високу якість готової продукції. Найбільшого поширення набули вібропреси, обладнані електрогідравлічними або електромеханічними приводами, електронними системами дозування та цифровими засобами контролю параметрів роботи [1, 7–11].

Одним із перспективних напрямів розвитку такого обладнання є використання програмованих логічних контролерів (PLC), які забезпечують централізоване керування всіма технологічними операціями виробничої лінії [7–10]. На відміну від традиційних релейно-контакторних схем, PLC-системи характеризуються високою швидкодією, можливістю зміни алгоритмів керування без модернізації апаратної частини, простотою інтеграції з цифровими датчиками та інформаційними системами підприємства [7–10].

Використання PLC-контролера дозволяє реалізувати автоматичне керування всіма основними етапами виробництва: дозуванням компонентів бетонної суміші, процесом змішування, транспортуванням матеріалів, роботою вібропреса, подачею піддонів, переміщенням готової продукції та контролем аварійних режимів (рис. 5). Крім того, програмне забезпечення забезпечує можливість оперативного коригування параметрів технологічного процесу відповідно до рецептури бетонної суміші та типу продукції, що виготовляється [7–11].

ISSN 1562-9945 (Print)
ISSN 2707-7977 (Online)

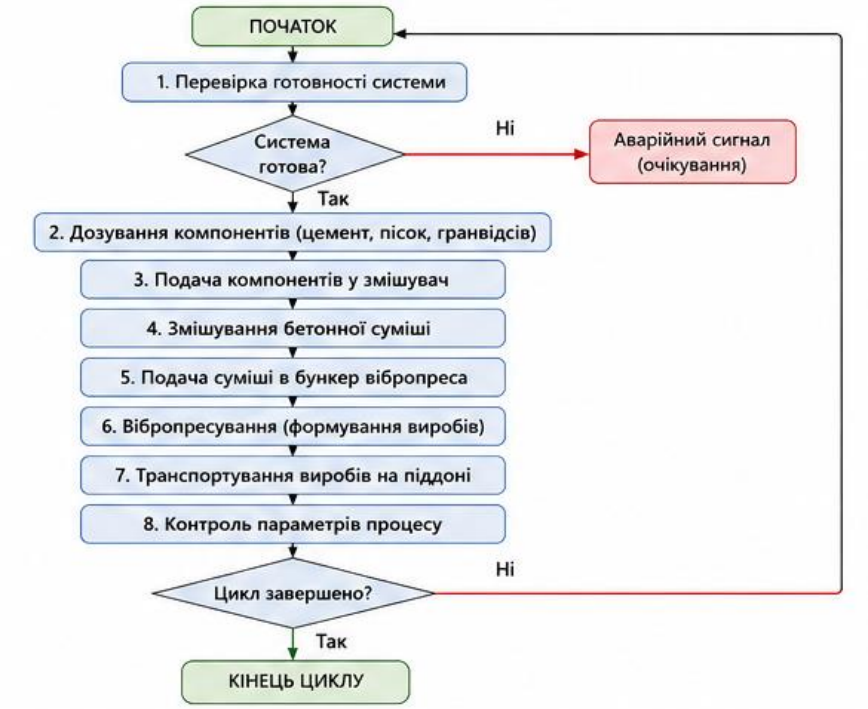


Рисунок 5 – Алгоритм роботи PLC (технологічний цикл)

Важливим елементом автоматизованої системи є використання частотно-регульованих електроприводів. Регулювання швидкості обертання електродвигунів дозволяє оптимізувати режими роботи транспортного обладнання, змішувача та допоміжних механізмів, зменшити пускові струми, знизити динамічні навантаження та підвищити енергоефективність виробництва. Крім економії електроенергії це забезпечує збільшення ресурсу роботи механічного обладнання та скорочення витрат на його технічне обслуговування [8, 11, 13].

Під час дослідження встановлено, що автоматизація процесу дозування є одним із найважливіших факторів забезпечення якості бетонної суміші. Застосування вагових дозаторів із цифровими тензометричними датчиками дозволяє підтримувати високу точність дозування цементу, заповнювачів та води, що безпосередньо впливає на однорідність суміші, міцність виробів та зменшення кількості браку [2–8].

Особливу увагу приділено автоматизації процесу вібропресування. Аналіз технологічного циклу показав, що підтримання постійних параметрів частоти та амплітуди коливань, часу ущільнення і величини пресового зусилля забезпечує формування виробів із мінімальною пористістю та високою щільністю структури бетону. Використання автоматичного керування режимами вібропресування дозволяє стабілізувати якість готової продукції незалежно від зміни зовнішніх умов або людського фактора [1–8].

Виконаний аналіз також показав доцільність інтеграції автоматизованої системи керування із сучасними SCADA-системами диспетчеризації (рис. 6). Такий підхід забезпечує централізований контроль усіх технологічних процесів, накопичення архівних даних, відображення параметрів роботи обладнання у реальному часі та оперативне інформування персоналу про виникнення аварійних ситуацій. Це значно підвищує ефек-

тивність експлуатації технологічної лінії та створює передумови для переходу до цифрового виробництва [9–13].

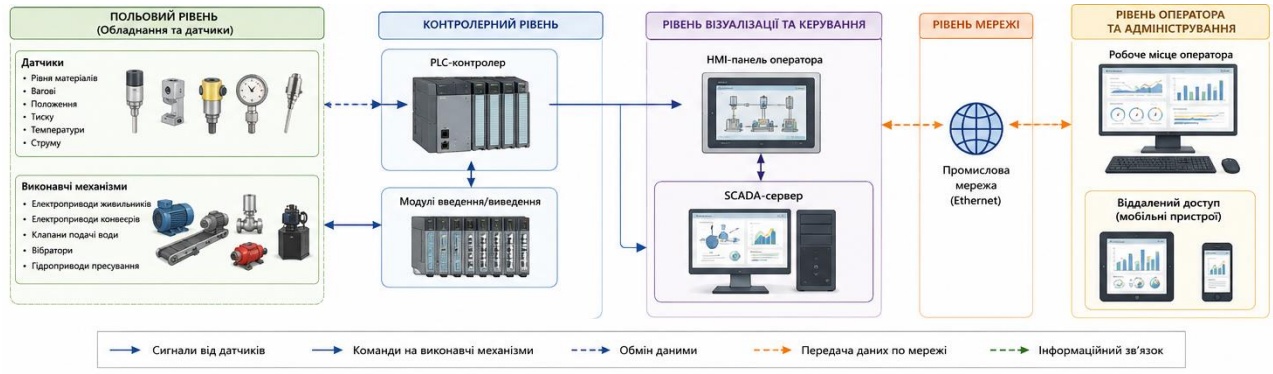


Рисунок 6 – Структура системи керування (PLC–SCADA)

Окремим напрямом розвитку автоматизації є використання технологій дистанційного моніторингу та промислового Інтернету речей (Industrial Internet of Things, IIoT). Передавання інформації від датчиків до серверів збору даних дозволяє здійснювати безперервний аналіз технічного стану обладнання, прогнозувати можливі відмови окремих вузлів та своєчасно виконувати профілактичне технічне обслуговування. Реалізація концепції Predictive Maintenance забезпечує скорочення простоїв обладнання та підвищення його експлуатаційної надійності [11–15].

Висновки. На основі аналізу сучасних технологій виготовлення декоративних елементів мощення обґрунтовано доцільність застосування вібропресування як способу формування бетонних виробів, що поєднує високу продуктивність, точність геометричних параметрів і забезпечення необхідних фізико-механічних властивостей продукції. Обґрунтовано структуру автоматизованої технологічної лінії, яка охоплює транспортування та дозування сировини, приготування бетонної суміші, формування й переміщення виробів, а також контроль технологічних параметрів із використанням програмованих логічних контролерів, цифрових датчиків, частотно-регульованих електроприводів і SCADA-систем. Визначено, що інтеграція зазначених засобів автоматизації створює передумови для підвищення точності керування виробничими процесами, стабілізації якості продукції, зниження матеріало- й енергоємності виробництва та скорочення простоїв обладнання. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення та експериментальну верифікацію інтелектуальної системи керування із застосуванням промислового Інтернету речей, цифрових двійників і алгоритмів машинного навчання для оптимізації технологічних режимів та прогнозування технічного стану обладнання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Reichenbach S., Kromoser B. State of practice of automation in precast concrete production. Journal of Building Engineering. 2021. Vol. 43. Article 102527.
DOI: 10.1016/j.jobe.2021.102527. URL:
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710221003843?utm_sourc%D0%B5

ISSN 1562-9945 (Print)
ISSN 2707-7977 (Online)

2. Zhao Z., Liu Y., Lu Y. et al. Prediction of properties of recycled aggregate concrete using machine learning models: A critical review. Journal of Building Engineering. 2024. Vol. 90. Article 109516. DOI: 10.1016/j.jobe.2024.109516.
URL: https://researchportal.ulisboa.pt/en/publications/prediction-of-properties-of-recycled-aggregate-concrete-using-mac/?utm_source
3. Antunes A., Costa H., Do Carmo R., Júlio E. A comprehensive review of sustainable use of construction and demolition waste as recycled aggregates in the production of concrete – Properties, mix design and on-site applications. Construction and Building Materials. 2025. Vol. 482. Article 141733. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2025.141733.
URL: https://researchportal.ulisboa.pt/en/publications/a-comprehensive-review-of-sustainable-use-of-construction-and-dem/
4. Recycled aggregates from construction and demolition waste towards an application on structural concrete: A review. Journal of Building Engineering. 2022. Vol. 52. Article 104452. DOI: 10.1016/j.jobe.2022.104452.
URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S235271022200465X
5. Golewski G. L. An assessment of microstructure and durability of concrete modified with mineral additives. Materials. 2021. Vol. 14(23). Article 7348.
6. EN 206:2013+A2:2021. Concrete – Specification, performance, production and conformity. Brussels: European Committee for Standardization, 2021.
7. Bolton W. Programmable Logic Controllers. 7th ed. Oxford : Newnes, 2021. 376 p.
8. Groover M. P. Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing. 5th ed. Hoboken : Pearson, 2020. 816 p.
9. Boyer S. A. SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition. 5th ed. Research Triangle Park : ISA, 2020. 384 p.
10. IEC 61131-3:2013. Programmable Controllers – Part 3: Programming Languages. Geneva: International Electrotechnical Commission, 2013.
11. Yadav G., Paul K. Architecture and Security of SCADA Systems: A Review. arXiv. 2020. arXiv:2001.02925. URL: https://arxiv.org/abs/2001.02925?utm_source
12. Derigent W., Cardin O., Trentesaux D. Industry 4.0: Contributions of holonic manufacturing control architectures and future challenges. arXiv. 2020. arXiv:2002.04525.
URL: https://arxiv.org/abs/2002.04525?utm_source
13. Javaid M., Haleem A., Singh R.P., Khan S. Industry 4.0 technologies and their applications in manufacturing industries. Sustainable Operations and Computers. 2022. Vol. 3. P. 96–103.
14. International Federation of Robotics. World Robotics 2024: Industrial Robots. Frankfurt : IFR, 2024.
15. Li Z., Radlińska A. Artificial Intelligence in Concrete Materials: A Scientometric View. arXiv. 2022. arXiv:2209.09636. URL: https://arxiv.org/abs/2209.09636?utm_source

REFERENCES

1. Reichenbach S., Kromoser B. State of practice of automation in precast concrete production. Journal of Building Engineering. 2021. Vol. 43. Article 102527.
DOI: 10.1016/j.jobe.2021.102527.

URL:
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710221003843?utm_sourc%D0%B5
2. Zhao Z., Liu Y., Lu Y. et al. Prediction of properties of recycled aggregate concrete using machine learning models: A critical review. Journal of Building Engineering. 2024. Vol. 90. Article 109516. DOI: 10.1016/j.jobe.2024.109516.
URL: https://researchportal.ulisboa.pt/en/publications/prediction-of-properties-of-recycled-aggregate-concrete-using-mac/?utm_source.
3. Antunes A., Costa H., Do Carmo R., Júlio E. A comprehensive review of sustainable use of construction and demolition waste as recycled aggregates in the production of concrete – Properties, mix design and on-site applications. Construction and Building Materials. 2025. Vol. 482. Article 141733. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2025.141733.
URL: https://researchportal.ulisboa.pt/en/publications/a-comprehensive-review-of-sustainable-use-of-construction-and-dem/.
4. Recycled aggregates from construction and demolition waste towards an application on structural concrete: A review. Journal of Building Engineering. 2022. Vol. 52. Article 104452. DOI: 10.1016/j.jobe.2022.104452.
URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S235271022200465X .
5. Golewski G. L. An assessment of microstructure and durability of concrete modified with mineral additives. Materials. 2021. Vol. 14(23). Article 7348.
6. EN 206:2013+A2:2021. Concrete – Specification, performance, production and conformity. Brussels: European Committee for Standardization, 2021.
7. Bolton W. Programmable Logic Controllers. 7th ed. Oxford : Newnes, 2021. 376 p.
8. Groover M. P. Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing. 5th ed. Hoboken: Pearson, 2020. 816 p.
9. Boyer S. A. SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition. 5th ed. Research Triangle Park: ISA, 2020. 384 p.
10. IEC 61131-3:2013. Programmable Controllers – Part 3: Programming Languages. Geneva : International Electrotechnical Commission, 2013.
11. Yadav G., Paul K. Architecture and Security of SCADA Systems: A Review. arXiv. 2020. arXiv:2001.02925. URL: https://arxiv.org/abs/2001.02925?utm_source .
12. Derigent W., Cardin O., Trentesaux D. Industry 4.0: Contributions of holonic manufacturing control architectures and future challenges. arXiv. 2020. arXiv:2002.04525.
URL: https://arxiv.org/abs/2002.04525?utm_source (дата звернення: 25.07.2025 р.)
13. Javaid M., Haleem A., Singh R. P., Khan S. Industry 4.0 technologies and their applications in manufacturing industries. Sustainable Operations and Computers. 2022. Vol. 3. P. 96–103.
14. International Federation of Robotics. World Robotics 2024: Industrial Robots. Frankfurt : IFR, 2024.
15. Li Z., Radlińska A. Artificial Intelligence in Concrete Materials: A Scientometric View. arXiv. 2022. arXiv:2209.09636. URL: https://arxiv.org/abs/2209.09636?utm_source.

Received 06.07.2026.
Accepted 09.09.2026.
Published 30.10.2026

ISSN 1562-9945 (Print)
ISSN 2707-7977 (Online)

Automation of technological equipment for the production of decorative paving elements

The paper examines modern technologies for manufacturing decorative paving elements and analyzes the automation of technological equipment used in their production. Vibropressing technology is considered as the most efficient method for manufacturing small-sized concrete products. The structure of an automated production line, including raw material handling, component dosing, concrete mixing, vibropressing, product transportation, curing, and process monitoring, is substantiated. The application of programmable logic controllers (PLC), digital sensors, variable frequency drives, and SCADA systems for process control is analyzed. The advantages of integrated automation are identified, including increased productivity, improved product quality, reduced energy consumption, minimized human influence, and integration into digital manufacturing systems in accordance with the Industry 4.0 concept. Prospects for further development are associated with the implementation of Industrial Internet of Things (IIoT) technologies, digital twins, and predictive maintenance systems.

Keywords: decorative paving elements; vibropressing; concrete products; production automation; technological line; programmable logic controller; PLC; SCADA; Industry 4.0; Industrial Internet of Things (IIoT).

Аніщенко Анна Ігорівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Україна.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5649-9379

Нестеренко Микола Миколайович – к.т.н., доцент, доцент кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Україна.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4073-1233

Блажко Володимир Володимирович - кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Україна.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3411-0385

Нестеренко Тетяна Миколаївна - доцент кафедри нафтогазової інженерії та технологій, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Україна.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2387-8575

Дмитро Юрійович Бугров - викладач кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Україна.
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-4571-5147

Anishchenko Anna - PhD (Tech), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automation and Computer-Integrated Technologies, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5649-9379

Nesterenko Mykola - PhD (Tech), Associate Professor, Associate Professor of the Department of industrial mechanical engineering and mechatronics National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Ukraine.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4073-1233
Blazko Vladimir - PhD (Tech), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automation and Computer-Integrated Technologies, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3411-0385
Nesterenko Tetiana - PhD (Tech), Associate Professor, Associate Professor of the Department of industrial mechanical engineering and mechatronics, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic».
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2387-8575
Buhrov Dmytro - PhD (Tech) Department of Automation, Electronics and Telecommunications National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Ukraine.
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-4571-5147

ISSN 1562-9945 (Print)
ISSN 2707-7977 (Online)