

ВСТУП

Виробництво залізобетонних плит є важливою складовою розвитку будівельної галузі за рахунок . Останніми роками попит на ці плити суттєво зріс, що обумовлено збільшенням масштабів інфраструктурного будівництва та реконструкції в Україні. Виробництво таких плит потребує впровадження передових технологій, зокрема автоматизації процесів, використання високоякісних бетонних сумішей і сучасних арматурних матеріалів. Успішне функціонування підприємства такого типу сприяє зміцненню національного ринку будівельних матеріалів, скороченню залежності від імпорту та створенню нових робочих місць.

Загалом, будівництво заводу з виготовлення плит дозволить задовольнити потреби ринку у високоякісних залізобетонних конструкціях.

Кваліфікаційну роботу розроблено відповідно до ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво». (Затверджені: наказ Мінрегіону України від 04.06.2014 р. № 163. Набрання чинності: 2014-10-01). Кваліфікаційна робота відповідає вимогам до складової «Технологічні рішення» проекту (затверджувальної частини РП) на будівництво об'єктів невиробничого призначення або «Технологічна частина» проекту (затверджувальної частини РП) на будівництво об'єктів виробничого призначення та лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури. З огляду на специфіку об'єктів, що проектуються, проектування ґрунтується на ДБН А.3.1-7-96 «Управління, організація і технологія. Виробництво бетонних та залізобетонних виробів». (Затверджені: наказ Держкоммістобудування України від 24 грудня 1996 р. № 222. Набрання чинності: 1997-07-01) та ДБН А.3.1-8-96 «Управління, організація, технологія. Проектування підприємств з виробництва залізобетонних виробів» (Затверджені: наказ Держкоммістобудування України від 24 грудня 1996 р. № 222. Набрання чинності: 1997-07-01)

1. ВИХІДНІ ДАННІ

1.1. Номенклатура й характеристика продукції, що планується до виготовлення

Плити залізобетонні 1,5 х 6 застосовуються для облаштування перекриттів у будівлях і спорудах, що потребують високої міцності та довговічності. Вони забезпечують економію матеріалів, скорочують терміни будівництва та витримують значні навантаження, що робить їх незамінними в сучасному будівництві.

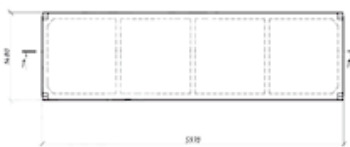
Підприємство спрямоване на виробництво основного виробу плити 1,5х6, а саме 2ПГ6-2АтVI.

Висока ефективність на підприємстві з виготовлення плит розміром 1,5 х 6 буде досягнута завдяки впровадженню сучасних технологій та автоматизованого обладнання, що забезпечить точність і швидкість виробничих процесів. Оптимальна організація виробничих зон сприятиме мінімізації часу на переміщення матеріалів і готової продукції..

Таблиця 1.1

Номенклатура продукції, що випускається:

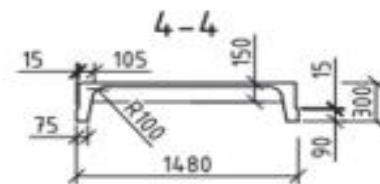
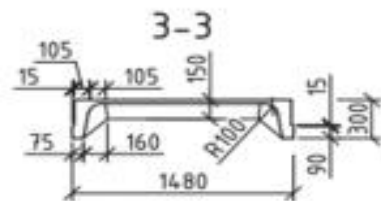
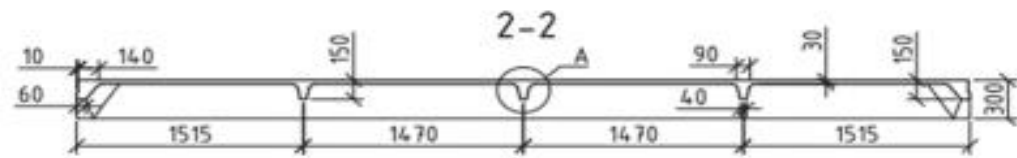
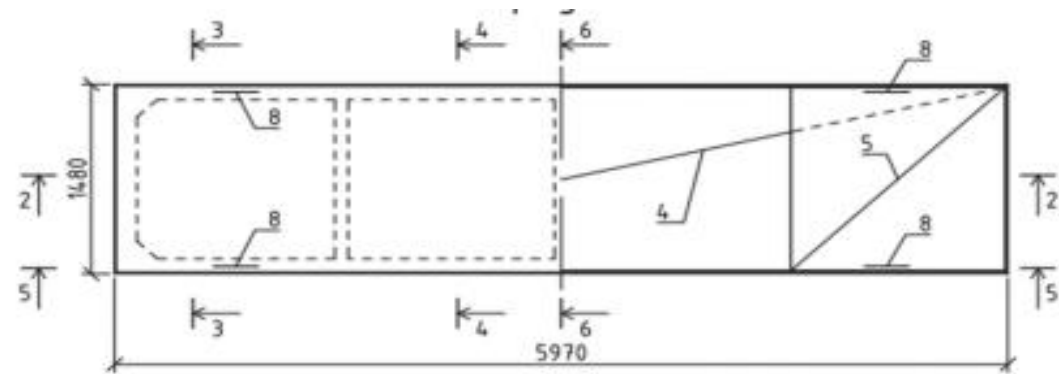
Номенклатура продукції, що випускається:

Найменування виробів	Ескіз виробів	Марка виробів	Відповідний ДСТУ	Доля, % в загальному випуску	Задана річна продуктивність	
					Куб. м	шт.
Плита 1,5х6 ДСТУ Б В.2.6-144:2010		2ПГ6	ДСТУ Б В.2.6-144:2010	100	5000	2272

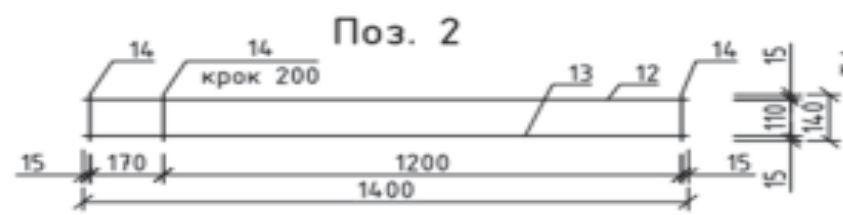
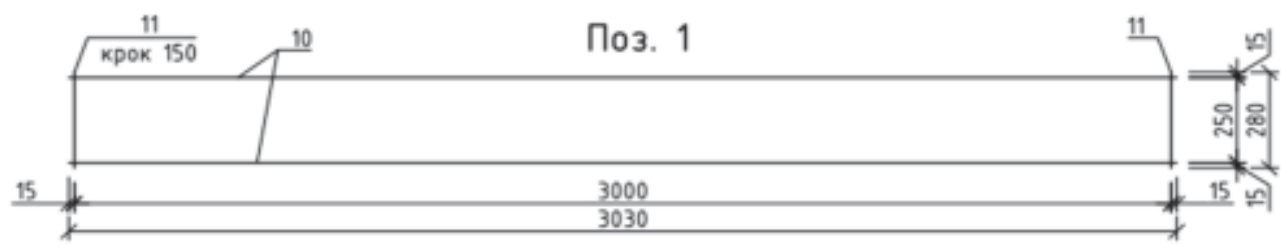
Таблиця 1.2

Характеристика продукції, що планується до виготовлення

№ п/п	Марка виробу	Основні розміри, мм	Клас бетону	Маса виробу, кг	Витрати матеріалів	
					бетон, м ³	сталь, кг
1	2ПГ6	5970x1490x250	C 16/20	1540	1,62	41,9



Опалубочні креслення



Армування

Найменування	Кількість	Перетин, мм	Довжина, мм	Маса, кг	
				1 шт	Всього
Сітка арматурна С-3	2	10АІ	1480	0,82	1,64
Сітка арматурна С-19	1	4АІ	1140	3,43	3,43
Стрижень АtVI	4	6АІ	5770	7,22	28,88
Петля П2	4	12АІ	1200	1,07	4,28
Каркас Кр-І	8	5 ВрІ	1020	0,46	3,68

1.2. Вибір та обґрунтування технології виробництва

При виборі оптимальної технології виробництва для плит розміром 1,5х6 метрів необхідно врахувати кілька ключових особливостей, які впливають на вибір методу їх виробництва. Зокрема, слід зважати на технологічну простоту бетонування та армування, оскільки ці процеси не повинні бути надмірно складними.

«Виробничий процес виготовлення залізобетонних конструкцій передбачає здійснення певних технологічних процесів та операцій. Вони можуть виконуватися за потоковою або стандовою технологіями.

Потокова технологія заснована на тому, що форма, у якій відбувається виготовлення конструкції, пересувається технологічним потоком від поста до поста, на яких здійснюється певна технологічна операція. Робітники можуть залишатися на місці, або рухатися разом з формами. Вона має два основних різновиди: агрегатно-потоківий та конвеєрний.

При агрегатно-потоківій схемі форми з виробами переміщуються від поста до поста з довільним інтервалом, характерним для даної операції або групи операцій, що виконуються на посту. При конвеєрній схемі форми з виробами переміщуються від поста до поста з певним примусовим ритмом, який установлюють по часу найбільш тривалої технологічної операції.

Також важливим фактором є обсяг виробництва: якщо очікується виготовлення невеликої кількості плит, доцільно застосовувати методи, що

передбачають мінімальні витрати на підготовку форм і обладнання.

Стендовий спосіб розуміє під собою переміщення обладнання разом з робітниками, які виконують технологічні операції від одного станда до іншого. Самі ж форми з виробами, що формуються залишаються нерухомо на одному місці до моменту набрання бетоном необхідної міцності. Такий метод організації технологічного процесу доцільно застосовувати при невеликій об'ємах виробництва.

Також при стендовій технології потік виробництва можна організувати таким чином, щоб розподіляти працівників по виробничим ланкам. Ці ланки мають за завдання виконання конкретної операції або декількох і переміщуються від станда до станда. При цьому задається певний ритм. Тож такий спосіб називають «стендово-потоким» [1].

Агрегатно-потоківа технологія характеризується високою гнучкістю у використанні обладнання і транспорту, а також у налаштуванні режимів теплової обробки, що особливо важливо для виробництва різноманітної номенклатури виробів. Робочий процес організований у вигляді окремих операцій, виконуваних на певних постах: розпалублення, очищення та складання форм, армування, формування й ущільнення бетонної суміші, теплове оброблення й вивантаження готових виробів. Частина операцій часто поєднується в часі для оптимізації процесу, наприклад, підготовка форм виконується паралельно з формуванням виробів.

Найбільш підходящим методом виробництва для наших виробів буде саме агрегатно-потоківий метод виробництва.

2. НАУКОВА ЧАСТИНА

МОДЕРНІЗАЦІЯ БЕТОНУ ПЕРЕРОБЛЕНИМИ ЗАПОВНЮВАЧАМИ ТА ПЕРЕРОБЛЕНИМИ СТАЛЕВИМИ ВОЛОКНАМИ

Механічні властивості бетону з перероблених заповнювачів, армованого звичайними та переробленими сталевими волокнами

Основні моменти

Перероблені сталеві волокна працюють краще, ніж звичайні сталеві волокна.

Втрату механічних властивостей БВЗ можна відновити за допомогою перероблених сталевих волокон.

Перероблені сталеві волокна можуть компенсувати вплив високих температур.

Широке використання бетону значно вплинуло на навколишнє середовище, що призвело до значних викидів парникових газів і навантаження на природні ресурси. У цьому дослідженні досліджувалися механічні властивості бетону, виготовленого з переробленого заповнювача, звичайних сталевих волокон і перероблених сталевих волокон, підданих високим температурам. Це важливий аспект у практичних застосуваннях, наприклад, для конструкцій, які піддаються впливу вогню або високотемпературного середовища, і це невід'ємна частина оцінки довговічності та безпеки альтернативних будівельних матеріалів. Були досліджені такі змінні: три відсотки заміщення вторинного заповнювача (0, 50 і 100 %), три кількості традиційних і вторинних волокон (0, 40 і 80 кг/м³), чотири температурні ступені (20, 200, 400 і 600 °C). Перероблені сталеві волокна походять із використаних шин. Досліджуваними змінними були консистенція, щільність затвердіння, міцність на стиск, динамічний і статичний модуль пружності, теплопровідність, міцність на вигин і поведінка напруження-деформації. Крім того, були зроблені фотографії скануючої електронної мікроскопії для детального аналізу структури бетону. Основний отриманий результат полягає в тому, що бетон з усіма переробленими заповнювачами та переробленими волокнами загалом мав такі ж механічні

властивості, як і звичайний бетон (без волокон і без перероблених заповнювачів) для будь-якого температурного етапу.

Використання цементу та бетону, двох найпоширеніших матеріалів, створених людиною, потрапило під пильну увагу через їх широке застосування. Їхнє великомасштабне виробництво не тільки призводить до значних викидів парникових газів, але й створює значне навантаження на наші обмежені природні ресурси [2]. Через спалювання викопного палива та масштабну вирубку лісів виробництво цементу є одним з головних джерел викидів вуглекислого газу.

Після Другої світової війни ці викиди зросли до загрозливих рівнів, еквівалентних півтонни на людину щорічно [3]. Примітно, що значна частина цих викидів безпосередньо пов'язана з придбанням одного з основних компонентів бетону: заповнювачів.

Прагнучи пом'якшити цей вплив на навколишнє середовище, ми розглянули альтернативні підходи, причому заміна природних заповнювачів переробленими матеріалами стала багатообіцяючим рішенням. Перехід до бетону з перероблених заповнювачів є життєздатною альтернативою, яка має потенціал для суттєвого внеску в екологічніше середовище. Цей підхід не тільки зменшує нашу надмірну залежність від дефіцитних ресурсів, але також усуває втому, яку відчують грубі заповнювальні матеріали [4]. Крім того, додавання заповнювачів, отриманих із будівельного сміття, і знесення конструкцій, які вийшли з ужитку, не тільки подовжує термін їх корисного використання, але й сприяє замкнутій системі, сприяючи більш стійкій будівельній галузі.

В останні роки було започатковано численні дослідницькі ініціативи для вивчення життєздатності використання вторинного заповнювача бетону (БВЗ) як стійкої альтернативи. Дослідження, проведене Xiao et al. [5] надали цінну інформацію про поведінку БВЗ при змінних відсотках заміни. Одним із важливих висновків цього дослідження було те, що зразки БВЗ із заміщеннями, що перевищували 50 %, продемонстрували більшу залишкову

міцність на стиск порівняно з традиційним бетоном з природного заповнювача (БПЗ). Ця різниця ставала ще більш помітною, коли відсоток заміни збільшувався. Однак вплив відсотка заміни не був таким помітним на міцність на згин і висмикування. Ці висновки узгоджуються з результатами різноманітних експериментальних досліджень у цій галузі. При кімнатній температурі поведінка зразків БВЗ виявилася подібною до поведінки звичайного бетону, з мінімальним зниженням міцності, що спостерігалось зі збільшенням відсотка заміни [6]. Тим не менш, також важливо підкреслити, що деякі дослідження показали, що заміна переробленого заповнювача в бетоні знижує його міцність на стиск і розтяг на значення від 10% до 30% для 50% заміни [7].

Що стосується проектування інфраструктури, сприйнятливої до навантажень, подібних до землетрусів, підвищення пластичності безпосередньо означає зменшення еквівалентних сил, які необхідно підтримувати, оскільки коефіцієнт модифікації відгуку зменшується зі збільшенням пластичності (EC8 [8]), таким чином визначаючи конструкції, які є не тільки надійними, але й також більш економічними. Методом підвищення пластичності елемента є поперечне армування. Однак надмірне армування вздовж секції конструкції може створити проблеми під час процесу бетонування. Дослідники досліджували інноваційні альтернативи, одна з яких передбачає використання сталевих волокон [9].

Попередні дослідження [10] продемонстрували, що додавання волокон до БВЗ може компенсувати зниження їхніх властивостей. Крім того, цей підхід підвищує пластичність і обходить проблеми, пов'язані з великим поперечним армуванням. Результати цих випробувань однозначно вказують на те, що введення волокон значно покращує структурні характеристики, відповідаючи суворим вимогам до пластичності та інших механічних властивостей. Такий підхід не тільки забезпечує структурну цілісність елементів БВЗ, але й забезпечує практичне вирішення проблем, пов'язаних із сейсмічними силами.

Дотримуючись екологічних методів будівництва, вартий уваги напрямок, який включає перероблені сталеві волокна, витягнуті з утилізованих шин, використовуючи такі процеси, як подрібнення, піроліз або криогенні методи. Потенціал цього підходу є значним; за підрахунками, лише Європейський Союз міг би витягувати півмільярда тонн сталевих волокон щорічно з використаних шин [11]. Цей інноваційний метод узгоджується з духом сталого будівництва шляхом перепрофілювання відходів, тим самим зменшуючи навантаження на навколишнє середовище та зберігаючи цінні ресурси. Дослідження, проведене Aiello et al. [12] досліджували продуктивність переробленого фібробетону, повідомляючи про результати, які в більшості випробувань можна порівняти з результатами, отриманими для бетонів, армованих промисловими сталевими волокнами, навіть дещо кращими в деяких випадках, наприклад, щодо міцності на стиск, демонструючи багатообіцяюче застосування для використання відходів у будівництві. Конструктивно заміна звичайних волокон переробленими аналогами виглядає як життєздатна альтернатива, що дає можливість вирішити проблеми сталого розвитку в будівництві.

Що стосується досліджень БВЗ, армованих переробленими сталевими волокнами, то лише те, яке провели Nath та ін. [13] знайдено. Вони вивчили кілька типів перероблених волокон і дійшли висновку, що перероблені волокна покращили міцність на стиск, розрив і вигин на 19%, 30% і 11% відповідно. Варто згадати деякі останні дослідження, в яких досліджувалося використання натуральних волокон у сумішах БВЗ.

Розуміння механічних властивостей БВЗ має вирішальне значення для розробки конструкцій, здатних витримувати навантаження навіть у аварійних ситуаціях або ситуаціях після аварій. Згідно з різними дослідженнями, при підвищенні температури механічні властивості, такі як міцність на стиск або модуль пружності, помітно знижуються через фізичні та хімічні зміни, що відбуваються в матеріалі. Перероблені заповнювачі є більш пористими, ніж природні заповнювачі, що призводить до більш високого вмісту вологи в їх

проміжках. Це призводить до більшого теплового розширення та втрати механічної цілісності під впливом високих температур. Крім того, наявність прилиплого розчину на RCA може послабити бетонну конструкцію під час термічного навантаження. До 200 °C збережена міцність зразків була відносно подібною до їх поведінки при кімнатній температурі; однак, саме в діапазоні між 400 і 800 °C бетон зазнає найбільшого зниження [15].

У таблиці 1 наведено деякі дослідження, доступні в науковій літературі, та їх основні аналізовані параметри. Що стосується БВЗ, підданого високим температурам і армованого сталевими волокнами, лише кілька досліджень аналізували механічну поведінку бетону зі звичайним армуванням сталевим волокном після теплового впливу, і жодного, якщо волокна були переробленого походження.

Таблиця 1. Найсучасніший для БВЗ, що піддається впливу високих температур і армований сталевими волокнами.

Довідка	Заміна переробленого агрегату	Максимальна температура впливу	Сталева фібра (об'ємна частка бетону)
[10]	30 %, 50 %, 70 %, 100 %	800 °C	-
[11]	75%	500 °C	-
[12]	100 %	750 °C	-
[39]	20 %, 50 %, 100 %	800 °C	-
[40]	50 %, 100 %	1000 °C	-
[41]	25 %, 50 %, 75 %, 100 %	750 °C	-
[42]	30 %, 50 %, 70 %, 100 %	800 °C	-
[43]	100 %	1000 °C	-
[44]	50 %, 100 %	800 °C	-
[45]	30 %, 100 %	500 °C	-

Важливо відзначити, що застосування перероблених волокон у установках із вторинного заповнювача бетону (БВЗ) потребує подальшого вивчення та

дослідження. Перероблені заповнювачі часто виявляють більшу пористість і водопоглинання разом із залишками розчину на їхніх поверхнях, що може вплинути на їх зв'язок із цементною матрицею. Ці фактори можуть призвести до зниження працездатності та міцності БВЗ порівняно зі звичайним бетоном. Крім того, механічні властивості перероблених сталевих волокон можуть суттєво відрізнятися залежно від їх попереднього терміну служби, що може включати деградацію через механічне навантаження, вплив навколишнього середовища або хімічну взаємодію. Якщо використовуються обидва матеріали, взаємодія між переробленими заповнювачами та переробленими волокнами може відрізнятися від звичайного бетону через притаманну мінливість обох компонентів. Зв'язок між переробленими волокнами та більш пористим і менш стійким бетоном (таким як БВЗ) може впливати на передачу навантаження та механізми перекриття тріщин, що в кінцевому підсумку впливає на механічні характеристики композиту. Постійні дослідження мають вирішальне значення для повного розуміння цієї взаємодії.

У сучасній літературі про подібні вироби можна спостерігати широкий спектр досліджень за участю традиційного заповнювача, де використовуються звичайні сталеві волокна. Однак, коли справа доходить до вивчення додавання сталевих волокон у бетонні суміші з деяким ступенем заміщення заповнювачів переробленими матеріалами, опублікованих робіт мало. Зокрема, при обговоренні БВЗ, армованого переробленими сталевими волокнами, доступна обмежена інформація, а дослідження щодо БВЗ з переробленими сталевими волокнами, підданими високим температурам, не знайдені. З цієї причини метою цього дослідження є аналіз механічних властивостей БВЗ, армованого звичайними або переробленими волокнами, підданих високим температурам.

Цемент ПЦ II/Б-М 42,5 РШ служив основним матеріалом у поєднанні з вапняковим піском з модулем тонкості 7,5. Грубий заповнювач був

отриманий з подрібненого вапняку та вторинного грубого заповнювача, отриманого з бетонних блоків (рис. 1). Пластифікатор був введений у точній дозі 1,25 % від вмісту цементу і був Sika ViscoCrete-20 HE.



Рис. 1

Рис. 1 . Звичайний крупний заповнювач (а) і перероблений крупний заповнювач (b).

Крім того, дослідження розглядає інтеграцію волокон полівінілового спирту (PVA) для створення шляху для дисперсії водяної пари під час впливу високих температур. Вважається, що полімерні волокна здатні вносити структурний внесок, якщо їх довжина становить від 20 до 60 мм, що принаймні в 3 рази перевищує максимальний розмір грубого заповнювача. Волокна, які використовуються в цьому дослідженні, мають приблизну довжину 10 мм і не є структурним зміцненням, а захищають від можливого розколювання бетонної суміші під дією тепла.

Випробування на водопоглинання проводили відповідно до стандарту [15] , отримавши наступні результати: для піску поглинання становило 2,1 %; для звичайного гравію 1,1 %; і для переробленого гравію 5,4 %. Ці дані чітко підкреслили значну різницю в пористості між двома типами гравію, показуючи, що перероблений гравій мав набагато вищу водопоглинаючу здатність порівняно зі своїм звичайним аналогом. Це підтвердило те, що було зроблено за допомогою візуального аналізу, як видно на рис. 1 , на якому

також видно, що частинки звичайного гравію були більшими та кутішими за формою. З іншого боку, на рис. 2 показано експериментально отримані гранулометричні криві як для крупних заповнювачів, так і для піску, використаних у цій роботі.

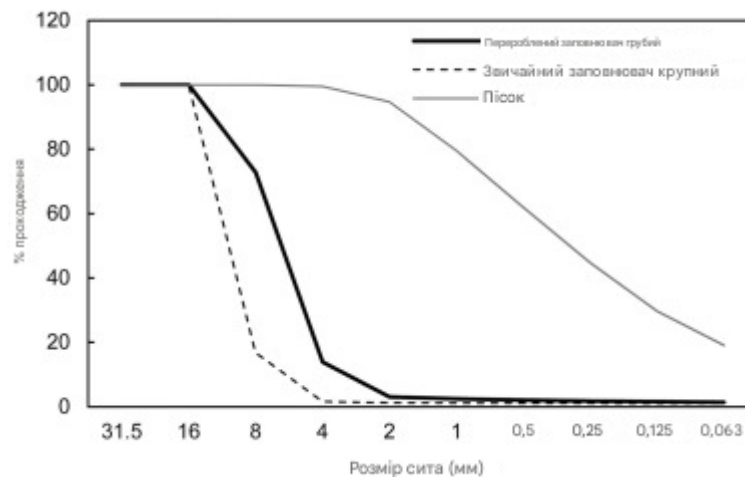


Рис. 2

Малюнок 2 . Гранулометрія дрібного та крупного заповнювачів.

Порівняння між звичайними та переробленими сталевими волокнами (рис. 3) виявило відмінності в їхніх властивостях. Звичайні сталеві волокна (Masterfiber 503) мають гачкову форму довжиною 35 мм і діаметром 0,75 мм, що забезпечує співвідношення сторін 47. На відміну від цього, перероблені сталеві волокна (Flexobier FX-25), отримані і оброблені з викинутих шин, мають довільну геометрію з меншою середньою довжиною 25 мм, на диво менший діаметр (із середнім значенням 0,22 мм) і значно вищий аспектний коефіцієнт 113. Крім того, міцність на розрив перероблених сталевих волокон перевищує 2500 МПа, значно перевищуючи $1200 \text{ МПа} \pm 15 \%$ міцності звичайних сталевих волокон, відповідно до виробника. Властивості кожного виду волокна коротко представлені в табл. 2 .

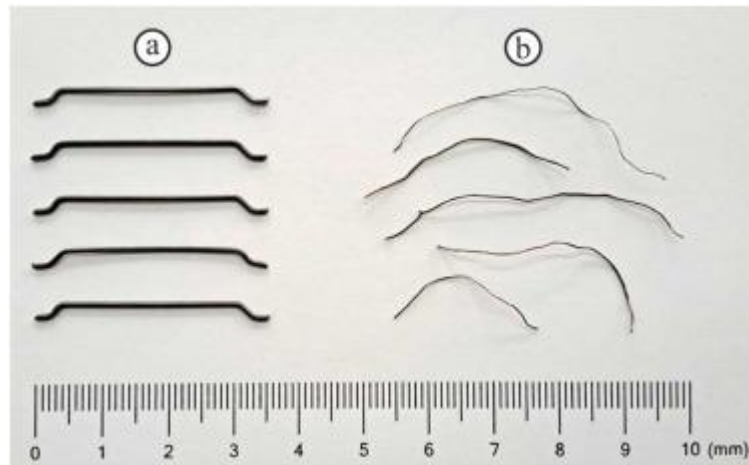


Рис. 3

Рис. 3 . Сталеві волокна: звичайні волокна з гачком (а) і перероблені волокна (b).

Таблиця 2 . Властивості сталевих волокон.

Тип волокна	Геометрія	Середня довжина l_f (мм)	Середній діаметр \emptyset_f (мм)	Середній співвідношення сторін	Міцність	
					на розрив (МПа)	Рекомендоване дозування (м ³)
Звичайні волокна	Тип крюк	35	0,75	47	1200	20
Перероблені волокна	Випадковий	25	0,22	113	>2500	10 – 40

Проектування бетонної суміші

У бетонних сумішах досліджувалися такі змінні: три рівні заміщення заповнювача (0 %, 50 % і 100 % заміщення); три вмісту сталеві фібри, які становили 0, 40 і 80 кг на м³ бетону, як для звичайної, так і для вторинної фібри. Волокна з різних джерел не були змішані в жодній із сумішей. Безволокнисті бетони позначаються буквою «bR», де цифра «b» вказує на відсоток заміненого заповнювача (0, 50 і 100 %). Фібробетони позначаються як «aFNbR» або «aFRbR», причому попередня цифра «a» вказує на вміст сталеві волокна (0, 40 або 80 кг/м³), а за нею йде комбінація двох літер, що вказують на тип сталі. волокна (FN для звичайних волокон; ФА для перероблених волокон). Наприклад, 40FN50R вказує на бетон із 40 кг/м³

звичайних волокон і 50 % заміною переробленого грубого заповнювача. Всі суміші готували з співвідношенням вода/цемент 0,6. Це співвідношення стосується води, доступної для гідратації після того, як агрегати поглинули її.

У таблиці 3 наведені всі типи бетону, які були розроблені, а також їх дозування. Щоб проаналізувати зміну механічних властивостей бетонів з різними співвідношеннями дрібного/крупного заповнювачів, для сумішей без вмісту волокон було запропоновано дві різні дози заповнювачів. Для сумішей, позначених як «R1», співвідношення пісок/цемент і гравій/цемент становили 1,6 і 2,7, а для бетону «R» — 2,5 і 1,7 відповідно. Волокна ПВА, які використовувалися для пом'якшення впливу високих температур, дозували 2 кг/м³. Суперпластифікатор був доданий у дозі 1,25 % від вмісту цементу в усі зразки, за винятком зразків R1, який становив 0,875 %. Причина полягає в тому, що бетони з більшою часткою грубого заповнювача потребують менше суперпластифікатора для отримання хорошої технологічності. Невелика різниця в дозуванні води між сумішами пов'язана зі змінним водопоглинанням між звичайними та переробленими заповнювачами.

Зразки піддавали 4 температурним крокам: кімнатній температурі, 200 °С, 400 °С і 600 °С. Спочатку була запропонована оцінка після впливу 800 °С, але деградація була настільки високою, що зразки розпалися самі (рис. 4). Тому ці серії були відкинута.



Рис. 4

Рис. 4 . Кубічні зразки після витримки 800 °С.

Використовували електропіч з максимальною нагрівальною потужністю 2000 °С. Криві нагрівання для кожної цільової температури проілюстровано на рис. 5 разом із кривою ISO-834, яка представляє температуру газу під час повністю розвиненої пожежі в будівлі. Експериментальні криві нагрівання записували за допомогою термопари К-типу. Швидкість нагрівання становила приблизно 8 °С/хв. Хоча експериментальні криві нагрівання були значно повільнішими, ніж крива ISO-834 час-температура, вплив швидкості нагрівання на деградацію є незначним при високих температурах впливу. За низьких і середніх температур впливу пошкодження зразків було порівнянним для всіх зразків, оскільки вміст вологи був однаковим (усі зразки зберігалися у вологій камері протягом 28 днів). Крім того, волокна ПВА зменшили можливі пошкодження. Після досягнення цільової температури її підтримували протягом 75 хвилин, щоб забезпечити рівномірний тепловий стан у зразках [67]. Нарешті піч вимкнули, а зразки залишили всередині для природного охолодження протягом 24 годин.

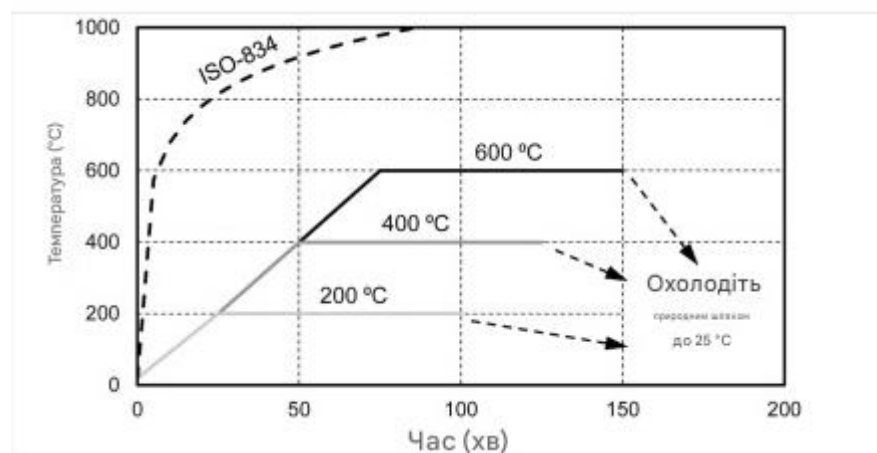


Рис. 5

Рис. 5. Криві нагріву розраховані на вплив високих температур.

Випробування та конструювання зразків

Циліндричні зразки (діаметр $\varnothing 150$ мм і висота 300 мм) були випробувані для визначення статичного модуля пружності та визначення

кривих напруження-деформації при одновісному стисненні. Крім того, призматичні зразки (150x150x600 мм³) були використані для визначення міцності на розтягування при згині відповідно до і для отримання параметрів для отримання визначальних кривих напруги-деформації розтягу. Кубічні зразки (100x100x100 мм³) були піддані випробуванням на розповсюдження ультразвукових хвиль для визначення динамічного модуля пружності, а потім випробувані на стиск. Нарешті, теплопровідність була визначена відповідно до також з використанням кубічних зразків.

Зразки свіжого бетону заливали в попередньо змащені форми. Після заливки бетону було застосовано поверхнєве зволоження перед покриттям зразків пластиковими листами для твердіння бетону. Зразки вийняли з форми та перенесли у вологу камеру, де вони залишалися протягом 28 днів для процесу затвердіння перед проведенням відповідних випробувань

Послідовність

Додавання сталевих волокон покращує когезію бетону, але чим стрункіші волокна, вони, як правило, переплітаються з бетоном, створюючи більш цілісну та міцну структуру. Цей факт можна побачити на рис. 6, де спад був більшим у неармованих сумішах (див. рис. 6 (a)) і меншим, коли вміст сталевих волокон зростає (див. рис. 6 (b)). Працездатність була нижчою, коли замість звичайних волокон використовувалися перероблені волокна, головним чином з двох причин: (i) перероблені волокна мають випадкову геометрію (див. рис. 3 (b)), що спричиняє сплутування одних волокон з іншими та з грубим заповнювачем; (ii) перероблені волокна приблизно в три рази менші за діаметром, ніж звичайні волокна (Таблиця 2), тому за однакового вмісту волокон (Таблиця 3) кількість перероблених волокон у бетонній суміші набагато вища. Не було виявлено кореляції між вмістом переробленого заповнювача та спадом. На рис. 7 представлені результати, отримані для 18 типів бетону, виробленого в цьому дослідженні, демонструючи чітку тенденцію до зменшення осадки зі збільшенням вмісту волокон. Як видно, на консистенцію суттєво впливають дозування з 80 кг/м³

перероблених волокон.

Рис.6

6



Рис. 6 . Випробування на осадку бетонних сумішей 0R1 (a) і (b).

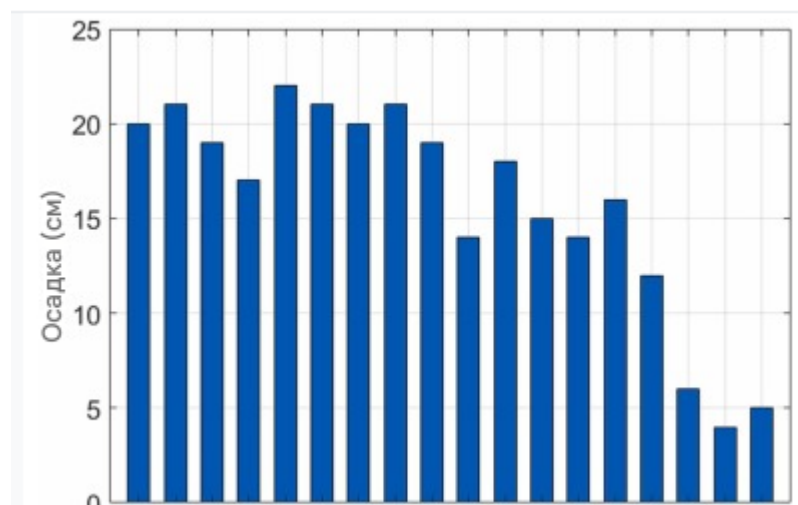


Рис. 7

Мал. 7 . Свіжий бетон осідає.

Щільність затверділого бетону

Щоб отримати щільність бетону, було виміряно два перпендикулярні діаметри для кожного циліндричного зразка в нижній і верхній частині, тоді як висота була отримана як середнє значення трьох вимірювань, зроблених з інтервалом 120° . Обидва розміри були виміряні за допомогою електронного штангенциркуля з точністю до 0,1 міліметра. Масу вимірювали

електронними вагами з допуском 5 г. Зразки були сухими перед зважуванням, оскільки вони перебували в печі при 60 °С протягом 10 годин.

Відтепер результати кожного підрозділу відобразатимуться на рисунку, що складається з 4 частин (а, б, в і г). У першій частині (а) будуть представлені результати аналізу змінної на основі 4 вивчених температурних етапів для бетону без волокон. Другий (б) також покаже змінну, проаналізовану як функцію температури, але з урахуванням армованого фібробетону, без заміни переробленого заповнювача. Третя (с) і четверта (d) покажуть результати аналізованої змінної на основі відсотка переробленого заповнювача для бетону, армованого фіброю, при кімнатній температурі (частина с) і після впливу 600 °С (частина D). У всіх випадках наведені криві відповідають середньому значенню для різних зразків, включених до кожної серії, згідно з таблицею 4 .

Відповідно до рис. 8 (а), звичайні бетони з більшою часткою грубого заповнювача (тип R1) демонстрували більшу щільність як при кімнатній температурі, так і після впливу високих температур. Проте бетони типу R1 і R розвивалися паралельно з підвищенням температури. Тобто на рис. 8 (а) лінії приблизно паралельні, і тому відносні падіння щільності були дуже схожими. Після 600 °С середня втрата щільності становила 10 % для всіх бетонів по відношенню до серії, випробуваної при кімнатній температурі. Щодо відсотка переробленого заповнювача, чим більше відсоток, тим менша щільність за будь-якої температури. Поясненням цього є нижча щільність переробленого заповнювача через його більшу пористість.

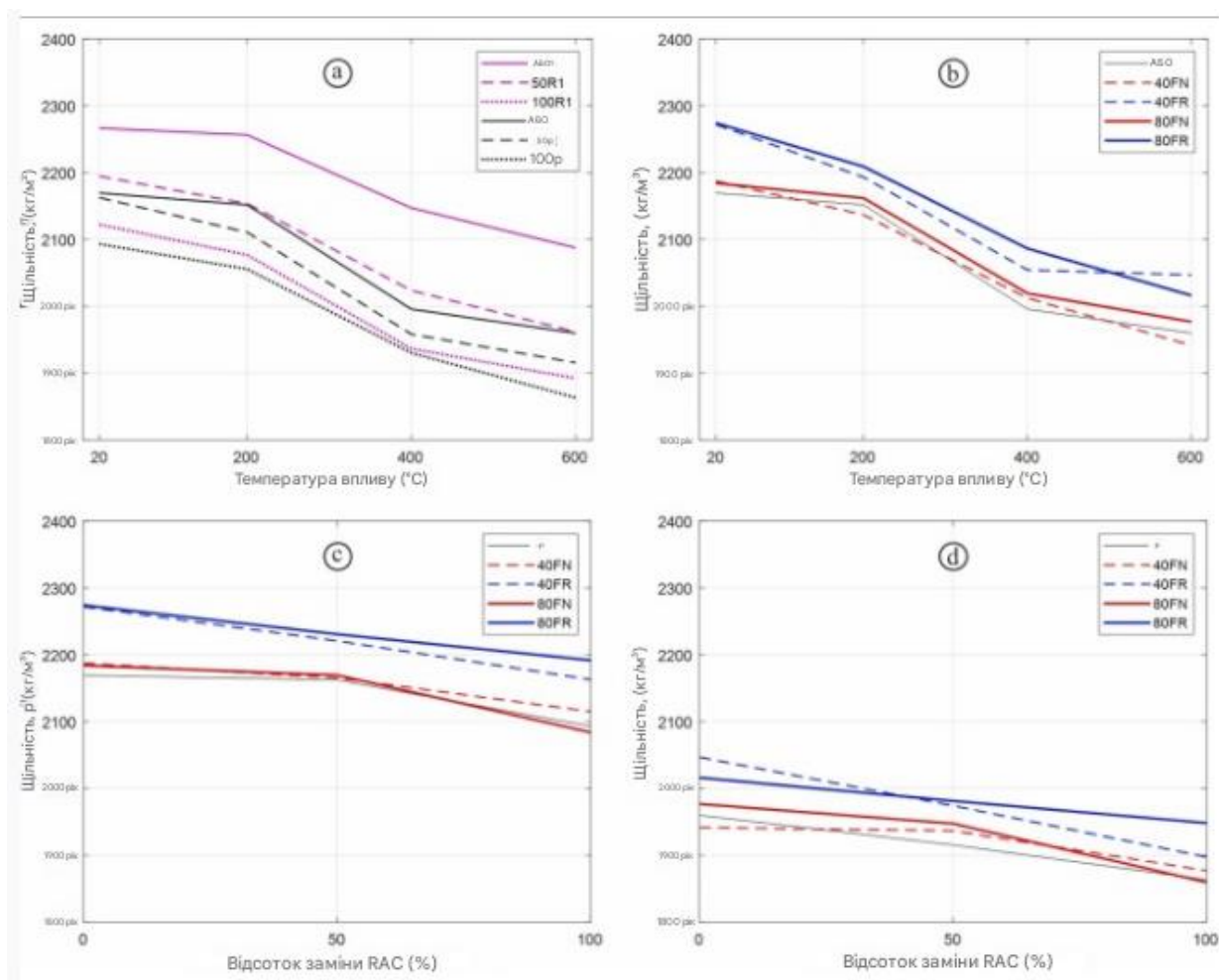


Рис. 8 . Вплив температури на значення густини: (а) безволокнисті бетони; (b) армовані волокнами бетони з 0 % заміною переробленого заповнювача; (c) бетони, армовані волокнами при 20°C; (d) бетони, армовані волокнами після 600 °С.

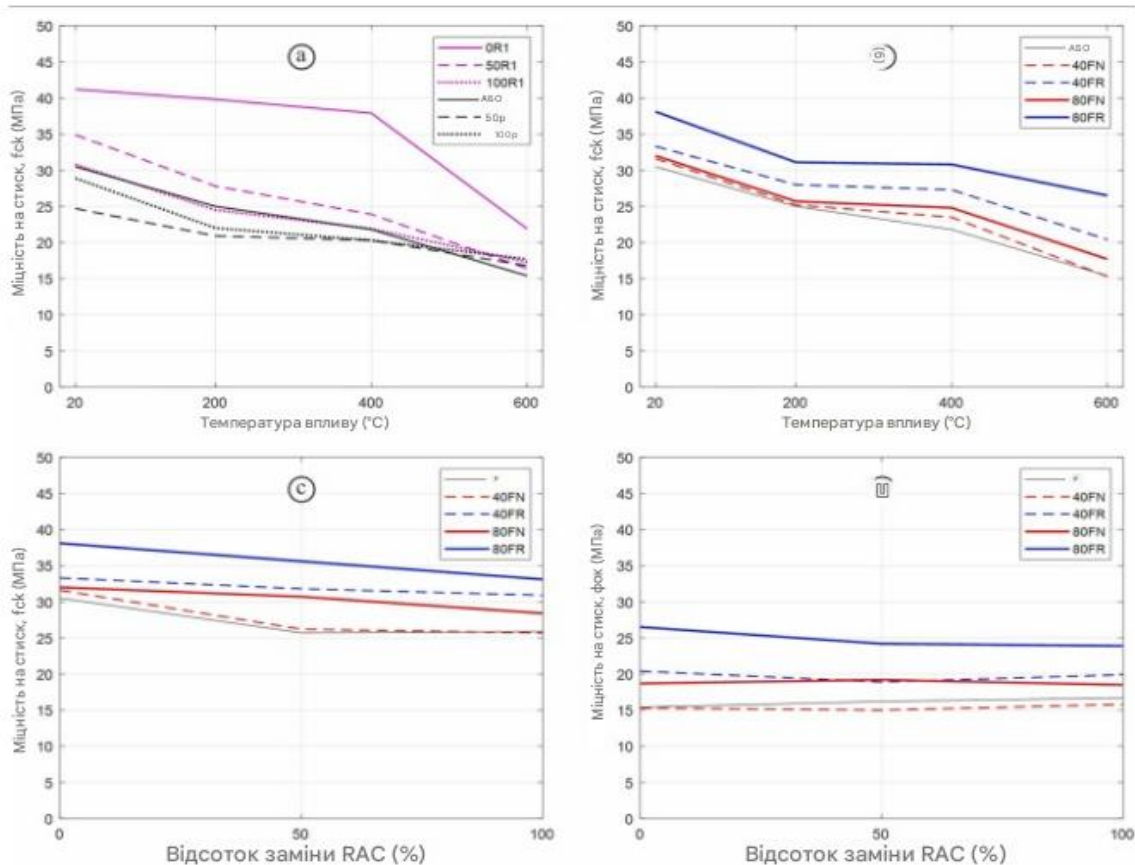
Для бетону, армованого волокнами (рис. 8 (b)), перероблений сталевий фібробетон був на 3,7 % щільнішим за кімнатної температури, ніж звичайні бетони, тенденція стабільна для всіх температур. Це пояснюється різним співвідношенням сторін перероблених волокон, що створило більш компакту суміш. Обидва типи фібробетону втратили близько 8 % щільності між 200 і 400 °С, подібно до неармованого бетону.

На рис. 8 (c) і на рис. 8 (d) показано зміни щільності з вмістом переробленого заповнювача при 20°C і 600°C. При 20°C щільність зменшилася на 3,5 % із загальною заміною переробленого заповнювача. Температура мала більший вплив на втрату щільності, ніж вміст

переробленого заповнювача. Навіть при 600°C перероблений фібробетон залишався щільнішим за звичайний.

Міцність на стиск

Для міцності на стиск результати показані на рис. 9 і відповідають середньому значенню трьох кубічних зразків зі сторонами 100 мм, випробуваних для кожного бетону відповідно .



Мал. 9 . Вплив температури на міцність при стиску: (а) безволокнисті бетони; (б) армовані волокнами бетони з 0 % заміною переробленого заповнювача; (с) бетони, армовані волокнами при 20°C ; (d) бетони, армовані волокнами після 600°C .

Як і у випадку зі значеннями щільності, оцінка за температурою впливу показала, що для бетонів без волокнистого армування (рис. 9 (а)) і з більшою часткою грубого заповнювача, ніж піску (тип xR1), міцність на стиск була вищою, ніж для бетонів з більша доза піску (в середньому на 18 % вище). Крім того, коли відсоток переробленого заповнювача збільшився, міцність

знизилися (приблизно 11 % втрати міцності було отримано при заміні 50 % переробленого заповнювача). Загалом для всіх бетонів спостерігалася постійна тенденція. До 200 °C середня міцність впала на 17 %, на 7 % між 200 °C і 400 °C і на 24 % між 400 °C і 600 °C. Усі результати зійшлися практично в одному діапазоні значень для тестів після 600 °C. Єдиним типом бетону, який не дотримувався цієї тенденції, був 0R1, міцність якого залишалася майже постійною до 400 °C. За межами цієї температури міцність різко впала.

Для бетонів без переробленого заповнювача та армованого волокнами (рис. 9 (b)), перероблені волокна показали кращу поведінку порівняно зі звичайними. Зокрема, бетони з 40 кг/м³ перероблених волокон (40FR) порівняно з аналогами зі звичайними сталевими волокнами (40FN) продемонстрували середнє покращення на 5,4 %, 11,1 %, 16,2 % і 33,3 % для температур 20, 200, 400 °C і 600 °C відповідно. Крім того, відсоток для 80ФА над 80FN становив 19,1%, 21,0%, 24,2% і 49,7% при згаданих рівнях температури. Значення міцності на стиск для всіх залізобетонів між 200 °C і 400 °C залишалися постійними. У цьому діапазоні температур неармований бетон втратив 13 % своєї міцності. Відомо, що внесок волокон у міцність на стиск коливається від 3 % до 10 %. Це спостерігалось в бетонах, армованих звичайними волокнами (особливо після 400 °C), де середнє покращення вздовж температурних кроків становило 2,9 % для бетону 40FN і 9,1 % для бетону 80FN. Однак, коли використовувалися перероблені волокна, ці відсотки зросли до 19,7 % для 40ФА і 40,7 % для 80FN.

На рис. 9 (c) зображено зміну міцності на стиск при кімнатній температурі як функцію відсотка заміни вторинного заповнювача. Міцність зменшувалася зі збільшенням переробленого заповнювача в суміші. Втрата міцності неармованого бетону з урахуванням повної заміни традиційного заповнювача на вторинний склала 15,7 %. Це зменшення можна було б компенсувати додаванням сталевих волокон. Враховуючи, що початкова міцність бетону без заміни заповнювача та без волокон (звичайний простий

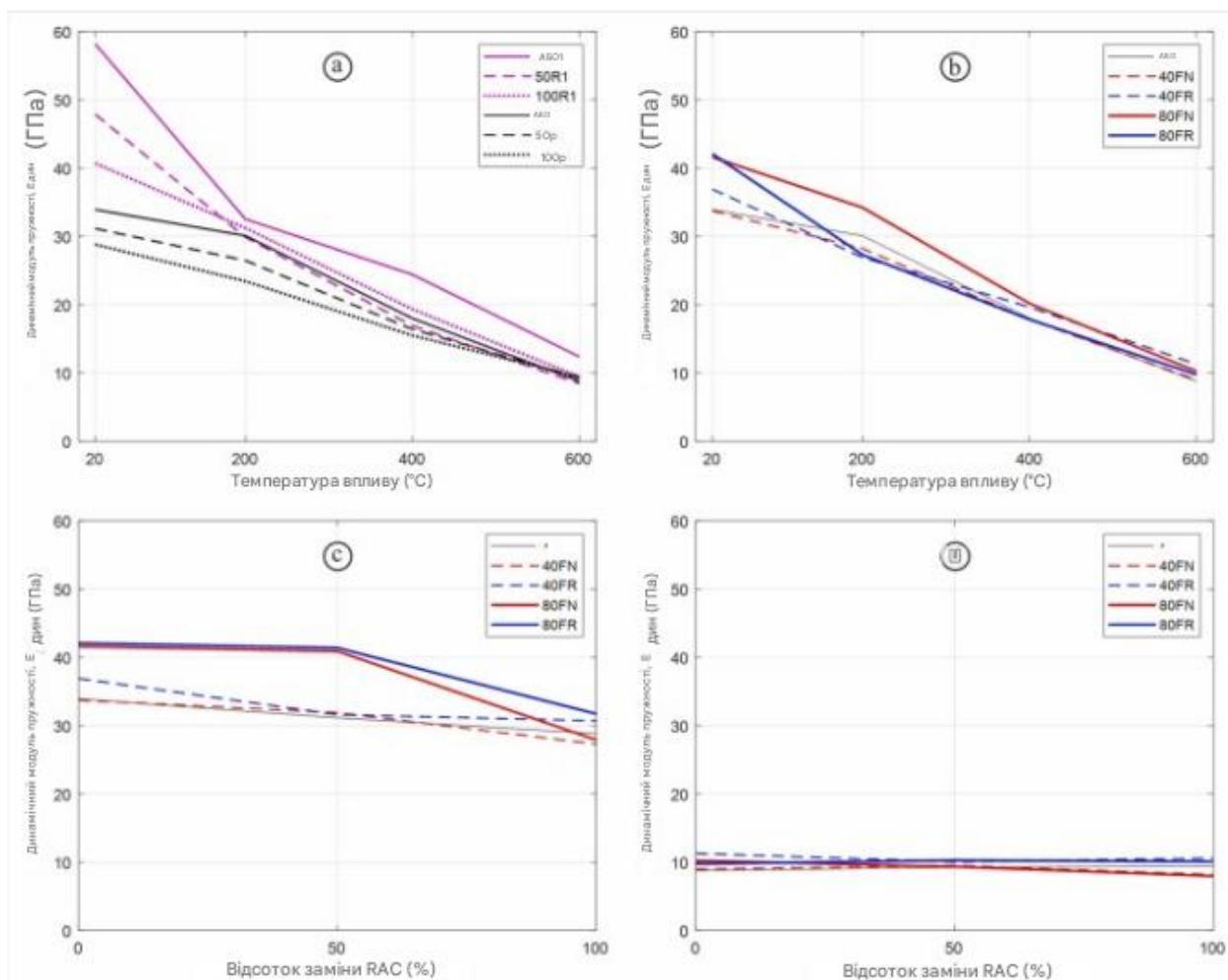
бетон) становила 30,5 МПа, дивлячись на бетон 80FN, спостерігається, що для 100 % заміни заповнювача міцність становила 28,4 МПа (на 7 % нижче). Однак для бетону 40ФА міцність становила 30,9 МПа, а для 80ФА – 33,1 МПа, що було вище, ніж у звичайного простого бетону. Таким чином, було доведено, що міцність, яку бетон втратив через використання перероблених заповнювачів, можна відновити за допомогою перероблених сталевих волокон.

На рис. 9 (d) зображено зміну міцності на стиск після 600 °С у залежності від відсотка заміни переробленого заповнювача. Жодних тенденцій у цьому випадку не спостерігалось. Відсоток заміни вторинного заповнювача не вплинув на міцність на стиск після 600 °С, оскільки цемент перебував у стані прогресуючої деградації через вплив високої температури, тоді як вплив типу заповнювача був незначним.

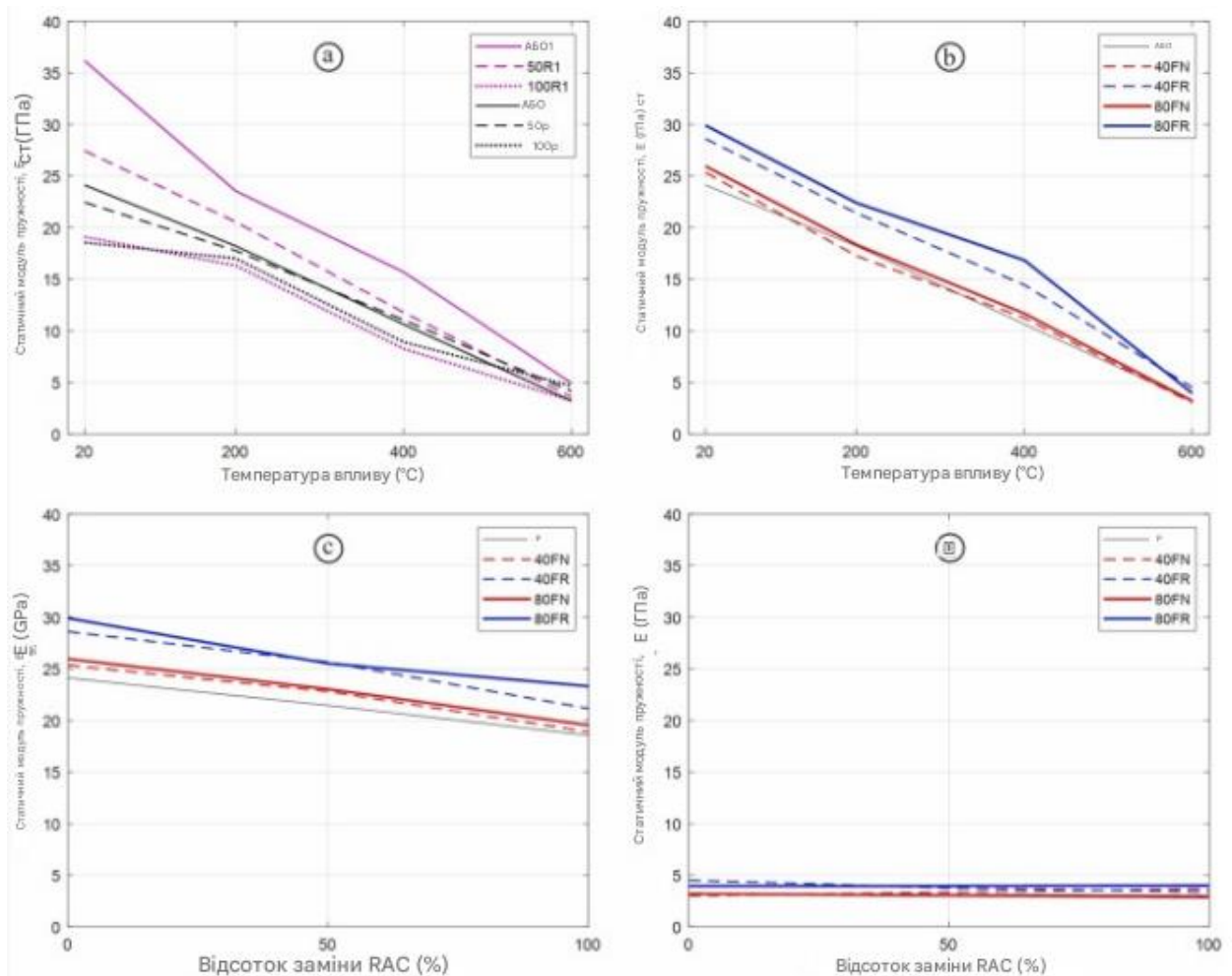
Динамічний і статичний модуль пружності

Неруйнівний контроль є дуже цікавою технікою для оцінки механічних властивостей будівельних матеріалів, оскільки він надає цінну інформацію без необхідності вилучення зразків зі споруди на місці. У цьому дослідженні динамічний модуль пружності (E_{dyn}) було отримано на кубічних зразках 100x100x100 мм³, які були піддані випробуванням на поширення ультразвукових хвиль згідно з ASTM D2845–08. Для збору та обробки даних використовувався пристрій Proceq Pundit Lab+, підключений до комп'ютера, оснащений набором хвильових перетворювачів 250 кГц. Після того, як були отримані швидкості хвиль стиснення (V_p) і зсуву (V_s), а також щільність бетону динамічний модуль пружності розраховували за допомогою формули (1).

Для статичного модуля пружності використовували процедуру стандарту на циліндричних зразках $\varnothing 150 \times 300$ мм². Результати для динамічного та статичного модулів представлені на рис. 11 та рис. 12.



Мал. 11 . Вплив температури на динамічний модуль пружності: (a) безволокнисті бетони; (b) армовані волокнами бетони з 0 % заміною переробленого заповнювача; (c) бетони, армовані волокнами при 20°C; (d) бетони, армовані волокнами після 600 °C.



Мал. 12 . Вплив температури на статичний модуль пружності: (а) безволокнисті бетони; (б) армовані волокнами бетони з 0 % заміною переробленого заповнювача; (с) бетони, армовані волокнами при 20°C; (д) бетони, армовані волокнами після 600 °С.

Перш за все, важливо відзначити, що загалом динамічний модуль був приблизно на 35 % більшим, ніж статичний модуль для всіх бетонів.

Частка піску в бетонній суміші є ключовим фактором як для динамічного, так і для статичного модуля пружності. Як згадувалося для тесту на водопоглинання, пісок є більш пористим порівняно зі звичайним грубим заповнювачем (розділ 2.1). З цієї причини зразки R1 (рис. 11 (а) і рис. 12 (а)), які мали більш високе співвідношення крупного заповнювача до піску, продемонстрували вищий динамічний і статичний модуль пружності. В обох типах модулів спостерігалася спадна тенденція зі збільшенням

температури, і вище 200 °С обидва модулі зменшувалися в середньому на 27 % на кожному температурному етапі, незалежно від співвідношення крупного заповнювача та піску та відсотка заміни переробленого заповнювача. Загалом, усі значення перекривалися після 600 °С, в результаті чого E_{dyn} дорівнював 10 ГПа, а E_{st} дорівнював 4,5 ГПа.

При дослідженні включення волокон порівняно з неармованим бетоном (рис. 11 (b) та рис. 12 (b)) результати показали, що динамічний модуль не залежить від кількості або типу волокон. Динамічний модуль фібробетону був таким же, як і неармованого бетону (рис. 11 (b)). Однак, щодо статичного модуля (рис. 12 (b)), модулі бетонів з переробленими волокнами були в середньому на 16 % вищими, ніж бетони з нормальними волокнами, незалежно від кількості волокон, до 400 °С. Від 400 °С до 600 °С результати мали тенденцію до 4,5 ГПа. Бетони з переробленими волокнами мали вищий статичний модуль пружності, оскільки перероблені волокна, завдяки своїй різній довжині та діаметру, сприяли як більш ефективному механізму перекриття тріщин, особливо в менших тріщинах, так і зменшенню захопленого повітря, що ще більше покращує механічна реакція матеріалу.

На рис. 11 (c) і на рис. 12 (c) показано, як модулі пружності змінювалися залежно від відсотка заміни вторинного заповнювача при кімнатній температурі. Для динамічного модуля (рис. 11 (c)) результати для бетонів 40FN і 40ФА були подібними до неармованого бетону, причому 40ФА показав трохи кращі характеристики. Крім того, до 400 °С бетони 80FN і 80ФА показали на 25 % вищий динамічний модуль. Понад 400 °С модуль цих бетонів зменшився, щоб відповідати модулю інших бетонів після 600 °С. У випадку статичного модуля (рис. 12 (c)) спостерігалася загальна лінійна тенденція до зниження для всіх бетонів із зменшенням на 13 % на кожні 50 % заміни переробленого заповнювача. Важливо відзначити, що бетон 80ФА із 100% заміною вторинного заповнювача мав такий же статичний модуль пружності, як і неармований бетон із 0% заміною. Таким чином, перероблені волокна можуть компенсувати втрату властивостей,

наданих переробленими агрегатами.

На рис. 11 (d) і на рис. 12 (d) показано, як змінювалися модулі еластичності залежно від відсотка заміни переробленого заповнювача після 600 °С. Тенденцій не спостерігалось. Динамічний і статичний модулі всіх бетонів були постійними, близько 10 і 4 ГПа відповідно. Таким чином, відсоток заміни переробленого заповнювача, а також тип і кількість волокон не вплинули на модулі пружності після 600 °С. Поясненням є попереднє розкладання цементу при цій температурі.

Межа міцності при згині

Міцність на розтягування при згині в бетонах з волокнами відноситься до здатності армованого волокнами бетону витримувати напруги розтягування навіть після появи першої тріщини в матеріалі. Волокна діють як містки над мікротріщинами та запобігають розширенню тріщин, тим самим підвищуючи структурну цілісність бетону. Навіть якщо тріщини і утворюються, вони менші та контрольовані. Випробування на міцність на розтягування при згині проводили з використанням рекомендацій для бетону, армованого волокнами [69]. На рис. 16 показані діаграми залежності сили від CMOD (переміщення при розкритті тріщини) для двох досліджуваних доз сталевих волокон, 40 і 80 кг/м³, без будь-якої заміни відсотка переробленого заповнювача. Ці графіки ілюструють результати за двох конкретних температурних рівнів: кімнатної температури та після впливу 600 °С.

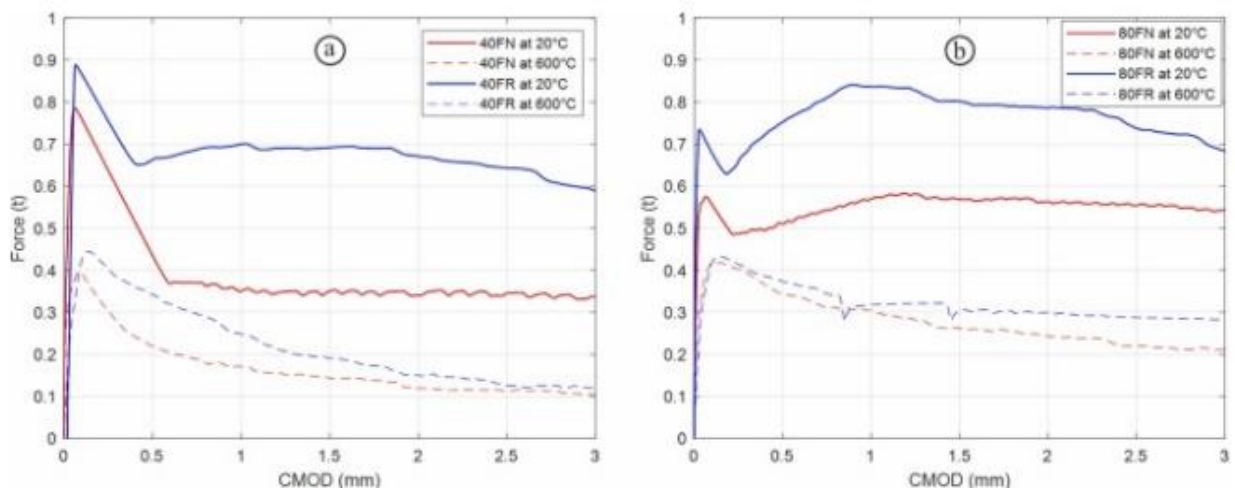


Рис. 16 . Криві сили-CMOD для бетону, армованого волокнами, без

вторинного заповнювача, з 40 кг/м³ (а) і 80 кг/м³ (б) сталевих волокон.

На рис. 16 (а) показано, що для обох температур бетон, армований переробленими сталевими волокнами, продемонстрував значну перевагу. Ця різниця є значно більш вираженою в режимі після розтріскування при кімнатній температурі: залишкова міцність була на 62 % вищою для бетонів, армованих переробленими сталевими волокнами, при кімнатній температурі для тріщини 3 мм. Бетони з 40 кг/м³ вдалося стабілізувати в ході випробування, хоча вони не демонстрували значної фази затвердіння. На рис. 16 (б) також показано, як стабільно сприятливі результати для бетону з 80 кг/м³ перероблених сталевих волокон. Подвоєння вмісту волокна під час випробувань при кімнатній температурі призвело до зміцнення зразків, перевищивши рівень напруги, при якому виникла перша тріщина. Це збільшення вмісту волокон також призвело до більш стабільної залишкової міцності у зразках, які піддалися впливу тепла, що характеризується більш горизонтальним трендом на графіку. Деградація під дією температури була помітна в суміші 80ФА після 600 °С, де нерівності свідчили про від'єднання волокон і передачу напруги на інші волокна.

Для полегшення аналізу даних бетонів, армованих волокнами з різними типами волокон, використовується параметр коефіцієнта волокон, як описано в , відповідно до рівняння. (2) .

Коефіцієнт волокна (F) є добутком об'ємної частки волокна (v_f) і стрункості, виражений як співвідношення між довжиною волокна (l_f) та його діаметром. Цей геометричний параметр враховує не лише вміст волокон, але й геометричну стрункість. У випадку цього дослідження об'ємна частка волокна становила 0,5 % для вмісту волокна 40 кг/м³ і 1 % для вмісту волокна 80 кг/м³ . Для бетонів зі звичайними сталевими волокнами коефіцієнт волокна становив $F_{40FN} = 0,235$ (дозування 40 кг/м³) і $F_{80FN} = 0,470$ (дозування 80 кг/м³). З іншого боку, для бетону з переробленими сталевими волокнами значення становили $F_{40ФА} = 0,565$ і $F_{80ФА} = 0,565$.

80ФА = 1,130 відповідно. З цих даних бетон 40ФА мав дещо більший коефіцієнт волокнистості, ніж 80FN, і цю кореляцію можна побачити на рис. 16, де залишкова міцність 40ФА (рис. 16 (а)) була трохи вищою, ніж 80FN (рис. 16 (b)).

Напруження f_{R1} і f_{R3}

Напруги розтягування при згині армованого волокнами бетону представлені шляхом фокусування на напругах, що відповідають $CMOD$ 0,5 мм (f_{R1}) і 2,5 мм (f_{R3}). Напруга f_{R1} являє собою початковий опір розтріскуванню, надаючи розуміння жорсткості на ранній стадії та поведінки ініціювання тріщин, тоді як f_{R3} відображає характеристики матеріалу під час значного поширення тріщини, що вказує на ефективність волокнистого армування у збереженні несучої здатності після розтріскування.

Представлені результати f_{R1} і f_{R3} як функції температури для бетону без переробленого заповнювача, виявляючи подібність у еволюції випробувань. По-перше, не спостерігалось значної деградації до 200 °C. Хоча в деяких зразках (80ФА і 40FN) може здатися, що відбулося навіть невелике збільшення міцності, це сталося через розкид результатів. Понад 200 °C тенденція до зниження спостерігалася у всіх бетонах, особливо в діапазоні 200–400 °C. Після 600 °C втрата напруг f_{R1} і f_{R3} становила до 50 %. Конфігурації з 80 кг/м³ можуть витримувати більш високі навантаження при будь-яких рівнях впливу температури. Перероблені волокна були ефективнішими за звичайні волокна за будь-яких температур, хоча ефект був більш помітним, коли вплив температури був нижчим. Було відзначено, що зі збільшенням температури впливу результати мали тенденцію ставати більш однорідними, особливо для сумішей 80FN і 40FR, що вказувало на те, що коефіцієнт волокна в них був дещо порівняним. Загальне порівняння кривих на рис. 17 (а) і рис. 17 (b) показує чітку кореляцію між f_{R1} і f_{R3} для кожного бетону, що показує стабільну поведінку зразків після розтріскування.

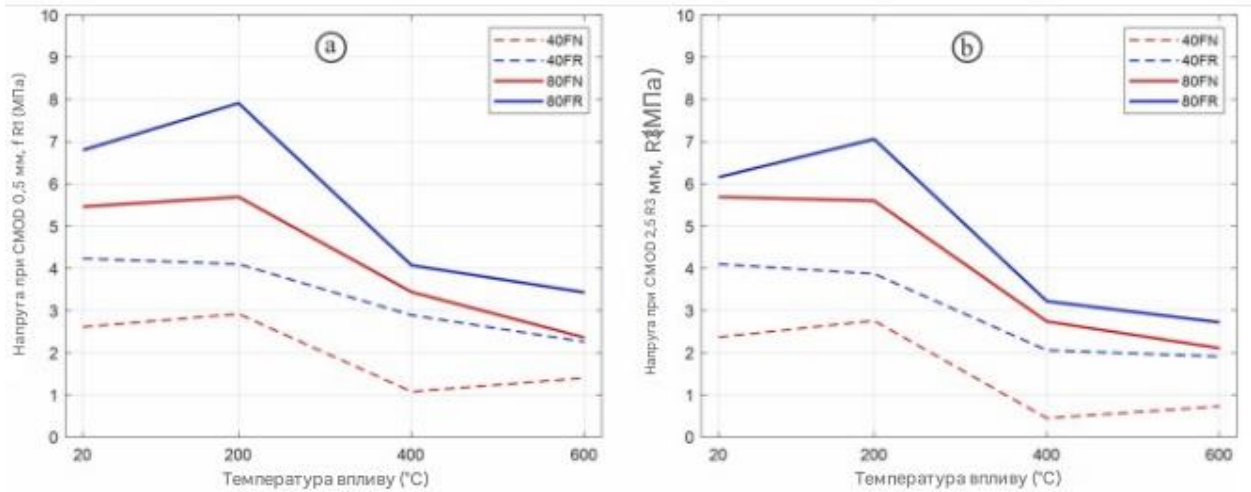


Рис. 17 . Вплив температури на армований волокном бетон без переробленого заповнювача: напруги $fR1$ (a) і $fR3$ (b).

На рис. 18 показано еволюцію напруги для $fR1$ і $fR3$ відповідно до різних відсотків заміщення переробленого заповнювача. Загалом, значення $fR1$ (рис. 18 (a)) були постійними, незалежно від відсотка заміни вторинного заповнювача. Це сталося через те, що невеликі тріщини спочатку утворювалися в розчині (цемент і пісок), а не в заповнювачі. З іншого боку, щодо $fR3$ (Рис. 18 (b)), можна спостерігати невелике зниження, чим вищий відсоток переробленого заповнювача, а для деяких бетонів навіть можна спостерігати невелике збільшення в діапазоні заміни 50–100%. Це сталося через властиву дисперсію результатів через невеликі зміни вологості змішувача, налаштованої температури навколишнього середовища або налаштованої вологості. Причина, чому включення перероблених заповнювачів зменшило навантаження $fR3$, полягає в тому, що перероблені заповнювачі постачалися із залишками будівельного розчину, прикріпленого від попереднього використання. Цей старий розчин може послабити межу між заповнювачем і новою цементною пастою, а слабша межа, безсумнівно, знижує загальну міцність бетону на розтяг, включаючи його напругу на розтяг при згині. Крім того, процес подрібнення та переробки заповнювачів може призвести до появи мікротріщин та інших дефектів у переробленому

матеріалі. Ці недоліки можуть діяти як концентратори напруги, роблячи бетон більш схильним до розтріскування під навантаженням.

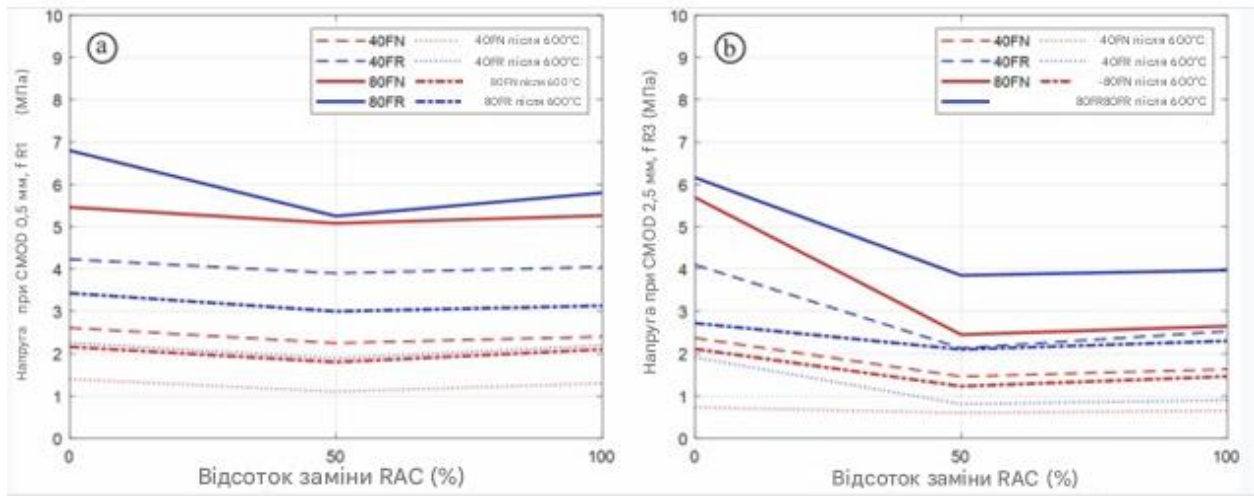


Рис. 18 . Вплив заміни вторинного заповнювача на армований волокном бетон: напруги f_{R1} (a) і f_{R3} (b).

Результати для бетону, армованого 80 кг/м^3 , були явно кращими завдяки вищій щільності волокон як для FR, так і для FN. Проте суміш 40ФА могла перевищувати 75 % міцності бетону, армованого 80 кг/м^3 , і ця тенденція була постійною незалежно від джерела заповнювача.

Результати для трьох рівнів заміщення знову продемонстрували життєздатність включення перероблених волокон, де суміш з 80ФА після 600°C витримувала більш високі навантаження, ніж конфігурація 40FN при кімнатній температурі. Після 600°C згаданий фактор волокна знову був помітний, де суміші 40ФА і 80FN перекривалися.

Діаграми напруження-деформації розтягу

Діаграми напруження-деформації розтягу розраховувалися згідно з [62] та з використанням

де: $f_{ct,d}$, $f_{R1,d}$ і $f_{R3,d}$ – це значення, що відповідають напруженням f_{LOP} , f_{R1} і f_{R3} від випробування на згин відповідно, як визначено на початку розділу 3 .

l_{cs} — критична довжина, у даному випадку висота половини поперечного перерізу зразка, у метрах.

k_1 приймає значення 0,7 для зразків, підданих розтягуванню, і 1 для випробувань на згин, що є випадком цього дослідження.

На рис. 19 показана типова крива, на якій характерні параметри визначені якісно. Криві напруга-деформація при розтягуванні були отримані для всіх бетонів і для чотирьох температурних ступенів. Тим не менш, для стислості на рис. 20 представлені

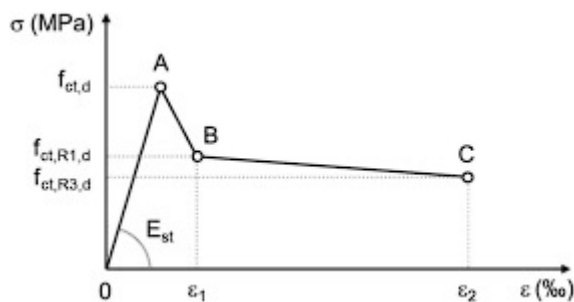


Рис. 19 . Багатолінійна діаграма напруження-деформації розтягу.

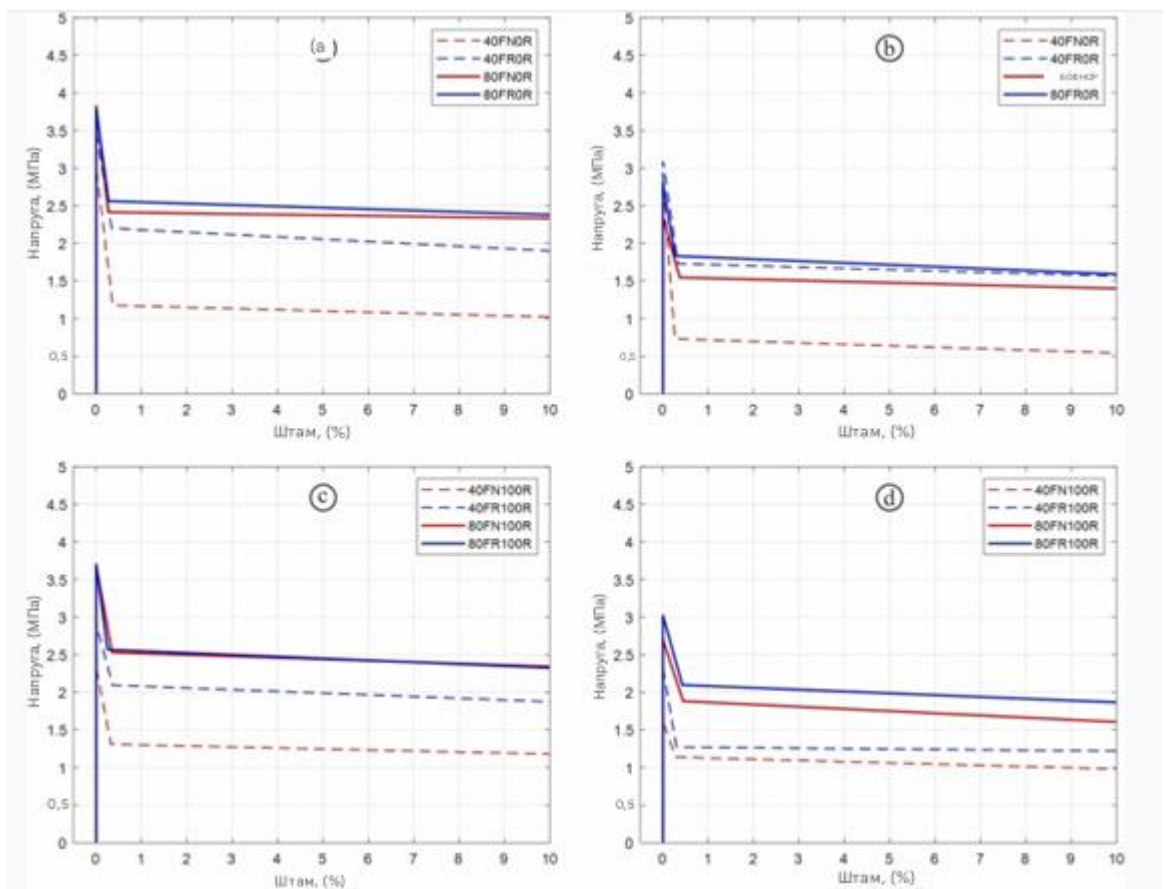


Рис 20 . Вплив температури на діаграми напруги-деформації при

розтягуванні: (a) 0 % переробленого заповнювача при кімнатній температурі; (b) 0 % переробленого заповнювача після 400 °С; (c) 100 % перероблений заповнювач при кімнатній температурі; (d) 100 % перероблений заповнювач після 400 °С.

На рис. 20 (a) показано, що при порівнянні однакових типів волокон збільшення кількості волокна з 40 кг/м³ до 80 кг/м³ призвело до вищих пікових і постпікових напруг. Крім того, бетон, армований переробленими сталевими волокнами, загалом продемонстрував середнє пікове напруження приблизно на 10 % вище, ніж у звичайних сталевих волокон. Відгалуження після піку також було вищим, коли використовувалися перероблені волокна, зі значеннями від 10 % до 50 % залежно від бетону та температури впливу. Це вказує на те, що перероблені волокна можуть працювати краще, ніж звичайні волокна, підвищуючи міцність бетону на розрив, тобто ці волокна здаються особливо ефективними для підтримки цілісності бетону після розтріскування. З іншого боку, у випадку бетону зі 100% заміною переробленого заповнювача при кімнатній температурі (рис. 20 (c)) відповідь дуже подібна до реакції бетону без переробленого заповнювача (рис. 20 (a)) . Це відповідає результатам, розглянутим у розділі 3.7.1 . Таким чином, за кімнатної температури відсоток заміни переробленого заповнювача не є суттєвою змінною. Після 400 °С (рис. 20 (b) і (d)) напруги при піковому навантаженні та постпіковій гілці зменшилися через деградацію цементного тіста (в середньому на 20 %).

Напружено-деформована поведінка при стисненні

Нарешті, щоб охарактеризувати поведінку напруги та деформації під час стиску, випробували циліндричні зразки $\varnothing 150 \times 300$ мм 2 . Три тензодатчики були розміщені на середині висоти зразка з рівними інтервалами 120°, щоб зареєструвати вкорочення елемента при одновісному стисненні. Криві напруга-деформація були отримані для всіх бетонів і для чотирьох температурних ступенів. Тим не менш, для стислості на рис. 21

представлені лише результати як для кімнатної температури, так і після впливу 400 °С, а також для 0 і 100 % заміни переробленого заповнювача.

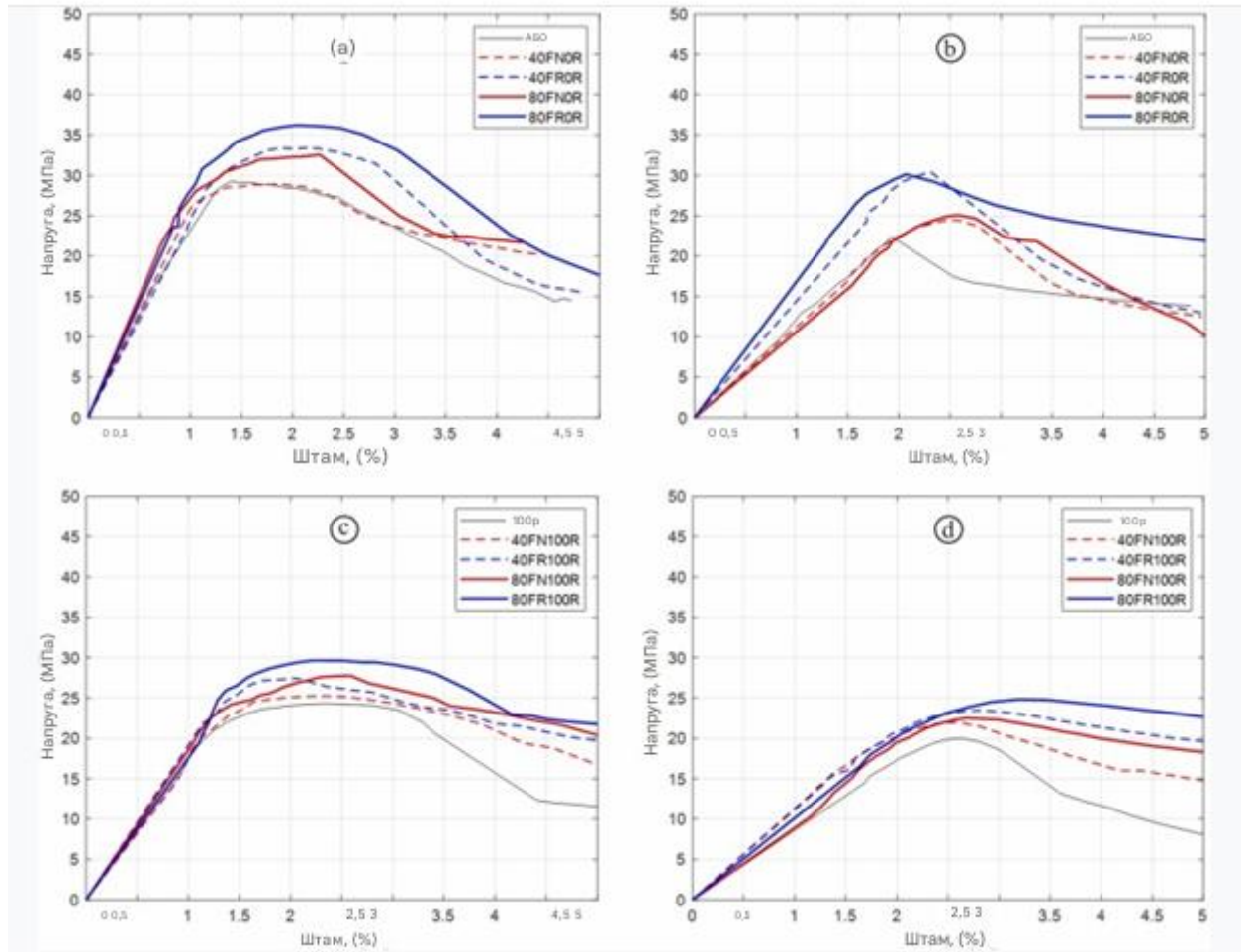


Рис. 21 . Вплив температури на криві напруга-деформація стиснення: (a) 0 % переробленого заповнювача при кімнатній температурі; (b) 0 % переробленого заповнювача після 400 °С; (c) 100 % перероблений заповнювач при кімнатній температурі; (d) 100 % перероблений заповнювач після 400 °С.

Суміші з 80 кг/м сталевих волокон працюють трохи краще, ніж суміші з 40 кг/м, звичайні чи перероблені, з покращенням, що не перевищує 10 %. Що стосується типу волокон, в обох випадках армування волокнами є кращим у порівнянні зі звичайним бетоном без волокон, за винятком бетону 40FN, де поведінка покращилася лише після деформації 3 %. Перероблені волокна показали кращі механічні характеристики, підкреслюючи подібність

між конфігураціями 80FN і 40FR, де зразки утворюють криву, що майже перекривається, до максимального напруження. Пояснення цього факту полягає в тому, що бетони 80FN і 40ФА мали подібний коефіцієнт волокна, як пояснюється в розділі 3.7. Розглядаючи ті самі бетони після впливу 400 °С (рис. 21 (b)), максимальні показники міцності були нижчими порівняно з попереднім графіком, що вказує на нижчі характеристики, особливо це стосується бетонів зі звичайними волокнами в обох досліджуваних дозах, які показали подібні результати в цьому випадку. Як видно, вплив високої температури призводить до зниження модуля пружності бетону внаслідок деградації та загальної втрати його властивостей. Армування сталевим волокном змогло частково компенсувати це погіршення. Ефективність бетону, армованого переробленими волокнами, була кращою з точки зору пікового навантаження, модуля пружності та поведінки після піку.

Рис. 21 (c) і рис. 21 (d) можна аналізувати разом. Повна заміна на перероблений заповнювач призвела до зниження пікових навантажень, як обговорювалося в розділі 3.3. Чотири криві, що відповідають залізобетону, сходилися в подібних деформаціях і напругах, що впливало як на якість заповнювача, яка переважала над кількістю арматури, так і на вплив тепла. Коли відсоток переробленого заповнювача зростав або коли температура впливу збільшувалася, різниця між ФА і FN ставала менш помітною. Тим не менш, зазначається, що перероблені сталеві волокна більшою мірою, ніж звичайні волокна, витримують негативний вплив як зміни агрегатів, так і зміни температури. Наприклад, можна побачити, що бетон 40 ФА поведився подібно до бетону 80FN, тому що коефіцієнт волокна в них був подібним.

Порівнявши деякі властивості бетонних сумішей, включаючи поступову заміну переробленого грубого заповнювача, армування звичайним або переробленим сталевим волокном і чотири температурні ступені. Основний висновок, який можна зробити, полягає в тому, що втрата механічних властивостей бетону при використанні переробленого грубого заповнювача може бути компенсована додаванням переробленого сталевого

волокна. Інші ключові висновки, які слід висвітлити, підсумовані нижче:

1. Бетони з переробленими волокнами мали нижчу технологічність, ніж бетони зі звичайними волокнами, без впливу типу заповнювача.

2. Перероблений сталевий фібробетон був на 3,7 % щільнішим за будь-яких температур порівняно зі звичайними, з мінімальним впливом кількості переробленого заповнювача.

3. Міцність на стиск зменшилась із збільшенням вмісту переробленого заповнювача, але була покращена завдяки переробленим сталевим волокнам, демонструючи до 49,7 % більшу міцність, ніж бетон із звичайними волокнами, особливо при високих температурах.

4. На динамічний модуль пружності не впливав тип волокна, але перероблені волокна покращили статичний модуль на 16 % до 400°C. Перероблені волокна компенсують негативний вплив перероблених заповнювачів.

5. Заміна природних заповнювачів переробленими зменшила теплопровідність, але сталеві волокна, перероблені або звичайні, частково компенсували цю втрату.

6. Поведінка при розтягуванні при згині погіршувалася з температурою, але перероблені волокна були більш ефективними, ніж звичайні волокна, у пом'якшенні цього, особливо при нижчих температурах.

7. Суміші з 80 кг/м³ сталевих волокон, перероблених або звичайних, покращують пікове навантаження, модуль пружності та поведінку після піку на 10 % порівняно з тими, що мають 40 кг/м³, причому перероблені волокна перевершують звичайні.

Модифіковані матеріали, застосовувані в цій технології, демонструють більшу економічну ефективність і мають значну знижену загальну вартість. З огляду на отримані результати, рішення щодо впровадження цієї модифікації

3.ТЕХНОЛОГІЯ Й ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

3.1. Розрахунок робочого часу

На проєктованому підприємстві планується випуск залізобетонних конструкцій а саме : плит розміром 1,5х6 метрів, які відповідають сучасним будівельним стандартам. Потужність виробництва становитиме 5000 м³ на рік, що дозволяє забезпечити стабільні обсяги поставок.

Підприємство матиме вузьку спеціалізацію, орієнтовану на серійне виготовлення плит зі стандартизованими технологічними та конструктивними характеристиками. У виробничих процесах буде застосовуватись передове обладнання, автоматизовані системи контролю якості та інноваційні підходи до бетонування та армування. Основними споживачами продукції стануть будівельні організації, що займаються зведенням різнопрофільних об'єктів, від житлових комплексів до промислових споруд.

Дане підприємство проєктується такого складу:

- «склад в'язучих речовин;
- склад заповнювачів;
- арматурний склад;
- склад готової продукції;
- матеріально-технічний склад;
- склад комплектуючих;
- формувальний цех;
- арматурний цех;
- бетонозмішувальний цех;
- лабораторія;
- адміністративно-побутовий комплекс» [14].

Оскільки для організації виробничого процесу на підприємстві обрано агрегатно-потоківий метод, робочий режим підприємства буде сформовано з урахуванням специфіки цього підходу та відповідних нормативних вимог ДБН А.3.1-8-96:

«Режим роботи підприємства приймаємо наступним:

- номінальний фонд часу роботи обладнання (T_H),
кількість робочих діб на рік 260;
- теж саме, по вивантаженню сировини й матеріалів
залізничним транспортом 365;
- тривалість робочої зміни ($t_{зм}$), год. 8;
- кількість робочих змін на добу без теплової обробки ($n_{зм}$) 1;
- кількість робочих змін на добу для теплової обробки 2;
- кількість робочих змін по прийманню матеріалів
(автотранспортом) 2;
- термін планових зупинок обладнання на ремонт ($T_{рем}$) 7».

Річний фонд часу роботи технологічного обладнання:

$$T_{річ} = T_H - T_{рем} - T_{пер}, \text{ діб}$$

де T_H – номінальний фонд часу роботи обладнання:

Щоб мати можливість розрахувати режим роботи організації
призначаємо:

- номінальний фонд часу роботи обладнання,
робочих днів на рік (T_H) 260;
- тривалість робочої зміни ($t_{зм}$), год. 8;
- робочих змін 2;

Річний фонд часу роботи технологічного обладнання визначаємо за
формулою:

$$T_{річ} = T_H - T_{рем} - T_{пер}, \text{ діб},$$

$T_{пер}$ – втрати робочого часу, які пов'язані з переналаджуванням

формульованого обладнання (для конвеєрного виробництва), 0 діб

$T_{рем}$ – термін запланованого призупинення обладнання на ремонт (для
конвеєрного виробництва), 7 діб.

Визначаємо річний фонд часу роботи технологічного обладнання ($T_{річ}$), за формулою :

$$T_{річ} = T_N - T_{рем} - T_{пер}, \text{ діб,}$$

де T_N – номінальний фонд часу роботи обладнання;

$T_{рем}$ – термін планових зупинок обладнання на ремонт;

$T_{пер}$ – витрати робочого часу, які пов'язані з переналагоджуванням формувального обладнання» [18].

Підставивши прийняті вище дані, отримуємо:

$$T_{річ} = 260 - 7 - 0 = 253 \text{ доби}$$

«Розмір змінного фонду продуктивної праці $t_{зм}$ розраховують за формулою:

$$t_{зм} = t_{зм} \cdot K_{ВС}, \text{ год}$$

де $t_{зм}$ – тривалість робочої зміни, годин;

$K_{ВС}$ – коефіцієнт внутрішньої змінної продуктивності використання робочого часу. Він в свою чергу розраховується як:

$$K_{ВС} = \frac{\sum_{i=1}^e q_i}{100}$$

де e – кількість регламентованих додаткових витрат часу, в відсотках від оперативного часу;

q_i – тривалість внутрішньо-змінних регламентованих додаткових витрат часу, у відсотках від оперативного часу, які для стендового способу приймаємо з такими значеннями :

Підготовчо-завершальні роботи	– 4 % (480·0,04=20 хв.);
Обслуговування робочого місця	– 4% (480·0,04=20 хв.);
Перерви технологічні t_m	– 3% (480·0,03=15 хв.);
Відпочинок та особисті потреби $t_{сід}$	– 10% (480·0,10=48 хв.);
Усього	– 21%.

Тоді:

$$K_{ВС} = 1 - (21/100) = 0,79$$

$$t_{3M} = 8 \cdot 0,79 = 6,32 \text{ год} \gg .$$

Номінальні та розрахункові показники робочого фонду часу приведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

	Показники			
	Номінальні		Розрахункові	
	діб	годин	діб	годин
зміна	—	$t_{3M} = 8$	—	$t_{3MP} = 6,32$
доба	1	$T_{\text{добн}} = t_{3M} \times n_{3M} = 8 \times 2 = 16$	1	$T_{\text{доб}} = t_{3MP} \times n_{3M} = 6,32 \times 1 = 6,32$
місяць	$T_M = \frac{T_H}{12} = \frac{260}{12}$	$T_M \times t_{3M} \times n_{3M} = 21,67 \times 8 \times 2 = 346,72$	$T_{MP} = \frac{T_{\text{річ}}}{12} = \frac{253}{12} = 21,08$	$T_{MP} \times t_{3MP} \times n_{3M} = 21,08 \times 6,32 \times 1 = 133,22$
рік	$T_H = 260$	$T_H \times t_{3M} \times n_{3M} = 260 \times 8 \times 2 = 4160$	$T_{\text{річ}} = 253$	$T_{\text{річ}} \times t_{3MP} \times n_{3M} = 253 \times 6,32 = 1599,96$

3.2. Характеристика матеріалів та комплектуючих

Вибір класу бетону за міцністю та марки морозостійкості створюється на основі технічних вимог. При цьому важливо врахувати також вимоги до довговічності конструкцій, щоб забезпечити їх стійкість.

Якість матеріалів, що застосовуються для приготування бетону, має забезпечувати виконання технічних вимог до бетону, встановлених цим стандартом, і відповідати вимогам

Приймаємо марку бетону згідно з ДБН А.3.1-7-96 „ДСТУ Б В.2.7-176:2008 . [17]

Для виготовлення плит покриття 2ПГ6-2АтVI використовуємо портландцемент марки 250 нормального складу ПЦ II/Б-М 42,5 РШ. З щільністю цементу 2350 кг/м^3 .

В якості дрібного заповнювача використовуємо природний пісок з насипною щільністю – 1600 кг/м^3 , дійсною щільністю – 3000 кг/м^3 .

Для приготування бетонної суміші застосовуватимемо водопровідну питну воду або будь-яку іншу, якщо її водневий показник (рН) становить не менше 4.

Для виготовлення плит перекриття використовуємо щебінь із природного каменю, максимальний розмір зерен якого становить 20 мм.

Для виготовлення плит перекриття допустимий вміст пилоподібних і глинистих часток у щебені має становити не більше 1-2% від його маси.

Марка щебеню визначає межу міцності при стисканні вихідної породи, з якої отримано щебінь. Вибір конкретної марки залежить від проєктних вимог та класу бетону, що використовується. Для нашого виробництва обираємо марку щебню по міцності М800.

3.3 Арматурний цех

При проектуванні арматурного цеху для армування залізобетонних плит необхідно визначити оптимальну конфігурацію виробничих зон, що забезпечить виготовлення продукції високої якості в найкоротші терміни.

Значення фактичних відхилень напружень в напружуваній арматурі не повинні перевищувати граничних, встановлених у робочих кресленнях або стандартах на плити.

Форма і розміри арматурних і заставних виробів та їхнє положення в плитах мають відповідати зазначеним у робочих кресленнях або стандартах на ці плити.

В даному випадку він буде складатися з таких зон:

- «складування вихідних арматурних виробів;
- технологічних процесів;
- складування готових виробів.

Виготовлення арматурних виробів розуміє під собою виконання таких основних процесів: заготівля арматурних стрижнів, виготовлення сіток, доробка виробів. Тож технологічна зона арматурного цеху буде складатися із заготівельного відділення; відділення зварювання; відділення укрупнювального збирання» [18].

Перелік устаткування, що буде розташовуватися в арматурному цеху, буде виглядати наступним чином:

- «правильно-відрізні станки;
- станки для різання стрижневої арматури;
- зварювальне обладнання;
- станки для гнуття окремих стрижнів арматури.

Різниця вигинів попередньо напружених плит однакової марки за несучою здатністю і напружуваною арматурою не повинні перевищувати, мм:10 - при довжині плит до 6000 мм;

Технологічна лінія для армування плит перекриття включає кілька етапів, кожен з яких забезпечує забезпечення високої якості кінцевого виробу. На першому етапі виробляється підготовка арматурних стрижнів: їх очищення від іржі та інших речовин для забезпечення гарного зчеплення з бетоном. Потім виготовляються каркаси, що складаються з основних та допоміжних стрижнів, які з'єднуються шляхом зварювання або скручування, що забезпечують міцність

У бетоні плит, що поставляються споживачеві, тріщин не допускають, за винятком усадкових та інших поверхневих технологічних тріщин завширшки не більш як 0,3 мм на верхній поверхні плит і не більш як 0,2 мм - на бічних і нижній поверхнях.

Проявлення арматури недопустиме через швидке руйнування виробу а

також порушення цілісності плити, за винятком випусків арматури або кінців напруженої арматури, які не повинні виступати за торцеві поверхні плит більш ніж на 10 мм і повинні бути захищені шаром цементно-піщаного розчину або бітумним лаком.

Виготовлення арматурних сіток включатиме такі технологічні операції: очищення арматури від іржі; виправлення арматури; нарізання арматури на стержні необхідних розмірів; зварювання стрижнів у арматурні сітки.

У процесі обтиску конструкція не повинна сприймати навантажень, які не передбачених розрахунком, що впливають на неї або сприяють заклинюванню, утворенню тріщин або інших ушкоджень і деформацій.

Форми, вкладиші та інші пристрої, які можуть перешкодити подовжньому переміщенню елементів уздовж стенда, мають бути розпалублені або видалені, щоб не відбувалося заклинювання виробів у формах і в іншому обладнанні в процесі відпуску.

Щоб звести до мінімуму можливе зрушення елементів, відпуск арматури рекомендується здійснювати на обох кінцях стенда.

Крім того, процеси армування супроводжуються постійним моніторингом у лабораторних умовах для контролю якості матеріалів, таких як сталеві стрижні та інші комплектуючі. Важливим елементом є також автоматизовані механізми, які стежать за відповідністю стандартам щодо сили натягу та правильного розташування арматури в конструкціях, що дозволяє мінімізувати ризик де

Таблиця 3.3

Устаткування арматурного цеху

Технологічний пост	Найменування обладнання	Кількість	Продуктивність	Електрична потужність
Заготування	Станок для нарізання арматурної сталі JBG-40B	1		2 кВт
	Правильно-відрізний станок GROST SCR 6-14	1		11 кВт
Зварювання	Підвісний зварний апарат МТПГ-150-2	2	80 м/хв	165 кВт·А

3.4. Бетонозмішувальний цех

Під час організації роботи цеху на підприємстві слід врахувати такі аспекти:

- визначення обсягу бетонної суміші, необхідного на годину, зміну, добу та рік;
- розрахунок кількості бетонозмішувачів, потрібних для виконання завдання;
- складання детального поопераційного графіка;
- виготовлення суміші для конструкцій.

Кількість бетонозмішувачів, що відповідатиме потребам у бетонній суміші, розраховують поетапно.

а) тривалість циклу готування одного замісу змішувачем визначають за формулою:

$$t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \text{ хв.}$$

де t_1 - задана тривалість перемішування, (для важких бетонів 60-180) с;

t_2 - час завантаження матеріалів (10 - 15 с);

t_3 - час розвантаження суміші (30 - 50 с);

t_4 - час, необхідний для повернення перекинутого барабана у вихідне положення (5 - 10 с)» |

$$t_{\text{ц}} = 120 + 12 + 40 + 7 = 179 \text{ с} = 3 \text{ хв.}$$

«б) визначають кількість замісів, що видається за годину роботи:»

$$n_{36} = 60 \cdot K_n / t_{\text{ц}}, \text{ шт.}»$$

де K_n - коефіцієнт нерівномірності, $K_n = 0,8$ »

$$n_{36} = 60 \cdot 0,8 / 3 = 16 \text{ шт.}»$$

«В) визначають годинну продуктивність бетонозмішувача:

$$P_{год} = V_{б} \cdot n_{зб} \cdot K_{в} / 1000, \text{ м}^3/\text{год},$$

де $V_{б}$ - ємність барабана змішувача, приймаємо 400 л;

$K_{в}$ - коефіцієнт виходу бетонної суміші» [17].

$V_{б}$ - приймаємо 400 л.

$$P_{год} = 400 \cdot 16 \cdot 0,7 / 1000 = 4,48 \text{ м}^3/\text{год}.$$

«Число бетонозмішувачів n_3 у цеху визначають в залежності від річної програми випуску:

$$n_3^p = \frac{P_{\max} \cdot K_u}{T_{річ} \cdot t_{змп} \cdot n_{зп} \cdot P_{год}} \text{ шт.},$$

де P_{\max} - річна програма випуску виробів, м^3 ;

$T_{річ}$ - розрахунковий фонд часу, год.;

K_u - коефіцієнт річного використання устаткування (0,5 - 0,8)» [17].

$$n^p = 5000 \cdot 0,7 / 253 \cdot 6,32 \cdot 2 \cdot 4,48 = 0,24$$

«Приймається ціле число змішувачів - n_3 з округленням у більшу сторону, $n_3 = 1$ та один запасний бетонозмішувач.

Річна продуктивність бетонозмішувального цеху визначається як:

$$P_{річ} = P_{год} \cdot T_{річ} \cdot t_{змп} \cdot n_3, \text{ м}^3 \gg.$$

$$P_{річ} = 4,48 \cdot 253 \cdot 6,32 \cdot 2 = 14327 \text{ м}^3.$$

Графік виготовлення бетонної суміші по операціях представлений у таблиці 3.4, а список обладнання бетонозмішувального цеху — у таблиці 3.5

Це обладнання необхідне для забезпечення ефективної роботи бетонозмішувального цеху, з різними характеристиками потужності, продуктивності та витрат стиснутого повітря в залежності від функціональних вимог та масштабу виробництва.

Таблиця 3.4

Поопераційний графік виготовлення бетонної суміші

Процес	Операція	Обладнання	Робочі		Термін операції, сек.	Поточний час																																																																																					
			професія	кількість		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Виготовлення бетонної суміші	Завантаження компонентів бетонної суміші у бетонозмішувач	Дозатори	Оператор	1	12																																																																																						
	Перемішування компонентів бетонної суміші	Бетонозмішувач	Оператор	1	120																																																																																						
	Вивантаження бетонної суміші	Бетонозмішувач	Оператор	1	40																																																																																						
	Повернення перекинутого змішувача у вихідне положення	Бетонозмішувач	Оператор	1	7																																																																																						
Усього					179																																																																																						

Таблиця 3.5

Відомість устаткування бетонозмішувального цеху

Відділення	Марка обладнання	Кількість	Продуктивність, т/год	Електрична потужність, кВт	Витрати стиснутого повітря, м ³ /хв
Надбункерне	- Пневматичний гвинтовий насос Meyer, модель PS 35	1	50	5	6
Дозаторне	- Стрічкова конвеєрна система FlexLink-	1	1000	0,25	2
	-Дозувальні установки цементу Conrad Technology	1	150	7	4
Змішувальне	- Дозатор піску АВДІІ-425М	1	4	1	-
	- Дозатор рідини АВДЖ-2400М	2	24	1	-
	- Дозатор щебеню 6.011.АД-1600-2БЦ	2	2	2	-
	- Змішувачі Schenck Process MABR	2	100	15	-

3.5. Формувальний цех

Організація виробництва конструкції.

У формувальному цеху для виготовлення плит перекриття 1,5 x 6 м організовано простір із чітким технологічним розподілом зон. Тут передбачено місця для очищення, змазування та підготовки форм, зони для складання арматурних каркасів, оснащені спеціалізованим обладнанням, а також ділянки бетонування, обладнані розподільниками бетонної суміші та системами ущільнення. Для забезпечення якості виробів використовуються камери теплової обробки з контролем температури та вологості, після чого готові плити демонтуються та тимчасово зберігаються перед відправкою на склад. Також передбачені ділянки для ремонту формувального обладнання та утилізації залишків бетонної суміші. Організація процесу за агрегатно-потокним методом дозволяє підвищити продуктивність, забезпечити оптимальне використання обладнання та досягти високої якості продукції.

«У формувальному цеху виконуються такі технологічні операції: підготовка форми, укладання в форму арматури, укладання в форму бетонної суміші, її розподілення та ущільнення, подача форми з виробом у камеру теплової обробки, виймання форми з виробом з камери, розкриття форми, огляд готового виробу» [18].

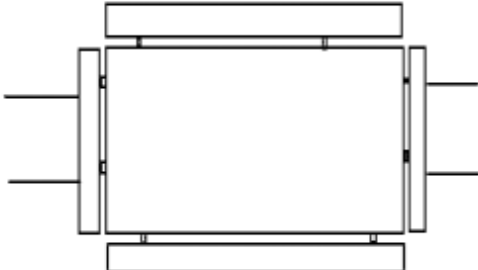
Окрім основних ділянок, у формувальному цеху також передбачено місця для зберігання витратних матеріалів, таких як мастила, герметики та допоміжні компоненти для роботи з формами. Усі виробничі процеси чітко структуровані, щоб мінімізувати простої та забезпечити безперервність потоку. Обладнання розташовано таким чином, щоб забезпечити логічну послідовність операцій, що скорочує час на переміщення матеріалів та виробів.

Для підтримки безперебійної роботи цеху створено зони обслуговування та ремонту обладнання, а також встановлено системи вентиляції та освітлення, які відповідають сучасним вимогам енергозбереження та комфорту для працівників. Особливу увагу приділено екологічній безпеці: залишки бетонної суміші утилізуються за допомогою спеціальних систем, а вода після миття форм проходить очищення та повторне використання. Інтеграція цих заходів сприяє забезпеченню високої якості продукції, оптимізації витрат та зменшенню впливу на навколишнє середовище.

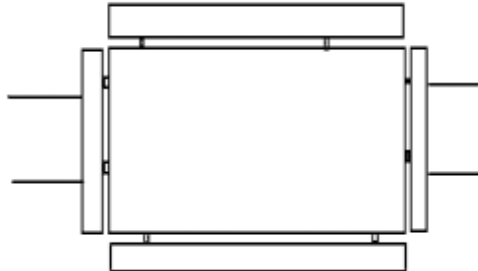
Розподіл та тривалість технологічних операцій

«Зміст технологічних операцій та оптимальні умови їхнього виконання відображаються в операційних нормалях. В них наведено схему організації робочого місця з розташуванням обладнання, матеріалів і робітників, технічні умови виконання операцій, які вміщують відомості про технологічні режими та припустимі межі їхнього відхилення, умови безпечної роботи при виконанні операцій, послідовність виконання та зміст елементів операцій, їхня трудомісткість, необхідний склад робітників, обладнання, інструмент та пристосування, технічні засоби й періодичність поопераційного контролю» [18].

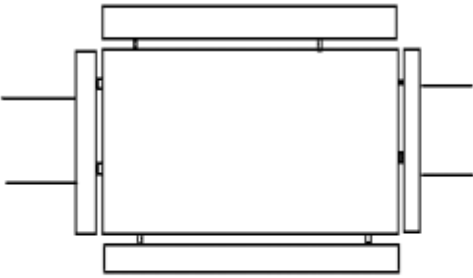
Поопераційна нормаль №1

Найменування операцій – розкриття форм						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				Борти форми повинні бути повністю розкритими та знаходитися у горизонтальному положенні		
				III Умови безпеки праці		
Працівники мають знаходитися на безпечній відстані при опусканні бортів форми у горизонтальне положення						
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, <u>чол-хв.</u>	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1.Розкріпити борти 2.Опустити борти	2	Формувальник	3	2,5	Гайковий ключ, кран	

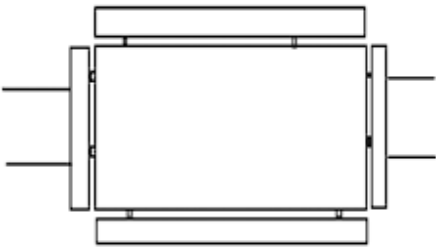
Поопераційна нормаль №2

Найменування операцій - Очищення форми						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				На поверхні форми не повинно бути залишків бетону		
				III Умови безпеки праці		
Працівники повинні бути одягнені у спец. одяг, спец. взуття та працювати у захисних окулярах.						
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, <u>чол-хв.</u>	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1.Очистка форми вручну від залишків бетону 2.Збірка відходів у контейнер	2	Формувальник	3	3	Шкрепки, металеві щітки	Візуально перевіряють наявність залишків бетону

Поопераційна нормаль №3

Найменування операцій - Змащування форм						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				Форма має бути ретельно, повністю змащена		
				III Умови безпеки праці		
				Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, рукавиці, працювати у захисних окулярах.		
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1. Заправка розпилювача 2. Змащування форми	1	Формувальник	3	1,3	Розпилювач	Візуально перевіряють щоб не було ділянок поверхні не змащених маслом

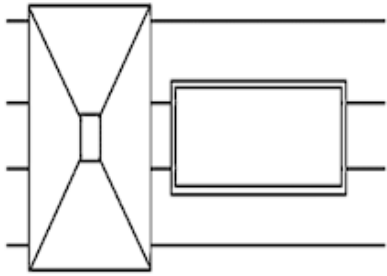
Поопераційна нормаль №4

Найменування операцій - Збирання форми						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				Борти форми повинні бути повністю закритими та знаходитися у вертикальному положенні		
				III Умови безпеки праці		
				Працівники мають знаходитися на безпечній відстані при підйманні бортів форми у вертикальне положення, бути одягнені у спец. одяг, рукавиці.		
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1. Підймання бортів форми 2. Установлення їх у проектне положення 3. Закріплення за допомогою крану	2	Формувальник	3	5	Гайковий ключ кран	Контроль замків форми, наявності щілин між бортами та між бортами і піддоном, геометричн і форми


Поопераційна нормаль №5

Найменування операцій - Укладання арматури у форму						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				Сітки повинні встановлюватися згідно з проектом		
				III Умови безпеки праці		
				Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, рукавиці, не знаходитися у зоні руху сіток.		
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1. Підвезення краном арматури до робочого місця 2. Установка арматурних сіток у форму 3. Закріплення арматурних елементів	1	Формувальник	3	2,5	Мостовий кран	Контролюють розташування сіток

Поопераційна нормаль №6

Найменування операцій - Укладання бетонної суміші						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				Бетонна суміш повинна бути укладена так, щоб вона не розшарувалась.		
				III Умови безпеки праці Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, рукавиці, мають знаходитися на безпечній відстані від форми		
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1. Керування бетоноукладачем з пульту керування 2. Подавання бетоноукладача до форми 3. Укладання бетонної суміші у форму бетоноукладачем та розрівнювання її по формі 4. установка бетоноукладача у вихідне положення	1	Машиніст формувального агрегату	5	3	Бетоноукладач гладилки	Контроль за розшаруванням бетонної суміші, за заповненням бетонною сумішшю форми.

Поопераційна нормаль №7

Найменування операцій - Ущільнення та розрівнювання бетонної суміші						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				Бетонна суміш повинна ущільнитися та прийняти форму виробу		
				III Умови безпеки праці Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, рукавиці, повинні знаходитися на безпечній відстані від віброплощадки		
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1. Включення віброплощадки 2. ущільнення бетонної суміші вібрацією та розрівнювання по формі 3. Виключення віброплощадки	1	Формувальник, машиніст	3	6	Віброплощадка, гладилки	Контроль ступеня ущільнення бетонної суміші, прийняттям нею форми виробу.
1. Включення віброплощадки 2. ущільнення бетонної суміші вібрацією та розрівнювання по формі 3. Виключення віброплощадки	1	Формувальний агрегат	5			

«На основі поопераційних нормалей будується поопераційний графік на виготовлення конструкції. В ньому представлені усі роботи та з враховані внутрішньо-змінні регламентовані додаткові витрати часу. На графіку позначається лінією тривалість кожної наведеної операції. Довжина цієї лінії відповідає певному часу виконання операцій.

Наступним будується тижнево–добовий графік. Його будують на роботу технологічної лінії по виробництву фундаментів під колону в табличній формі. Послідовність побудови тижнево–добового графіку така: в горизонтальному рядку відкладається погодинний час, починаючи з часу першої зміни понеділка і закінчуючи останньою зміною п'ятниці. На графіку відображається початок та кінець кожної зміни, а також перерви.

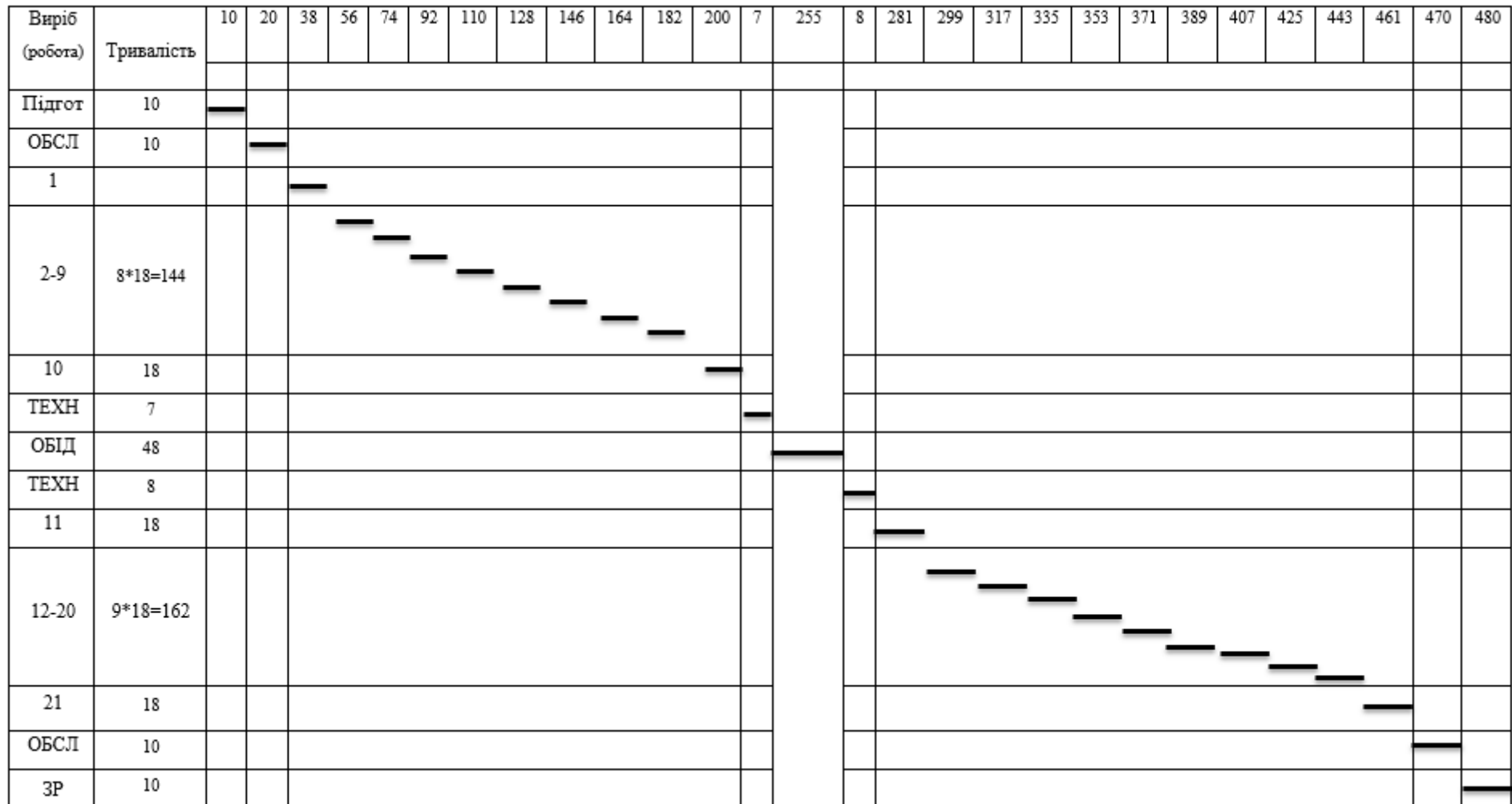
У вертикальному стовпчику позначається кількість виробів, які, згідно поопераційного графіку, повинні бути виготовленні протягом кожної робочої зміни.

Для кожного виробу, що планується випускати, на графіку відкладають умовні позначення тривалості кожного технологічного процесу. При цьому початок і кінець технологічного процесу зазначається на графіку.

Час, необхідний для виконання підготовчих і завершальних дій, а також обслуговування робочого місця, планується на початку та в кінці кожної зміни. Ці етапи враховуються до початку роботи над першим виробом та після завершення виготовлення останнього. Загальна тривалість усіх робіт, включно з обідньою перервою, має точно відповідати встановленій тривалості зміни, яка становить 8 годин.

Склад робіт	Час, хв.	10	20	220	268	468	474	480
Підготовчі роботи	10							
Обслуговування робочого місця	10							
Виріб 1	200							
Обідня перерва	48							
Виріб 2	200							
Завершальні роботи	6							
Обслуговування робочого місця	6							
	474							

Поопераційний графік



Тижнево-добовий графік

Виготовлення плит перекриття розміром 1,5х6 м здійснюється із застосуванням теплової обробки, що забезпечує оптимальні умови для набору міцності бетону. Процес виконується при температурі, яка не перевищує 800С, для збереження однорідності структури бетону та запобігання утворенню тріщин. Сам процес теплової обробки виглядає наступним чином:

- 2 години попередньої витримки;
- 2 години набору температури;
- 12 годин ізотермічної витримки;
- 2 години охолодження виробів.

Теплову обробку здійснюють із використанням спеціальних теплових форм. Пара подається через труби, розташовані в утеплених заглиблених каналах, до парових відсіків бортів цих форм.

3.5.2. Розрахунок дійсної виробничої потужності.

Під виробничою потужністю підприємства розуміють «максимально-можливий річний обсяг випуску продукції заздалегідь визначених номенклатури, асортименту та якості за умови найбільш повного використання прогресивної технології та організації виробництва. Виробнича потужність є одним з найбільш важливих показників, який здійснює вплив на основні параметри проектування підприємства» [17].

Планова кількість виробів однієї марки, яку необхідно виготовляти на одній технологічній лінії на одну добу, дорівнює:

$$N^{\text{д}}_{\text{вир}} = N^{\text{п}} / T_{\text{річ}} = 2272 / 253 = 8,9 \text{ виробів на добу}$$

де $T_{\text{річ}}$ - річний фонд часу роботи устаткування, діб;

$N^{\text{п}}$ - планова кількість виробів, шт./рік, $N^{\text{п}} = 2272$ шт./рік.

Оскільки передбачається, що підприємство функціонуватиме у дві зміни на добу, кількість виробів, запланована для виготовлення за одну

зміну, складатиме:

$$N^{\text{д}}_{\text{вир}} = 8,9 : 2 = 4,5 \text{ виробів у зміну}$$

. Потрібна кількість технологічних ліній визначається за формулою:

$$n_{Л}^P = \frac{N_{ВИР}^3}{N_{ВИРП}^3}$$

$$n_{Л}^P = 4,5/5 = 0,9$$

Оберемо одну технологічну лінію для виробництва. Реальна виробнича потужність лінії, що плити 1,5х6, визначається за допомогою наступної формули:

$$N_{IE} = N_{ВИР} \times n_{ЗМ} \times V_{ВИР} \times T_{РІЧ}$$

$$N_{IE} = 4,5 \times 2 \times 2,1 \times 253 = 4781,7 \text{ м}^3 \text{ на рік}$$

Задана потужність – 5000 м³, недовантаженість 5% < 15%.

3.5.3. Розташування обладнання у формувальному цеху.

Найбільш доцільне розташування обладнання буде в прольотах рядам. При стендовому виробництві важливе вільне місце біля обладнання для найбільш швидкого завершення усіх технологічних процесів, уникаючи небезпек. Запроектоване підприємство має 3 технологічні ряди, тож і стени мають бути розташовані в три ряди. Арматурні сітки, які будуть використовуватися для армування складають безпосередньо поблизу стендів. Бетонну суміш доставляють з бетонозмішувального цеху за допомогою бетоновозної естакади, яку розташовують в торці прольоту. Далі її перевантажують у самохідні візки, звідки вона завантажується у бетонороздавач.

Таблиця 3.8

Відомість устаткування формувального цеху

Технологічний процес	Марка обладнання	Кількість	Електрична потужність
Розпалубки, чистки, змазки, збірки	Бетоновозная тележка СМЖ11	1	8 кВт
	Кран-балка	1	5 кВт
Армування	Кран-балка	1	5 кВт
Формування	Кран-балка	1	5 кВт
	Бетоноукладач СМЖ-69Б	1	16,4кВт

3.6. Розрахунок потреби компонентів і комплектуючих для виробництва.

Розрахунок потреби компонентів для підприємства з виготовлення плити перекриття починається з аналізу проектної потужності та специфікації плити розміром 1,5х6м. Визначаються обсяги сировини, які необхідні для виробництва кожної одиниці продукції, зокрема цементу, піску, щебеню, води та арматури. Необхідно виконати такі фактори, як коефіцієнти витрат для кожного виду матеріалу, технологічні норми та середні витрати на одиницю продукції. Також важливо передбачити зменшення втрат матеріалів під час виробництва, транспортування та зберігання. Розрахунок також включає планування постачання компонентів для забезпечення безперервної роботи виробничих ліній, а також можливість зміни у попиті

Визначена потреба у компонентах бетону приводиться в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Потреба у бетонні суміші

Клас бетону	Необхідна кількість в зміну, м ³	Необхідна кількість в добу, м ³	Необхідна кількість в місяць, м ³	Необхідна кількість на рік, м ³
C 16/20	7,8	15,6	328,9	3946,8

Таблиця 3.10

Потреба у компонентах бетону

Найменування компоненту	Витрати компонентів бетону, кг				
	на 1 м ³	у зміну	у добу	у місяць	на рік
цемент М250	280	2184	4368	71092	1105104
щебінь фр. 10-20 мм	1250	9750	19500	411125	4933500
пісок	740	5772	11544	243386	2920632
вода	155	1209	2418	50980	472254

Кількість необхідної арматурної сталі подається в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11

Використання арматурної сталі

Арматурна сталь	Потреба у арматурній сталі, кг				
	На 1 шт	На зміну	На добу	На місяць	На рік
Арматура	41,91	184,4	368,8	11433,1	137196,6

3.7. Складське господарство

3.7.1. Склади в'яжучих речовин

На склад в'яжучих речовин підприємства з виготовлення плит 1,5х 6 цемент планується подавати у вагонах – цементовозах. «При цьому повинна враховуватися можливість зупинки подачі залізницею, й веденням подачі в такому випадку автотранспортом. Зважаючи на це, вид складу буде комбінований. За довговічністю вид складу буде інвентарний, оскільки потужність підприємства є невеликою. За ступенем механізації склад планується автоматизованим. За умовами зберігання в даному випадку обираємо металевий силосний склад, який обладнаний установками для уловлювання пилу під час завантаження і розвантаження, з пневматичною подачею цементу у видатковій бункера бетонозмішувального цеху.

Основна характеристика складу – це його місткість, яку розраховують як:

$$V = Ц \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 / \rho_{в}, \text{ м}^3$$

де Ц – витрата в'яжучого в бетоні на добу, кг/м³;

n – нормативний запас зберігання в'яжучого (приймаємо 10 діб);

K₁ – коефіцієнт нерівномірності надходження цементу на склад, (приймаємо 1,4);

K₂ – коефіцієнт нерівномірності споживання цементу (приймаємо 1,4);

K₃ – коефіцієнт можливих втрат цементу при розвантаженні (приймаємо 1,04);

K₄ – коефіцієнт використання технологічного устаткування (приймаємо 0,943);

K₅ – коефіцієнт заповнення ємності складу (дорівнює 0,9);

$\rho_{в}$ – щільність цементу в насипному стані – 1300 кг/м³» [18].

$\rho_{в} = 1300 \text{ кг/м}^3$.

$$V = 4368 \cdot 10 \cdot 1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,04 \cdot 0,943 \cdot 0,9 / 1300$$

$$V = 58,13 \text{ м}^3.$$

Виходячи з отриманого запасу зберігання цементу на складі, обираємо типовий проект СБ-560.05К-05 з ємністю 90 т. та числом силосів у кількості 1. Діаметр силосу складає 3160 мм.

Запас цементу становить на 10 діб.

У заводі з виробництва плит 1,5х6 для виготовлення залізобетонних конструкцій використовуються різноманітні в'язучі матеріали, які забезпечують необхідну міцність і довговічність виробів. Основним в'язучим матеріалом є портландцемент, що забезпечує високу міцність виробів за рахунок хімічних реакцій між його компонентами та водою. До складу цементу входять кальцій, кремній, алюміній, і залізо, що утворюють мінеральні сполуки, які активно реагують з водою, утворюючи тверду структуру.

Важливим аспектом є використання додаткових добавок, які покращують властивості в'язучих. Наприклад, пластифікатори можуть бути застосовані для покращення текучості суміші, що дозволяє легко укладати її у форми, зменшуючи кількість повітряних пор. Також можуть бути використані добавки для прискорення процесу твердіння або для підвищення морозостійкості готових виробів.

Таким чином, склад в'язучих на заводі з виробництва плит 1,5х6 орієнтований на досягнення високих експлуатаційних властивостей, таких як міцність, водостійкість та довговічність, що досягається завдяки правильно підібраним компонентам і технологічним процесам їх обробки.

На таких складах потрібно використовувати ефективні системи вентиляції для зниження пиловидних часток у повітрі, оскільки цемент та інші в'язучі матеріали здатні утворювати пил, який може завдати шкоди здоров'ю. Для цього також впроваджуються пиловловлювачі, що знижують концентрацію пилу. Важливе значення має правильне зберігання матеріалів,

щоб уникнути загорянь чи хімічних реакцій. Склади повинні бути обладнані протипожежними системами, включаючи вогнегасники та спринклерні системи, оскільки пил від матеріалів може стати причиною пожеж. Крім того, необхідно здійснювати регулярні перевірки всього обладнання та устаткування, щоб запобігти аварійним ситуаціям.

Для забезпечення безпеки складів в'язучих матеріалів важливо здійснювати регулярні перевірки всього обладнання, що використовується для транспортування, зберігання та обробки матеріалів. Всі механізми повинні бути перевірені на наявність дефектів, щоб запобігти аварійним ситуаціям або несправностям під час роботи.

Враховуючи ці основні аспекти, склади в'язучих матеріалів повинні функціонувати згідно з нормативними вимогами, щоб забезпечити безпечні умови праці та знизити ризики для здоров'я та безпеки працівників.

3.7.2. Склади заповнювачів

Склади заповнювачів на промислових підприємствах для виготовлення залізобетонних конструкцій формують важливу роль у забезпеченні стабільної якості та міцності готової продукції. Важливою частиною цього процесу є контроль за характеристиками заповнювачів, таких як розмір часток, щільність, вологість та інші фізико-механічні властивості. На підприємствах використовують різноманітні заповнювачі, серед яких природні матеріали (пісок, щебінь) і штучні добавки. Вибір заповнювачів залежить від типу виробленої продукції, умов експлуатації та вимог до її тривалості

У випадках промислових підприємств, де виготовляються бетони для будівництва, важливо дотримуватися вимог стандартів і норм для заповнювачів. Правильне співвідношення між високими типами заповнювачів дозволяє досягти необхідної міцності та довговічності бетону. одночасно, для важких бетонів потрібно щільні заповнювачі, а для легких

бетонів — більшої пористості. Крім того, сучасні підприємства часто впроваджують методи сортування і змішування заповнювачів, що дозволяють знизити витрати сировини і поліпшити технічний характер.

«Вибір типу складу заповнювачів для зберігання відбувається на основі його техніко-економічних показників.

Дрібний та крупний заповнювачі будуть доставлятися на дане підприємство залізницею у критих вагонах.

Склад крупного заповнювача обираємо комбінований, інвентарний, автоматизований, закритий бункерний. Так як буде використовуватися крупний заповнювач лише однієї фракції, то й кількість відсіків буде дорівнювати 1.

Розрахунок складу крупного заповнювача ведеться по ємності матеріалу, що зберігається:

$$V = Z \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 / \rho_3, \text{ м}^3$$

де Z – витрата крупного заповнювача у бетоні на добу, кг ;

n – нормативний запас збереження заповнювача (приймаємо 10 діб);

K_1 – коефіцієнт нерівномірності надходження заповнювача на склад (приймаємо 1,4);

K_2 – коефіцієнт нерівномірності споживання заповнювача (приймаємо 1,4);

K_3 – коефіцієнт можливих утрат заповнювача при розвантаженні (приймаємо 1,04);

K_4 – коефіцієнт використання технологічного устаткування (приймаємо 0,943);

K_5 – коефіцієнт заповнення ємності складу (дорівнює 0,9);

ρ_3 – щільність щебеню в насипному стані – 1650 кг/м³» [18].

$$\rho_3 = 1650 \text{ кг/м}^3$$

$$V = 5,2 \cdot 1250 \cdot 10 \cdot 1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,04 \cdot 0,943 \cdot 0,9 / 1650$$

$$V = 204,45 \text{ м}^3$$

де Z – витрата дрібного заповнювача у бетоні на добу, кг ;

n – нормативний запас збереження заповнювача (приймаємо 10 діб);

K_1 – коефіцієнт нерівномірності надходження заповнювача на склад (приймаємо 1,4);

K_2 – коефіцієнт нерівномірності споживання заповнювача (приймаємо 1,4);

K_3 – коефіцієнт можливих утрат заповнювача при розвантаженні (приймаємо 1,04);

K_4 – коефіцієнт використання технологічного устаткування (приймаємо 0,943);

K_5 – коефіцієнт заповнення ємності складу (дорівнює 0,9);

ρ_3 – щільність заповнювача в насипному стані – 1550 кг/м³» [18].

$$\rho_3 = 1550 \text{ кг/м}^3$$

$$V = 5,2 \cdot 740 \cdot 10 \cdot 1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,04 \cdot 0,943 \cdot 0,9 / 1550$$

$$V = 128,85 \text{ м}^3.$$

Загальна ємність складу заповнювачів складає 333,3 м³. Згідно довідникових даних обираємо типовий проект за шифром 409-29-37, ємністю 3000 м³ та площею 1776 м² (довжина складає 48 м., ширина – 37 м.).

3.7.3. Склади арматури та арматурних виробів

«Арматурні вироби зберігаються на складах, що представляють собою закриті приміщення, де виключені можливості їхньої корозії та забруднення. Арматура та арматурні вироби повинні зберігатися окремо по видах, маркам сталі, геометричним розмірам» [17].

«Зберігання готових арматурних виробів (зварені сітки, петлі, закладні елементи і т. ін.) передбачають на спеціалізованих стелажах або у контейнерах.

Максимальна висота зберігання арматурних сіток повинна бути:

- у горизонтальному положенні – 1,5 м;
- у вертикальному положенні – 4,0 м» [13].

«Площа складу арматури й арматурних виробів визначається як сума площ, призначених для збереження арматурних виробів та арматури кожного виду.

Площа, призначена для зберігання певного виду арматури або арматурного виробу розраховується як:

$$S_{ai} = Q_c \cdot K_n \cdot N_{xp} / P_i,$$

де Q_c – добова витрата арматури або арматурного виробу конкретного виду, кг;

K_n – коефіцієнт, який враховує збільшення площі складу на проходи при збереженні арматури на стелажах (приймаємо 1,5);

N_{xp} – термін зберігання арматури на складі (приймаємо 25 діб).

P_i – маса металу, розміщеної на 1 м² площі (приймаємо 1200 кг)» [18].

K_n приймаємо 1,5;

N_{xp} приймаємо 25 діб;

P_i приймаємо 1200 кг.

Тоді площа зберігання каркасних сіток С-2 становить:

$$S_{C-2} = 161,6 \cdot 1,5 \cdot 25 / 1100$$

$$S_{C-2} = 6,06 \text{ м}^2$$

Площа зберігання каркасних сіток С-9 становить:

$$S_{C-9} = 97,2 \cdot 1,5 \cdot 25 / 1100$$

$$S_{C-9} = 4,04 \text{ м}^2$$

Площа зберігання арматурних стрижнів становить:

$$S_{AC} = 32,6 \cdot 1,5 \cdot 25 / 1100$$

$$S_{AC} = 1,1 \text{ м}^2$$

Загальна площа складу розраховується як добуток суми площ S_{ai} та коефіцієнту, який враховує збільшення загальної площі складу на проходи й проїзди. Значення цього коефіцієнту – 1,5.

$$\underline{S_a} = (S_{C-2} + S_{C-9} + S_{AC} + S_{\text{упл}}) \cdot 1,5$$

$$\underline{S_a} = (5,36 + 3,04 + 1,05 + 1,15) \cdot 1,5$$

$$\underline{S_a} = 15,9 \text{ м}^2$$

3.7.4. Склади готової продукції

«Виготовлені конструкції проходять технічний контроль і лише потім відправляються на зберігання на склад готової продукції. Там вони залишаються до того моменту, поки не будуть відвантажені споживачу.

Склад готової продукції обладнаний підйомно-транспортним обладнанням.

Зберігання готової продукції має відбуватися з дотриманням вимог ДСТУ Б.В.2.6-2, а також стандартів або технічних умов на виробі конкретних видів.

При розрахунку площі складу враховується продуктивність підприємства, тривалість та спосіб зберігання готових виробів на складі, прийняті розриви між окремими штабелями виробів, спосіб вантажно-розвантажувальних робіт та вид кранів, що застосовуються» [18].

«Зберігання готових виробів здійснюється однорядними по висоті. При цьому вони розсортовані за видами й марками.

Під час зберігання для обпирання виробів застосовують інвентарні підкладки товщиною не менше 100 мм або опори іншого типу.

Коефіцієнт збільшення площі складу враховує проходи між виробами. Приймаємо його 1,5.

Коефіцієнт збільшення площі складу, який враховує проїзди й площу під коліями мостового крану, візків, а також площі для проїзду автомашин та під залізничні колії приймаємо 1,3.

Мінімальна ширина проходів між виробами становить не менше 1,0 м.

Ширина проходів між рядами виробів і габаритом транспортного засобу повинна бути не менше 1,5 м.

Поперечні проходи шириною 1 м передбачають не рідше ніж через 25 м; між виробами приймають розриви завширшки 0,4 м.

На території складу готової продукції відводиться окреме місце для зберігання бракованих виробів. Площу цієї ділянки визначають, виходячи з того, що браковані вироби складають 1 % від загального обсягу їх випуску. Матеріали, отримані після подрібнення бракованих виробів, повторно можна використовувати як крупний заповнювач для виготовлення бетонів невисоких марок. Вивільнена арматурна сталь частково надходить у металобрухт, а частину її використовують для повторного армування. На 1 м² ділянки зберігають 1,2 м³ відходів» [14] .

«Необхідна площа для зберігання готових виробів на 10 діб:

Розраховуємо необхідну площу для зберігання готових виробів на 10 діб:

$$S = S_p \cdot T_{xp} \cdot K_1 \cdot K_2, / P_{vir} \text{ м}^2$$

де S_p - кількість виробів що надходить на добу ;

T_{xp} - нормативний запас збереження.

K_1 – коефіцієнт збільшення площі складу.

K_2 – коефіцієнт збільшення площі складу, який враховує проїзди й площу під коліями мостового крану, візків, а також площі для проїзду автомашин та під залізничні колії» [17].

P_{vir} - нормативний обсяг виробів, що зберігаються на 1 м² складу, м³.

Згідно з [3] $P_{vir} = 1,8 \text{ м}^3/\text{м}^2$ для плитних конструкцій.

Підставивши відомі дані, отримуємо:

$$S = (155,5 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,3) / 1,8 = 1,684 \text{ м}^2$$

$$S = 1,684 \text{ м}^2.$$

$$S_{\text{ск}} = 155,5 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,3 = 1,684 \text{ м}^2$$

3.7.5. Матеріально-технічні склади та склади комплектуючих

Максимальний обсяг зберігання матеріалів у приміщення складу приймаємо згідно до вимог технічних умов (стандартів, технічних паспортів та інше) на ці матеріали. Тому площа складу матеріально-технічного забезпечення та комплектуючих приймаємо 34 м². «Ширину проїзду для одностороннього руху транспорту без розвороту приймаємо на 600 мм більше ніж ширина транспорту (з урахуванням транспортованого вантажу). Оглядові проходи приймаємо:

- між штабелями або стелажми – 1000 мм;
- між штабелями і будівельними конструкціями – 800 мм;
- між штабелями і стропувальними пристроями – 1000 мм;
- між стіною і стелажми – 200 мм.

Ширину робочої зони біля обладнання і робочих місць приймаємо 900мм. Для складів, до яких підведені під'їзди залізничних колій, забезпечується можливість цілодобового приймання (відправлення) вантажів» [18].

Режим роботи складу установлюємо залежно від режиму роботи підприємства, то роботу складу приймаємо теж двозмінною. Запаси комплектувальних елементів та допоміжних матеріалів, на розрахункову добу на складі.

«Найбільша допустима відносна вологість повітря в приміщенні складу – 75%. Найменша температура повітря в приміщенні складу - 5°С» [21].

3.8. Лабораторія й організація контролю якості продукції

«При виробництві збірних залізобетонних конструкцій обов'язково здійснюються такі види контролю:

- вхідний;
- операційний;
- приймальний.

За проведення цих видів контролю на підприємстві відповідають відділ технічного контролю та лабораторія.

Параметри матеріалів, процесів та виробів, що контролюються по кожному виду контролю подані в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12

Організація виробничого контролю якості

Вид контролю	Параметри матеріалів, процесів та виробів, що контролюються	Виконавці
Вхідний	Перевірка відповідності вимогам нормативних документів сировини, матеріалів та напівфабрикатів	Лабораторія
Поопераційний	Контроль якості при виготовленні бетонних сумішей, мастик, змашувальних матеріалів, добавок	Лабораторія
	Контроль якості при виготовленні арматурних виробів та закладних елементів	Лабораторія, відділ технічного контролю (ВТК)
	Контроль якості при формуванні виробів	Лабораторія, ВТК
	Контроль ТО виробів	Лабораторія
Приймальний	Контроль якості готових виробів	ВТК, лабораторія
	Контроль складування готових виробів	ВТК

Належна організація контролю якості продукції є однією з основних функцій організації виробництва». [19]

Відділ технічного контролю (ВТК) та лабораторія повинні бути укомплектовані необхідними приладами та обладнанням, що забезпечують

виконання поставлених перед ними завдань. Розміри приміщень для цих підрозділів визначаються згідно з нормативами, залежно від річної виробничої потужності підприємства, яка становить 1000 м³. У цьому випадку передбачено, що площа лабораторії має складати 100 м², а відділу технічного контролю — 30 м². Такі параметри забезпечують ефективну організацію робочого простору, створюючи умови для точного та своєчасного виконання функцій з контролю якості продукції та дотримання виробничих стандартів. Це сприяє оптимізації виробничих процесів, а також призводить до підвищення загальної ефективності підприємства.

У лабораторії та під час організації контролю якості продукції на підприємстві важливо дотримуватися високих стандартів техніки безпеки, щоб забезпечити безпеку працівників і точність виконаних тестів. Всі лабораторії повинні бути оснащені необхідними засобами індивідуального захисту, такими як рукавички, захисні окуляри та спецодяг, для забезпечення безпеки при роботі з хімічними реагентами та іншими небезпечними матеріалами. Крім того, всі лабораторні установки, прилади та інструменти мають регулярно перевірятися на відповідність вимогам безпеки та працездатності, щоб уникнути можливих нещасних випадків. Всі матеріали, що використовуються для аналізів, мають зберігатися в спеціальних місцях, а хімічні речовини повинні бути чітко марковані. Після завершення кожного циклу випробувань необхідно ретельно прибирати робочі місця та утилізувати відходи. Всі працівники повинні пройти інструктажі з техніки безпеки та знати, як діяти в разі надзвичайної ситуації. Дотримання цих заходів дозволяє не тільки захистити здоров'я працівників, але й гарантує, що контроль якості продукції буде здійснюватися на найвищому рівні.

Контроль якості технологічних операцій та виробів

Основні операції, що підлягають контролю	Комплектація робочих креслень, НД, карт	Стан формувального устаткування, вібраторів	Арматурні роботи	Зварювальні роботи	Установка й закріплення сіток, стропових петель, фіксаторів	Виготовлення бетонної суміші	Підготовка й змащення форм	Укладання бетонної суміші	Умови твердіння	Розпалубка. Підготовка до здачі продукції, складування
Склад контролю	Наявність технічної документації (НД, робочі креслення й ін.)	1. Колівання віброплощадки 2. Технічний стан устаткування	1. Марка сталі 2. Відповідність розмірів арматури робочим кресленням 3. Зварювання стрижнів і сіток 4. Антикорозійний захист	1. Механічна міцність 2. Розміри швів 3. Співвісність стрижнів 4. Наявність дефектів	1. Відповідність робочим кресленням 2. захисний шар 3. Укладання лідовального шару 4. Положення арматурного каркаса	1. Точність дозування 2. Час перемішування 3. Консистенція 4. Температура	1. Відповідність форм проектним розмірам 2. Якість очищення й змащення форм 3. Якість емульсії	1. Товщина шару 2. Час віброупільнення 3. Щільність укладання 4. Міцність бетону 5. Об'ємна маса	Дотримання заданого тепловологового режиму	1. Зовнішній вигляд 2. Наявність дефектів 3. Відповідність розташування виробів схемі складування
Місце контролю	Цех	Пости формування й нагату. Лабораторія	Арматурний цех	Зварювальний пост. Лабораторія	Пост формування	Дозатори Бетонозмішувачі	1. Пост розпалубки 2. Місце збірки перед укладанням бетонної суміші . 3. Ємність	1—3. Пост формування 4—5. Лабораторія	Цех	Пост розпалубки, склад готової продукції
Метод і засоби контролю	Порівняння із проектом	Віброграф. Паспорт	1. Порівняння з еталоном 2. Вимірювання рулеткою, лінійкою, штангенциркулем 3. Візуальний відбір проб і випробування	Відбір проб і випробування	Вимірювання сталевим рулеткою, мірною лінійкою. Візуальний	1. Спостереження за приладами 2. Перевірка, тарування приладів 3. Відбір проб і випробування 4. Термометр	1. Вимірювання рулеткою й рівнем 2. Огляд 3. Відбір проб і випробування	1. Вимір лінійкою 2. Секундомір 3. Щільномір 4—5. Відбір проб і наступне випробування	Прилади автоматизації й регулювання	1, 2. Візуальний 3. Сталева рулетка, схема
Періодичність і обсяг контролю	Раз на місяць і при виготовленні нової партії виробів	1. Щомісяця 2. Через 6 місяців кожний прилад	2 рази в зміну, вибірка	Раз на місяць 2—4. Постійно 1-4. Вибірка	Раз зміну. Вибірка	1. Раз у зміну 2. Кожний заміс 3. -4,2 рази в зміну й при новому складі суміші	1. Раз у квартал. Поштучно 2. Раз у зміну. Вибірка 3. Раз на місяць	1.2. Поштучно 3, 5. Раз у зміну. Партія 4, 5. Серія контрольних кубів	У процесі обробки через 2 год. Партія в камері	1,2. Поштучно 3, 2 рази в зміну. Партія
Особа, що контролює операцію	Інженер ВТВ	1. Майстер ВТК 2. Механік . Енергетик	1-2. Майстер 3. Лаборант	1. Лаборант 2-4 майстер	Майстер, ВТК	1-4 Лаборант 2 Оператор	1. Майстер, ВТК 2. Майстер 3. Лаборант	1, 2. Майстер 3—5. Лаборант	Лаборант	Майстер Бригадир
Документ, у якому реєструються результати контролю	Журнал обліку документації	Журнали перевірки встаткування	Журнал арматурних робіт	Журнал зварювальних робіт	Акти на сковані роботи	Журнал лабораторних випробувань	Журнал стану форм	Журнал лабораторних випробувань	Журнал теплової обробки	Журнал здачі готової продукції
Особа, відповідальна за забезпечення технології	Начальник ВТВ	Начальник ВТК, головний механік, головний енергетик	Начальник арматурного цеху	Начальник цеху	Начальник цеху	Зав. лабораторією, Начальник бетонозмішувального цеху	начальник цеху	Начальник цеху, зав. Лабораторією	Зав. лабораторією, начальник паросилового цеху	Начальник цеху

Таблиця 3.14

Характеристики виробу, що підлягають перевірці, та регламент проведення вихідного контролю.

Найменування контрольованого показника	Нормативний документ, що встановлює		Виконавці контролю та обсяг контролю
	технічні вимоги до показника якості	методи контролю й випробувань	
1) Показники міцності: - Клас бетону по міцності - Відпускна міцності бетону	ДСТУ Б В.2.6-2 ГОСТ 12767-80	ГОСТ 10180 ГОСТ 18105 ГОСТ 22690	Лабораторія (1 раз у зміну зразки-куби)
2) Лінійні розміри (геометрична точність) виробу	ДСТУ Б В.2.6-2 ГОСТ 12767-80	ДСТУ Б В.2.6-2	ВТК (не менш 2 виробів від партії при вибірковому контролі й кожний виріб при суцільному контролі)
3) Розташування строповочних петель	ДСТУ Б В.2.6-2 ГОСТ 12767-80	ДСТУ Б В.2.6-2	
4) Відхилення від прямолінійності (непрямолінійність) виробу	ДСТУ Б В.2.6-2 ГОСТ 12767-80	ДСТУ Б В.2.6-2	
5) Товщина захисного шару бетону	ДСТУ Б В.2.6-2 ГОСТ 12767-80	ДСТУ Б В.2.6-2	
6) Різниця довжин діагоналей	ДСТУ Б В.2.6-2 ГОСТ 12767-80	ДСТУ Б В.2.6-2	
7) Відхилення від перпендикулярності	ДСТУ Б В.2.6-2 ГОСТ 12767-80	ДСТУ Б В.2.6-2	
8) Наявність і ширина розкриття тріщин	ДСТУ Б В.2.6-2 ГОСТ 12767-80	ДСТУ Б В.2.6-2	
9) Рівень потужності експозиційної дози зовнішнього гамма-випромінювання	РБН 356-91	РБН 356-91	ВТК (кожний виріб у партії протягом зміни)
10) Якість структури бетону	ДСТУ Б В.2.6-2	ДСТУ Б В.2.6-2	

11)Наявність строповочних петель і виїмок, ступінь їхнього очищення від напливів бетону	ДСТУ Б В.2.6-2 ГОСТ 12767-80	ДСТУ Б В.2.6-2	
12) Цілісність і чистота поверхні виробів	ДСТУ Б В.2.6-2 ГОСТ 12767-80	ДСТУ Б В.2.6-2	
13) Морозостійкість бетону	ДСТУ Б В.2.6-2 ГОСТ 12767-80	ДСТУ Б В.2.7-48	Лабораторія (перед початком масового виробництва, при зміні технології виготовлення надалі не рідше 1 рази в 6 міс.)
14) Щільність важкого бетону	ДСТУ Б В.2.6-2 ГОСТ 12767-80	ГОСТ 12730.1	
15) Водопоглинення бетону	ДСТУ Б В.2.6-2 ГОСТ 12767-80	ГОСТ 12730.3	

Після проходження початкового контролю якості готова продукція здається на склад працівниками ВТК згідно з актом передачі. Вироби зберігаються в розсортованому вигляді за марками та партіями. Між виробами укладаються дерев'яні інвентарні прокладки, розміри яких не повинні бути меншими за 60x40 мм. Рекомендується виготовляти ці прокладки з пиломатеріалів розмірами 150x100 мм. Прокладки розташовуються по вертикалі між рядами виробів на відстані 0,2 довжини виробу від кожного торця. Прокладки під нижній ряд виробів укладаються на щільну, рівно вирівняну поверхню, при цьому ширина прокладок має бути не менше 80 мм.

3.9. . Розрахунок потреби в електроенергії, стисненому повітрі, газі та воді

Розрахунок потреби в електричній енергії здійснюється на основі вибору типу та кількості електричних приладів, з подальшим розподілом споживаної енергії по окремих цехах та в цілому по підприємству.

Електроспоживачі із зазначенням їхньої встановленої потужності наведені в таблиці 3.15.

Споживачі електроенергії та їх потужність

Цех	Назва електроприймача	Кількість	Встановлена потужність кВт
Склад цементу	Розвантажувально-передавальне обладнання	1	50,8
Склад заповнювачів	Розвантажувально-передавальне обладнання	1	380
Бетонозмішувальний цех	1) Пневматичний гвинтовий насос	1	30
	2) Стрічковий конвеєр	1	5
	3) Бетонозмішувачі	2	3
Арматурний цех	1) Станок для нарізання арматурної сталі	1	3
	2) Правильно-відрізний станок 11-60228	1	25
	3) Підвісний зварний апарат МТПГ-150-2	2	165
	4) Мостовий кран вантажопідйомністю до 10 т	2	25
	5) Візок для вивозу готової продукції	1	7,3

Формувальний цех	1) Кран-мостовий електричний МК-3	1	60
	2)Бетоноукладач СМЖ-227Б	1	33
	3)Візок для вивозу готової продукції Тележка СМЖ-151	1	7.5
Склад готової продукції	Мостовий кран вантажопідйомністю до 10 т	2	20
Лабораторія	Випробувальне обладнання	1	4,3
Адміністративно-побутовий комплекс	Освітлювальні прилади		124,45
Усього			945,35

Розрахунок річної потреби пари визначається

$$P_p = P_{\text{пит}} \times V$$

де P_p - річна витрата пари;

$P_{\text{пит}}$ - питома витрата пари 170 кг на 1 м³ бетону;

V - річна продуктивність цеху з урахуванням браку, м³.

$$P_p = 170 \times 50350 = 8559.5 \text{ т./Год.}$$

Розрахунок річної необхідності у воді визначається:

$$V_r = V_c \cdot c,$$

где V_r - річна витрата води, м³;

V_c - середньоджерельна витрата води, м³;

c - розрахункова кількість робочих діб у році.

$$V_r = 250 * 260 = 65000 \text{ м}^3$$

3.10. Організація вантажопотоків

«Підвіз сировини, необхідних матеріалів, а також вивіз готової продукції здійснюється залізничними шляхами та автомобільними шляхами. На автошляхах, які розташовані на території підприємства, що проектується, передбачене кільцеве прямування автотранспорту.

Перевезення сировинних матеріалів, напівфабрикатів та готової продукції відбувається за допомогою мостових кранів, крану-балки, самохідними візками. Бетонна суміш та компоненти для її виготовлення транспортуються баддями, спеціальними бункерами, пневмотранспортом, арматурні сітки та каркаси – самохідними візками, мостовим краном» [17].

Для нашого підприємства з виготовлення плит 1,5х6, яке використовує привезені заповнювачі та цемент, передбачене спеціалізоване технологічне та транспортне обладнання. Це обладнання забезпечує ефективне розвантаження, зберігання і переробку заповнювачів та цементу, а також їх подачу до витратних бункерів для подальшого використання в процесі виготовлення плит. Взимку в установках для заповнювачів і води здійснюється їх підігрів, що дозволяє зберігати необхідні температурні умови для виробництва. Для точного дозування компонентів та приготування бетонної суміші використовується відповідне дозувальне і змішувальне обладнання, яке забезпечує високу якість готової продукції. Після приготування бетонної суміші змішувальні машини вивантажують її на транспортні засоби для подальшої доставки на виробничі лінії. Для транспортних операцій на підприємствах з виробництва плит 1,5х6 часто використовуються різні механізми та технічні засоби, залежно від типу продукції та масштабів виробництва. Одним із основних елементів є стрічкові конвеєри, які забезпечують автоматизоване транспортування бетонної суміші або готових виробів по цеху. Вони дозволяють переміщати матеріали безперервно і з високою ефективністю, зменшуючи необхідність у ручному праці та підвищуючи продуктивність.

Для подачі бетонної суміші також можуть використовуватися пневматичні та механічні насосні системи, які сприяють точному дозуванню матеріалу та його переміщенню до місця виготовлення плит. Гвинтові насоси та периферійні насоси ефективно транспортують суміш по трубопроводах, особливо у важкодоступних місцях..

Механізм подачі бетонної суміші на підприємстві з виробництва плит 1,5х6 забезпечує безперервний і рівномірний потік матеріалу до формувальних установок. В залежності від технологічної схеми, бетонна суміш подається через систему конвеєрів або за допомогою насосів, що забезпечують точне дозування та подачу суміші до конкретного місця в цеху. За допомогою механічних або пневматичних систем, суміш транспортується до змішувачів і далі — до формувальних машин або форм, де вона ущільнюється і набуває необхідної форми. Важливими елементами цього процесу є забезпечення рівномірного розподілу матеріалів, контроль за їх подачею і змішуванням, що дозволяє уникнути утворення пустот та забезпечити високу міцність готових виробів.

«Транспортування арматурної сталі зі складу в арматурний цех здійснюється автомобільним транспортом. Переміщення арматури в арматурному цеху виконує мостовий кран. Арматурні вироби з арматурного цеху переміщують в формувальний цех на самохідному рельсовому візку. Переміщення арматурних виробів з візків на пост виконує мостовий кран» .

3.11. Структура, організація та керування підприємством

Виробнича структура підприємства формується залежно від специфічних умов виробництва, особливостей продукції, що виготовляється, а також складу, кількості цехів, виробничих ділянок та обслуговуючих підрозділів, і форми взаємодії між ними. Управління підприємством здійснює директор, який є центральною посадовою особою, призначається та звільняється

відповідними державними органами або міністерством. Він представляє підприємство в організаціях, підписує контракти, відкриває банківські рахунки та здійснює оперативне управління активами й ресурсами відповідно до чинного законодавства.

Крім адміністративних функцій, директор відповідає за кадрову політику: прийом і звільнення працівників, застосування системи заохочення або дисциплінарних заходів для підтримки продуктивності та порядку. У межах своїх повноважень він видає накази, які є обов'язковими до виконання всіма співробітниками. Ефективність управління підприємством залежить від координації між усіма структурними підрозділами, яка забезпечує чітке виконання виробничих завдань і сприяє досягненню стратегічних цілей.

«Структуру підприємства відображають склад та співвідношення його внутрішніх ланок. До цих ланок відносять цехи, ділянки підприємства, різні відділи, лабораторії, апарат управління, а також інші підрозділи. Робота всіх ланок взаємопов'язана та має бути злагодженою.

Кількість підрозділів підприємства буде залежати від його потужності. Відповідно буде розраховуватися й кількість працівників, яку необхідно залучити для забезпечення роботи підприємства, а також площі, які воно буде займати. » [20].

Структуру підприємства можна поділити на загальну та виробничу. Під виробничою структурою розуміють сукупність основних, допоміжних, а також обслуговуючих підрозділів підприємства, які в спільній роботі забезпечують перетворення ресурсів в готовий продукт. Виробнича структура відображає процес виробництва певної продукції заданої якості, кількості та в заданий термін. Виробнича структура формується під впливом таких чинників як: характер продукції, технологія, за якою вона виготовляється, об'єм виробництва, рівень спеціалізації підприємства, рівень виробничих підрозділів, масштаб взаємодії підприємства-виробника з іншими організаціями та підприємствами.

У виробничій структурі виділяють основні, допоміжні, обслуговуючі цехи та господарства. Функцією основних цехів є виробництво номенклатури основної продукції, а також надання виробничих послуг, які відповідають його профілю. Основною метою роботи допоміжних цехів є забезпечення належної та безперебійної роботи цехів основного виробництва. До таких цехів належать енергетичні, ремонтно-механічні, а також лабораторії, де відбувається контроль якості усіх рівнів виробництва. Обслуговуючі цехи і господарства виробничого призначення в свою чергу виконують роботи з обслуговування основних і допоміжних цехів. Наприклад, зберігання вихідних компонентів та готової продукції, транспортування матеріалів та продукції. Також сюди відносяться підрозділи, які обслуговують працівників.

Організаційна структура є основою системи управління підприємством, визначаючи склад, підпорядкованість і взаємодію її елементів. Вона регулює кількість управлінського персоналу, їх розподіл між підрозділами, а також формує адміністративні, функціональні й інформаційні зв'язки. Крім того, структура чітко окреслює права й обов'язки працівників управлінського апарату, забезпечуючи ефективну координацію між різними рівнями управління.

Робота підприємств розпочинається з оцінкою потреб ринку відділом збуту. Метою його роботи є визначення, яка саме продукція на ринку користується найбільшим попитом. Далі головний технолог оцінює можливість підприємства займатися випуском такої продукції. Після його рішення, щодо можливості підприємства випускати продукцію, якої потребують споживачі найбільше, й прийняття рішення про початок випуску продукції, у відділі постачання визначається коло підприємств, які будуть постачати необхідні сировинні матеріали та обладнання. Паралельно фінансовий відділ вирішує питання, щодо фінансування виробництва.

Після того як відділ фінансів знаходить потрібні кошти, здійснюється закупівля необхідних сировинних компонентів та обладнання. Працівники технічного відділу займаються установкою та підключенням обладнання. Лабораторія в цей час перевіряє чи відповідає якість матеріалів та обладнання відповідним нормативним документам. Плановий відділ розраховує необхідну кількість вихідних матеріалів, робітників, продукції,

3.12. Розрахунок потреби в робітниках

Розрахунок у потребі в робітниках виконується на підставі розроблених раніше технологій виробництва заданих конструкцій на заводі.

Професія (посада)	Кількість змін	Кількість працюючих	
		В дві зміни	В 1 зміну
Машиніст формувальної машини	2	2	1
Бетоняри	2	6	3
Кранівники	2	4	2
Опалубники	2	4	2
Разом по бригаді		16	8
Та сама розстановка (див. лінію № 1)	-	16	8

Контролери-бракувальники	2	2	1
Підсобні робітники	2	8	4
Разом по відділенню формування		26	13
Оператор	2	6	3
Електрик	2	4	2
Робітник із різання стрижнів	2	4	2
Разом:		14	7
Слюсарі-бригади формувального відділення	2	2	1
Слюсарі формувального відділення	2	2	1
Зварювальники	2	2	1
Разом по бригаді		6	3
Електромантер-бригадир	1	1	1
Електромантер	1	5	5
Разом по бригаді		6	6
Операторів паропроводу	2	8	4
Машиністів насосів	2	8	4
Електрослюсарі	2	4	2
Машинисты компрессорной станции	2	2	1
Разом		34	23
Загальна кількість співробітників		102	60

Також в загальну кількість робітників входять ,працівники лабораторії та адміністративно-побутового комплексу.

А саме в лабораторії працює інженер, два робітники і завідувач лабораторією. А в склад адміністративно-побутового комплексу три прибиральника і два охоронця.

Підсумовуючи, для роботи в одну зміну на підприємстві необхідно 69 співробітників. При організації двозмінного робочого графіка кількість персоналу зростає до 127 осіб. Варто також врахувати, що частка технічних працівників на підприємствах становить 15% від загальної кількості співробітників. Враховуючи масштаби підприємства, кількість інженерно-технічних працівників буде дорівнювати 17 особам.

До них належать:

- директор;
- головний технолог;
- плановий відділ: начальник, співробітник;
- виробничий відділ: начальник, співробітник;
- технологічний відділ: начальник, співробітник;
- бухгалтерія: начальник, співробітник;
- відділ постачання та збуту: начальник, співробітник;
- відділ кадрів: начальник, співробітник;
- відділ техніки безпеки: начальник, співробітник.

4. ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

«При організації й веденні технологічних процесів виробництва виробів повинні бути забезпечені:

- метеорологічні умови в робочій зоні виробничих приміщень за ДСТУ 12.1.005;

- зміст пилу в повітрі робочої зони за ДСТУ 12.1.005;

- рівні звукового тиску за ДСТУ 12.1.003;

- гігієнічні норми вібрації за ДСТУ 12.1.012 зі зм. » [19].

Враховуючи, що сучасні вимоги до безпеки праці постійно змінюються, зокрема внаслідок впровадження новітніх технологій та інноваційних матеріалів, необхідно ретельно оцінювати вплив таких змін на загальний стан умов праці. Дослідження, проведені на підприємствах, дозволяють виявити не лише позитивні ефекти від нововведень, а й потенційні ризики, що виникають в процесі адаптації нових технологій.

Завдяки дослідженню можна виявити, наскільки ефективними є запроваджені заходи з покращення санітарно-гігієнічних умов, як знизилась ймовірність виникнення професійних захворювань, а також визначити необхідність подальших змін для підвищення безпеки праці. Результати таких оцінок допомагають не лише удосконалити виробничі процеси, але й оптимізувати використання ресурсів і забезпечити надійність виробничої діяльності на всіх етапах.

Аналізуючи зміни, що відбулися в умовах праці і безпеки на підприємствах після впровадження нових технологій, матеріалів та методів роботи, які були вивчені в рамках попередніх досліджень. Необхідно розглянути добавки які ми використовуємо для виготовлення залізобетонних плит. Та детально розглянути індивідуальні особливості роботи з цими добавками ,врахувати ризики та необхідні міри для забезпечення безпеки.

Волокна полівінілового спирту (Polyvinyl Alcohol, PVA)
Волокна полівінілового спирту (PVA) використовуються в виробництві залізобетонних плит як добавка для підвищення їх міцності та пластичності. Ці волокна відіграють ключову роль у поліпшенні механічних властивостей залізобетону, зокрема:

Зміцнення структури: Вони також сприяють збільшенню міцності бетону на розтяг, особливо в умовах циклічних навантажень, що є

важливим для конструкцій, які піддаються змінним та значним механічним навантаженням.

Зменшення ваги конструкції: Додавання таких волокон дозволяє зменшити використання інших важких армуючих матеріалів, що може призвести до зниження загальної ваги плит, не втрачаючи при цьому міцності.

Використання волокон PVA у виробництві залізобетонних плит також сприяє покращенню їх довговічності та зниженню витрат на технічне обслуговування в процесі експлуатації.

Тож розглянемо які необхідні умови для безпечного використання данної добавки.

Хімічна назва та склад: Полівініловий спирт (PVA) — це водорозчинна полімерна сполука, зазвичай виготовляється як білий порошок або гранули, які використовуються в численних промислових процесах, таких як виготовлення клеїв, покриттів і волокон.

Фізичні властивості:

- Зовнішній вигляд: білий або кремовий порошок, без запаху.
- Розчинність: добре розчинний у воді, не розчиняється в органічних розчинниках, таких як етанол або ацетон.

Небезпеки для здоров'я: Полівініловий спирт вважається малонебезпечним, проте при потраплянні у дихальні шляхи або контакт з шкірою може викликати подразнення. Потрібно уникати вдихання пилу матеріалу.

Запобіжні заходи:

- Використовувати засоби індивідуального захисту (рукавички, маски, захист очей) при роботі з полівініловим спиртом, особливо при обробці в порошкоподібному вигляді.
- Забезпечити хорошу вентиляцію в приміщенні, де проводяться роботи з цим матеріалом, для зменшення концентрації пилу в повітрі.
- Під час роботи з полівініловим спиртом варто уникати утворення пилу, а також працювати в приміщеннях з системами для збору та фільтрації пилу.

Перша допомога:

- При потраплянні в очі: негайно промити водою протягом кількох хвилин, звернутися до лікаря, якщо подразнення не проходить.
- При вдиханні пилу: винести потерпілого на свіже повітря, забезпечити спокій.
- При контакті з шкірою: промити водою з милом.

Умови зберігання та транспортування:

- Зберігання: Полівініловий спирт слід зберігати в герметичних контейнерах, в сухому та прохолодному місці, подалі від вогню та джерел тепла.
- Транспортування: транспортування повинно здійснюватися в

закритих контейнерах або мішках, що захищають матеріал від вологи та забруднень. Необхідно запобігати утворенню пилу під час транспортування. Екологічні заходи:

- Враховуючи, що PVA є водорозчинним, його викиди можуть забруднити воду при неправильному поводженні. Потрібно уникати викидів у воду та землю, а також проводити утилізацію відповідно до місцевих стандартів екологічної безпеки.

Вогненебезпека

Полівініловий спирт характеризується помірною вогненебезпекою. У разі горіння виділяються токсичні гази, такі як вуглекислий газ і вуглекислий монооксид, що можуть становити загрозу для здоров'я та безпеки персоналу. Вогонь може розповсюджуватися на сусідні матеріали, особливо за умов високих температур або відкритого вогню.

Також розглянемо заповнювач, та його особливості.

Вапняк (Crushed Limestone)

Хімічна формула: Основні компоненти — кальцит, вапняк.

Характеристики небезпеки:

Вапняк не є горючим і не представляє вибухонебезпечної загрози. Може бути шкідливим при вдиханні пилу, особливо коли вмістить кристалічний силікатний пил. Цей пил може викликати захворювання дихальних шляхів, зокрема силікоз. Зазначено необхідність уникати вдихання пилу і використовувати засоби захисту органів дихання.

Заходи безпеки:

Особисті засоби захисту: необхідно використовувати захисні рукавички, окуляри, респіратори для захисту від пилу.

Вентиляція: у приміщеннях, де працюють з вапняком, має бути забезпечена хороша вентиляція для запобігання накопиченню пилу в повітрі.

Зберігання: Вапняк слід зберігати в сухих, добре вентильованих приміщеннях або в закритих контейнерах, щоб уникнути контакту з вологістю. Волога може зменшити якість матеріалу.

Перша допомога:

При вдиханні: винести постраждалого на свіже повітря, якщо необхідно — звернутися за медичною допомогою.

При контакті з очима: негайно промити великою кількістю води і звернутися до лікаря.

При контакті зі шкірою: промити великою кількістю води.

Утилізація:

Вапняк не є небезпечним відходом, але утилізація повинна відбуватися відповідно до місцевих норм та стандартів, забезпечуючи безпеку працівників.

Екологічні наслідки:

Пил може бути шкідливим для навколишнього середовища, особливо в зонах високої концентрації викидів.

Умови транспортування:

Вапняк транспортується у герметичних контейнерах або закритих транспортних засобах, щоб мінімізувати викиди пилу в навколишнє середовище.

Транспортні засоби повинні бути обладнані системами для зменшення утворення пилу та забезпечення герметичності під час перевезення. Транспортування має здійснюватися відповідно до місцевих екологічних та безпекових стандартів.

Потрібно також забезпечити відповідні маркування контейнерів і транспорту з вказівкою на потенційні небезпеки та потребу в обережності при маніпуляціях з матеріалом.

Усі ці умови повинні враховуватись при впровадженні вапняку в виробничі процеси, щоб забезпечити безпеку працівників і зберегти екологічний стан підприємства.

Після впровадження результатів дослідження стану умов праці та безпеки виробничих процесів, було виявлено значні покращення в управлінні ризиками та запобіганні потенційним небезпекам. Встановлення сучасних систем безпеки, впровадження належних заходів для захисту працівників від шкідливих факторів, таких як пил, токсичні речовини, та покращена вентиляція, дозволили знизити рівень небезпеки для здоров'я працівників. Особливу увагу було приділено безпеці при використанні хімічних добавок, таких як полівініловий спирт, зокрема в частині вогнебезпеки та захисту від пилу, що дозволило значно зменшити ризики аварій та професійних захворювань.

Важливо, що після впровадження таких заходів підприємства змогли покращити не тільки умови праці, але й забезпечити більш ефективну організацію виробничих процесів, зменшуючи вплив шкідливих факторів на персонал та довкілля. Однак, для досягнення сталого покращення стану безпеки важливе постійне вдосконалення технічних заходів та проведення регулярних навчань з охорони праці для всіх працівників.

Література

1. Стефанов В. В. Технология бетонных и железобетонных изделий. «Будівельник». Киев. 1966. 395 с.
2. G. Habert, S.A. Miller, V.M. John, J.L. Provis, A. Favier, A. Horvath, K.L. Scrivener/Environmental impacts and decarbonization strategies in the cement and concrete industries/Nat. Rev. Earth Environ., 1 (2020), pp. 559-573.
3. N.D. Oikonomou/Recycled concrete aggregates/Cem. Concr. Compos., 27 (2005), pp. 315-318,/ 2004.02.020.
4. T.M. Tung, O.E. Babalola, D.-H. Le/Experimental investigation of the performance of ground granulated blast furnace slag blended recycled aggregate concrete exposed to elevated temperatures/Clean. Waste Syst., 4 (2023), Article 100069, 2022.
5. J. Xiao, Y. Fan, M.M. Tawana/Residual compressive and flexural strength of a recycled aggregate concrete following elevated temperatures/Struct. Concr., 14 (2013), pp. 168-175.
6. H.Yang, Y.Qin, Y.Liao, W.Chen/Shear behavior of recycled aggregate concrete after exposure to high temperatures/Constr. Build. Mater., 106(2016), pp.374-381.
7. R.B. Ramesh, O. Mirza, W.H. Kang/Mechanical properties of steel fiber reinforced recycled aggregate concrete/Struct. Concr., 20 (2019), pp. 745-755.
8. CEN, Eurocode 8 - Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings, Revisión U, 2005, The European Union per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC].
9. L.S.H and C.T. Hsu, Stress-Strain Behavior of Steel-fiber High-Strength/Concrete Under Compression, ACI Struct. J., 91 (n.d.).
10. M.J. McGinnis, M. Davis, A. de la

Rosa, B.D. Weldon, Y.C. Kurama/Strength and stiffness of concrete with recycled concrete aggregates/Constr. Build. Mater., 154(2017), pp.258-269.

11. K. Pilakoutas, K. Neocleous, H. Tlemat/Reuse of tyre steel fibres as concrete reinforcement/Proc. Inst. Civ. Eng. Eng. Sustain., 157 (2004), pp. 131-138.

12. M.A. Aiello, F. Leuzzi, G. Centonze, A. Maffezzoli/Use of steel fibres recovered from waste tyres as reinforcement in concrete: pull-out behaviour, compressive and flexural strength/Waste Manag., 29(2009), pp.1960-1970,

13. A.D. Nath, S.D. Datta, M.I. Hoque, F. Shahriar/Various recycled steel fiber effect on mechanical properties of recycled aggregate concrete.

14. ДБН А.3.1-8-96 Проектування підприємств з виробництва залізобетонних виробів

15. Y.C. Guo, J.H. Zhang, G.M. Chen, Z.H. Xie/Compressive behaviour of concrete structures incorporating recycled concrete aggregates, rubber crumb and reinforced with steel fibre, subjected to elevated temperatures.

16. AENOR. Spanish Association for Standardization, UNE-EN 1097-6:2014: Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 6: Determination of particle density and water absorption, (2014).

17. ДСТУ Б В.2.7-176:2008 Будівельні матеріали. Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови (EN 206–1:2000, NEQ)

18. Шишкін О.О., Іванов Є.Г., Хільченко О.П. Проектування підприємств з виробництва залізобетонних виробів/ О. О. Шишкін, Є.Г. Іванов, О. П. Хільченко. – Кривий Ріг: Мінерал, 2002. 115 с.

19. Посібник до ДБН А.3.1-7-96 Виробництво бетонних та залізобетонних виробів.

20. СНіП 2.09.04-87. Административные и бытовые здания

21. Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042–99

22. ДНАОП 6.1.00-1.10-97 «Правила безпеки та виробничої санітарії при виготовленні залізобетонних і бетонних виробів та конструкцій на заводах будівної індустрії»