

ВСТУП

Будівельна галузь є однією з найважливіших і найбільших галузей економіки будь-якої країни, оскільки забезпечує зведення житлових, промислових та інфраструктурних об'єктів. Бетон, як один з найпоширеніших будівельних матеріалів, відіграє ключову роль у сучасному будівництві. Дрібнозернистий бетон є особливим видом бетону, який характеризується підвищеною щільністю, міцністю та морозостійкістю порівняно зі звичайними важкими бетонами. Він знаходить широке застосування у спорудженні фундаментів мостів, гідротехнічних споруд, дорожніх покриттів та інших конструкцій, що експлуатуються в складних умовах періодичного заморожування-відтавання.

Метою даної дипломної роботи є проектування заводу з виробництва дрібнозернистого товарного бетону класу за міцністю на стиск С12/15. Бетонні конструкції, виготовлені на цьому заводі, призначені для експлуатації в умовах впливу циклів заморожування-відтавання, що відповідає класу експлуатації XF2 згідно зазначеного нормативного документу. Ступінь відповідальності споруд, для яких призначений бетон, є низькою (I), а розрахункова температура експлуатації знаходиться в діапазоні від -5°C до -20°C . Бетонна суміш матиме марку за консистенцією S3, що відповідає підвищеній рухливості складу. Планова потужність підприємства становитиме 15000 м^3 дрібнозернистого бетону на рік.

Актуальність проекту обумовлена стійким попитом на дрібнозернисті бетони підвищеної морозостійкості для будівництва та реконструкції мостів, доріг, гідротехнічних споруд та інших об'єктів інфраструктури в регіонах з холодним кліматом.

Відповідно до ДБН А.2.2-3:2014 даний дипломний проект є технологічною частиною проекту на будівництво об'єктів виробничого призначення та лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури.

1. Характеристика бетонної суміші, бетону та його компонентів

1.1 Бетонна суміш

Для виготовлення бетонних конструкцій передбачено використання бетонної суміші марки S3, яка характеризується як рухлива суміш за показником легкоукладальності. Марка S3 відповідає осадці конуса, що знаходиться в діапазоні від 100 до 150 міліметрів згідно з нормативними вимогами (згідно таб. А). Ця міра осадки конуса свідчить про належну консистенцію та текучість бетонної суміші, що забезпечує належне заповнення опалубки та оточення арматури під час укладання.

Таб. А

Марка	Осадка конуса, мм
S1	Від 10 до 40
S2	Від 50 до 90
S3	Від 100 до 150
S4	Від 160 до 210
S5	≥ 220

Для заданого класу бетону за міцністю на стиск C12/15 та класу експлуатаційних умов XF2, що характеризує середовище з циклічним заморожуванням і відтаванням у присутності розчинів, що не викликають корозію, максимально допустиме водоцементне відношення (В/Ц) має становити 0,50, а мінімальний вміст цементу в складі бетонної суміші повинен бути не менше 320 кг/м³. Ці вимоги забезпечують належну міцність, морозостійкість та довговічність бетону. Важливо зазначити, що зменшення В/Ц призводить до збільшення міцності та довговічності бетону, але також може зробити його більш жорстким і складним для укладання або ж збільшення В/Ц робить бетон більш рухливим і легким для укладання, але може призвести до зниження його міцності та довговічності.

Орієнтовна густина бетонної суміші, що складається із зазначених компонентів, становить 2350 кг/м³.

1.2 Бетон

Готовий дрібнозернистий бетон має відповідати вимогам класу міцності на стиск С12/15 згідно з ДСТУ Б В.2.7-176:2008 [3]. Це означає, що характеристичне значення кубикової міцності бетону на стиск, визначене на зразках у віці 28 діб, повинно становити не менше 15 МПа. Досягнення такої міцності є критично важливим для забезпечення несучої здатності та довговічності бетонних конструкцій у відповідних експлуатаційних умовах.

Одним із ключових показників для дрібнозернистих бетонів, призначених для експлуатації в умовах циклічного заморожування та відтавання (клас XF2), є морозостійкість. Згідно з вимогами для цього класу експлуатаційних умов, морозостійкість бетону має бути не нижчою за F200, що означає здатність зразків бетону витримувати не менше 200 циклів заморожування та відтавання без суттєвої деградації структури та втрати міцності. Висока морозостійкість забезпечує стійкість бетону до руйнівної дії циклів заморожування-відтавання, які можуть виникати в результаті перепадів температур та впливу вологи.

Крім того, до нормованих показників якості дрібнозернистого бетону належать об'ємна маса та водонепроникність. Об'ємна маса бетону повинна бути не меншою за 2000 кг/м³, що свідчить про належну щільність та міцність бетонної суміші. Водонепроникність, яка характеризує здатність бетону протистояти проникненню води під тиском, має відповідати класу не нижче W6, що означає витримування тиску води 0,6 МПа без суттєвого проникнення крізь зразок. Ці показники є важливими для забезпечення довговічності та стійкості бетону до атмосферних впливів та проникнення агресивних речовин.

Загалом, дрібнозернистий бетон повинен відповідати комплексу вимог, встановлених для класу експлуатації XF2, який передбачає експлуатацію в умовах циклічного заморожування-відтавання. Дотримання зазначених

нормативних показників міцності, морозостійкості, об'ємної маси та водонепроникності забезпечить надійність та довговічність бетонних конструкцій в екстремальних умовах.

1.3 В'язуче

В якості в'язучого для приготування дрібнозернистого бетону класу С12/15 буде використовуватись портландцемент марки ПЦ І 400 згідно з ДСТУ Б EN 197-1:2011. Вибір саме цього виду цементу обумовлений необхідністю отримання бетону з підвищеними показниками міцності та морозостійкості, що є критично важливими для забезпечення надійності та довговічності бетонних конструкцій в екстремальних умовах експлуатації.

Портландцемент марки ПЦ І 400 за ДСТУ характеризується такими показниками:

- Міцність на стиск у 28-добовому віці - не менше 42,5 МПа, що свідчить про високу міцність цементного каменю.
- Нормальна густина цементного тіста - 23-27%, що забезпечує належну консистенцію та укладальність бетонної суміші.
- Термін початку тужавлення - не раніше 60 хвилин, що дає достатній час для транспортування та укладання бетонної суміші.
- Рівномірність зміни об'єму - менше 10 мм, що гарантує відсутність значних деформацій бетону під час тужавлення та твердіння.

Крім того, портландцемент ПЦ І відповідає додатковим вимогам щодо обмеженого вмісту хлоридів (не більше 0,1%), сульфатів (не більше 4%) та лужних компонентів, що позитивно позначається на довговічності дрібнозернистих бетонів підвищеної морозостійкості, захищаючи їх від корозії арматури та руйнівної дії агресивних речовин.

Вміст цементу в бетонній суміші становитиме не менше 320 кг/м³, як це регламентовано ДСТУ Б В.2.7-176 для класу експлуатації XF2, що забезпечить необхідну міцність та морозостійкість бетону. Максимальне водоцементне відношення знаходитиметься в межах 0,45-0,5, що є оптимальним для досягнення належних експлуатаційних характеристик.

Для забезпечення необхідної морозостійкості F200 до складу бетонної суміші також буде вводитися повітровтягувальна добавка на основі вищих синтетичних жирних кислот у кількості 0,02-0,05% від маси цементу. Така добавка дозволить сформувати в структурі бетону достатню кількість дрібних замкнених повітряних пор діаметром 0,1-0,2 мм, які будуть виконувати роль компенсаторів для газів, що утворюються при кристалізації льоду в процесі циклів заморожування-відтавання. Це значно підвищить морозостійкість бетону та запобігатиме його руйнуванню від внутрішніх напружень.

1.4. Дрібний заповнювач

Для приготування бетонної суміші передбачається використання кварцового річкового піску з максимальним розміром зерен до 5 мм згідно з ДСТУ Б В.2.7-32. Основні характеристики піску:

- Істинна густина - 2650 кг/м³
- Насипна густина - 1600 кг/м³
- Вміст глинистих та пилюватих часточок - не більше 3% за масою
- Модуль крупності - 2,2

Пісок повинен бути стійким до дії атмосферних впливів, не містити шкідливих домішок в кількостях, що перевищують встановлені гранично допустимі значення. Це забезпечить міцність та довговічність бетону.

Таким чином, завдяки ретельному підбору складників бетонної суміші відповідно до нормативних вимог, дрібнозернистий бетон класу C12/15 матиме необхідні технічні характеристики щодо міцності на стиск, морозостійкості, довговічності, а також інших експлуатаційних показників, що дозволить йому надійно протистояти впливу навколишнього середовища протягом тривалого терміну експлуатації.

2. Режим роботи підприємства

Відповідно до норм проектування підприємств з виробництва бетонних виробів ДБН А.3.1-7-96 [12] та ДБН А.3.1-8-96 [13], режим роботи заводу з випуску дрібнозернистого товарного бетону встановлюється наступний:

Номінальний фонд часу роботи обладнання становить 260 робочих діб на рік. Кількість робочих змін на добу - 2, тривалістю по 8 годин кожна. Прийом сировинних матеріалів здійснюється у 3 зміни.

Річний фонд часу роботи технологічного устаткування визначається з урахуванням кількості планових зупинок на ремонт:

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

Тривалість планових зупинок обладнання на ремонт ($T_{\text{рем}}$) та кількість розрахункових робочих діб:

Технологічна лінія та основне технологічне обладнання	Тривалість планових зупинок на ремонт ($T_{\text{рем}}$), діб	Розрахункова кількість робочих діб на рік ($T_{\text{річ}}$)
Цехи та установки по приготуванню бетонних та розчинних сумішей	7	253

Добовий фонд продуктивного робочого часу становитиме:

$$T_{\text{доб}} = n_{\text{зм}} * t_{\text{зм}} = 2 * 8 = 16 \text{ годин}$$

Зведені показники робочого фонду часу для підприємства наведені в таблиці:

Термін	Показники			
	Номінальні		Розрахункові	
	діб	годин	діб	годин
Зміна	-	$t_{\text{зм}} = 8$	-	8

Доба	1	$T_{\text{доб}} = 16$	1	16
Місяць	$T_M = 21.6$	345,6	21.1	337,6
Рік	$T_H = 260$	4160	253	4048

Передбачається, що завод з виробництва товарного бетону працюватиме цілодобово у двозмінному режимі, крім 7 днів на рік, які будуть відведені для планового технічного обслуговування та ремонту обладнання. Таким чином, загальний розрахунковий фонд часу функціонування підприємства становитиме 4048 годин на рік.

Максимальна продуктивність заводу з випуску товарної бетонної суміші визначатиметься виходячи з розрахункового річного фонду часу в 4048 годин, встановленого технологічного обладнання бетонозмішувального цеху та прийнятого режиму його роботи. Однак слід враховувати, що випуск бетонної суміші характеризується певною нерівномірністю протягом робочої зміни та доби, що зумовлено різними чинниками, такими як коливання попиту, технологічні перерви, час на підготовку обладнання тощо.

Для врахування цієї нерівномірності використовуються коефіцієнти нерівномірності видачі товарної бетонної суміші. Годинний коефіцієнт нерівномірності, який враховує коливання продуктивності протягом зміни, рекомендується приймати на рівні 0,8. Це означає, що фактична годинна продуктивність може становити лише 80% від максимально можливої.

Крім того, застосовується добовий коефіцієнт нерівномірності, який враховує коливання добової продуктивності. Його рекомендоване значення знаходиться в діапазоні 0,5-0,8. Це означає, що фактична добова продуктивність може становити від 50% до 80% від максимально можливої.

Враховуючи ці коефіцієнти нерівномірності, в проекті буде визначено необхідну кількість технологічного обладнання, такого як бетонозмішувачі, бункери для складування сипких матеріалів, дозатори для точного дозування складників тощо. Ця кількість обладнання розраховуватиметься виходячи з

максимальної продуктивності підприємства, скоригованої на коефіцієнти нерівномірності видачі бетонної суміші.

Таким чином, завдяки ретельному розрахунку та врахуванню всіх факторів, що впливають на продуктивність підприємства, буде забезпечено ефективну та безперебійну роботу заводу з випуску товарного бетону відповідно до запланованих обсягів виробництва та вимог споживачів.

3. Визначення складу бетону

Для визначення складу дрібнозернистого бетону, що відповідає заданим вимогам, буде використано метод абсолютних об'ємів, який базується на урахуванні об'ємів всіх компонентів суміші.

Вихідні дані:

- Клас бетону за міцністю на стиск: С12/15
- Максимальний розмір зерен заповнювача: 5-10 мм (для дрібнозернистого бетону)
- Необхідна осадка конуса: 100-150 мм (С3)
- Вимоги до морозостійкості: F200 (марка за морозостійкістю)
- Клас експлуатації: XF2 (періодичне заморожування-відтавання)

Крок 1. Визначення мінімального вмісту цементу відповідно до вимог щодо морозостійкості та класу експлуатації XF2.

Згідно з табл. Е.1 додатку Е ДСТУ Б В.2.7-176:2008 [3], мінімальний вміст цементу повинен становити 320 кг/м³.

Клас впливу середовища	XF2
Максимальне В/Ц відношення	0,50
Мінімальний клас міцності	C25/30
Мінімальний вміст цементу, кг/м ³	320
Мінімальний вміст повітря, %	4,0

Крок 2. Визначення максимального водоцементного відношення.

Згідно з табл. Е1 для класу XF2, максимальне водоцементне відношення має бути не більше 0,5.

Крок 3. Визначення мінімального вмісту цементу для забезпечення класу міцності C12/15.

За табл. Ж.3 ДСТУ, для класу бетону C12/15 мінімальний вміст цементу повинен бути 285 кг/м³. Проте приймаємо 320 кг/м³ згідно більш жорстких вимог до XF2.

Параметр	Значення для класу XF2
Максимальне В/Ц відношення	0,50
Мінімальний вміст цементу, кг/м ³	320
Мінімальний клас міцності	C30/37
Мінімальний вміст повітря, %	4,0
Інші вимоги	Заповнювач має відповідати вимогам нормативних документів

Крок 4. Розрахунок складу бетонної суміші методом абсолютних об'ємів:

Витрата цементу $C = 320 \text{ кг/м}^3$ Витрата води $V = 0,5 * 320 = 160 \text{ л/м}^3$ (при $V/C=0,5$) Підбираємо склад дрібного заповнювача (кварцовий пісок з $P_{\text{насит}}=1600 \text{ кг/м}^3$). При розрахунковому вмісті повітря 4% та $V/C=0,5$ витрата піску $P = 1580 \text{ кг/м}^3$.

Сума абсолютних об'ємів всіх компонентів має дорівнювати 1 м³ бетонної суміші.

Крок 5. Введення повітровтягувальної добавки.

Для забезпечення морозостійкості F200 вводимо повітровтягувальну добавку на основі синтетичних жирних кислот у кількості 0,03% від маси цементу.

Розрахуємо кількість повітровтягувальної добавки для забезпечення морозостійкості F200 бетону. Дозування повітровтягувальної добавки: 0,03% від маси цементу

Маса цементу в 1 м³ бетону = 320 кг

Маса добавки = 0,03% від 320 кг = $0,03 * 320 = 9,6 \text{ кг}$

Таким чином, для забезпечення морозостійкості F200 бетону класу C12/15 необхідно ввести 9,6 кг повітровтягувальної добавки на 1 м³ бетонної суміші.

Передбачається введення пластифікуючої добавки (суперпластифікатора) у кількості 0,5-1% від маси цементу для підвищення рухливості бетонної суміші без збільшення V/C . Орієнтовно 1,6-3,2 кг/м³.

Остаточний склад 1 м³ дрібнозернистої бетонної суміші класу C12/15, морозостійкості F200 з осадкою конуса 100-150 мм:

- Цемент - 320 кг
- Вода - 160 л
- Пісок - 1580 кг
- Повітровтягувальна добавка - 9,6 кг
- Суперпластифікатор - 3,2 кг

4. Організація роботи підприємства

4.1 Коефіцієнт виходу сумішей (у щільному тілі) - K_B :

Враховуючи, що завданням передбачено виготовлення дрібнозернистого бетону, то коефіцієнт виходу суміші приймаємо:

$K_B = 0,80$ - для дрібнозернистих бетонів

4.2 Розрахункова тривалість технологічних операцій:

Для приготування дрібнозернистої бетонної суміші у бетонозмішувачі примусової дії розрахункова тривалість операцій складає:

- завантаження компонентів розчинної суміші у бетонозмішувач – 2 хв.;
- перемішування компонентів розчинної суміші – 2,0 хв.;
- вивантаження розчинної суміші – 1,0 хв.;

Загальна тривалість циклу приготування розчинної суміші:

$$t_{\text{ц}} = 2 + 2 + 1 = 5 \text{ хв}$$

4.3 Для забезпечення планової продуктивності 15000 м³/рік з урахуванням нерівномірності видавання бетонної суміші необхідно визначити необхідну кількість бетонозмішувальних агрегатів. При цьому слід враховувати тривалість технологічних операцій та продуктивність обладнання. Коефіцієнт виходу бетонної суміші (K_B) складає 0,8.

Годинний коефіцієнт нерівномірності видавання товарної бетонної суміші приймається рівним 0,8.

Вибір типу та кількості бетонозмішувачів здійснюється на основі розрахунків їх продуктивності, циклу виготовлення суміші та річного фонду робочого часу.

Для приготування бетонної суміші марки S3 застосовуються примусові бетонозмішувачі. Тривалість циклу виготовлення бетонної суміші розраховується за формулою:

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

де t_1 - тривалість перемішування, хв;

t_2 - час завантаження матеріалів, хв;

t_3 - час розвантаження суміші, хв;

t_4 - час повернення змішувача у вихідне положення, хв.

Підставляючи дані для гравітаційного змішувача з об'ємом більше 500 л для бетонної суміші марки S3, отримуємо:

$$t_{\text{ц}} = 2 + 2 + 1 = 5 \text{ хв}$$

Кількість замісів бетонозмішувача за годину роботи визначається за формулою:

$$n_{36} = 60 * K_{\text{н}} / t_{\text{ц}}, \text{ замішувачь/год}$$

Приймаючи коефіцієнт нерівномірності $K_{\text{н}} = 0,80$ (за п. 4.1), отримуємо:

$$n_{36} = 60 * 0,80 / 5 = 9,6 \text{ замішувачь/год}$$

Годинна продуктивність бетонозмішувача $P_{\text{год}}$ визначається за формулою:

$$P_{\text{год}} = V_6 * n_{36} * K_{\text{в}} / 1000, \text{ м}^3/\text{год}$$

Прийmemo бетонозмішувач об'ємом 500 л. Тоді:

Перераховуємо об'єм бетонозмішувача в літри:

$$V_6 = 500 \text{ л}$$

$$P_{\text{год}} = 500 * 9,6 * 0,8 / 1000 = 3,84 \text{ м}^3/\text{год}$$

Необхідна кількість бетонозмішувачів $n_{\text{р}}^3$ для забезпечення планової потужності розраховується за формулою:

$$n_{\text{р}}^3 = P_{\text{max}} * K_{\text{н}} / (T_{\text{річ}} * P_{\text{год}})$$

Підставляючи вихідні дані, отримуємо:

$$n_{\text{р}}^3 = \frac{15000 * 0,8}{4048 * 3,84} = 0,41 \approx 0,77 \text{ зміш}$$

Приймаємо 1 робочий бетонозмішувач та 1 резервний.

Річна продуктивність бетонозмішувального цеху за формулою становитиме:

$$P_{\text{річ}} = 3,84 * 4048 * 1 = 15544,32 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Таким чином, з одним бетонозмішувачем річна продуктивність складе 15544,32 м³/рік, що цілком задовольняє планову потужність 15000 м³/рік. Перевипуск становить 3,6 %, що в межах економічно доцільного значення 15%.

Табл 4.1. Відомість потреби в компонентах бетонної суміші:

Компонент	Одиниця виміру	Потреба		
		1кг/м ³	зміна	доба
Цемент	кг	320	9830,4	19660,8
Пісок	кг	1580	48537,6	97075,2
Вода	м ³	160	4915,2	9830,4
Повітровтягувальна добавка	кг	9,6	294,9	589,8
Суперпластифікатор	кг	3,2	98,3	196,6

Поопераційний графік виготовлення бетонної суміші

Процес	Операція	Обладнання	Робочі		Термін операції сек.	Поточний час				
			Професія	Кількість		60	120	180	240	300
Виготовлення бетонної суміші	Завантаження компонентів бетонної суміші	Дозатор	Оператор	1	120					
	Перемішування компонентів бетонної суміші	Бетонозмішувач	Оператор	1	120					
	Вивантаження бетонної суміші	Бетонозмішувач	Оператор	1	60					
Усього					300					

5. Розрахунок складів компонентів бетонної суміші

5.1 Для визначення необхідного обсягу складу цементу використовуємо формулу:

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

Де V - необхідний обсяг складу цементу, м^3

$\text{Ц}_д$ - добова витрата цементу, кг (з табл. 4.1 потреби в компонентах бетонної суміші – 19660,8 кг)

n - нормативний запас зберігання цементу, діб (приймаємо 10 діб)

K_1 - коефіцієнт нерівномірності надходження цементу на склад (для залізничного транспорту 1,3-1,5, приймаємо 1,5)

K_2 - коефіцієнт нерівномірності споживання цементу (1,3-1,5, приймаємо 1,5)

K_3 - коефіцієнт можливих втрат цементу при розвантаженні (1,04)

K_4 - коефіцієнт використання технологічного обладнання (0,943)

K_5 - коефіцієнт заповнення ємності складу (0,9)

Пв - щільність цементу в насипному стані, $\text{кг}/\text{м}^3$ (1000 $\text{кг}/\text{м}^3$)

Підставляємо значення:

$$V = 19660,8 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,04 \cdot 0,943 \cdot 0,9 / 1000 = 390,4 \text{ м}^3$$

Таким чином, необхідний обсяг складу цементу складає 390,4 м^3 .

5.2 Розрахунок складів заповнювачів (піску)

Для визначення необхідних обсягів складів заповнювачів використовуємо аналогічну формулу:

$$V = \text{П}_д \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 / \text{Пз}, \text{ м}^3$$

Де V - необхідний обсяг складу заповнювача (піску), м^3

$\text{П}_д$ - добова витрата піску, кг (з табл.)

n - запас зберігання заповнювачів, діб (приймаємо 10 діб)

K_1 - коефіцієнт нерівномірності надходження (для залізниці 1,3-1,5, приймаємо 1,5)

K_2 - коефіцієнт нерівномірності споживання (1,3-1,5, приймаємо 1,3)

K_3 - коефіцієнт можливих втрат при розвантаженні (1,04)

K_4 - коефіцієнт використання обладнання (0,943)

P_3 - щільність заповнювача в насипному стані, $\text{кг}/\text{м}^3$ (для піску 1600)

Пісок: $P_d = 97075,2$ $\text{кг}/\text{добу}$ (з табл. 4.1)

$n = 10$ діб

$K_1 = 1,5$

$K_2 = 1,3$

$K_3 = 1,04$

$K_4 = 0,943$

$P_3 = 1600$ $\text{кг}/\text{м}^3$ (для піску)

$V = 97075,2 * 10 * 1,5 * 1,3 * 1,04 * 0,943 / 1600 = 1160,2$ м^3

Таким чином, необхідні обсяги складів:

- Цемент: 390,4 м^3
- Пісок: 1160,2 м^3

Залежно від кліматичних умов та особливостей виробничого майданчика передбачається відкритий, напівкритий або закритий тип складу. Закриті склади доцільно влаштовувати у регіонах з несприятливими кліматичними умовами для запобігання зволоження сировини. У помірних кліматичних зонах можливе застосування напівкритих або відкритих складських приміщень.

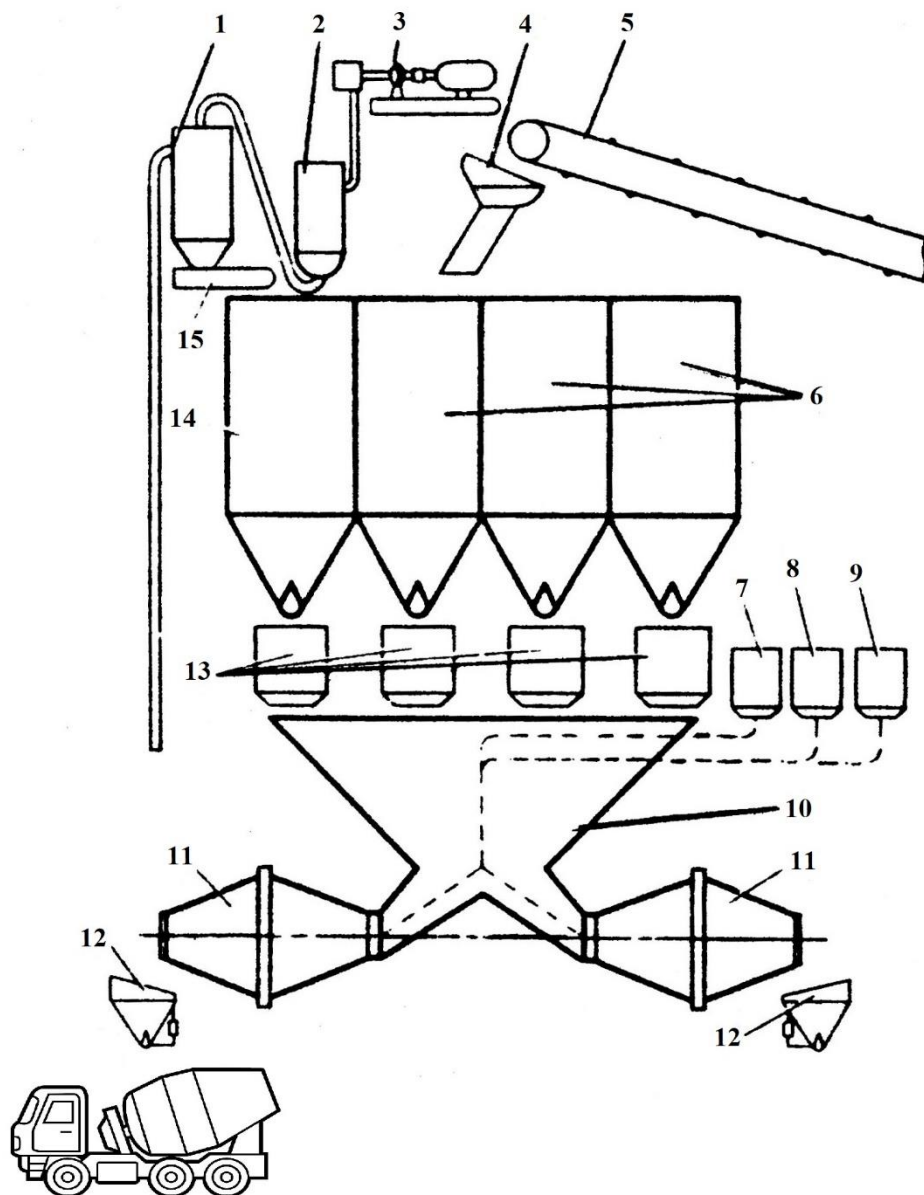
При розміщенні складів компонентів бетону необхідно забезпечити під'їзні шляхи для безперешкодного руху автомобільного або залізничного транспорту для розвантаження сировини. Ширина під'їзних шляхів призначається відповідно до габаритів транспортних засобів та маневрових можливостей.

На складах має бути передбачене спеціальне обладнання для розвантаження компонентів (піскопідйомники, стрічкові конвеєри, елеватори, тощо) для мінімізації втрат сировини при цих операціях.

Конструктивне рішення складів повинне забезпечувати їх зручну експлуатацію, можливість ремонту та санітарну обробку, а матеріали конструкцій відповідати протипожежним нормам.

Таким чином, при проектуванні складських приміщень для компонентів бетонної суміші необхідно врахувати вимоги чинних норм, кліматичні умови регіону, логістику транспортування сировини, технологічне обладнання та конструктивні рішення, що забезпечать безпечну та ефективну експлуатацію.

Технологічна схема виробництва



1 - циклон; 2 - фільтр; 3 - вентилятор; 4 - поворотна воронка; 5 - стрічковий конвеєр; 6 - витратні бункери для заповнювачів; 7 - дозатор води; 8 - дозатор повітровтягувальної добавки; 9 - дозатор суперпластифікатора; 10 - витратний бункер; 11 - бетонозмішувач; 12 - завантажувальний бункер; 13 - автоматичні дозатори для цементу і заповнювачів; 14 - витратний бункер для цементу; 15 - шнековий транспортер.

Заповнювачі подаються на верхній ярус вежі від приймальних бункерів за допомогою стрічкового конвеєра (5), поворотною воронкою (4) розподіляються по видаткових бункерах (6). З них самопливом матеріали надходять в автоматичні вагові дозатори. Цемент подається зі складу пневмотранспортом у циклон (1), де з метою полегшення його дозування відбувається відсмоктування повітря вентилятором (3) через багаторукавний фільтр (2). Потім цемент подається у видатковий бункер шнековим транспортером (14).

Для дозування води, суперпластифікатора, повітровтягувальної добавки служать окремі дозатори (7), (8) і (9). Сухі компоненти надходять у видатковий бункер (10), а з нього в бетонозмішувачі (11). Бетон розвантажується в завантажувальні бункери (12), а з них в автосамоскиди, що транспортують бетон на об'єкти.

6. Контроль якості

Контроль якості виробництва повинен здійснюватися лабораторією підприємства-виготовлювача відповідно до системи якості шляхом проведення вхідного контролю матеріалів та комплектувальних елементів, що постачаються, операційного контролю виконання всіх технологічних процесів і приймального контролю якості виготовленої товарної продукції. До товарної продукції відносяться бетонні та розчинні суміші.

Лабораторія здійснює весь комплекс робіт з контролю якості під час виробництва бетону класу міцності на стиск С12/15 для конструкцій класу експлуатації XF2 і ступеня відповідальності І при розрахунковій температурі зовнішнього повітря -5...-20°C та марці бетонної суміші S3.

Вхідний контроль матеріалів і комплектувальних елементів, що надходять на підприємство, проводиться шляхом порівняння даних, наведених в паспортах або сертифікатах на ці матеріали і елементи, та результатів їх зовнішнього огляду, а також контрольних випробувань пробних вибірок, вид, періодичність і обсяг яких устанавлюються стандартами і технічними умовами на ці матеріали.

Під час виконання кожного технологічного процесу повинні проводитися такі контрольні операції:

- вхідний контроль матеріалів і комплектувальних елементів, що використовуються;
- контроль стану обладнання, форм, пристроїв, інструментів, приладів;
- операційний контроль якості виконання технологічних операцій.

Готові бетонні суміші повинні пройти приймальний контроль якості відповідно до вимог на бетон класу С12/15, призначений для виготовлення конструкцій експлуатаційного класу XF2 і ступеня відповідальності І при розрахунковій температурі зовнішнього повітря -5...-20°C та марки бетонної суміші S3.

Контроль показників якості бетону та бетонної суміші повинен виконуватись згідно з ДСТУ Б В.2.7-176:2008 [3], ДСТУ Б В.2.7-215:2009 та іншими чинними нормативними документами.

Контроль якості бетонної суміші та бетону класу міцності С12/15 для експлуатаційного класу XF2 повинен включати:

1. Контроль складників бетонної суміші:

- Перевірка відповідності цементу за класом міцності, строками тужавіння, вмістом мінеральних домішок згідно ДСТУ Б В.2.7-46 та вимогам проекту.

- Контроль якості заповнювачів (піску) за гранулометричним складом, вмістом домішок, міцністю згідно ДСТУ Б В.2.7-32, ДСТУ Б В.2.7-75 та проектних вимог.

- Контроль якості хімічних добавок за відповідністю сертифікатам виробника.

2. Контроль приготування бетонної суміші:

- Контроль точності дозування компонентів.

- Контроль тривалості перемішування.

- Визначення консистенції бетонної суміші (марка S3 за осадкою конуса 100-150 мм згідно ДСТУ Б В.2.7-176).

- Контроль температури бетонної суміші.

3. Контроль бетону:

- Визначення міцності на стиск контрольних зразків у проектному віці згідно ДСТУ Б В.2.7-224 (клас С12/15).

- Контроль морозостійкості бетону (марка не нижче F100 згідно ДСТУ Б В.2.7-176 для класу XF2).

- Контроль середньої густини бетону.

4. Контроль готових бетонних виробів:

- Візуальний огляд на наявність дефектів (тріщин, раковин, сколів тощо).

- Вибіркове руйнівне випробування на міцність.

Періодичність та обсяг контролю слід визначити згідно з вимогами діючих нормативних документів та технологічного регламенту виробництва.

Результати контролю реєструються в спеціальних журналах.

Показники	Хто здійснює контроль	Документ, в якому реєструються результати контролю
Перевірка відповідності вимогам нормативних документів сировини, матеріалів і напівфабрикатів, що надходять на завод	Лабораторія	Журнал вхідного контролю матеріалів
Контроль якості при приготуванні бетонних сумішей: <ul style="list-style-type: none"> • точність дозування компонентів • час перемішування • консистенція • температура 	Лабораторія	Журнал контролю приготування бетонних сумішей
Контроль якості бетону: <ul style="list-style-type: none"> • міцність на стиск • морозостійкість • середня густина 	Лабораторія	Журнал випробувань контрольних зразків бетону
Контроль якості готової продукції: <ul style="list-style-type: none"> • наявність дефектів 	Лабораторія, Майстер цеху	Журнал приймального контролю готової продукції

Приймальний контроль якості вхідних компонентів дрібнозернистого бетону S3

Найменування контрольованого показника	Нормативний документ, що встановлює		Контрольна служба і періодичність контролю
	технічні вимоги	Методи контролю та випробування	

Вид суміші	ДСТУ Б В.2.7-46:2010	ДСТУ Б В.2.7-46:2010	Лабораторія заводу, кожна партія
Легкоукладність (рухливість чи жорсткість)	ДСТУ Б В.2.7-176:2008	ДСТУ Б В.2.7-114:2002	Лабораторія заводу, періодичний контроль
Середня температура суміші (за необхідності)	ДСТУ Б В.2.7-114:2002	ДСТУ Б В.2.7-114:2002	Лабораторія заводу, операційний контроль
Середня густина легкої або розчинної суміші	ДБН А.3.1-7-96	ДСТУ Б В.2.7-176:2008	Лабораторія заводу, операційний контроль

Приймальний контроль якості дрібнозернистого бетону S3

Найменування контрольованого показника	Нормативний документ, що встановлює		Контрольна служба і періодичність контролю
	технічні вимоги	Методи контролю та випробування	
Клас (марка) бетону та розчину за міцністю, визначена за зразками на зразках бетону та розчину	ДСТУ Б В.2.7-176:2008	ДСТУ Б В.2.7-114:2002	Лабораторія заводу, періодичний контроль згідно графіку
Якість структури бетону	ДСТУ Б В.2.7-170:2008	ДСТУ Б В.2.7-170:2008	Лабораторія заводу, операційний контроль
Морозостійкість бетону та розчину водонепроникність бетону	ДСТУ Б В.2.7-176:2008 ДСТУ Б В.2.7-176:2008	ДСТУ Б В.2.7-181:2010 ДСТУ Б В.2.7-180:2010	Лабораторія заводу, операційний контроль
Щільність важкого бетону	ДСТУ Б В.2.7-176:2008	ДСТУ Б В.2.7-177:2009	Лабораторія заводу, операційний контроль
Водопоглинання бетону	ДСТУ Б В.2.7-176:2008	ДСТУ Б В.2.7-183:2010	Лабораторія заводу, операційний контроль

Карта контролю якості виробництва

Основні операції, що підлягають контролю	Комплектація робочих креслень, НД, карт	Приймання та контроль вихідних матеріалів	Виготовлення бетонної суміші
Склад контролю	Наявність технічної документації (НД, робочі креслення й ін.)	Наявність технічної документації	1 Точність дозування 2. Час перемішування 3. Консистенція 4. Температура
Місце контролю	Цех	1. Склад вихідних матеріалів 2. Лабораторія (для проведення випробувань)	Дозатори Бетонозмішувачі
Метод і засоби контролю	Порівняння із проектом	1. Перевірка відповідності зовнішнього вигляду матеріалів вимогам нормативної документації. 2. Виявлення пошкоджень, сторонніх включень, невідповідності кольору, запаху тощо	1. Спостереження за приладами 2. Перевірка, тарування приладів 3. Відбір проб і випробування 4. Термометр
Періодичність і обсяг контролю	Раз на місяць і при виготовленні нової партії виробів	При кожному надходженні матеріалів	1. Раз у зміну 2. Кожний заміс 3-4. 2 рази в зміну
Особа, що контролює операцію	Інженер ВТВ	1. Виробничий майстер 2. Лабораторний персонал	1-4 Лаборант 2 Оператор
Документ, у якому реєструються результати контролю	Журнал обліку документації	Журнал приймання вихідних матеріалів	Журнал лабораторних випробувань
Особа, відповідальна за забезпечення	Начальник ВТВ	Начальник ВТВ	Зав. лабораторією, Начальник бетонозмішувального цеху

7. Охорона праці та техніка безпеки

7.1 Загальні вимоги

Проектування заводу з виготовлення товарного бетону повинно виконуватись з дотриманням вимог чинних нормативних документів з охорони праці та техніки безпеки у будівництві.

Санітарно-гігієнічні умови праці (температура, відносна вологість та рухливість повітря, його запиленість і загазованість, рівень вібрації та шуму, освітлення) на робочих місцях повинні відповідати вимогам ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування".

Проектом передбачається влаштування належної аспірації та знепилювання технологічного і транспортного обладнання згідно ДБН В.2.5-67 та НПАОП 45.2-7.02-12.

7.2 Вимоги безпеки під час транспортування матеріалів

Транспортування сипучих матеріалів (цементу, заповнювачів) слід виконувати транспортними засобами, обладнаними відповідними пристроями для запобігання їх розсипанню.

Вантажно-розвантажувальні роботи повинні виконуватись за допомогою відповідних вантажопідіймальних машин і механізмів згідно вимог НПАОП 0.00-1.83-18.

7.3 Вимоги електробезпеки

Експлуатація електроустановок і електрообладнання повинна відповідати вимогам НПАОП 40.1-1.21-98 "Правила безпечної експлуатації електроустановок".

Передбачити влаштування занулення та захисного заземлення електроустановок згідно НПАОП 40.1-1.32-01.

7.4 Вимоги пожежної безпеки

Проект передбачає протипожежний захист відповідно до ДБН В.1.1-7 та НАПБ А.01.001-2014. Необхідно передбачити:

- протипожежні відстані між будівлями і спорудами;
- протипожежні розриви між будівлями;

- протипожежне водопостачання.

Будівлі і споруди проектується з негорючих матеріалів з межею вогнестійкості конструкцій не менше 2 годин.

Влаштовуються евакуаційні виходи з будівель та шляхи евакуації персоналу у випадку пожежі.

Приміщення забезпечуються первинними засобами пожежогасіння згідно НАПБ Б.03.001-2004.