

**Технологія і організація будівництва**

УДК 624.132.336

М.О. Лівінський, пошукувач ВНТУ

**СПОСОБИ МЕХАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПОДАЧІ БЕТОНУ ПРИ
УЛАШТУВАННІ АНТИКОРОЗІЙНОЇ ПІДЛОГИ**

Актуальність проблеми. Улаштування антикорозійної бетонної підлоги в цехах м'ясо-молочної промисловості є досить актуальною, оскільки в цих цехах дуже агресивне середовище і підлога протягом 1-2 років руйнується. Процес – трудомісткий і потребує використання засобів механізації.

Постановка задачі і методи досліджень. Основною задачею досліджень є вибір найбільш ефективних комплектів засобів механізації для технологічного процесу. Методи дослідження складаються з розгляду, обґрунтування та вибору машин за критерієм найбільшої продуктивності і мінімуму трудовитрат.

Теоретичне дослідження. Розрахунки і обґрунтування оптимальної довжини бетоноводу для подачі бетонної суміші.

Експериментальні дослідження. Задачею досліджень є підбір і встановлення оптимальних параметрів засобів механізації для улаштування корозійностійкої бетонної підлоги.

Процес приготування, транспортування та укладання бетонної суміші при улаштуванні антикорозійної бетонної підлоги є трудомістким, а використовувані засоби механізації мають великий діапазон своїх технічних характеристик. Тому вибір і обґрунтування оптимальних параметрів компонентів машин для цього технологічного процесу є актуальним і виходить з потреб практики будівельного виробництва.

В даний час використовуються пневмобетоноукладачі (ПБУ) безперервної дії, що дозволяють вкладати бетонні суміші із змінною продуктивністю 25, 50 і 100 м³ при коефіцієнті використання обладнання 0,3.

Однак, успішне використання ПБУ залежить від складу бетонних сумішей. Як відомо, транспортування їх по трубопроводах покращується при зменшенні модуля крупності піску. Найкращі результати використання піску одержано з модулем крупності 2,4-3. Істотне значення має також однорідність зернового складу протягом всього процесу приготування і транспортування бетону. При цьому діапазон зміни модуля не повинен перевищувати 0,25. Цей допуск звичайно нормується стандартами на заповнювачі [2]. Рекомендований зерновий склад піску і склади бетонних сумішей для пневмоукладачів ПБУ - 2М, ПБУ - 4А і ПБУ-5Н наведені в табл. 1 і на рис. 1.

Таблиця 1. Рекомендований склад бетонної суміші для пневмобетоноукладачів

Склад суміші Ц: П: Щ	В/Ц	Осадка конуса, см
1: 1,28: 3,05	0,3	2-8
1: 1,32: 3,26 - 1: 1,40: 3,40	0,4	2-6
1: 1,27: 3,16 - 1: 1,64: 4,08	0,4	2-6
1: 1,48: 2,83 - 1: 2,40: 3,50	0,5	2-10
1: 1,50: 3,50 - 1: 2,50: 3,50	0,7	5-9

Як показали дослідження, при низькому значенні В/Ц потрібно вводити пластифікуючі добавки типу ССБ (сульфатно-спиртова барда) або СДБ (сульфатно-дріжджова бражка). При чому кількість ССБ або СДБ в розрахунку на суху речовину слід приймати в межах 0,1 – 0,2% від маси цементу. Для підлоги товарна бетонна суміш, що

доставляється в автосамоскидах, перед завантаженням в робочу камеру ПБУ повинна додатково перемішуватися. З цією метою до складу пересувних комплектів обладнання рекомендовано включати бетонозмішувачі з місткістю змішувального барабана, що рівна об'єму робочої камери (з урахуванням об'єму готової суміші).

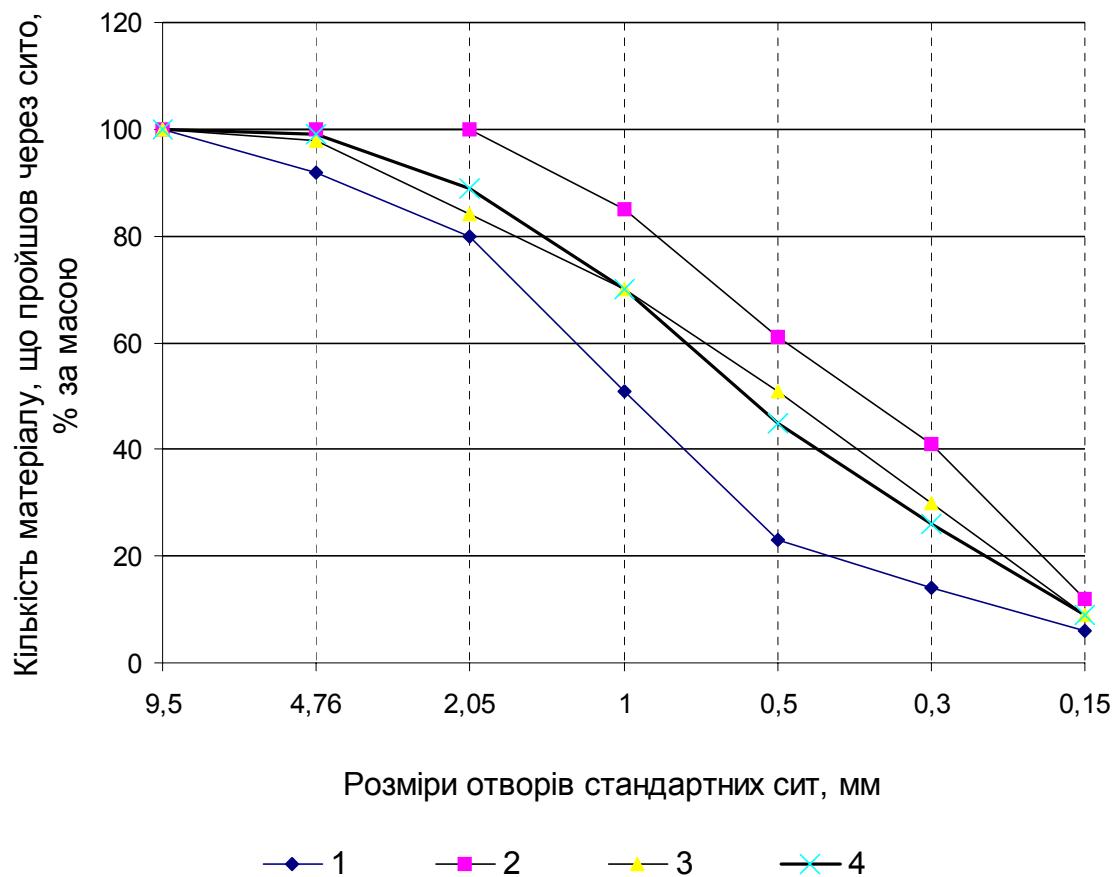


Рис.1. Графік зернового складу піску для бетонних сумішей, що подаються в конструкцію підлоги за допомогою пневмобетоноукладачів:

1-2 – область оптимального зернового складу піску; 3 – крива зернового складу піску, що рекомендується за даними ТМС-33 (США); 4 – крива зернового складу піску, що рекомендується за даними НДІБВ Держбуду України [1]

Технологічний комплект обладнання для бетонування промислових об'єктів, в тому числі і підлоги, приведений на рис. 2 (ІІІ), а варіанти компоновання пересувних пневмобетоноукладачів - на рис. 3. При завантаженні камер ПБУ бетонною сумішшю безпосередньо з автобетонозмішувачів компоновання значно спрощується (відпадає необхідність використання гідравлічного і канатного підйомачів з приймальним бункером). Однак через додаткову транспортну одиницю зростає вартість одного 1 м^3 бетонної суміші і вдвічі, втричі знижується продуктивність, внаслідок зменшення коефіцієнту використання пневмобетоноукладача.

Розглядувані в даній роботі пневмобетоноукладачі для влаштування антикорозійної підлоги, що мають в комплекті бетонозмішувач, можуть завантажуватися готовими і сухими бетонними сумішами, і це позитивно відбивається на організації робіт. Суміші, що подаються в сухому вигляді доцільно зберігати на приоб'єктному складі, що має добовий або тижневий запас матеріалів. В цьому випадку також ефективна контейнерна доставка з пошаровим укладанням щебеню, піску і цементу, віддозованих на один заміс. Цей ефективний спосіб розроблено в Криворізькому відділенні НДІБВ Держбуду України [1].

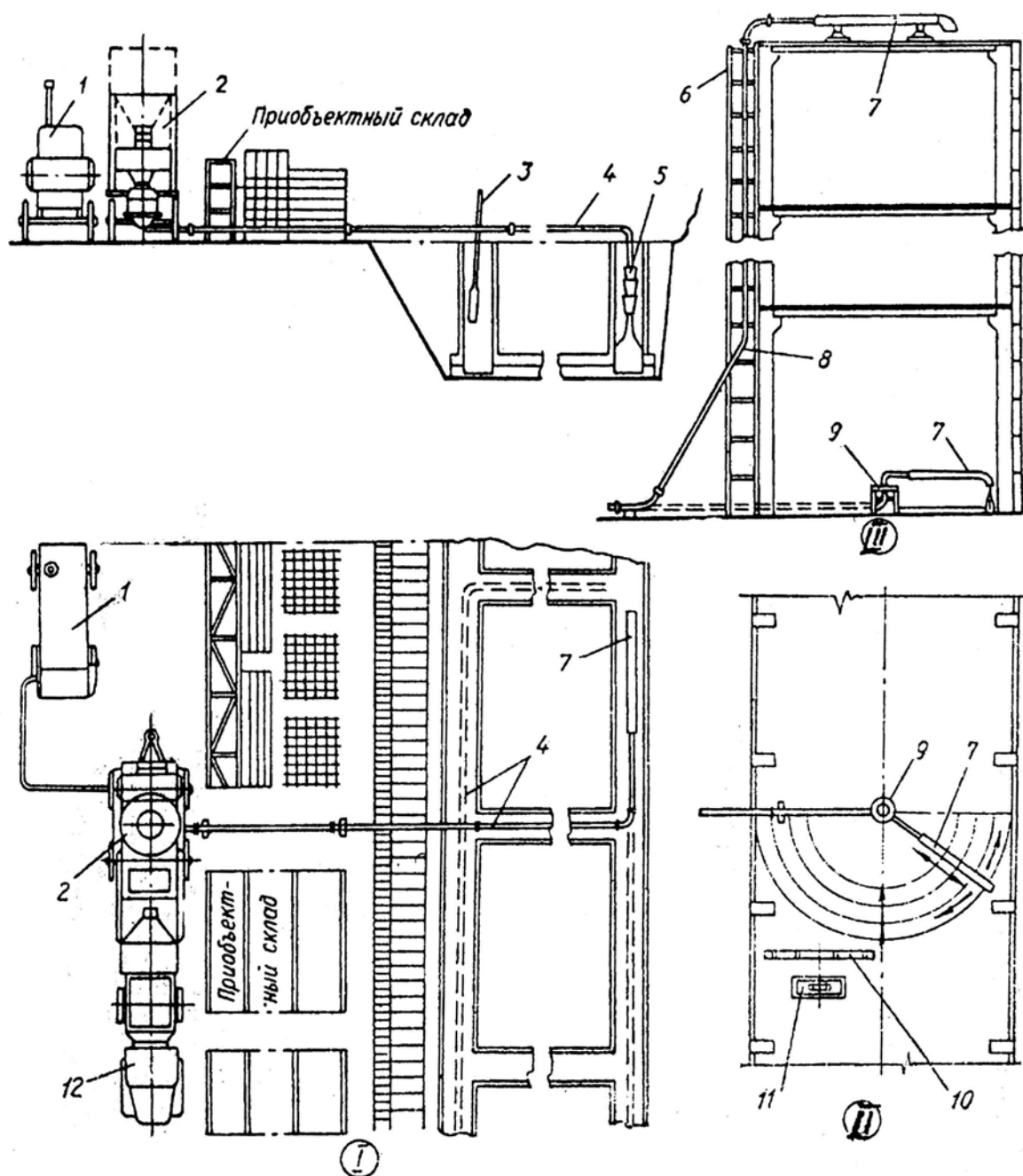


Рис. 2. Схема механізації бетонних робіт, виконуваних за допомогою комплексу технічного обладнання з пересувним пневмоукладачем ПБУ-2М (ПБУ-4А):

I - бетонування стіни заглибини частини будівлі (аналог улаштування підлоги нижче відмітки $\pm 0,000$); II - бетонування підлоги на відмітці $\pm 0,000$ (приблизно); III - бетонування підлоги на 2 і 2+n (кількість поверхів вище 2-го поверху) поверхах; 1- компресор ДК-9 або ЗНФ-5,5; 2- пневмобетонуукладач; 3- віброулава; 4- бетонопровід; 5- направляючі воронки (хоботи); 6- стрем'янка з захисною огорожею; 7 - гасник з пневматичним ділянкою бетоновода; 8- з'єднання секцій бетоновода; 9 - поворотний пристрій; 10 - віброрейка; 11 - площадочний вібратор; 12 - автосамоскид типу ЗИЛ.

Пересувний пневмобетонуукладач обладнується двома змінними камерами: ПБУ - 2М з технічною продуктивністю $8 \text{ м}^3/\text{год}$ і ПБУ - 4А - $20 \text{ м}^3/\text{год}$. Камеру ПБУ - 4А необхідно використовувати при бетонуванні конструкцій підлоги на верхніх поверхах виробничих будівель харчової промисловості. ПБУ - 2М забезпечує подачу ще вище (до 100 м) (рис. 2) [3].

Висота подачі і швидкість руху суміші визначаються в даному випадку надлишковою силою тиску. Величина її обчислюється за формулою:

$$\Delta P \geq S_6 \cdot P - \gamma_6 V_{p.k} - S_{бок} \tau_{зсув}, \quad (1)$$

де S_6 - площа перетину бетоновода, см^2 ; P - тиск стисненого повітря в ресивері, кгс/см^2 ; γ_6 - об'ємна вага бетонної суміші, кгс/м^3 ; $V_{p.k}$ - корисний об'єм робочої камери, м^3 ; $S_{бок}$ - бокова поверхня бетоновода, відповідна довжині бетонного поршня, м^2 ; $\tau_{зсув}$ - гранична напруга зрушення бетонної суміші по стінці бетоновода, кгс/см^2 .

Гранична напруга зсуву бетонної суміші пов'язана з її складом і рухливістю, чисельні значення $\tau_{зсув}$ знаходяться в межах (0.5-0.7) C , де C - величина адгезії до поверхні бетоновода (гс/см^2), що залежить від часу контакту суміші з бетоноводом, тобто від швидкості руху (м/сек).

Значення C і $\tau_{зсув}$ для різних покриттів бетоновода наведені в табл. 2.

Швидкість руху поршня бетонної суміші в свою чергу залежить від її рухливості і водоцементного відношення. З рухливістю бетонної суміші пов'язана і витрата стисненого повітря. При осіданні конуса 8-14 см стиснене повітря витрачається тільки на заповнення об'єму робочої камери і ємності бетоновода. В цьому випадку може бути використаний компресор типу ПК - 9 або ЗИФ - 5.5, що забезпечує дальність подачі до 300 м і висотою до 100 м (способом витіснення). Однак зі збільшенням дальності подачі зростає витрата повітря і зменшується продуктивність устаткування. При подачі до 200 м, найчастіше необхідної на практиці відстані для улаштування підлоги, тривалість одного циклу не перевищує часу приготування дози бетонної суміші (2-3хв). Це відповідає технічній продуктивності для робочих камер місткістю 250÷300 л - 6÷8 $\text{м}^3/\text{год}$ і 650÷800 л - 15÷20 $\text{м}^3/\text{год}$ при бетоноводі діаметром 150 мм.

Таблиця 2. Значення величини адгезії і граничної напруги зсуву бетонної суміші по стінці бетоновода

Час контакту, сек	Види покриттів							
	Сталь 3		Гума технічна		Поліхлорвініл		Поліетилен (напівжорсткий)	
	$\tau_{зсув}$, кгс/м^2	Адгезія, гс/см^2	$\tau_{сдв}$, кгс/м^2	Адгезія, гс/см^2	$\tau_{зсув}$, кгс/м^2	Адгезія, гс/см^2	$\tau_{зсув}$, кгс/м^2	Адгезія, гс/см^2
0	56	8,0	34,6	4,8	21	3,0	14,7	2,1
10	64	9,2	37	5,3	28	4,0	13,5	2,5
20	68	9,8	40	5,7	30	4,8	22,4	3,2
30	78	11,2	42	6,0	40	5,2	25,2	3,6
40	91	13,0	44	6,2	40	5,2	26,6	3,8

Найбільша довжина подачі бетонної суміші при вертикальній подачі визначається за формулою

$$L = \frac{d_B P}{4\tau_{зсув} + d_B \cdot \gamma_B}, \quad (2)$$

де d_B - діаметр бетоновода, м; P - тиск стисненого повітря, що діє на поршень бетонної суміші, кгс/м^2 .

Таким чином, задаючи рухливість бетонної суміші і її характеристику $\tau_{зсув}$, легко можна визначити висоту поршня і, отже, ємність робочої камери.

В практиці будівництва України здебільшого використовуються камери ємністю 300, 400, 800 і 1000 л. Такі розміри зумовлені обсягом барабанів бетонозмішувачів з урахуванням коефіцієнта виходу бетонної суміші. Діаметр бетоноводу звичайно приймається рівним 3 діаметрам фракції великого заповнювача з метою запобігання закупорок.

Пневмобетоноукладачі з робочою камерою ПБУ - 2М слід застосовувати на об'єктах з обсягом бетонних робіт по влаштуванню підлоги до 1000 м^3 , а ПБУ - 4А - до 3000 м^3 . Основні техніко-економічні показники застосування пересувних пневмобетоноукладачів наведені в табл. 3.

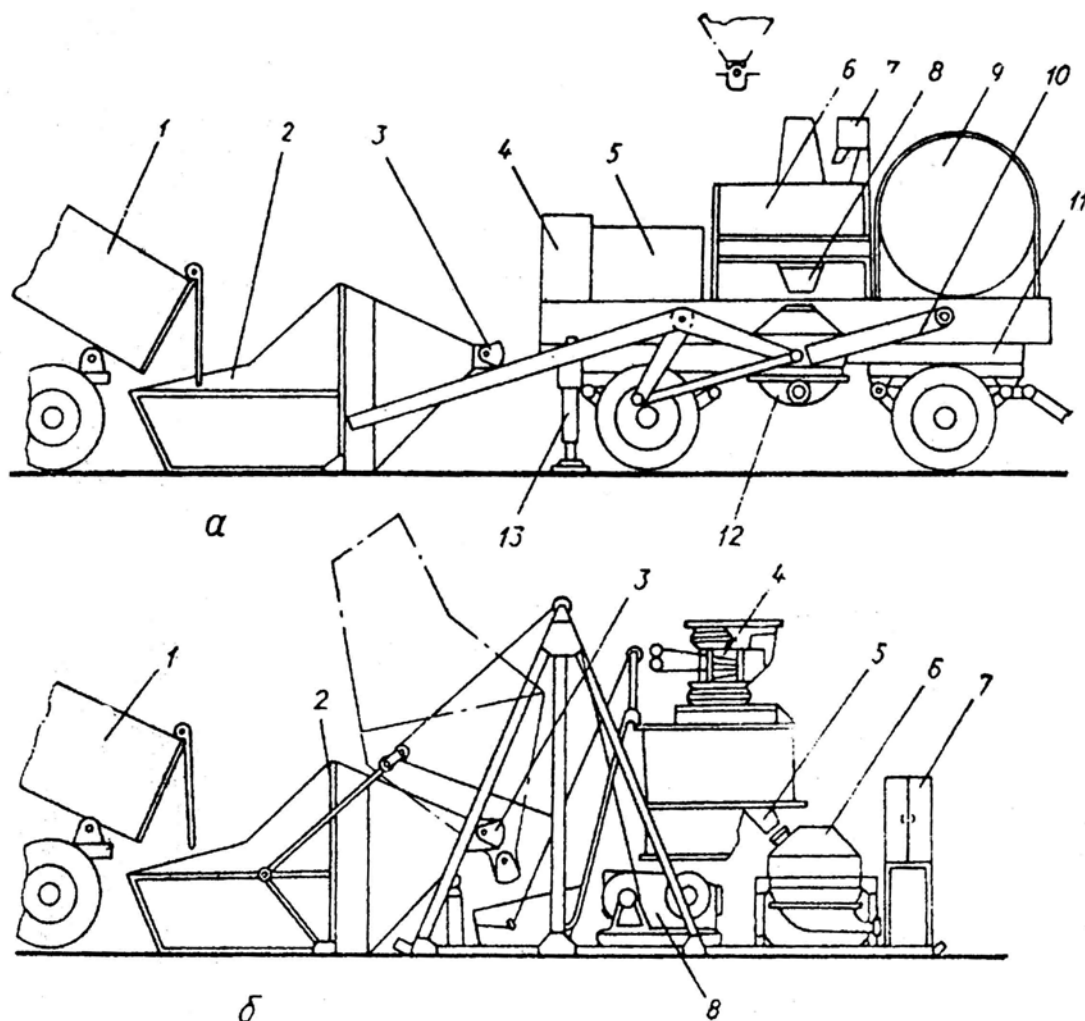


Рис.3. Компонувальні схеми пересувного бетоноукладача при улаштуванні конструкцій підлоги:

- а) з гідравлічним підйомником приймального бункеру: 1 - автосамоскид типу ЗИЛ; 2 - приймальний бункер з сухої або готової бетонної суміші; 3 - секторний затвор; 4 - електрозборка; 5 - бак для води; 6 - бетонозмішувач примусової дії; 7 - бачок для дозування пластифікатора; 8 - направляюча воронка; 9 - повітрязбірник; 10 - циліндр гідропідйомника; 11 - семитонний причіп типу МАЗ (КрАЗ); 12 - робоча камера; 13 - аутригери.
- б) з канатним підйомом приймального бункеру: 1 - автосамоскид; 2 - приймальний бункер; 3 - секторний затвор; 4 - бетонозмішувач примусової дії; 5 - направляюча воронка; 6 - робоча камера ПБУ; 7 - електрозборка; 8 - електролебідка.

Таблиця 3. Техніко-економічні показники застосування пересувних пневмобетоноукладачів

Показники і одиниці виміру	ПБУ - 2М	ПБУ - 4А
Інтенсивність потоку, м ³ /зміну	20	50
Висота подачі, м	До 100 і більш	До 40
Максимальна ширина підлоги, що бетонується без перемонтажа бетоновода, м	20	20
Приведені витрати улаштування монолітної підлоги, грн/м ³	1,8	1,3
Трудомісткість улаштування монолітної підлоги, люд.-год/м ³	2,06	1,74
Виробіток на 1 робітника в зміну, м ³ /зміну	1,29	3,16

Всі наведені показники визначено при коефіцієнті використання техніки 0,3. З збільшенням коефіцієнта використання показники ефективності значно зростуть.

За розробленими рекомендаціями робота пересувних ПБУ циклічної дії (рис. 1) організується наступним чином: бетонна суміш (готова або суха) доставляється автосамоскидами і розвантажується в приймальний бункер ємністю 2,3 м³, що після цього піднімається в вертикальне положення за допомогою гідравлічного або канатного підйомника. Після цього відкривається секторний затвор і порція суміші надходить в бетонозмішувач, де перемішується протягом 2-3хв. Готова суміш перевантажується через розвантажувальний люк і напрямну лійку в робочу камеру ПБУ, кришка завантажувальної горловини закривається, подається стиснуте повітря і суміш нагнітається по бетоноводу до місця укладки.

Заключення і висновки

1. Проаналізовано різні технічні характеристики засобів механізації для улаштування корозійностійких покриттів підлоги для підприємств м'ясо-молочної промисловості.
2. Виконані експериментальні дослідження та аналіз їх результатів, що дає змогу зробити наступні висновки:
 - використання компонентів машин залежить від причин і, в першу чергу, від об'ємів робіт. При малих об'ємах робіт слід використовувати засоби малої механізації, особливо при проведенні ремонтних робіт;
 - при продуктивності комплексу машин до 25 м³/зміну і вище потрібно, щоб на об'єкті було не менше 1000 м² площі улаштування підлоги, що буде економічно вигідним використовувати потужну техніку.

Література

1. Гранковский Н.Г., Угляренко Т.В. Комплексные воздействия для улучшения свойств цементно-водных вяжущих систем. – К.: Журнал прикладной химии. – 1084. – №55, 69. – С.1697-1703.
2. Гранковский Н.Г. Структурообразование в минеральных вяжущих системах. – К.: Наукова думка, 1984. – 299 с.
3. Гранковский Н.Г., Круглицкий Н.Н. Исследование процессов структурообразования в ионных дисперсных системах. – К.: Укрхимжурнал. – т. 38. – вып. 1. – С.46-49.
4. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-механического анализа вяжущих систем. – М: Высшая школа, 1981. – 384 с.
5. Голант Ш.Н. Гидрофобные составы для отделочных работ при ремонте жилых зданий. – Л.: Стройиздат, 1973. – 274 с.
6. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. – М.: Стройиздат, 1979. – 476 с.