КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет автоматизації і інформаційних технологій

(факультет)

Кафедра машин і обладнання технологічних процесів

(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ д.т.н., проф. Назаренко І.І.

“___” _____ 2023 року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ

НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

на тему:

"Дослідження параметрів логістичної системи для інтенсифікації процесів обробки будівельної суміші"

(назва)

Виконав студент групи: ІЛС-2маг

Спеціальності 131 «Прикладна механіка»
(спеціальність)

Спеціалізація: Інженерія логістичних систем

Береговий Михайло Андрійович
(прізвище, ім`я та по батькові повністю)

Керівник Назаренко І.І.
(прізвище та ініціали)

д.т.н., професор
(вчене звання, науковий ступінь)

Київ 2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: автоматизації і інформаційних технологій
Кафедра: машин і обладнання технологічних процесів
Освітній рівень: «магістр за ОПП»
Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Завідувач кафедрою МОТП
_____д.т.н., проф. І.І. Назаренко
“___”_____2023 р.

ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

Береговий Михайло Андрійович
(прізвище, ім’я, по батькові магістранта)

1. **Тема АМР: "Дослідження параметрів логістичної системи для інтенсифікації процесів обробки будівельної суміші"**

Затверджена наказом ректора КНУБА № 1519/2 від 07.07.2023 р.
2. Керівник роботи: Назаренко Іван Іванович, д.т.н., професор
(прізвище, ім.`я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
Науковий керівник і тема наукового дослідження затверджена рішенням Ради факультету, протокол № 13від 21 06 2023 р.
3. Строк подання студентом роботи до захисту 15 листопада 2023 року
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
Р.1. Оцінка та аналіз принципів формування логістичної системи для обробки будівельної суміші
Р.2. Теоретичні дослідження робочих процесів логістичної системи для обробки будівельної суміші
Р.3. Дослідження та розрахунки технологічних та конструктивних параметрів і режимів підсистем
Р.4. Конструкторська частина.
Р.5. Техногенна безпека.
5. Графічний матеріал за розділами:
Р.1. Огляд існуючих логістичних систем -1л.
Р.2. Критерії ефективності. -1л.
Р.3. Дослідницька частина - 1л.
Р.4. Конструкторська частина -4л.
Р.5. Рекомендації по техногенній безпеці - 1л.
6. Календарний план виконання роботи

№	Види робіт та їх зміст	Дата виконання
1	Розділ 1Оцінка та аналіз принципів формування логістичної системи для обробки будівельної суміші	Вересень 2023 р.
2	Розділ 2. Теоретичні дослідження робочих процесів логістичної системи для обробки будівельної суміші	Вересень 2023 р
3	Розділ 3. Дослідження та розрахунки технологічних та конструктивних параметрів і режимів підсистем	Жовтень2023 р.
4	Розділ 4. Конструкторська частина.	Жовтень2023 р.
5	Розділ 5. Техногенна безпека.	Листопад 2023 р.
6	Остаточне оформлення роботи	Листопад 2023 р.
7	Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	15 листопада 2023 р.
8	Попередній захист роботи на кафедрі	Грудень 2023 р.

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

№	Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
			Дата	Підпис
1.	Розділ 1.	проф. Свідерський А.Т.	16.09.2023	
	Розділ 2.		07.10.2023	
	Розділ 3.		21.10.2023	
	Розділ 4.		04.11.2023	
2.	Розділ 5.	доц. Гаркавенко О.М.	04.11.2023	

8. Дата видачі завдання 1 вересня 2023 року

Керівник _____проф. Назаренко І.І.
(підпис)

Студент_____ ____Береговий М.А.
(підпис)

РЕЗЮМЕ

Київський національний університет будівництва і архітектури

факультету автоматизації і інформаційних технологій

Береговий Михайло Андрійович

Група ІЛС-2маг

Тема атестаційної випускної роботи:

«Дослідження параметрів логістичної системи для інтенсифікації процесів обробки будівельної суміші»

освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр,

спеціальність: 131 «Прикладна механіка»,

Науковий керівник: Назаренко Іван Іванович,

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри

машин і обладнання технологічних процесів

Обсяг випускової роботи. Атестаційна випускова робота магістра складається: розділів 5, стор. , таблиць , рис. , графічна частина – слайдів (аркушів формату А4.) завдання, вступу, висновків, списку використаних джерел.

Актуальність теми. При дослідженні параметрів логістичної системи для інтенсифікації процесів обробки будівельної суміші, важливим є встановлення режимів та параметрів системи так і складових цієї системи. Обумовлено це тим, що складові цієї системи є підсистемами , а це, як правило, машини, що здійснюють процес обробки. Саме їх параметри впливають на перебіг технологічного процесу та визначають шляхи інтенсифікації процесів обробки будівельної суміші. В атестаційній випусковій роботі розглядається логістична система для приготування бетонної суміші із дослідженням трьох процесів: дозування, транспортування та перемішування. У якості компонента бетонної суміші обрано заповнювач, який і проходить етапи: дозування

(ваговий дозатор), транспортування (конвеєр) та перемішування (змішувач). Отже із загальної логістичної системи, якою є схема обробки будівельної суміші виокремлюється три підсистеми: «дозатор», «конвеєр» і «змішувач» визначення раціональних параметрів яких, дозволить запропонувати інтенсифікацію процесів обробки будівельної суміші.

У вступі приведено матеріали обґрунтування важливості вибраних етапів дозування ,транспортування, перемішування компонентів суміші, як ключових процесів. Дослідження та вибір відповідного обладнання для реалізації дозування, транспортування та перемішування суміші і є шляхом інтенсифікації процесів обробки будівельної суміші. Сформульовані мета та задачі дослідження: здійснити оцінку та аналіз конструктивних та технологічних параметрів логістичної системи для обробки будівельної суміші; описати фізику процесів дозування, транспортування та перемішування компонентів суміші; провести теоретичні дослідження для розробки методики визначення раціональних параметрів обладнання; здійснити розрахунки у відповідності до завдання магістерської роботи; передбачити та описати заходи техногенної безпеки та умови безпечної експлуатації змішувального обладнання.

У першому розділі «Оцінка та аналіз принципів формування логістичної системи для обробки будівельної суміші» дана оцінка системного підходу в процесах створення логістичних систем. Описано властивості систем, логістика, методи моделювання, та визначені ознаки виробничої логістики, як основи для формування логістичної системи для обробки будівельної суміші.

У другому розділі «Теоретичні дослідження робочих процесів логістичної системи для обробки будівельної суміші» приведена фізика процесів дозування, транспортування та перемішування компонентів суміші. Приведено схеми конструкцій обладнання для дозування, транспортування та перемішування компонентів суміші. Використані критерії для оцінки їхніх технологічних параметрів та на цій основі визначені їх конструктивні схеми, які досліджені в наступному розділі.

У третьому розділі « Дослідження та розрахунки технологічних та конструктивних параметрів і режимів підсистем» здійснені аналітичні дослідження та розроблені методи розрахунків продуктивності, визначені енергетичні витрати на протікання технологічного процесу та роботи відповідного обладнання. Визначені раціональні параметри і режими роботи підсистеми «дозатор-конвеєр-змішувач» загальної виробничої логістичної системи, яка реалізує інтенсифікацією процесів для обробки будівельної суміші».

У четвертому розділі «Конструкторська частина» здійснено розробка системи управління роботою логістичною системою, регулювання параметрами дозатора, стрічкового конвеєра, роторного змішувача, приведена конструктивна схема компоновки логістичної системи для обробки матеріалів при виготовлені бетонної суміші. Вибрана структурно-елементна схема апаратури для автоматизації бетонозмішувальної установки. Здійснені розрахунки на міцність валу підсистеми «змішувач».

У п'ятому розділі «Техногенна безпека» виконано аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів, розглянуто заходи по охороні праці пов'язані з експлуатацією обладнання для дозування, транспортування та перемішування компонентів суміші.

Ключові слова: логістична система, будівельна суміш, модель, дозування, транспортування, перемішування , режими , параметри, техногенна безпека.

Key words: logistic system, construction mixture, model, dosage, transportation, mixing, regimes, parameters, man-made safety.

Якість оформлення проекту. Атестаційна випускова робота магістра оформлена у відповідності до діючих нормативних документів та методичних вказівок до виконання атестаційної роботи для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка».

Загальний висновок стосовно роботи та присвоєння авторові освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр». Робота виконана на високому рівні, студент продемонстрував високий рівень теоретичної підготовки та

сформованих практичних навичок в області прикладної механіки та сучасних інформаційних технологій. Заслуговує оцінки «відмінно» за національною шкалою.

Науковий керівник _____/ проф., д.т.н., Назаренко І.І./

(підпис)

Посада, місце роботи. КНУБА, пр-т. Повітрофлотський, 31, завідувач кафедри МОТП, професор кафедри машин і обладнання технологічних процесів.

«_15_» __листопада 2023 р.

Зміст

Вступ. Постановка задач дослідження 10

Розділ 1. Оцінка та аналіз принципів формування логістичної системи для обробки будівельної суміші 11

1.1 Визначення та оцінка загальних властивостей систем 11

1.2 Аналіз принципів формування логістичної системи 19

1.3 Оцінка властивостей та класифікаційних ознак логістичної системи 21

1.4 Основні положення системного підходу до формування досліджуваної логістичної системи 23

1.5. Висновки по розділу 25

Розділ 2.Теоретичні дослідження робочих процесів підсистем логістичної системи для обробки будівельної суміші 26

2.1 Фізика процесів дозування, транспортування та перемішування компонентів суміші 26

2.2 Визначення компонованих рішень логістичної системи для приготування бетонної суміші 30

2.3 Визначення параметрів підсистем логістичної системи для їх дослідження 39

2.4 Висновки по розділу 42

Розділ 3 Дослідження та розрахунки технологічних та конструктивних параметрів і режимів підсистем 43

3.1. Дослідження та визначення параметрів дозатору 43

3.2 Дослідження та визначення параметрів і режимів роботи конвеєру 44

3.3 Дослідження та визначення параметрів змішувача безперервної дії 48

3.4 Висновки по розділу 51

Розділ 4. Конструкторська частина 52

4.1 Розробка системи управління роботою логістичною системою 52

4.2 Вибір структурно-елементної схеми апаратури для автоматизації бетонозмішувальної установки 56

4.3 Розрахунки на міцність деталей підсистеми «змішувач 56

4.4 Висновки по розділу 62

5. Техногенна безпека 63

5.1 Характер технологічного обладнання щодо небезпечності та шкідливості 63

5.2 Технічні пристосування, що передбачені в конструкції обладнання для безпечної його експлуатації 65

5.3 Інженерні розрахунки з техніки безпеки 67

5.3.1 Розрахунок захисного занулення 67

5.3.2 Розрахунок віброізоляційного фундаменту під змішувач 71
5.4 Техніка безпеки при експлуатації обладнання 72
5.5. Пожежна безпека 75
5.6 Висновки по розділу 79
Загальні висновки **80**
Список використаних джерел **81**

Вступ. Постановка задач дослідження

В сучасний стан розвитку будівництва актуальною задачею є впровадження новітніх технологій, що дають можливість реалізувати енергозбереження про виконанні технологічних процесів транспортування, перемішування компонентів суміші, як ключових процесів. Дослідження та вибір відповідного обладнання для реалізації дозування, транспортування та перемішування суміші і є шляхом інтенсифікації процесів обробки будівельної суміші, як одного із етапів вирішення зазначеної вище задачі. В магістерській роботі сформульовані мета та задачі дослідження: здійснити оцінку та аналіз конструктивних та технологічних параметрів логістичної системи для обробки будівельної суміші; описати фізику процесів дозування, транспортування та перемішування компонентів суміші; провести теоретичні дослідження для розробки методики визначення раціональних параметрів обладнання; здійснити розрахунки у відповідності до завдання магістерської роботи; передбачити та описати заходи техногенної безпеки та умови безпечної експлуатації змішувального обладнання.

Розділ 1. Оцінка та аналіз принципів формування логістичної системи для обробки будівельної суміші

1.1 Визначення та оцінка загальних властивостей систем

Поняття логістичної системи є одним із базових понять логістики. Існують різні системи. В цій множині необхідно розрізняти саме логістичні системи з метою їх аналізу та удосконалення[1,3,4].

Поняття логістичної системи є похідним від загального поняття “система”. Тому надамо спочатку визначення загального поняття системи, а потім з’ясуємо, які системи відносяться до класу логістичних.

Система (від грецької мови – ціле, складене із частин; сполучення) – це множина елементів, які знаходяться у відношеннях та зв’язках один з одним, утворюють визначену цілісність та єдність.

Також є іще два найбільш відомі визначення поняття система:

-сукупність елементів, яка має нові властивості, відсутні у кожного елемента;

-сукупність засобів вирішення проблеми. Ці та інші визначення системи характеризують різні підходи до розгляду систем, аналізу закономірностей їх розвитку та функціонування.

Розрізняють матеріальні й абстрактні (ідеальні) системи. Матеріальні системи – це системи, утворені засобами матеріального світу. Системи неживої природи (природні утворення: атоми, молекули, астрономічні об’єкти, хімічні сполуки та системи, що створені людиною), системи живої природи (біологічні організми, популяції, екосистеми) і соціальні системи (етнос, нація, держава, партії та ін.). Матеріальні системи можуть бути створені людьми або природними утвореннями, які існують незалежно від людини. Перші системи називають штучними, другі природними. Проміжне положення займають змішані системи [1] (рис. 1.1).

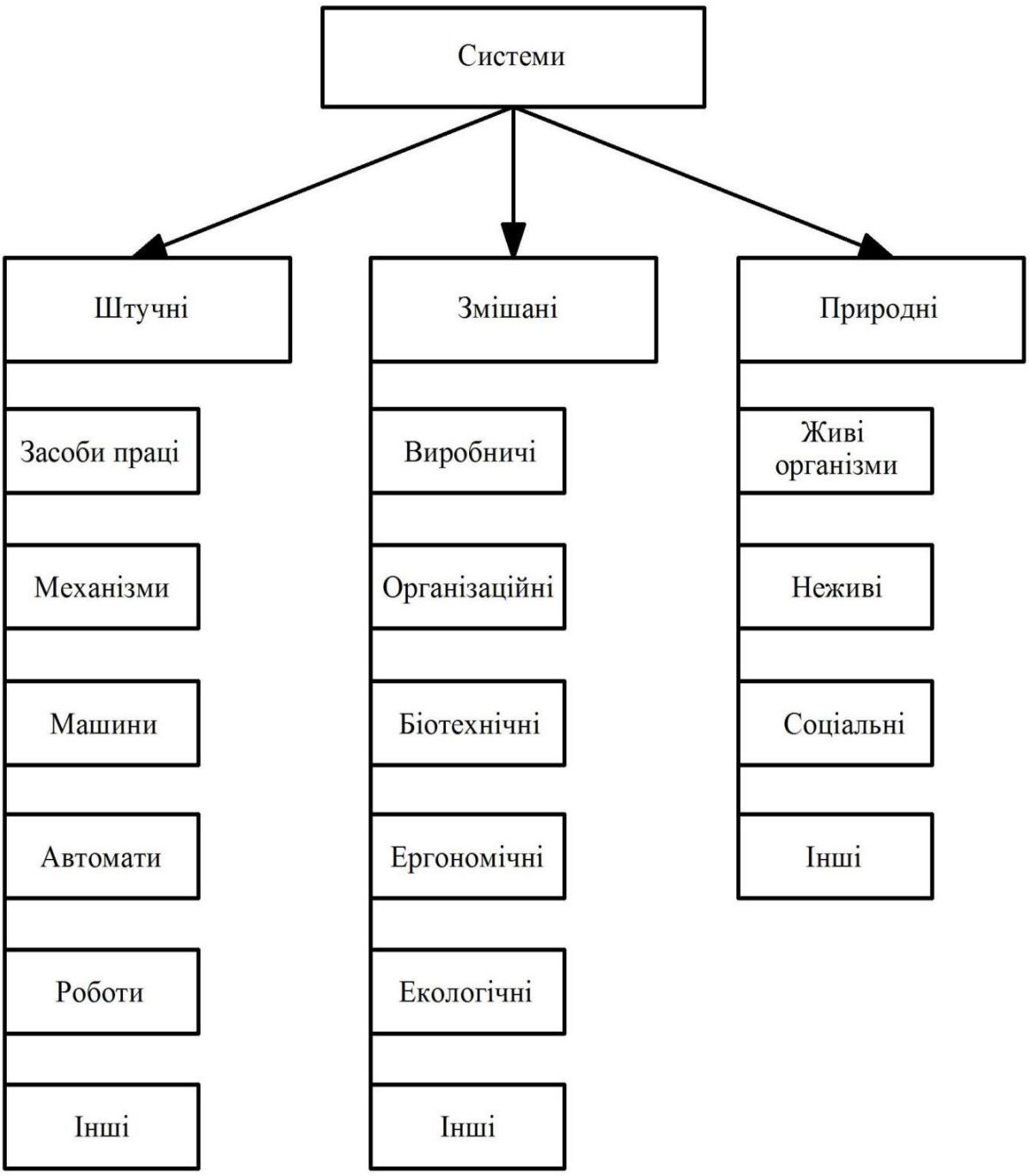


Рис. 1.1. Класифікація систем за походженням

Абстрактні (ідеальні) системи – це системи, створені нашим мисленням, продукти розумової діяльності. До них відносяться мови, знакові системи, наукові й релігійні теорії тощо. Важливою складовою системи є їх властивість. Загальною властивістю є така ознака як системність, що являє собою загальну властивість матерії [13] (рис. 1.2).

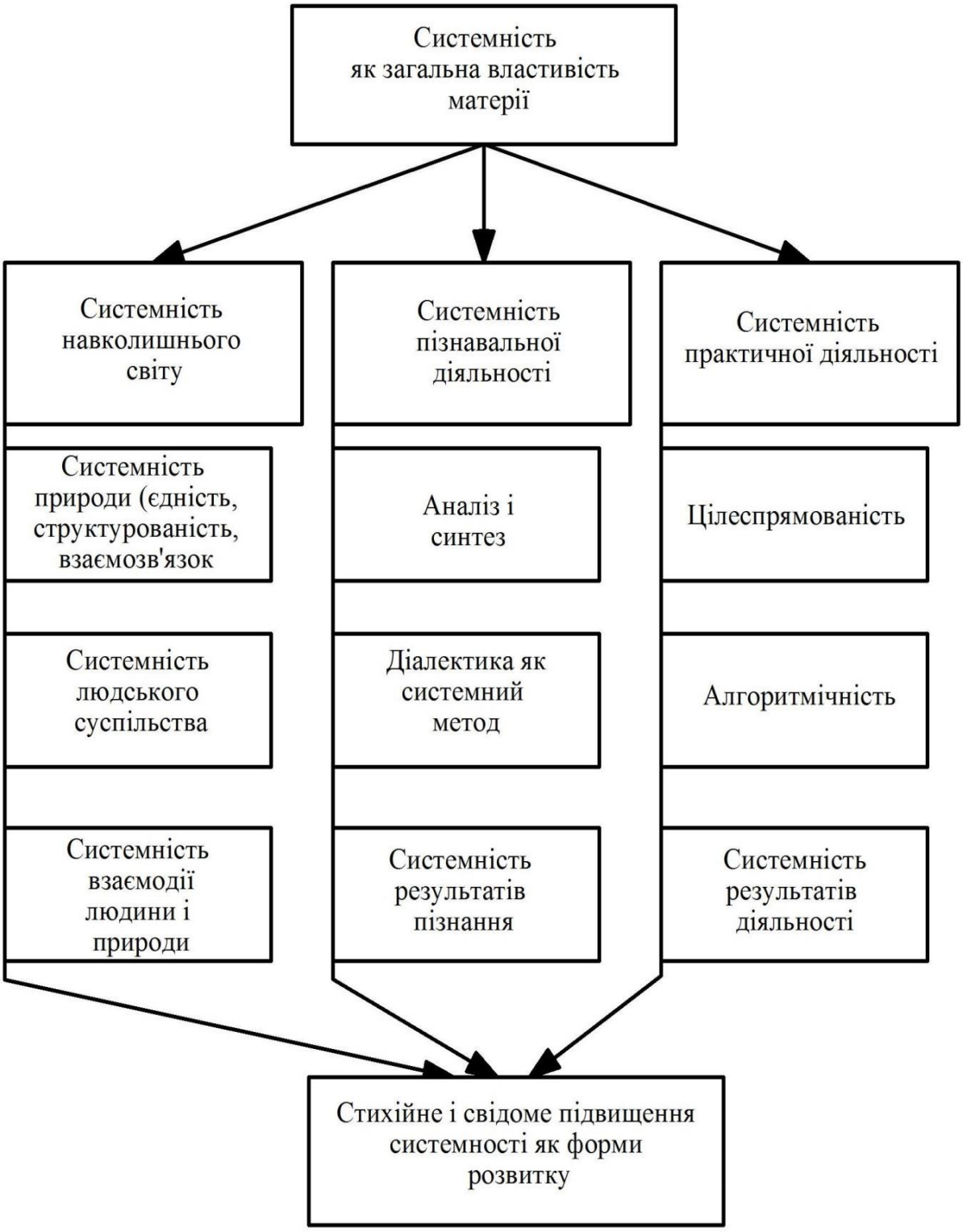


Рис. 1.2. Сторони системності та їх взаємозв’язок

Основними властивостями будь якої системи являються:

- система перш за все є сукупністю елементів. При певних умовах елементи можуть розглядатись як підсистеми;

- між елементами існують суттєві зв’язки чи властивості, які за силою зв’язку перевищують зв’язки між елементами системи та елементами, які не входять у систему. Під суттєвими зв’язками розуміють такі, які закономірно з необхідністю визначають інтегровані властивості системи. Ці суттєві зв’язки визначають систему, відділяючи її від простої сукупності (конгломерату) і виділяють її з навколишнього середовища у вигляді цілого об’єкта;

-системі властива певна організація, що виявляється у зменшенні ентропії системи в порівнянні з ентропією сукупності елементів, які складають систему;

-організація системи приводить до зменшення безладу, зменшення кількості можливих станів системи;

-існування інтеграційних властивостей, тобто властивостей, які властиві системі в цілому і не властиві жодному елементу системи. Тобто властивості системи не зводяться тільки до властивостей її елементів.

Ентропія – це характеристика, яка показує ступінь безладу системи, її невпорядкованість, хаотичність. Відповідно до другого началу термодинаміки в усіх закритих системах ентропія може тільки зростати. У результаті цього закриті системи прагнуть до дифузного, невпорядкованого стану. У них зникає будь-яка структурованість, зникають будь-які процеси передачі енергії, матерії. Зростання ентропії – універсальний закон природи, яким зумовлені процеси старіння, розпаду, загибелі замкнутих систем. На відміну від замкнутих систем у відкритих системах крім процесів зростання ентропії є процеси, які приводять до її зменшення, до зростання організованості й впорядкованості системи.

Розглянемо більш детально властивості системи і виділимо їхні основні ознаки. Такими ознаками системи є: цілісність; якісна визначеність; відмежованість відносно середовища; гетерогенність і структурованість; взаємодія частин системи між собою; взаємодія і зв’язок з навколишнім середовищем; наявність інтегральних характеристик; емерджентність;

наявність цілей та їх сукупності, цілеспрямованість.

Наведемо в загальних рисах короткі характеристики вказаних ознак системи.

Цілісність означає, що система – це об'єднання частин, яке по відношенню до навколишнього оточення виступає як одне ціле.

Під якісною визначеністю розуміють, що система – це така сукупність елементів, яка має свої якісні ознаки, характерні тільки для даної системи і відсутні в інших системах. Ці ознаки проявляються тільки у даній системі. Вони визначають відношення до інших систем. Наприклад, система «змішувач» має якісні ознаки, які характеризують його в цілому. Такими ознаками є: маса, потужність, швидкість, габаритні розміри та багато інших. Якісні ознаки іншої системи можуть бути зовсім іншими. Тобто система є цілісністю, що має властиві тільки їй якісні ознаки, за якими вона відрізняється від інших систем. Відмежованість системи від середовища означає, що всяка система має свої границі. Границі відділяють систему від навколишнього середовища. Вони визначають, що входить в систему і що в неї не входить, є зовнішнім по відношенню до системи. Переважна більшість систем має чіткі границі.

Гетерогенність системи і структурованість. Під гетерогенністю розуміють неоднорідність, те, що система складається з різних частин. У визначенні системи вказано, що система це сукупність елементів. Але система – це не проста сукупність. Структурованість означає, що система є певним чином організованою сукупністю, має певну структуру . Взаємодія частин системи між собою означає, що в системі частини взаємодіють між собою і тільки у даній взаємодії вони утворюють певну систему. Взаємодія з навколишнім середовищем означає, що система як ціле взаємодіє з іншими системами. Це зумовлене цілісністю системи, її якісною визначеністю. Важливою класифікаційною ознакою є здатність системи до можливостей керування її діями [1] (рис. 1.3).

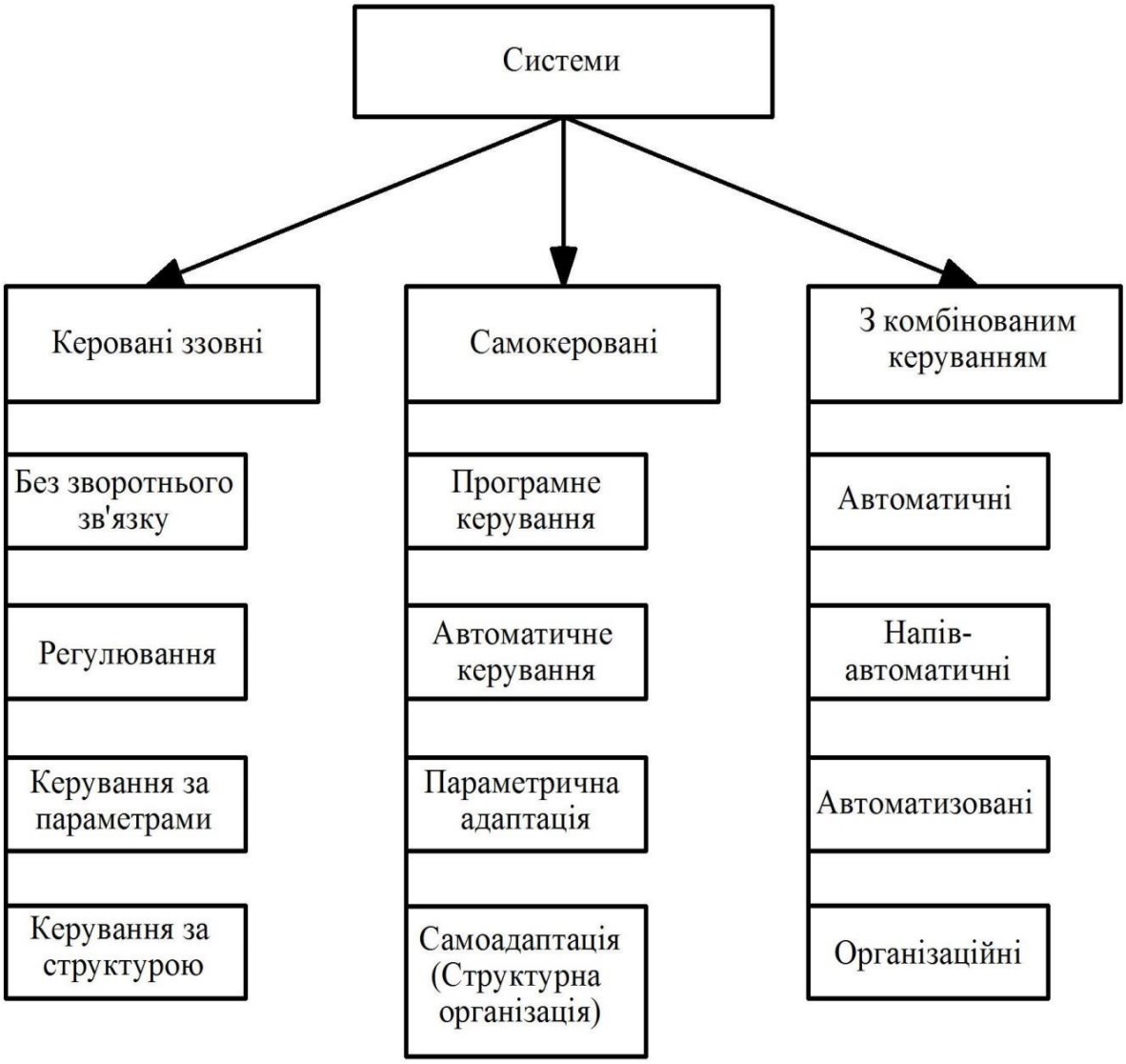


Рис. 1.3. Класифікація систем за способом керування

Управління системою передбачає види узагальненої мети системи:

-досягнення певного кінцевого стану;

-реалізація необхідного порядку зміни станів (необхідний рух);

- забезпечення необхідного напрямку руху системи без конкретизації кінцевого стану системи.

Схема управління системою показана на рисунку1.4

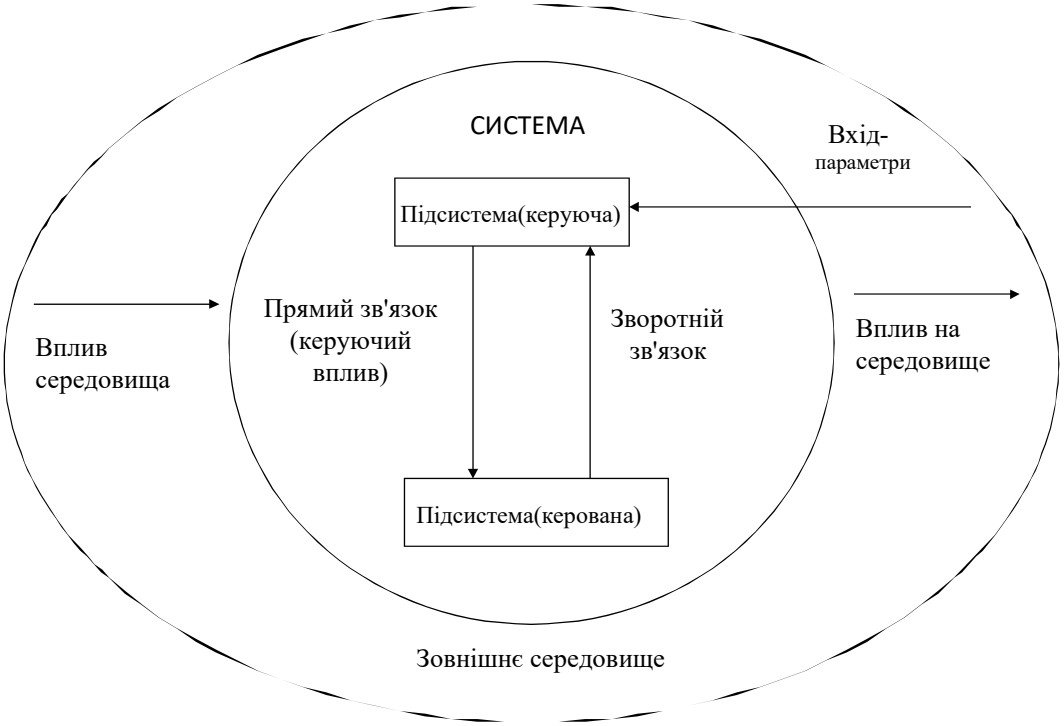


Рис.1.4 Управління системою.

Закон управління – це певне правило вироблення послідовності управляючих дій, що забезпечують досягнення керованою системою заданої мети.

Цільова функція управління - це показник якості управління. Етапи програмно-цільового методу управління:

1) вироблення програмного управління для забезпечення програмного руху об’єкта управління до мети;

2) вироблення коригуючого управління, що зводить відхилення результату реального управління від програмного руху до допустимого значення. Закон необхідної різноманітності: для управління будь-якою системою керуюча система повинна бути здатна до сприйняття принаймні тієї ж кількості різних сигналів, яке може з’явитися на виході керованої системи.

За характером взаємодії розрізняють відкриті й закриті системи. Відкрита система – це система, яка активно обмінюється з навколишнім середовищем речовиною, енергією та інформацією. У закритій системі такий обмін

обмежений або відсутній. Поняття відкритості системи має велике значення при вивченні питання розвитку й життєвого циклу системи. Для закритих систем характерні процеси старіння. Модель властивостей середовища, як основної характеристики

Під поняттям інтегрованості розуміють, що в системі властивості окремих елементів об'єднуються і виступають разом у новій якості.

Емерджентність – це поява нових якостей, не властивих елементам, що складають систему. Кожна система є сукупністю певних частин, певних елементів. Особливістю системи є те, що в результаті об'єднання декількох елементів і утворення системи з'являються нові властивості, яких не має жоден елемент до створення системи. Емерджентність системи може характеризувати ступінь організованості системи. Чим більше характеристики системи відрізняються від характеристик елементів, з яких вона утворена, тим більш організованою є система. Наявність цілей, цілеспрямованість – одна з головних ознак системи. Кожна система має певну ціль існування або створена для певної цілі. У системи може бути одна ціль або сукупність цілей. У випадку сукупності цілей всі вони утворюють певну ієрархію, в якій є головні, першочергові цілі й другорядні, підпорядковані головним. Визначення цілей системи є завданням, що має свої особливості. Цілі по-різному визначаються для систем штучного походження й природних систем. Штучні системи завжди мають суб'єктивні цілі, тобто цілі, поставлені суб'єктом, який створив систему. Визначити цілі таких систем, як правило, неважко. Природні системи мають об'єктивні цілі. Зрозуміти ці цілі не завжди просто. Ще важче їх сформулювати. Під час вирішення питання визначення цілей системи допомагає поділ цілей на суб'єктивні й об'єктивні.

Суб'єктивні цілі – це цілі, для яких створена система певним суб'єктом. Об'єктивні цілі – це стан ідеального майбутнього, до якого прагне система в своєму життєвому циклі. Структура системи, її склад, взаємодія частин завжди визначаються ціллю системи.

1.2 Аналіз принципів формування логістичної системи

Існує низка визначень понять[1,4,5], що являє собою логістична система. Формування понять «логістична система» займалися вітчизняні та закордонні фахівці та дослідники. Це: А.М. Гаджинський, М.П. Денисенко, Є.В. Крикавський, Н.В. Чорнописька, В.С. Лукинський, Н.Г. Метеленко, В.І. Сергєєв, О.М. Тридід та інші. Серед іноземних фахівці можна навести: Д.Дж. Бауерокс, Д.Дж. Клос та інші. Так як термін логістична система є важливим для вибору та прийняття рішень щодо логістичної системи для обробки будівельної суміші, наведемо основні визначення без зміни та трактування висловлені згаданими авторами:

1-це складна організаційно завершена економічна система, що складається з елементів і ланок, взаємозв'язаних єдиним процесом управління матеріальними та іншими супутніми потоками, сукупність межі і завдання функціонування яких об'єднані конкретними цілями організації бізнесу;

2-це адаптивна система зі зворотнім зв'язком, що виконує ті чи інші логістичні функції. Вона, як правило, складається із декількох підсистем і має розвинуті зв'язки з зовнішнім середовищем;

3-це впорядкована структура, в якій здійснюється планування і реалізація руху і розвитку сукупного ресурсного потенціалу, організованого у вигляді логістичного потоку, починаючи з відчуження ресурсів з навколишнього середовища до реалізації кінцевої продукції;

4-це сукупність та цілісність функціональних взаємозв'язаних елементів (підсистем, субсистем), які визначають її призначення;

5-це відносно стійка сукупність структурних (функціональних) підрозділів компанії, а також постачальників, споживачів і логістичних посередників взаємопов'язаних основними і супутніми потоками об'єднаних єдиним управлінням для реалізації стратегічного (тактичного) логістичного плану;

6-це адаптивна система зі зворотнім зв’язком, що виконує ті чи інші логістичні функції і операції, складається, як правило, з декількох підсистем і що має розвинені зв’язки із зовнішнім середовищем;

7-це спеціально організована інтеграція логістичних елементів (ланок) у межах певної економічної системи для оптимізації процесів трансформації матеріального потоку;

8-це складна структурована економічна система, що складається з елементів – ланок, взаємопов’язаних в єдиному процесі управління матеріальними, сервісними і супутніми їм потоками;

9-це система, елементами якої є матеріальні, фінансові та інформаційні потоки, над якими виконуються логістичні операції, що зв’язують ці елементи відповідно до загальної мети і критеріїв ефективності;

10-це впорядкована система елементів, що знаходиться в певних зв’язках і відносинах один з одним, створюють певну цілісність і єдність та виконують ті або інші функції логістики;

11-це організаційно-управлінський механізм, пов’язаний з досягненням потрібного рівня інтеграції логістичних функцій за рахунок організаційних перетворень у структурі управління та впровадження спеціальних управлінських процедур, основою яких є планування підтримки виробництва і фізичного розподілу як єдиного матеріального потоку;

12- це складна багаторівнева система, що містить матеріально-технічну, організаційно-економічну, соціально-психологічну та нормативно-правову підсистеми, об’єднані в єдиному безперервному процесі управління промисловим підприємством, враховує вплив одного елемента на інші, має прямі та зворотні зв’язки із зовнішнім середовищем та ґрунтується на таких принципах як гнучкість, адаптивність, сумісність та взаємозв’язок усіх її ланок.

Як слідує із наведених тлумачень, можна зазначити наступне.

1.Більшість визначень відносяться до уявлення, що це економічна система, яка складається з елементів – ланок, взаємопов'язаних в єдиному процесі управління матеріальними, сервісними і супутніми їм потоками(1,7,8,9,12).

2. Є декілька подібних трактувань, що це впорядкована структура, в якій здійснюється планування і реалізація руху і розвитку сукупного ресурсного потенціалу, організованого у вигляді логістичного потоку, починаючи з відчуження ресурсів з навколишнього середовища до реалізації кінцевої продукції (2,3,6).

3.Декілька визначень носять загальний характер застосування на підприємстві та фірмах (4,5,10,11).

4. Очевидно, що для прийняття остаточного рішення важливо також звернути увагу на властивості та класифікаційні ознаки логістичної систем.

1.3 Оцінка властивостей та класифікаційних ознак логістичної системи

Отже логістичні системи є результатом дедуктивного або індуктивного представлення матеріальних систем. Їх можна розглядати як системи понять і визначень (сукупність уявлень) про структуру, стан та основні закономірності зміни стану (динаміки) матеріальних систем.

Символічні системи є формалізацією логістичних систем. Вони поділяються на три класи:

1) статичні математичні системи або моделі, котрі можна розглядати, як опис засобами математичного апарату стану матеріальних систем (моделі стану);

2) динамічні математичні системи або моделі, котрі можна розглядати як математичну формалізацію процесів розвитку матеріальних (або абстрактних) систем;

3) квазістатичні (квазідинамічні) системи, що знаходяться в нестійкому положенні між статикою та динамікою і при одних впливах поводять себе як статичні, а при інших – як динамічні. Логістичним системам притаманні такі властивості[13]:

1-складність - характеризується такими основними ознаками: наявність великої кількості елементів (ланок), складний характер взаємодії між окремими елементами, складність функцій, виконуваних системою, наявність складно організованого управління, вплив на систему великої кількості стохастичних факторів зовнішнього середовища;

2-ієрархічність - підпорядкованість елементів нижчого рівня (порядку, рангу) елементам вищого рівня у контексті лінійного чи функціонального логістичного управління;

2-цілісність - властивість системи виконувати задану цільову функцію, реалізована тільки логістичною системою в цілому, а не окремими її ланками або підсистемами. Логістична система є цілісною сукупністю елементів, що взаємодіють один з одним. Так, якщо взяти досліджувану систему, яка досліджується вданому проекті, то її цілісність полягає у забезпечені кінцевого результату;

4-структурованість, яка передбачає наявність певної організаційної структури логістичної системи, яка в даному дослідженні складається із взаємопов'язаних процесів управління (дозування, транспортування перемішування), які реалізують задану мету;

5-рухливість - мінливість параметрів елементів логістичної системи під впливом зовнішнього середовища;

6-унікальність, непередбачуваність і невизначеність поведінки в конкретних умовах і під впливом зовнішнього середовища;

7-адаптивність - здатність логістичної системи змінювати свою структуру і вибирати варіанти поведінки відповідно до нових цілей і під впливом зовнішнього середовища;

8-наявність зв'язків – між елементами логістичної системи є суттєві зв'язки, які визначають інтеграційні властивості;

9-організація - зв'язки між елементами логістичної системи визначеним чином упорядковані, тобто логістична система має організацію;

10-інтеграційні властивості – логістична система володіє інтеграційними властивостями, які не притаманні ні одному із елементів окремо. Це здатність забезпечити транспортування заповнювачів в необхідне місце, необхідної якості, з мінімальними витратами. Логістичні системи класифікуються їхніми ознаками:

1-макрологістичні;

2-мікрологістичні.

Макрологістична система є великою логістичною системою управління потоковими процесами діяльності всіх суб'єктів господарювання не обмежених у територіальному розташовувані.

Мікрологістична система охоплює внутрішньовиробничу логістичну сферу одного підприємства, якою є наша досліджувана система. Мікрологістичну систему в нашому випадку можна подати у вигляді основних підсистем: дозатор, конвеєр, змішувач.

1.4 Основні положення системного підходу до формування досліджуваної логістичної системи

Поняття «системний підхід» за своєю сутністю тісно пов'язаний із терміном «система», який вперше з'явився в Давній Греції і означав «сполучення», «організм», «організація». Сутність терміну «система» розглянуто в п.1.1., а системний підхід використаємо для дослідження логістичної системи для трьох підсистем при приготуванні бетонної суміші[1,6].

Оскільки одним з основних методологічних принципів логістичної концепції є системний підхід, то надамо йому характеристику, яку використаємо в даному дослідженні.

Системний підхід - це методологія наукового пізнання, в основі якої лежить розгляд об'єктів як систем, що дозволяє побачити об'єкт дослідження як комплекс взаємопов'язаних підсистем, об'єднаних спільною метою, розкрити його інтегративні властивості, а також внутрішні та зовнішні зв'язки. Системний підхід передбачає послідовний перехід від загального до часткового, коли в основі розгляду лежить конкретна кінцева мета, для

досягнення якої створюється система. Відповідно до методології системного підходу кожна система є інтегрованим цілим навіть тоді, коли вона складається з окремих розрізнених підсистем. Становлення системного підходу пов’язане з роботами О. О. Богданова Він розглядав усі явища як неперервні процеси організації та дезорганізації, а рівень організації тим вищий, чим сильніше властивості цілого відрізняються від простої суми його частин (пізніше цю властивість назвали емерджентністю). Важливим аспектом є те, що основна увага звертається на закономірності розвитку, розгляд співвідношень між стійкістю і змінністю, врахування власних цілей організації, відкритість системи. Сучасний розвиток системного підходу характеризується тим, що акцент робиться не на використанні складних математичних прийомів, які виявилися неефективними при аналізі комплексних проблем з множиною параметрів, а переважно на розробці нових діалектичних принципів наукового мислення, логічного аналізу систем з урахуванням взаємозв’язків і різнонаправлених тенденцій. При такому підході на перший план висувається логіка системного аналізу, впорядкування процедури прийняття рішень. Отже, в сучасних умовах під системним підходом найчастіше розуміють певну сукупність системних принципів наукового пізнання. У другій половині XX ст. помітно підвищився інтерес до методології системних принципів. Методологічні дослідження впроваджені при вирішенні завдань, пов’язаних з побудовою загальної теорії систем. При цьому вся сукупність методологічних проблем у вивченні складових системних об’єктів була позначена терміном “системний підхід”, який з 20-х років XX ст. утвердився в науці. Вичерпного переліку принципів системного підходу поки що немає, але в літературі можна знайти вказівки на те, що до основних принципів системного дослідження слід віднести:

– підхід до досліджуваного об'єкта-системи як до цілого і випливаючи звідти уявлення про середовище системи та її елементи;

– наявність системоутворюючих зв'язків, які представляють певну структуру системи, що дозволяє бачити ряд рівнів системи та їхню ієрархію;

– можливість реалізації управлінських впливів на систему.

Структура системного підходу. Пізнання на основі системного підходу передбачає:

1 – визначення елементів системи;

2 – визначення зв'язків елементів у системі;

3 – дослідження функціонування елементів у системі;

4 – дослідження функціонування системи в цілому;

5 – дослідження історії системи;

6 – інтеграція знань з метою:

7 – створення теорії функціонування системи та управління нею;

8 – розроблення програми управління системою.

Управління на основі використання системного підходу містить три послідовних етапи:

на першому етапі визначається сфера системного підходу, уточняються масштаби діяльності суб'єкта управління, встановлюються (орієнтовно) адекватні сфері, галузі та масштабам діяльності інформаційні потреби;

на другому етапі здійснюються необхідні дослідження (системний аналіз);

на третьому етапі розробляються альтернативні варіанти розв'язання певних проблем та здійснюється вибір оптимального варіанта по кожному досліджуваному процесу.

Отже, в нашому випадку системний підхід реалізовується у вигляді конкретного (адаптованого до особливостей системи) системного методу (аналізу, інформаційного пошуку подібних підсистем і їхніх процесів), тобто методів дослідження технологій транспортування, дозування та перемішування матеріалів для забезпечення якісної кінцевої продукції.

1.5. Висновки по розділу

1. Визначено та здійснена оцінка загальних властивостей систем.

2. Виконана оцінка властивостей та класифікаційних ознак логістичної системи

3. Приведені основні положення системного підходу до формування досліджуваної логістичної системи

Розділ 2.Теоретичні дослідження робочих процесів підсистем логістичної системи для обробки будівельної суміші

2.1 Фізика процесів дозування, транспортування та перемішування компонентів суміші

Для розгляду фізика процесів дозування, транспортування та перемішування компонентів суміші на рисунку 2.1 наведена схема приготування бетонної суміші у вигляді поєднання операцій подачі заповнювачів(підсистема — конвеєр; підсистема — дозатор; підсистема — змішувач) [2,3].

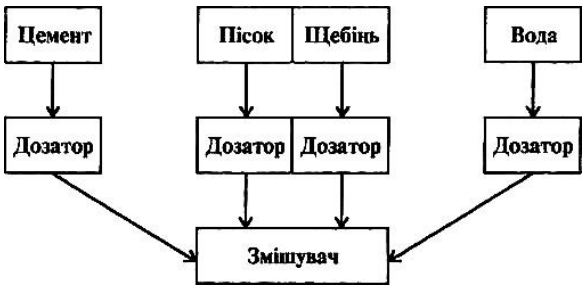


Рис. 2.1. Логістична система приготування бетонної суміші.

Процес дозування полягає у відмірюванні заданої кількості компонентів дозатором.

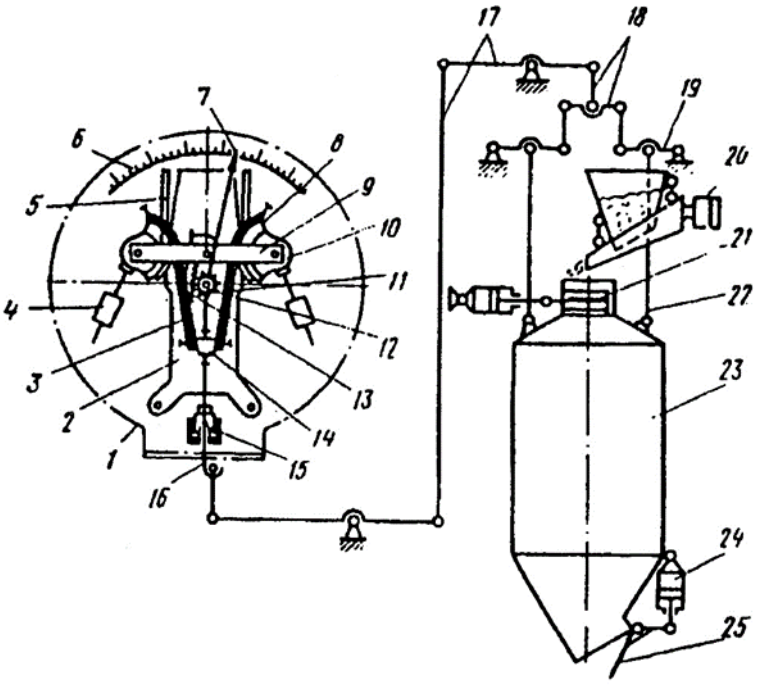


Рис.2.2 Схема процесу дозування матеріалу.

Бункери вагових дозаторів мають різну форму, найбільш поширена — циліндрична, яка в нижній частині чи одночасно в нижній і верхній частинах

переходить у конічну (рис.2.2).Внутрішню поверхню бункера футерують стальними листами. У верхній частині монтують впускну воронку 20, а якщо дозатор двофракційний, то установлюють дві воронки. Кожна воронка має секторний затвор 21 з пневматичним приводом. У нижній частині бункера монтують випускну засувку 25 з пневмоциліндром 24.

Через важилі та тяги 17—19 і 22 (ваговий механізм) бункер з'єднується з ваговимірювальним пристроєм — найбільш відповідальною частиною дозатора. У дозаторах застосовують важільні, пружинні та квадрантні з циферблатним покажчиком ваги пристрої. У дозаторах серії ВДБ застосовують пружинний ваговимірювальний пристрій, що має таку будову. Дві стальні гнучкі стрічки 3, 5 закріплені одним кінцем на секторах-квадрантах 8, 10 різного радіуса. Другий кінець стрічки малого радіуса закріплений на корпусі 1 пристрою, а кінець стрічки великого радіуса з'єднаний з рамкою 2, що через тягу 16 сприймає вагу матеріалу, що зважується. Усе це разом — рухома система, яка під дією ваги може змінювати своє положення відносно нерухомої точки закріплення сталевих стрічок на корпусі пристрою. Щоб реєструвати відхилення квадрантів на містку 9, що їх з'єднує, закріплена рейка 13, яка стаціонарно зчеплена з нерухомою шестірнею 12. Вісь шестірні є одночасно й віссю стрілки 7 На кінцях квадрантів закріплені противаги 4.

Процес дозування здійснюється у такій послідовності. Завантажувальним пристроєм 20 матеріал подається в бункер 23. Сила ваги маси через важільний механізм передається на тягу 16, з'єднану з траверсою 14 через пило запобіжник 15, а потім через сталеві стрічки 3 на квадран-ти 8, примушуючи їх повертатися: лівий за рухом годинникової стріл-ки, правий — проти цього руху. Малі опорні сектори 10 квадрантів без ковзання обкочуються по бокових напрямних рами 2. Противаги 4, відхиляючись від вертикального положення, збільшують момент до рівноваги з моменту зважуваного матеріалу. Одночасно з поворотом квадрантів піднімається з'єднуючий місток 9 і рейка ІЗ, яка, у свою чергу, повертає шестірню 12 разом зі стрілкою 7. Стрілка відхи-ляється на певний кут, показує на шкалі 6 вагу матеріалу, що є в бункері.

Для автоматичного режиму зважування на циферблаті пристрою встановлюють безконтактні електронні датчики. Прапорець стрілки при проходженні через прорізи датчика подає сигнал на пульт управління, який і видає відповідні команди щодо процесу дозування. Від точності дозування значною мірою залежить якість отриманої суміші. При виробництві бетонних сумішей похибка дозування не повинна перевищувати: для в'яжучих і води +2%, для заповнювачів ±3%[9,10]. Якість дозування оцінюють на основі проб, які відбирають з потоку матеріалу на виході із живильника протягом деякого часу Δt . Чим менший Δt, тим точніше можна оцінити якість дозування. Разом з тим при зменшенні Δt значно зростає неточність відсічки матеріалу у часі.

За критерій оцінки якості дозування приймається коефіцієнт варіації, %, розрахований за результатами ваги проб[1]:

$$V_0(\Delta t) = \frac{100}{M_{\text{ср}}} \sqrt{\frac{1}{n-1}\left(M_i - M_{\text{ср}}\right)^2}, \qquad (2.1)$$

де $M_{\text{ср}}$ — середнє арифметичне значення маси всіх проб за умови, що кожну відбирали з потоку протягом часу Δt; M_i — маса і-ї проби, відібраної з потоку протягом часу Δt, n — загальне число проб, відібраних з потоку на виході із живильника (рекомендують брати n = 25...50).

Для забезпечення необхідної точності дозування враховується динаміка подачі матеріалу в бункер[2]:

$$M_{\text{в}} = M_{\text{ф}} + \frac{dM_{\text{ф}}}{dt} k_{\text{в}}, \qquad (2.2)$$

де $M_{\text{в}}$ — визначена доза матеріалу; $M_{\text{ф}}$ — фактична маса матеріалу, що є в бункері дозатора; t — час заповнення бункера матеріалом; $k_{\text{в}}$ — коефіцієнт випередження.

Процес транспортування заповнювачів (щебню, гравію, піску) для приготування бетонних сумішей здебільшого здійснюється конвеєрами.

Конвеєри мають різну конструкцію: стрічкові, скребкові, елеваторні, гвинтові. Найбільше застосування мають стрічкові конвеєри (рис.2.3)

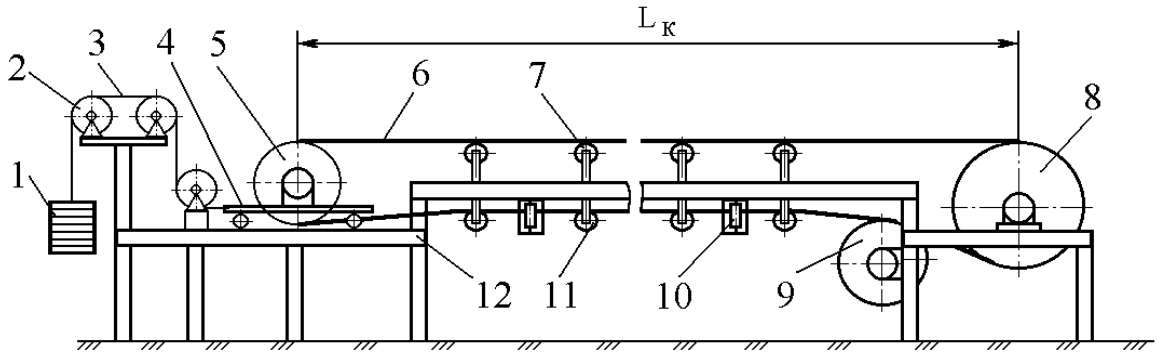


Рис.2.3 Схема стрічкового конвеєра: 1-4,9,10 –натяжний пристрій; 5,8 – барабани;6-стрічка; 7,11 - роликоопори; 12 – опорна рама.

Процес перемішування компонентів суміші в змішувачі при обертанні барабана 1 (рис.2.4) здійснюється лопатями шляхом піднімання компонентів суміші 2 на деяку висоту, а потім під дією гравітаційних сил падає вниз.

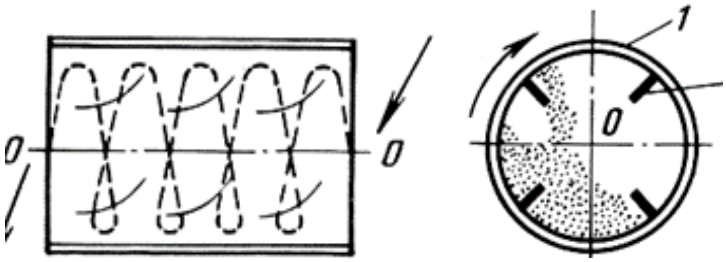


Рис. 2.4. Процес перемішування компонентів суміші в змішувачі.

Цей процес повторюється кілька разів і тому вхідні складові суміші (щебінь, пісок, цемент, вода) перемішуючись, утворюють однорідну суміш. Ступінь участі лопатей і внутрішніх стінок барабана у процесі перемішування визначається не тільки їхніми параметрами, а й властивостями бетонної суміші, що виготовляється. У випадку малорухомих сумішей (осідання конуса 0...3 см) з низьким складом цементу підйом суміші всередині барабана при його обертанні здійснюється завдяки великому коефіцієнту тертя між жорсткою бетонною сумішшю та внутрішньою поверхнею барабана; рух суміші відносно лопатей під час її підйому майже відсутній. Осьові та радіальні потоки вихідних компонентів суміші формуються в основному внутрішньою поверхнею барабана. У випадку рухомих сумішей (осідання

конуса 5...8 см) завдяки змащувальній дії цементного молока коефіцієнт тертя між стінками барабана і перемішуваною масою різко зменшується. Потоки формуються в основному лопатями. У циклічних гравітаційних змішувачах використовують головним чином три типи потоків: змінний, радіальний та перехресний. За змінного потоку донна лопать формує потік рухомої суміші, що напрямлений у передню зону горловинної лопаті. Тут потік змінює свій напрям і рухається до задньої частини донної лопаті і т. д. Отже, при переході з лопаті на лопать потік змінює свій напрям. У разі радіального потоку лопаті встановлюють уздовж осі обертання барабана і вони вже не беруть участі у створенні осьових потоків компонентів, що перемішуються. Найкращим типом потокоутворення є перехресний, за якого донна та горловинна лопаті утворюють під час приготування рухомої суміші перехресні чи стичні потоки. Забезпечується такий рух відповідним розставленням горловинної та донної лопатей, які перекривають передній і задній конуси та циліндричну частину барабана.

2.2 Визначення компонованих рішень логістичної системи для приготування бетонної суміші

Машини й обладнання, що входять в логістичну систему для приготування бетонної суміші, компонуються в спеціальні установки, які класифікують за такими основними ознаками: за принципом дії установки — циклічної (порційної) та безперервної дії; за призначенням — для приготування бетонної суміші або приготування різних розчинів; за річною продуктивністю — малої (до 50000 м^3 суміші), середньої (до 100000 м^3) і великої (250000 м^3) потужності; за компоновкою основного обладнання — з вертикальною (одноступеневою) та горизонтальною (партерною) схемою. Ця класифікація здебільшого відноситься до великих установок, тобто до бетонних заводів. Технологічний процес виробництва бетонних сумішей на сучасному рівні – ланцюг взаємозв’язаних механізованих і, в більшості випадків, автоматизованих операцій: складська переробка матеріалів, що складає вантажно-розвантажувальні та штабелювальні роботи; транспортування

компонентів у витратні бункери змішувального вузла; дозування компонентів; приготування (перемішування) суміші; вивантаження готової суміші. При роздільній технології виробництва перемішування від дозованих компонентів виконується на шляху транспортування або в змішувальних установках, розміщених у місцях укладання бетону. Завод у цьому випадку складається із централізованого складського господарства з дозувальною установкою. В зимовий час технологічний процес поєднує також операції підігріву інертних матеріалів. Виробництво бетонних сумішей залежно від умов їх готування й споживання організує на заводах (рис.2.5) товарного бетону у змішувальних цехах (відділеннях) заводів залізобетонних виробів на інвентарних бетонозмішувальних установках.

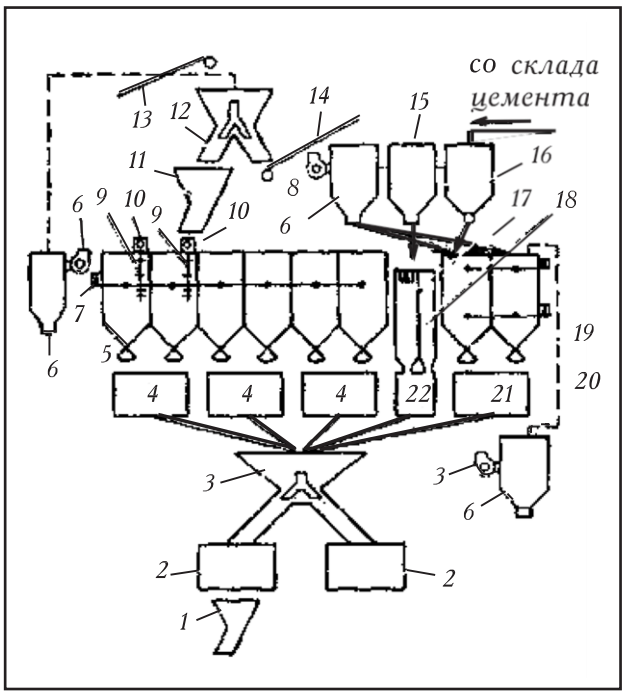


Рис.2.5. Технологічна схема односекційного бетонного заводу:
1 – видача готової суміші; 2 – бетонозмішувачі; 3 – збірна воронка; 4, 21, 22 – дозатори заповнюваів, цементу, рідини; 5, 17, 18, 19 – видаткові бункери відповідно заповнювачів, води, добавок, цементу; 6 – фільтри; 7 – покажчик рівня; 8 – вентилятори; 9,10 – вібратори; 11 – поворотна воро ка;
12 – поділювач; 13, 14 – стрічкові конвеєри; 15 – циклон; 16 – уловлювач цементу; 20 – аспіраційна система.

При вертикальній схемі компоненти бетонної суміші піднімаються наверх один раз і потім у процесі приготування суміші опускаються під дією своєї ваги. При партерній схемі компоненти можуть підніматися два—три рази; за схемою керування (установки, як і бетонні заводи) — з місцевим, дистанційним, автоматизованим керуванням і заводи-автомати. Вибір установки залежить від конкретних умов її застосування, що в основному визначається видом змішувальної машини, об'ємами та швидкістю будівельних робіт.

На бетонних заводах здійснюються наступні технологічні процеси:

- приймання сировинних матеріалів – розвантаження й транспортування заповнювачів, включаючи підігрів або розпушування (у зимовий час) вяжучих матеріалів, добавок на склади та зі складів у видаткові бункери і ємності;
- дозування, змішання й вивантаження готової суміші;
- подача холодної й гарячої води, енергії, стисненого повітря, пари; аспірація, вентиляція та гідрообезпилювання;
- готування й транспортування добавок для поліпшення якості бетонної суміші й будівельного розчину.

На рис.2.6 показано технологічну схему односекційного бетонного заводу.

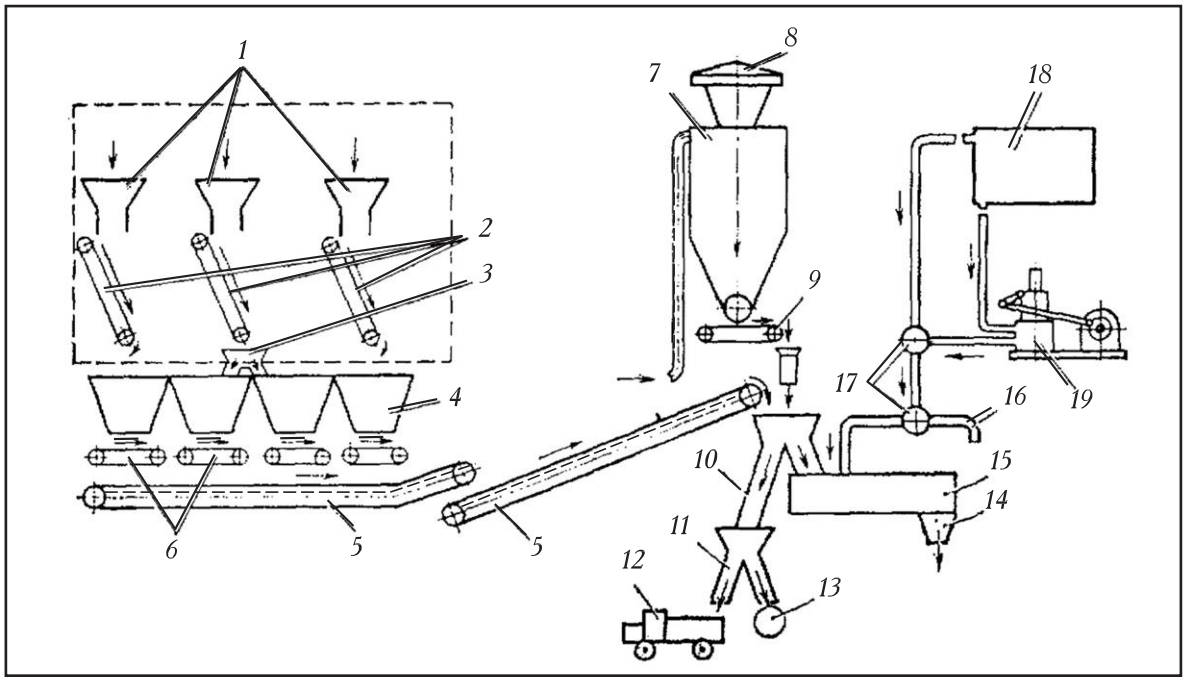


Рис.2.6. Технологічна схема інвентарної бетонозмішувальної установки безперервної дії:1 – живильники; 2 – конвеєри; 3 – розподільна воронка; 4 – витратні бункера; 5 – конвеєри; 6 – дозатори заповнювачів; 7 – витратний бункер цементу; 8 – фільтр; 9 – дозатор цементу; 10, 11 – верхня й нижня воронки; 12 – автобетоновоз; 13 – поірочний дозатор; 14 – накопичувач; 15 – бетонозмішувач; 16 – водопровід;17 – триходовий кран; 18 – бак; 19 – насос-дозатор.

Заводи й установки повинні забезпечувати безперебійне виробництво бетонної суміші з незмінними якісними показниками як по составу та консистенції, так і по класу бетону. Для бетонних заводів і установок однією з основних вимог є можливість швидкого переходу з одного состава суміші на іншій без складного переналагодження устаткування. Контроль і керування технологічними процесами готування суміші випливає по можливості здійснювати з одного пункту.

Заводи й установки по виробництві бетону класифікують за наступними основними ознаками: призначенням; принципом роботи; потужністю; технологічному компонуванню обладнання; ступенем механізації й автоматизації керування; способом перебазування.

За призначенням розрізняють змішувальні установки для забезпечення заводів залізобетонних виробів бетонами різних марок і складів, постачання товарним бетоном близько розташованих будівельних об'єктів цивільного будівництва, дорожнього й аеродромного будівництва, а також для приготування сухої бетонної суміші (ці установки працюють у комплексі з автобетонозмішувачами). За продуктивністю установки бувають малої, середньої й великої потужності. Вони виготовлять відповідно до 50000, 100000 і 250000 м3 готового бетону в рік. Розчинозмішувальні агрегати випускаються продуктивністю до 20000 м3 у рік.Залежно від призначення, потужності й особливостей об'єктів споживачів існують постійно діючі стаціонарні та при об'єктні бетонні заводи, збірно-розбірні заводи, що швидко перебазовуються, і пересувні змішувальні установки.Постійно діючі стаціонарні заводи випускають товарний бетон для різних споживачів або для заводу залізобетонних збірних виробів. При об'єктні заводи споруджують для будівництва конкретних об'єктів з урахуванням їх експлуатації протягом кількох років. Для кращого використання такі заводи повинні мати можливість швидкого пере-базування на інші об'єкти без великих витрат на монтаж-демонтаж обладнання і стаціонарних споруд. Пересувні бетонні і розчинні змішувальні установки мають вигляд агрегатів, змонтованих на причепах, або складаються із блоків, які доставляють транспортними засобами. Вони призначені для обслуговування розосереджених об'єктів.

До складу заводу або установки входять: склади заповнювачів та цементу, що мають машини для штабелювання і підйомно-транспортне обладнання для подачі їх в змішувальне відділення; змішувальне відділення з дозувальним обладнанням, витратними бункерами, змішувальними машинами і пристроями для приймання готової суміші та видачі її споживачу. Бетонозмішувальні і розчино змішувальні цехи та установки класифікують за такими ознаками: за режимом роботи – періодичної та безперервної дії; за схемою компоновки – висотні та ступінчасті. При висотній схемі здійснюється однократне піднімання компонентів на певну висоту, після чого вони протягом всього технологічного циклу рухаються тільки під дією сил ваги.

При двоступеневій схемі компоновки бетонну суміш послідовно піднімають спочатку у витратні бункери, потім, після дозування, в змішувальну машину. Висотні схеми більш компактні і краще пристосовані для автоматизації процесу виробництва бетону.

На рис.2.7 зображений бетонозмішувальний вузол з чотирма гравітаційними бетонозмішувачами, скомпонованими за висотною схемою. Об'єм готового замісу кожного бетонозмішувача – 160 л.

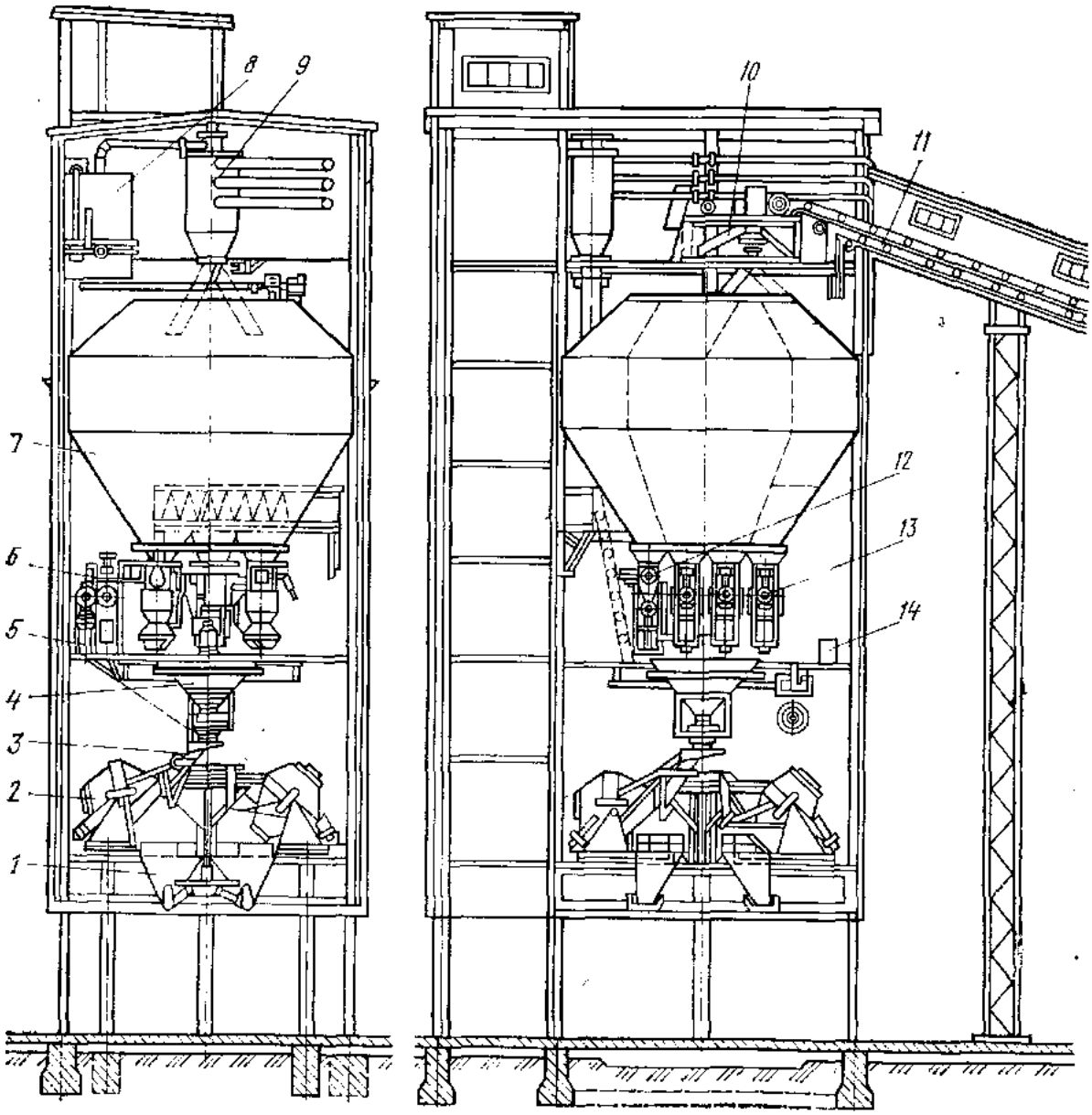


Рис.2.7. Схема бетонозмішувального вузла з чотирма гравітаційними змішувачами.

Заповнювачі подаються зі складів стрічковим транспортером *11* через поворотну воронку *10* у відсіки витратних бункерів. Цемент подається пневмотранспортером у циклон *8*, з якого по аерожолобу направляється в бункер *7*.Завершальне очищення повітря відбувається в рукавному фільтрі *9*. Із витратних бункерів цемент через дозатор *12*, а заповнювачі через дозатор *13* надходять у збірний бункер *4*з поворотною воронкою *3*, з якого зсипаються в бетонозмішувачі *2*. Вода через дозатор *6*і рідкі добавки через дозатор *5* по трубопроводу поступають безпосередньо в поворотну воронку. Готова суміш із бетонозмішувачів розвантажується в роздавальні бункери *1*. Керування роботою обладнання здійснюється з пульту *14*, розміщеного в дозувальному відділенні. На рис.2.8 показана технологічна схема приготування будівельного розчину на автоматизованому вузлі, в якому застосовані турбулентні змішувачі. Цемент із силосів *1* шнеком*2*, елеватором *31* і шнеком *30* подається в бункер *29*. Із бункера цемент живильником *14*подається в дозатор *15*, з якого поступає в змішувач *9*.

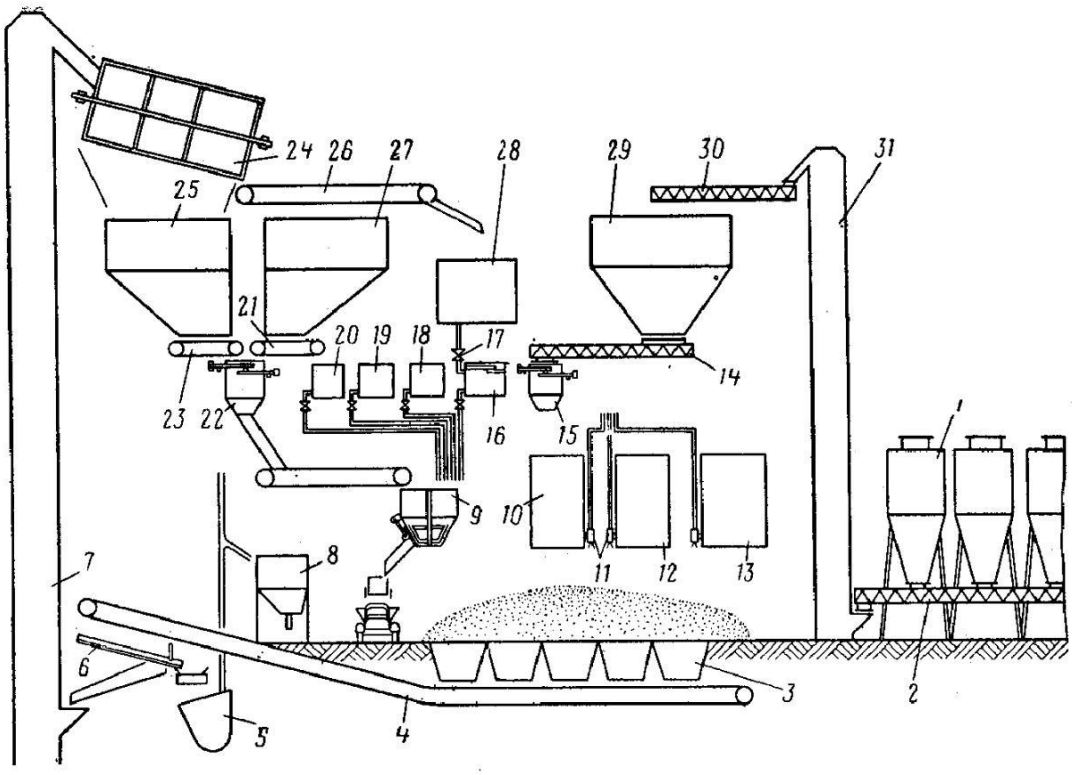


Рис.2.8. Технологічна схема бетонорозчинозмішувального вузлу.

Заповнювачі зі складів 3 подаються транспортером 4 на грохот 6. Просіяний пісок елеватором 7подається в барабанний грохот 24 і далі в бункер 25. Щебінь зі складу транспортується цією самою ланкою машин та транспортером 26у бункер 27. Із бункерів пісок та щебінь живильниками 21та 23подаються в дозатор 22 і далі в змішувач. Вода в змішувач подається із ємкості 28 через клапан 17 і дозатор 16. Завод виготовлений у блочному виконанні, що дозволяє виконувати швидкий монтаж та перебазування обладнання. Змішувальне відділення складається з п'ятнадцяти об'ємних секцій, в яких змонтовано все обладнання. Маса кожного елемента не перевищує 10 т, що дозволяє виконувати їх перевезення автомобільним та залізничним транспортом. Схему розміщення обладнання в змішувальному відділенні показано на рис.2.9.

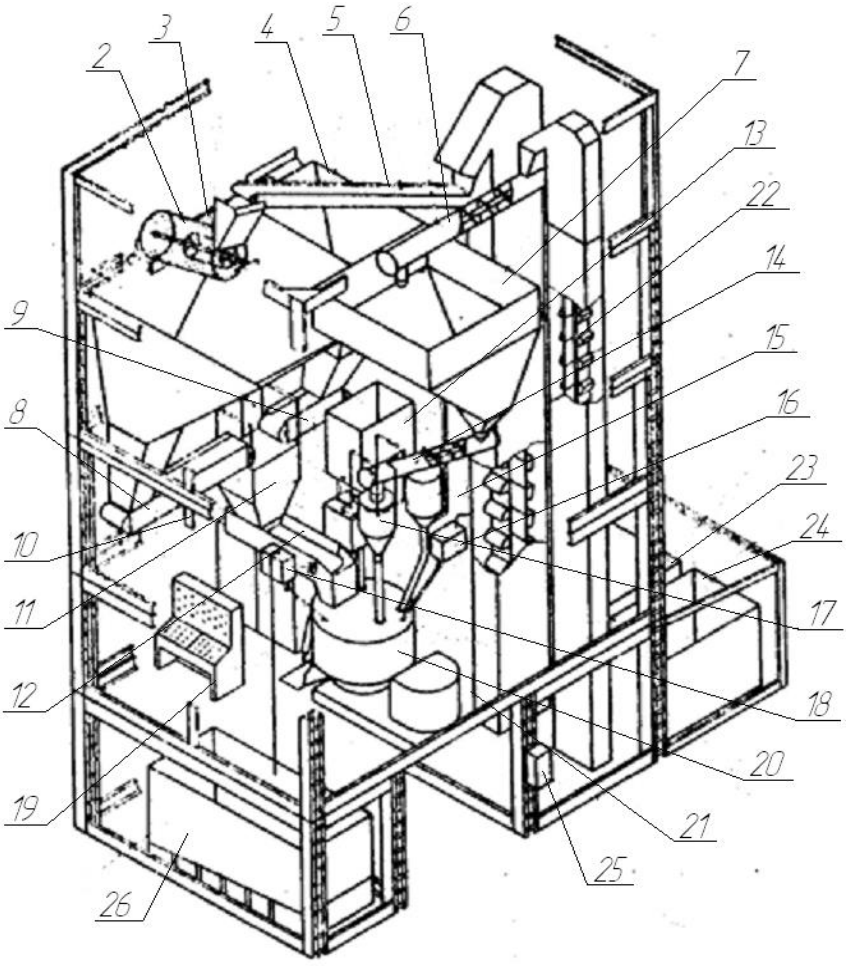


Рис.2.9. Схема розміщення обладнання в бетонорозчинозмішувальному вузлі:
1 – бункер для піску; *2* – піскосіялка; *3, 5* – транспортери; *4* – бункер для щебню; *6*

– шнек для подачі цементу;*7* – бункер для цементу; *8* – живильник для піску;*9* – живильник для щебню; *10* – щит з приладами; *11* – дозатор заповнювачів; *12* – дозатор води; *13* – ємкість для води; *14* – шнек подачі цементу; *15* – дозатор добавок; *16* – дозатор; *17* – дозатор цементу: *18* – дозатор нітрату натрію; *19* – пульт керування; *20* – змішувач; *21, 22* – елеватори; *23* – ємкість для вапна; *24* – ємкість для лугу; *25* – пульт приймання перфокарт; *26* – бак для добавок

Розчинний завод повністю автоматизований. При цьому без суттєвого переналагодження обладнання можна випускати суміші дванадцяти марок. Продуктивність заводу по розчину – 50 м^3/год., по бетону – 35 м^3/год.

На рис.2.10 показано схему двоступеневого бетонного заводу безперервної дії (тип СБ-75), продуктивністю 30 м^3/год., призначеного для приготування бетонів на відкритих майданчиках при будівництві шляхів, аеродромів тощо.

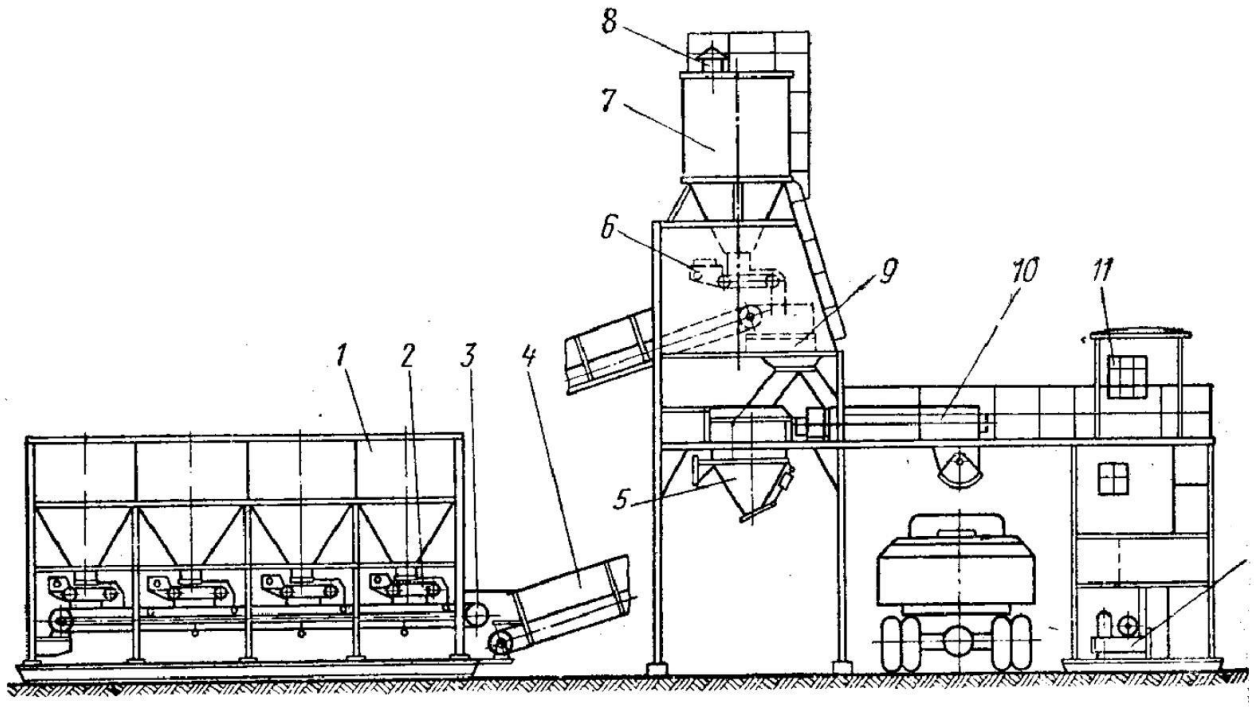


Рис.2.10. Схема бетонного заводу безперервної дії.

Завод складається з трьох основних блоків: дозувального для заповнювачів, змішувального відділення з бункером для цементу і блоку керування. Заповнювачі із бункерів *1* через дозатори безперервної дії *2* по транспортеру *3* подаються на похилий транспортер *4* і в збірну воронку *9*. Цемент із

автоцементовозів направляється в бункер *7*, обладнаний фільтром *8*, і далі дозатором *6* у збірну воронку. Завод може виробляти готову суміш змішувачем безперервної дії *10*, куди також подається вода насосом-дозатором*12* із бака, розміщеного під блоком керування *11*, або відвантажувати в автобетонозмішувачі окремо від дозовані сухі компоненти і воду. Установка має тарувальний дозатор циклічної дії (АВДУ-1200 Ф) *5*, змонтований на відкочувальній рамі. В установці дозатор цементу розміщений над змішувачем, що виключає втрати цементу. Крім того, усуненим рішенням є виключення впливу вібрації та шуму на обслуговуючий персонал, оскільки керування винесено в окремий блок.

2.3 Визначення параметрів підсистем логістичної системи для їх дослідження

Виконані дослідження, що наведені вище, дозволили запропонувати схему підсистеми (рис.2.11) загальної логістичної системи для обробки будівельної суміші на прикладі приготування бетонної суміші.

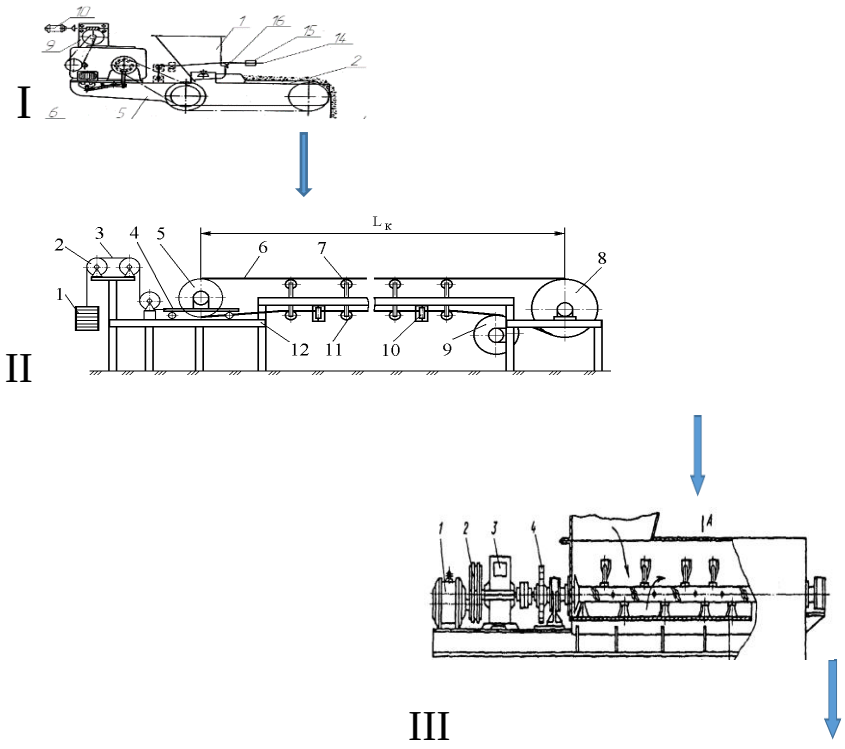


Рис.2.11 Підсистеми: I- дозатор; II-конвеєр; III-змішувач.

Основним параметром узгодження роботи підсистем є продуктивність. В досліджуваній системі (рис.2.11) машини можуть мати не тільки різну продуктивність, а й різний темп її зміни в процесі експлуатації.

На рис. 2.12,а представлений варіант роботи підсистеми, коли продуктивність дозатора($П_{01}$), конвеєра($П_{02}$) та змішувача($П_{03}$) є різною, але темп зміни продуктивності ($\frac{dП}{dt}$) в процесі експлуатації у розглянутих машин однаковий, а на рис. 2.12,б - аналогічний випадок, але темп зміни продуктивності у різних машин різний.

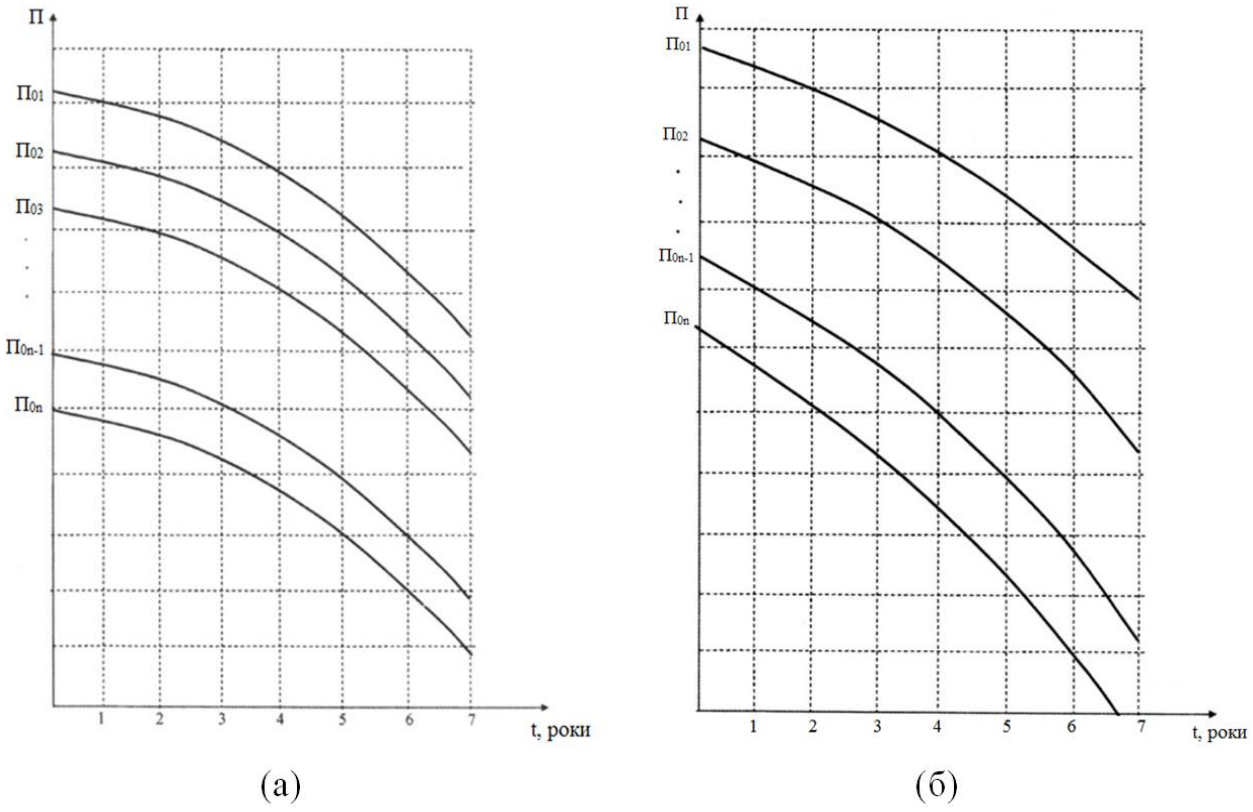


Рис. 2.12 Зміна продуктивності підсистеми в процесі їх роботи:

а – різні значення продуктивності за умов однакового зниження темпу старіння машин; б – різні значення продуктивності за умов різного зниження темпу старіння машин.

При цьому (рис.2.12,б) розглянуто випадок, коли темп зниження продуктивності у машини з більшою початковою продуктивністю менше, тобто:

$$\frac{dП_{01}}{dt} < \frac{dП_{02}}{dt} < \ldots < \frac{dП_{0n}}{dt}. \qquad (2.1)$$

Але можлива й інша ситуація, при якій:

$$\frac{d\Pi_{01}}{dt} > \frac{d\Pi_{02}}{dt} > \ldots > \frac{d\Pi_{0n}}{dt}. \quad (2.2)$$

Виходячи із аналізу наведених рисунків та зміни похідних продуктивності від часу (2.1) та (2.2), виникає задача погодження зміни продуктивності дозатора за наступної умови (2.3), за якої в одиницю часу в надходила постійна кількість матеріалу, кг/с:

$$\Pi = vS\rho \to const, \quad (2.3)$$

де v — швидкість подачі матеріалу, м/с; S — площа перерізу потоку рухомого матеріалу в дозаторі та конвеєрі, м^2; ρ — щільність матеріалу, кг/м^3.

Отже, за постійної щільності матеріалу, що дозується, продуктивність дозатора визначається двома параметрами: площею перерізу матеріалу S та швидкістю його руху v. Для врахування можливих похибок при подачі суцільного потоку матеріалу з бункера на стрічковий живильник у конструкцію дозатора входить ваговимірювальний пристрій, а для регулювання кількості матеріалу, що виходить з дозатора, — система автоматичного регулювання. В одноступеневих дозаторах регулюється один параметр, v або S, а в двоступеневих — одночасно S і v.

Продуктивність стрічкового конвеєру, м^3/с:

$$\Pi = Bhv\mu, \quad (2.4)$$

де В — ширина стрічки (В = 1...2 м); h — середня товщина шару матеріалу, м; v — швидкість стрічки, м/с; μ = 0,7...0,8 — коефіцієнт заповнення.

Продуктивність визначають як добуток поперечного перерізу матеріалу $S_м$, що перемішується, на швидкість переміщення $v_м$ матеріалу вздовж корпусу (корита чи лотка) до розвантажувального отвору, м^3/год:

$$\Pi = 3600 S_м v_м \quad (2.5)$$

або

$$\Pi = 3600\pi(R^2 - r^2)b'_л k_{зв} k_з n, \quad (2.6)$$

де R, r — відповідно зовнішній і внутрішній радіуси, м; $b'_{л}$ — проекція ширини лопаті на напрям обертання, м: $k_{зв}$ — коефіцієнт звороту суміші, який залежить від числа лопатей із зворотним кутом їх уста-новки; $k_З$ — коефіцієнт заповнення змішувача ($k_З \approx 0{,}55...0{,}60$); n — частота обертання лопатей, $с^{-1}$.

Отже, задачею подальших досліджень параметрів підсистем логістичної системи для їх кореляції в частині ефективної роботи є визначення параметрів (2.4) та (2.6) для реалізації залежності (2.3) та розробки конструктивної схеми управління робочим процесом обробки будівельної суміші, якою в даному досліджені прийнята бетонна суміш.

2.4 Висновки по розділу

1. Розкрита фізика процесів дозування, транспортування та перемішування компонентів суміші.
2. Здійснено аналіз існуючих компонованих рішень логістичних систем та обґрунтована підсистема «дозатор - конвеєр – змішувач» для подальшого дослідження.
3. Досліджено та визначено загальний параметр підсистем логістичної системи для розробки конструктивної схеми управління робочим процесом обробки будівельної суміші.

Розділ 3 Дослідження та розрахунки технологічних та конструктивних параметрів і режимів підсистем

3.1. Дослідження та визначення параметрів дозатору

За принципом роботи і видом регулювання дозатори поділяються на прямої та інтегральної дії. На рис. 3.1 показано простий дозатор маятникового типу для заповнювачів бетону з механічною системою регулювання товщини потоку матеріалу

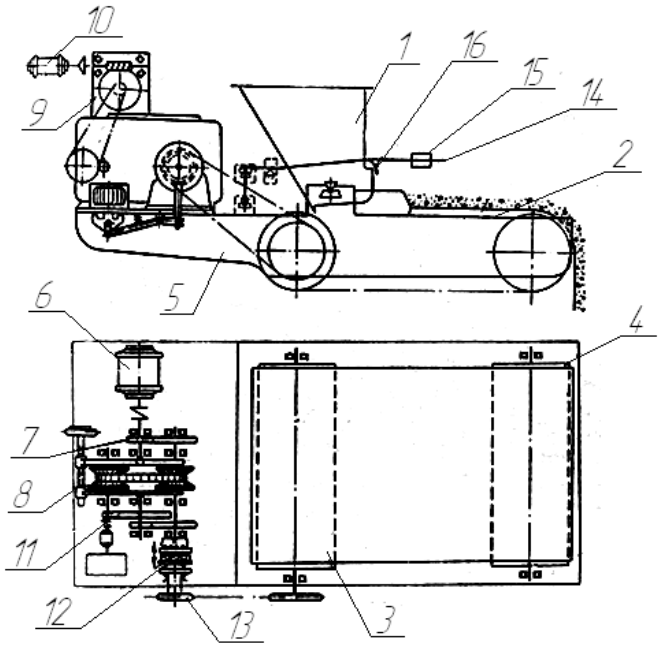


Рис. 3.1. Дозатор маятникового типу для заповнювачів.

Дозований матеріал *7* із бункера *2*надходить на ваговий стрічковий живильник *6*, підвішений до бункера *2*на двох опорних призмах. Вісь кочення живильника з ваговою системою проходить через осьову лінію бункера, що виключає вплив навантаження матеріалу в бункері на точність дозування. Маса дозатора врівноважується гирею *4* на важелі *5*. Продуктивність дозатора задається швидкістю стрічки живильника, яка може змінюватися в діапазоні 1:5 варіатором *13*. При постійній швидкості стрічки для заданої продуктивності регулювання зводиться до підтримання постійної маси матеріалу на стрічці, що забезпечується важільною системою *1* із заслінкою *3*, яка змінює товщину шару матеріалу на стрічці доти, доки маса матеріалу не буде дорівнювати заданій. Швидкість стрічки транспортера доводиться до заданої через систему

автоматичних пристроїв виконавчим механізмом *8*з електродвигуном *9*зміною передаточного числа варіатора. Привід стрічки живильника, що огинає барабани *17* та *18*, виконується двигуном *16* через муфту *15*, зубчасті колеса 14, варіатор 33, редуктор 12, кулачкову муфту 11 та ланцюгову передачу 10.

Технічна характеристика дозаторів безперервної дії подана в табл. 3.2.

Таблиця 3.2Технічна характеристика дозаторів безперервної дії

Продуктивність, т/год	7,5–39	5–50	200
Похибка дозування, %	± 2	± 2	± 2
Максимальна крупність дозованого матеріалу, мм	40	70	130
Ширина стрічки дозатора, мм	650	650	1200
Потужність привода дозатора, кВт	0,6	0,6	2,0
Маса, кг	353	450	1150

3.2 Дослідження та визначення параметрів і режимів роботи конвеєру

Стрічковий конвеєр, прийнятий в роботі для дослідження, приведено на рисунку 3.2.

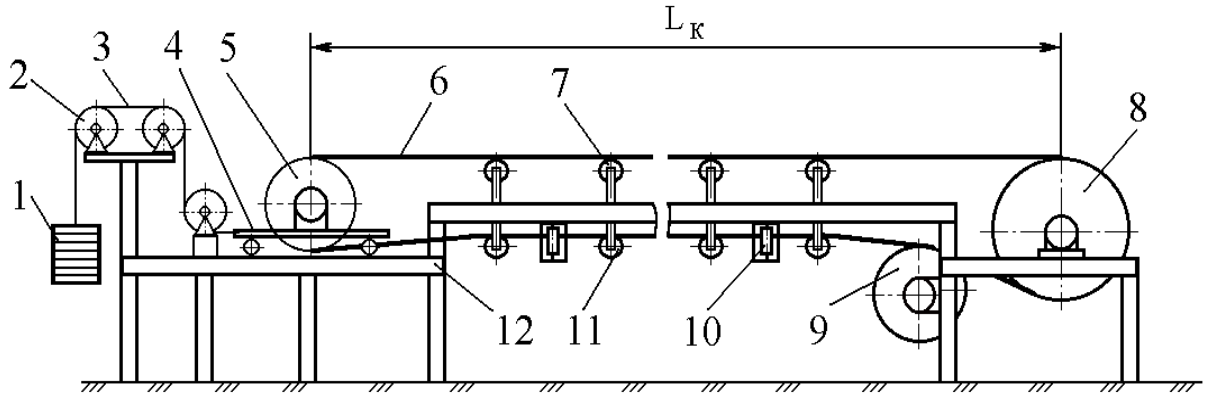


Рис. 3.2. Стрічковий конвеєр: 1 вантаж; 2- відхиляючи блоки; 3- канат; 4- візок;5- натяжний барабан; 6- стрічка; 7-верхні роликоопори; 8- привідний барабан; 9- відхиляючий барабан; 10,11- нижні роликоопори; 12 – рама.

Продуктивність стрічкового конвеєра визначається кількістю матеріалу(щебню, гравію, піску), що переміщується по стрічці. Продуктивність стрічкового конвеєра, П в залежності від виду логістичної системи, може бути масовою, об'ємною та штучною. Розрізняють технічну й експлуатаційну продуктивності. Технічна $П_т$ і експлуатаційна $П_е$ продуктивності зв'язані між собою коефіцієнтом експлуатації $К_е$:

$$К_е = П_е / П_т = V_е / V_т = N_е / N_т,$$

Де $П_е$,$V_е$ $N_е$ – експлуатаційні (масова, об'ємна й штучна) продуктивності.

Коефіцієнт експлуатації являє собою добуток коефіцієнтів нерівномірності завантаження, використання за часом і коефіцієнта готовності

$К_е = К_н К_в К_г$,

де $К_н$= 1 при безперервній роботі;

$К_в$ < 1 при неповній роботі й простоях;

$К_г$ = 1…1,5 коефіцієнт нерівномірності подачі вантажу, що залежить від способу й характеру завантаження конвеєра (менше значення приймають при безперервному завантаженні, більше – при періодичному завантаженні конвеєра);

$К_в$ = 0,8…0,95 коефіцієнт машинного часу, що враховує всі перерви й простої машини протягом року (ремонт, технічне обслуговування, простій і ін.);

$К_г$ до 1 – коефіцієнт готовності. За умовою роботи досліджуваної підсистеми прийняті наступні розрахункові параметри стрічкових конвеєрів, методика їх знаходження наступна.

Площа поперечного перерізу матеріалу F на стрічці:

$$F = 0{,}25B^2\left| C \cdot K^2 \cdot tg\rho_З + \left(K^2 - K_1^2\right)tg\alpha \right|, \qquad (3.1)$$

де В – ширина стрічки, м; С – коефіцієнт, що враховує зменшення площі поперечного перерізу від осипання матеріалу назад при транспортуванні його похилим конвеєром вгору; С = 1 при куті нахилу до β= 10°; С = 0,95 при куті

нахилуβ= 11...15°; С = 0,9 при куті нахилуβ= 16...20°; С = 0,85 при куті нахилуβ= 20...25°.

Співвідношення ширини матеріалуB_0 на стрічці до ширини самої стрічки В, К :

$$K = \frac{B_0}{B},$$

K_1 – Співвідношення довжини горизонтального підтримуючого ролика B_1 до ширини стрічки, В:

$$K_1 = \frac{B_1}{B},$$

ρ – кут,° який дорівнює половині кута природного укосу матеріалу при динамічному впливові (табл.3.2)

Таблиця 3.2 – Вихідні дані до розрахунку конвеєру

Матеріал, що переміщується	Пісок			Щебінь		
Об'ємна маса матеріалу, т/м^3	1,80	1,75	1,70	1,60	1,55	1,50
Кут укосу матеріалу при динамічному впливові, ρ,°	20	19	18	20	19	18
Швидкість стрічки, v, м/с	1,25	1,5	0,1	0,25	0,71	1,0

α– кут нахилу похилого підтримуючого ролика до горизонту,°.

Продуктивність стрічкового конвеєра, т/год, при транспортуванні сипучого матеріалу безперервним потоком

$$П = 3{,}6 \cdot F \cdot v \cdot \gamma, \qquad (3.2)$$

де v – швидкість стрічки, м/с; γ– об’ємна маса матеріалу, що транспортується, кг/м^3.

Висота підйому матеріалу Н, м, та довжину горизонтальної проекції $L_г$, м, при різних кутах нахилу конвеєра визначаються за формулами:

$$H = L_к \cdot \sin\beta; \quad (3.3)$$

$$L_г = L_к \cdot \cos\beta, \quad (3.4)$$

де Lк – відстань між осями привідного і натяжного барабанів, м.

Потужність, кВт, на привідному барабані стрічкового конвеєра при різних значеннях кута нахилу конвеєра визначається за формулою:

$$N = (0{,}0027 \cdot П \cdot H + 0{,}00008 \cdot П \cdot L_г + 0{,}016 L_г B \cdot v) k_1 k_2 + kП, \quad (3.5)$$

де k_1 – коефіцієнт, що враховує вплив довжини конвеєра; k_1 = 1 при L > 50 м; k_1 = 1,05 при L = 30 ... 50 м; k_1 = 1,15 при L = 15 ... 30 м; k_1 = 1,25 при L < 15 м; k_2 – коефіцієнт, що враховує витрати енергії на подолання сил опору, що виникають при проходженні стрічки через скидаючий візок; k_2 = 1,25 при наявності скидаючого візка; k_2 = 1 при його відсутності; k – коефіцієнт, що враховує витрати енергії на роботу скидаючого пристрою; k = 0 при розвантаженні через барабан; k = 0,008 при плужковому скидачі; k = 0,005 при розвантажувальному візку.

Необхідна потужність привідного двигуна, кВт, при тих же кутах нахилу конвеєра.

$$N_д = \frac{N}{\eta}, \quad (3.6)$$

де η– ККД механізму; для передачі з циліндричними зубчастими колесами η= 0,85; для черв’ячної передачі η= 0,7. Використовуючи числові дані таблиці 3.2. були здійснені розрахунки продуктивності та потужності для різних кутів

нахилу стрічкового конвеєру. Результати розрахунків приведені в таблиці 3.3. Як слідує із таблиці продуктивність при незначних змін кута нахилу ($0\text{-}5^0$) змінюється в невеликих межах, а потужність із зміною кута нахилу змінюється більш значно.

Таблиця 3.3 Числові значення продуктивності та потужності конвеєра від кута нахилу.

1	Кут нахилу, град	0	5	10	15	20	25
2	Продуктивність, т/год	535	535	530	525	510	450
2	Потужність, кВт	2.0	3.5	6.0	10.0	14.0	18.0

3.3 Дослідження та визначення параметрів змішувача безперервної дії

У відповідності до логістичної підсистеми (рис.2.11) вибираємо змішувач безперервної дії (рис.3.3).

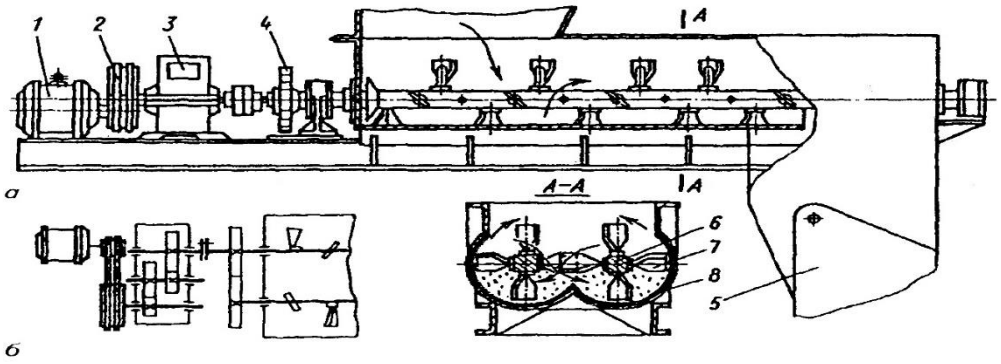


Рис.3.3 Двовальний змішувач безперервної дії:
а — загальний вигляд; б — схема привода валів.

Найбільш поширений такий змішувач (рис. 3.3) являє собою корпус 8 у вигляді лотка, в якому обертаються у різні боки лопатеві вали 6 із закріпленими на них лопатями 7. Лопаті встановлені під кутом 40...45° до осі вала (що дає змогу суміші перемішуватися в коловому й осьовому напрямках) і рухаються до розвантажувальної заслінки 5. Кількість лопатей коливається у межах 30—60 шт., що визначається розмірами змішувача та його продуктивністю. Вали приводяться в обертальний рух двигуном I через пасову передачу 2, редуктор 3 та зубчаті колеса 4.

Розрахунковими параметрами змішувача є: продуктивність змішувача П, частота обертання валів ω, потужність двигуна Р та геометричні розміри корпусу — довжина L, ширина В, висота Н, характеристики лопатей — ширина $b_м$, висота $h_м$ і відстань між суміжними парами (крок).

Продуктивність визначаємо, як добуток поперечного перерізу матеріалу $S_м$, що перемішується, на швидкість переміщення $v_м$ матеріалу вздовж корпусу (корита чи лотка) до розвантажувального отвору, м^3/год:

$$П = 3600 S_м v_м$$

або

$$П = 3600\pi(R^2 - r^2) b'_л k_{зв} k_з n, \qquad (3.7)$$

де R, r — відповідно зовнішній і внутрішній радіуси, м; $b'_л$ — проекція ширини лопаті на напрям обертання, м: $k_{зв}$ — коефіцієнт звороту суміші, який залежить від числа лопатей із зворотним кутом їх установки; $k_З$ — коефіцієнт заповнення змішувача ($k_З \approx 0{,}55...0{,}60$); n — частота обертання лопатей, с$^{-1}$.

Кутову швидкість обертання змішувального валу знаходимо із умови (рис. 3.4), за яких суміш утримується на лопаті,

$$F_i \le F_т + G\sin\alpha, \qquad (3.8)$$

де α — кут між лопаттю та горизонтальною площиною в момент виходу лопаті за поверхню розділу, град.

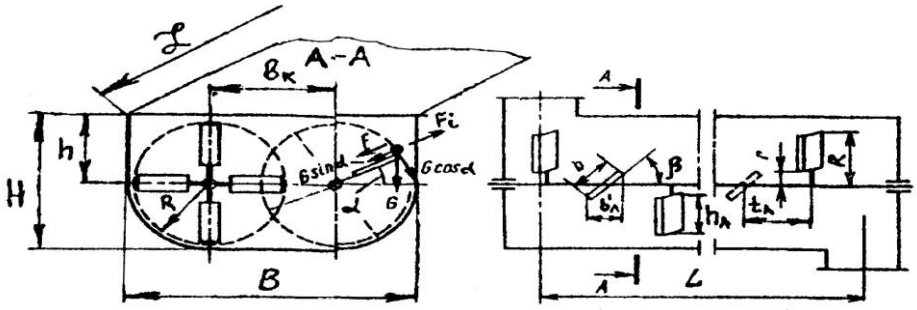


Рис. 3.4. Схеми до розрахунку основних конструктивних параметрів змішувачів безперервної дії.

Виразивши в цій умові відцентрову силу $F_i = \frac{G}{g}\omega^2 R$ та силу тертя $F_т = Gf\cos\alpha$ через силу ваги частинки G, кутову швидкість ω і радіус R, матимемо

$$\frac{G\omega^2 R}{g} \leq Gf\ cos\ \alpha + G\ sin\ \alpha,$$

де f — коефіцієнт тертя частинки по лопаті.

Звідси критична кутова швидкість валу, $с^{-1}$:

$$\omega_{кр} \leq \sqrt{\frac{(f\ cos\ \alpha + sin\ \alpha)g}{R}}.$$

З урахуванням раціональних значень кута $\alpha \approx 40\ldots54°$ та коефіцієнту тертя $f \approx 0{,}3\ldots0{,}6$ частота обертання змішувальних валів, $с^{-1}$.

$$n = \frac{0{,}4\ldots0{,}5}{\sqrt{R}}. \quad (3.9)$$

Числові значення частоти для продуктивності П = 60 м’/год лежать у межах n = (1,08...0,8) $с^{-1}$.

Потужність двигуна, кВт:

$$P = \omega kb(r_H^2 - r_b^2)n\,\varphi/(2000\eta), \quad (3.10)$$

де ω –кутова швидкість вал, рад/с; n – число лопатей; η –ККД привода.

Виходячи із вихідної продуктивності логістичної системи (3.8) за наведеними формулами (3.9) і(3.10) розраховуємо основні параметри (таблиця 3.4)

Таблиця 3.4 Технічна характеристика основних параметрів бетонозмішувача

Матеріал що переміщується	Пісок			Щебінь		
Об’ємна маса матеріалу, т/м^3	1,80	1,75	1,70	1,60	1,55	1,50
Кут ухилу матеріалу при динамічному впливі, ρ ^{0}	20	19	18	20	19	18
Швидкість стрічки, v, м/с	1,25	1,5	0,1	0,25	0,71	1,0
Продуктивність, м^3/год	60					
Частота обертання лопатевих валів, об/с	0,8					
Число пар лопатей на кожному валі	16					

Потужність електродвигуна, кВт	30

3.4 Висновки по розділу

1. Виконано аналіз та вибір параметрів дозатору.

2 Здійснено дослідження та визначення параметрів і режимів роботи конвеєру.

3. Досліджено та визначено параметри змішувача безперервної дії.

Розділ 4. Конструкторська частина

4.1 Розробка системи управління роботою логістичною системою

Оскільки в роботі логістична система дозування та переміщення матеріалу в конструктивному відношенні застосована на використанні стрічкового ланцюга переміщення (рис.2.11), аналіз та синтез рішення здійснюється на схемі стрічкового конвеєру. При цьому параметром, що підлягає регулюванню приймається швидкість руху матеріалу, який є ключовим при визначенні продуктивності та потужності приводу, як у дозаторі так і у стрічковому конвеєру. Традиційна система електроприводу стрічкового конвеєра містить наступні елементи: приводний барабан на керамічній або металевій підкладці, двигун, редуктор, муфти, гальмівну систему, пристрій пуску, силовий перетворювач (регулятор напруги, випрямляч, перетворювач частоти і т.д.) та керуючий пристрій. Структурна схема електроприводу стрічкового конвеєру приведена на рисунку 4.1.

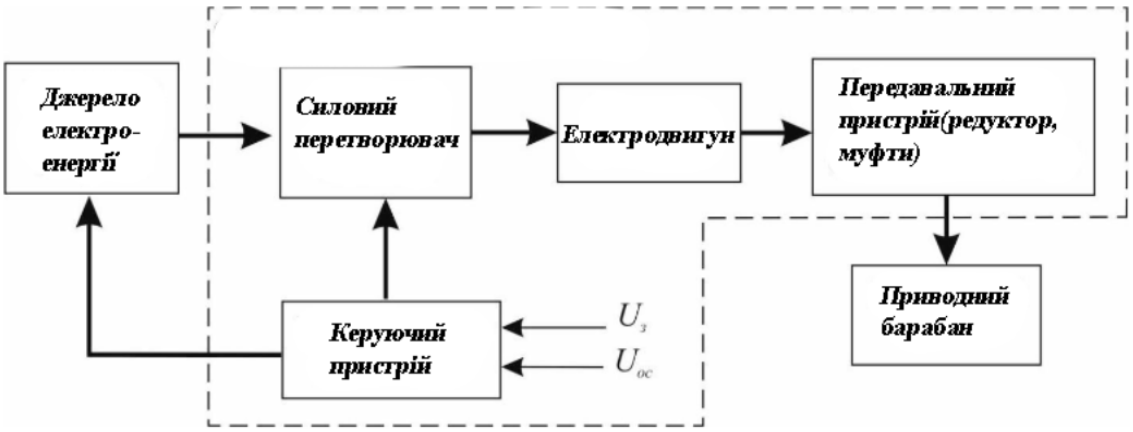
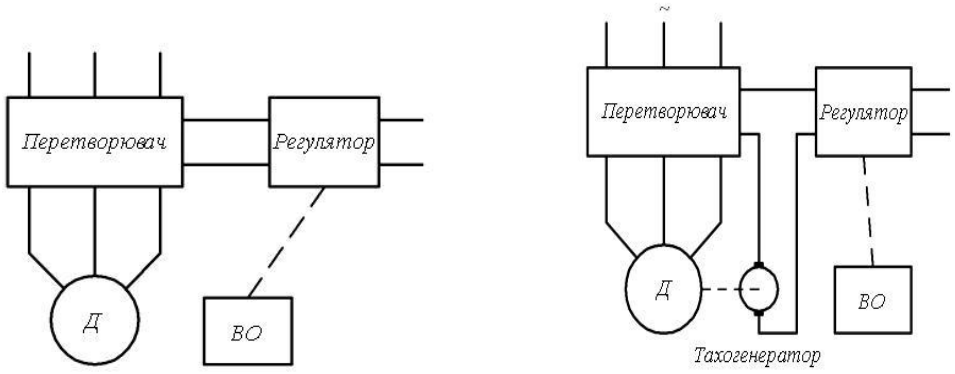


Рис. 4.1 Структурна схема електроприводу стрічкового конвеєру:

Uз – сигнали задавального пристрою; Uос – сигнали зворотного зв'язку. Один із найбільш ефективних способів регулювання швидкості електроприводу стрічкового конвеєра – регулювання функції вхідного вантажопотоку. Регулювання обертами двигуна та схемою управління здійснюються наступними методами. Регулювання асинхронного двигуна без

зворотних зв’язків зміни напруги на його статорі (рис.4.2а). Регулювання асинхронного двигуна зі зворотним зв’язком по швидкості шляхом зміни напруги на його статорі (рис.4.2а).

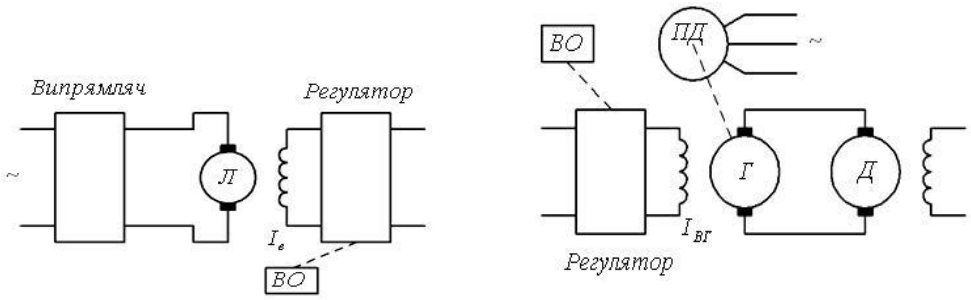


а *б*

Рис.4.2 Блок-схема регулювання асинхронного двигуна: а- без зворотних зв’язків зміни напруги статорі; б- зі зворотним зв’язком по швидкості шляхом зміни напруги статорі.

Двигуни нормального виконання при використанні їх в розімкненій системі регулювання дозволяють отримати невеликий діапазон регулювання. Для розширення діапазону рекомендується використовувати двигуни підвищеного ковзання і зворотні зв’язки по швидкості, струму і напрузі. За кількістю барабанів: одно-, дво-, трибарабанні електроприводи і т.д. Доцільність використання того чи іншого зворотного зв’язку вирішується в залежності від потребує мого діапазону регулювання, типу двигуна, наявності агресивного середовища і т. д. Простота і надійність використаних в ньому вузлів дозволяють отримати систему з високими експлуатаційними і енергетичними показниками. Недоліками приведеної схеми(рис.4.2,а) є: необхідність підвищення потужності двигуна через втрати напруги в двигуні, погіршення енергетичних показників при збільшенні діапазону регулювання, збільшення ваги і габаритів системи в цілому за рахунок наявності такої системи регулювання. Фірма AEG (Німеччина) впроваджує перетворювачі, побудовані на базі тиристорів для зміни продуктивності живильників. Такі перетворювачі дещо поступаються по надійності, але мають менші габарити і

вагу та дозволяють отримати більш високі енергетичні показники системи в цілому за рахунок меншого падіння напруги на тиристорі. Застосування від'ємного зворотного зв'язку по швидкості (рис.4.2,б) дозволяє значно розширити діапазон регулювання і отримати більш жорсткі характеристики в порівнянні з системою без зворотних зв'язків. Системи з двигунами постійного струму можна регулювати зміною напруги на якорі або струму збудження. Існує велика кількість різних систем регулювання, які мають великий діапазон регулювання і високі енергетичні показники. Застосування силової напівпровідникової техніки, в особливості тиристорів і діодів, дозволив створити статичні регульовані випрямлячі, які мають малі габарити, вагу і вартість і більш високі енергетичні показники, ніж у генераторів, що обертаються. При регулюванні швидкості за рахунок зміни величини магнітного потоку схема включення двигуна приведена на рис.4.3 а, а на рис. 4.3 б представлена принципова схема регулювання при різних значеннях електрорушійної сили генератора.



а *б*

Рис.4.3 Регулювання двигуна постійного струму:
а- з незалежним збудженням шляхом зміни струму збудження;
б- в системі «генератор – дросель».

Вибрана схема системи «дозатор –конвеєр – змішувач» (рис.2.11), дослідження й визначення її параметрів(підрозділи 3.1-3.3) надали можливість здійснити компоновку обладнання в єдину логістичну систему обробки будівельної суміші на прикладі установки безперервної дії для отримання бетонної суміші (рис.4.4).

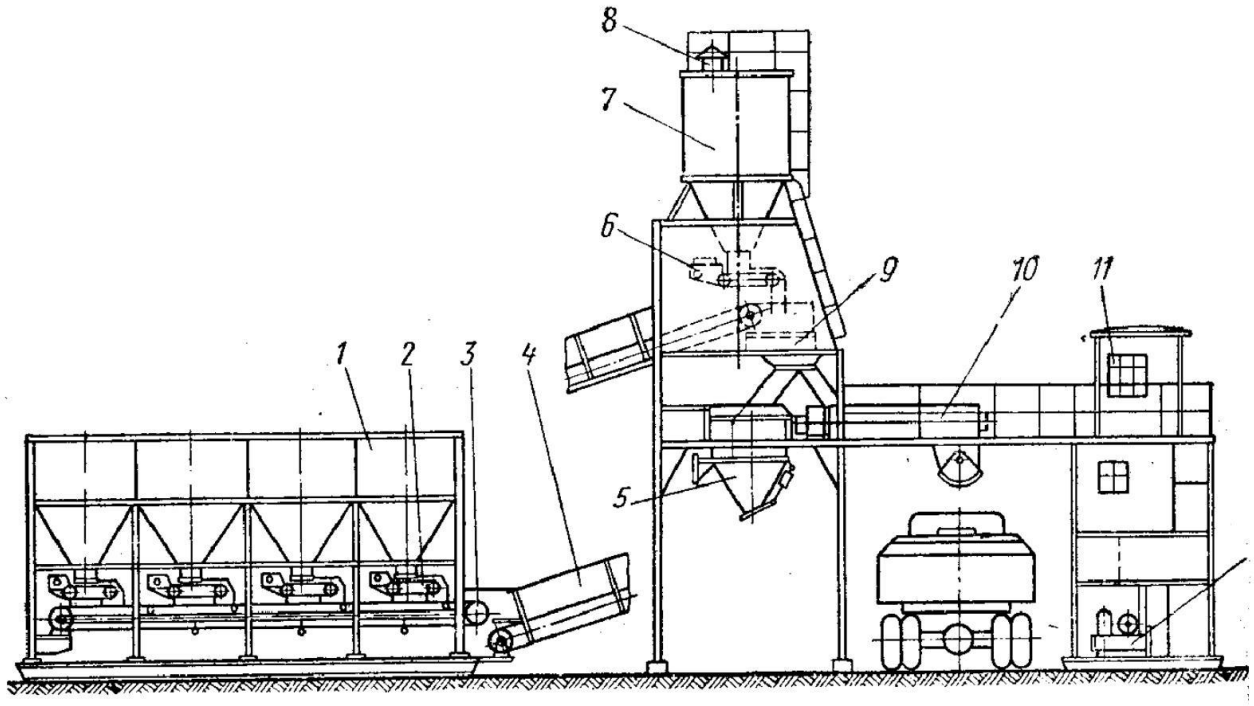


Рис.4.4.Конструктивна схема установки безперервної дії для приготування бетонної суміші.

Установка складається з трьох основних блоків: дозувального для заповнювачів, змішувального відділення з бункером для цементу і блоку керування. Заповнювачі із бункерів *1* через дозатори безперервної дії *2* по транспортеру *3* подаються на похилий транспортер *4* і в збірну воронку *9*. Цемент із автоцементовозів направляється в бункер *7*, обладнаний фільтром *8*, і далі дозатором *6* у збірну воронку. Завод може виробляти готову суміш змішувачем безперервної дії *10*, куди також подається вода насосом-дозатором*12* із бака, розміщеного під блоком керування *11*. В установці дозатор цементу розміщений над змішувачем, що виключає втрати цементу. Наявність окремого блоку керування роботою установки зменшує вплив вібрації та шуму на обслуговуючий персонал.

4.2 Вибір структурно-елементної схеми апаратури для автоматизації бетонозмішувальної установки

На рис. 4.4 зображено структурно-елементну схему автоматичного керування змішувальною установкою.

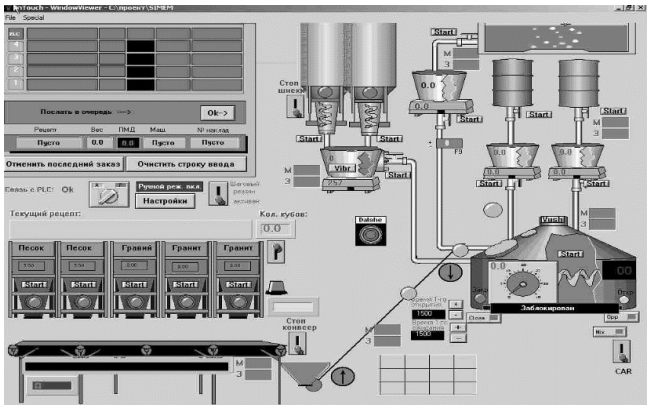


Рис. 4.4 Структурно-елементна схема автоматичного керування логістичної змішувальної установки.

Наведена схема дозволяє здійснювати різний рівень автоматизації, починаючи з мінімального (автоматичного керування конвеєрами, дозаторами та змішувачами) і закінчуючи вищим рівнем, включаючи програмне керування задаванням марок, введенням поправок, реєстрування заданого та фактичного складу суміші і виведення інформації на централізовані системи керування. Зміна рівня автоматизації здійснюється методом агрегатування, тобто введенням додаткових підсистем та блоків до базових систем керування. Цим підвищується рівень уніфікації апаратури, її якість і знижується вартість.

4.3 Розрахунки на міцність деталей підсистеми «змішувач

Із досліджуваної логістичної системи обираємо змішувач примусової дії, схема приводу якого наведена на рисунку 4.5.

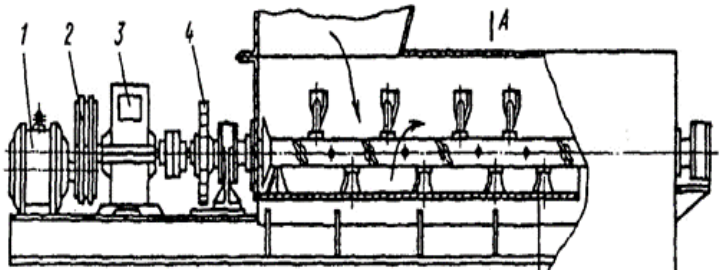


Рис.4.5 Змішувач примусової дії: 1-двигун;2-шків; 3-редуктор;

4- синхронізатор.

Виходячи із даних загального розрахунку параметрів змішувача (табл.3.4) здійснюємо розрахунок валу в наступній послідовності. Визначаємо навантаження на вал та розрахунок валу на міцність. Для цього визначаємо крутний момент на валу, враховуючи, що потужність приводу змішувача(табл.3.4) $P = 30$ кВт за формулою[1]:

$$M_{кр} = 1000\frac{P \cdot \eta}{n_{зм} \cdot 2},$$

де η – загальний коефіцієнт корисної дії(ккд) приводу:

$\eta = \eta_1^3 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3^2$; η_1 –ккд муфти; η_2 –ккд редуктора; η_3 –ккд підшипників; $n_{зм}$ – частота обертання валу змішувача, об./хв.

Оскільки за даними [1] $\eta_1 = 0,99, \eta_2 = 0,97, \eta_3 = 0,99$ розраховуємо загальний ккд приводу:

$$\eta = \eta_1^3 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3^2 = 0,99^3 \cdot 0,97 \cdot 0,99^2 = 0,92$$

Знаючи частоту обертання ротора електродвигуна($n_{дв} = 750$ об/хв) та передаточне число редуктора ($n_р$= 9), знаходимо числове значення обертання вала змішувача $n_{зм}$:

$$n_{зм} = \frac{n_{дв}}{n_р} = \frac{750}{9} = 83,3.$$

Тоді крутний момент на валу:

$$M_{кр.} = 1000\frac{30 \cdot 0,92}{88,3 \cdot 2} = 1,562.$$

Враховуючи рекомендації[1], що розрахунок варто вести із умови заклиненні одного валу змішувача, тоді максимальний крутний момент сприймає один вал. Величину такого моменту визначаємо за формулою

$$M_{к.мах} = 2M_{кр} \cdot K = 2 \cdot 1,562 \cdot 2,2 = 6,87$$

де K – відношення максимального моменту до номінального; $K = 2,2.$

$$M_{к.мах} = 2 \cdot 1,562 \cdot 2,2 = 6,87 .$$

Тоді зусилля на лопатях змішувача $P_н$, кН, при номінальній потужності

$$P_н = \frac{M_{кн}}{R_л \cdot n_л} = \frac{1,724}{0,03 \cdot 8} = 0,720,$$

де $M_{кн}$ – крутний момент на валу, кН·м;

$R_л$ – радіус лопаті, мм, $R_л$ = 0,03;

$n_л$ – кількість лопатей, що сприймають навантаження, шт, $n_л$ = 8.

Знаходимо величину колового зусилля на одній лопаті змішувача $P_{мах}$, кН, при заклиненні одного валу

$$P_{мах} = \frac{M_{к.мах.}}{R_л} = \frac{6,87}{0,027} = 25,3.$$

Розрахунок валу на міцність здійснюємо виходячи із геометричних значень поперечних перерізів валу (рис.4.6).

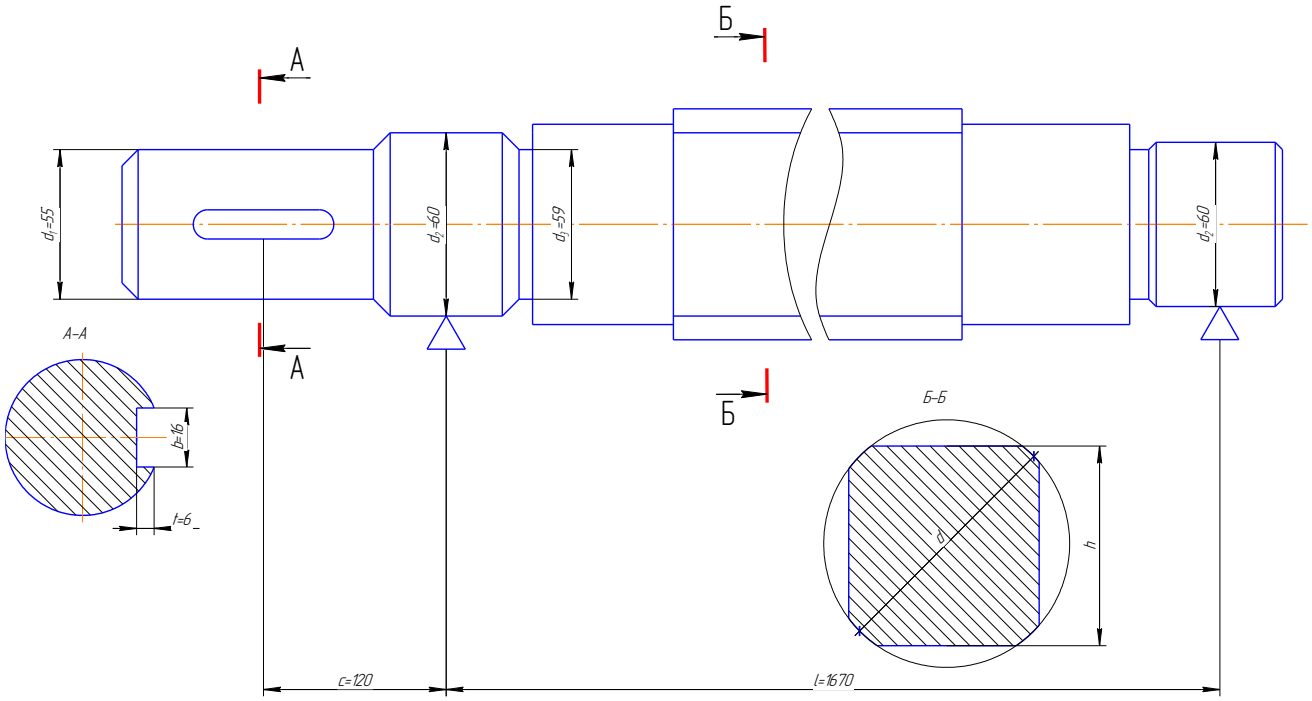


Рис.4.6 Вал змішувача.

В перерізі А-А, момент опору,що згинає вал, W_u^I :

$$W_u^I = \frac{\pi d_1^3}{12} - \frac{вt(d_1 - t)}{2d_1} =$$

$$= \frac{3{,}14 \cdot 0{,}055^3}{12} - \frac{0{,}016 \cdot 0{,}006(0{,}055 - 0{,}006)}{2 \cdot 0{,}055} = 14{,}2 \cdot 10^{-6}\ м^3$$

Момент інерції перерізу I_x^I:

$$I_x^I = \frac{\pi d_1^4}{64} - \frac{вt(d_1 - t)^2}{4} =$$

$$= \frac{3{,}14 \cdot 0{,}055^4}{64} - \frac{0{,}016 \cdot 0{,}006(0{,}055 - 0{,}006)^2}{4} = 39{,}2 \cdot 10^{-8}\ м^4$$

Момент опору при крученні перерізу $W_к^I$:

$$W_к^I = \frac{\pi d_1^3}{16} - \frac{вt(d_1 - t)^2}{4} =$$

$$= \frac{3{,}14 \cdot 0{,}055^3}{16} - \frac{0{,}016 \cdot 0{,}006(0{,}055 - 0{,}006)^2}{4} = 30{,}6 \cdot 10^{-6}\ м^3$$

В перерізі Б-Б, момент опору,що згинає вал W_u:

$$W_u = \frac{h^3}{6} \cdot \gamma = \frac{0{,}075^3}{6} \cdot 0{,}9 = 63{,}3 \cdot 10^{-6}\ м^3,$$

де h – сторона квадрата: h = 0,075м

γ – коефіцієнт ослаблення; γ = 0,9.

Момент інерції перерізу квадрату I_x:

$$I_x = 0{,}0883 \cdot h^4 \cdot \gamma = 0{,}0883 \cdot 0{,}075^4 \cdot 0{,}9 = 237{,}3 \cdot 10^{-8}\ м^4$$

Момент опору при крученні перерізу квадрату $W_к$:

$$W_к = 0{,}208 \cdot h^3 \cdot \gamma = 0{,}208 \cdot 0{,}075^3 \cdot 0{,}9 = 78{,}98 \cdot 10^{-6}\ м^3$$

Для розрахунку валу на міцність визначим навантаження, що діють на вал.

Крутне напруження в перетині квадрата $\tau_{к.н}$, $\tau_{к.мах}$, мПа, визначаємо за формулами

$$\tau_{к.н} = \frac{M_{к.н.}}{W_к} = \frac{1,724}{78,98 \cdot 10^{-6}} = 21,8,$$

$$\tau_{к.мах} = \frac{M_{к.мах}}{W_к} = \frac{7,586}{78,98 \cdot 10^{-6}} = 96,0.$$

Для визначення згинального напруження розглядаємо розрахункову схему валу як балку на двох опорах (рис.4.7), навантажену зосередженими силами.

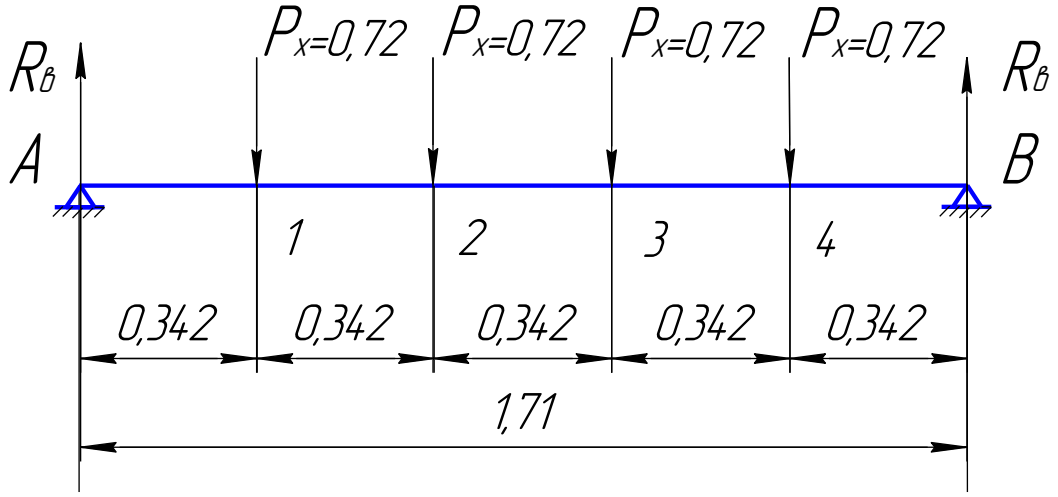


Рис.4.7 Розрахункова схема вала

Визначаємо реакції в опорах R_A та R_B:

$$R_A = R_B = \frac{0,72 \cdot 4}{2} = 1,440 кН$$

Визначаємо згинальні моменти у відповідних точках навантаження.

$$M_1 = R_A \cdot a = 1,440 \cdot 0,342 = 49,25 кНм$$

$$M_2 = 1,440 \cdot 0,684 - 0,720 \cdot 0,34 = 73,90 кНм$$

$$M_3 = 1,440 \cdot 0,684 - 0,720 \cdot 0,34 = 73,90 кНм$$

$$M_4 = 1,440 \cdot 0,342 = 49,25 кНм$$

$$M_{\max} = M_2 = M_3 = 73,90 кНм.$$

За отриманими значеннями моментів будуємо епюру розрахованих значень моментів, що діють на вал змішувача(рис.4.8).

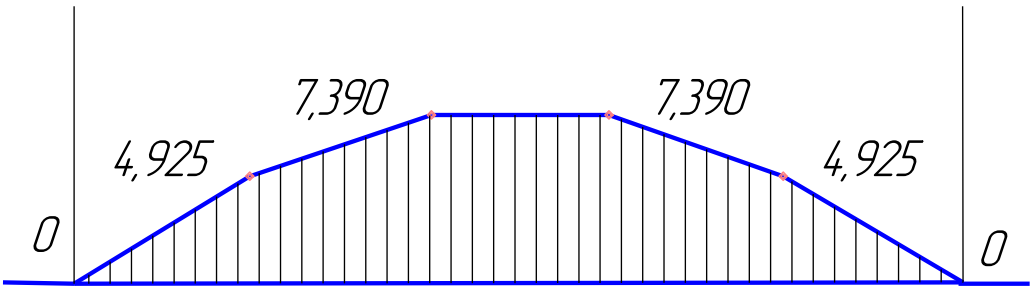


Рис.4.8 Розподіл моментів, що діють на вал змішувача.

Визначаємо сумарний згинальний момент $M_{сум}$:

$$M_{сум} = \sqrt{73,90^2 + 73,90^2} = 104,50 кНм$$

Згинальне напруження в перерізі Б-Б квадрата $\sigma_{з.н.}$ визначаємо за формулою

$$\sigma_{з.н.} = \frac{M_{сум}}{W_u} = \frac{104,50}{63,3 \cdot 10^{-6}} = 16,5 МПа$$

Схему завантаження валу при його заклинюванні зображено на рисунку 4.9

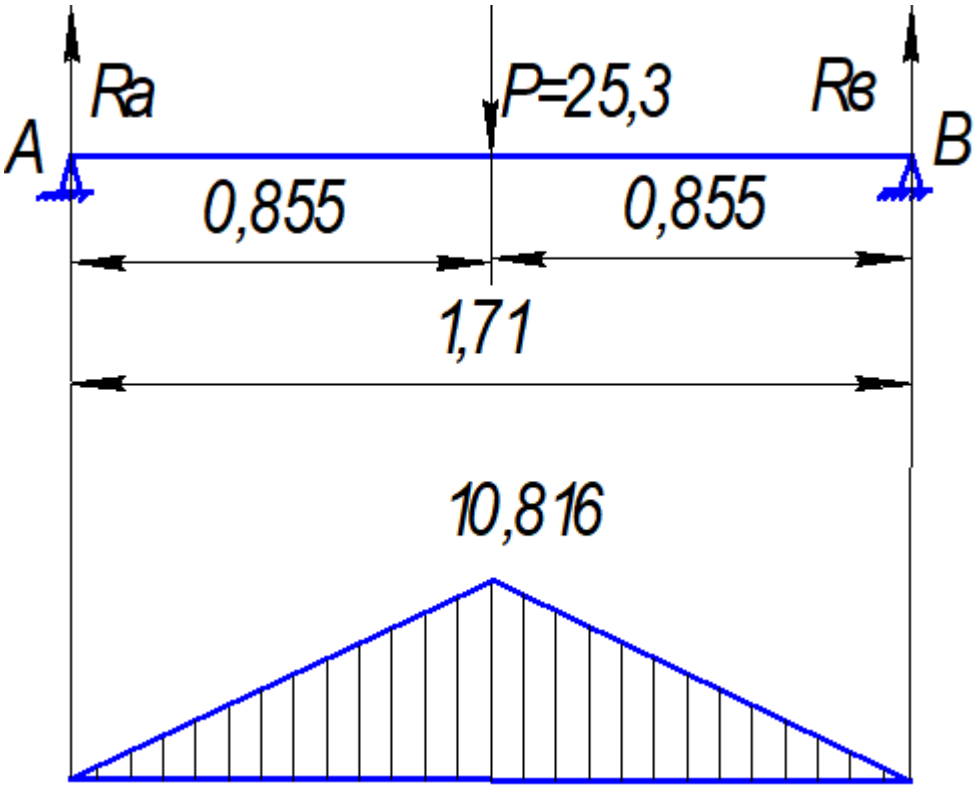


Рис. 4.9 Розрахункова схема валу при його заклинюванні

Знаходимо реакції в опорах R_A, R_B, кН,

$$R_A = R_B = \frac{25,30}{2} = 12,65кН$$

Визначаємо максимальний згинальний момент $M_{мах}$:

$$M_{мах} = 12,65 \cdot 0,855 = 10,816кНм$$

Згинальні напруження в перерізі квадрата $\sigma_{з.н.мах}$ визначаємо за формулою

$$\sigma_{з.н.мах} = \frac{M_{з.м.мах}}{W_u} = \frac{10,816}{63,3 \cdot 10^{-6}} = 170,9МПа$$

Сумарні крутні та згинальні напруження $\sigma_{сум}$ визначаємо за формулою

$$\sigma_{сум} = \sqrt{\sigma_{и.н}^{\ 2} + 4\tau_{к.н}^{\ 2}}\ .$$

Визначаємо сумарні напруження в перерізі квадрату при номінальних навантаженнях на вал $\sigma_{сум.н}$ за формулою

$$\sigma_{сум.н} = \sqrt{16,5^2 + 4 \cdot 21,8^2} = 46,6МПа$$

Допустиме напруження при крученні для Сталі 20 згідно з [2] $\left[\sigma\right]$ = *95 МПа*, а розрахункове $\sigma_{сум.н}$ = $46,6МПа$, що задовольняє отримані результати.

4.4 Висновки по розділу

1. Розроблена схема управління роботою та приведена конструктивна схема компоновки логістичної системи для обробки матеріалів при виготовлені бетонної суміші.

2. Вибрана структурно-елементна схема апаратури для автоматизації бетонозмішувальної установки.

3.Здійснені розрахунки на міцність валу підсистеми «змішувач».

5. Техногенна безпека

5.1 Характер технологічного обладнання щодо небезпечності та шкідливості

До основних шкідливих і небезпечних виробничих факторів, з якими зустрічаються люди при експлуатації логістичних систем для обробки будівельних сумішей, які в даній магістерській роботі представляють собою комплект машин(дозаторів, конвеєрів, змішувачів,), і дія яких на людину може привести до травми або профзахворювання, можна віднести: механічні чинники виробничого процесу; фізичні чинники виробничого процесу; електричні види небезпеки; термічні види небезпеки; небезпека, спричинена шумом, вібрацією;

небезпека, спричинена знехтуванням ергономічних вимог і принципів під час розроблення машин; небезпека, спричинена несподіваним пуском, несподіваним перевищенням швидкості;

небезпека, спричинена поломками під час роботи.

Механічні види небезпеки можуть бути спричинені:

– недостатньою механічною міцністю складових частин і деталей;

– невідповідною конструкцією шківів та пасів;

– невідповідними умовами для установлення, монтажу, демонтажу, налагодження, випробування, експлуатації, ремонту, реконструкції та модернізації машин для руху матеріалу.

Механічні види небезпеки, пов'язані зі складовими частинами машин для руху матеріалу зумовлені, наприклад формою (гострі крайки, ріжучі елементи тощо), швидкістю (кінетична енергія частин під час контрольованого чи неконтрольованого рухів) можуть призвести до намотуванням, утягування чи захопленням частин одягу, кінцівок тощо; порізів; удару.

Електричні види небезпеки можуть призвести до травм або смерті від електрошоку чи опіків, а також до того, що внаслідок фактору несподіваності, викликаного електричним ударом, працівник упаде (чи упустить інструмент, речі, матеріали тощо) з причини:

– контакту працівників з частинами, що звичайно перебувають під напругою (прямий контакт);

– контакту працівників з частинами, що перебувають під напругою через несправність (непрямий контакт);

– непридатності ізоляції для передбачених умов використання;

– електростатичних процесів, наприклад контакту працівників з електрично зарядженими частинами;

– термічного випромінювання або таких процесів, як розбризкування розплавлених речовин, хімічних процесів під час коротких замикань, перевантажень тощо.

Небезпека, спричинена шумом, може призвести до:

– тривалого порушення гостроти слуху;

– дзвону у вухах;

– утоми, стресу тощо;

– інших наслідків, наприклад до порушень рівноваги, послаблення уваги тощо;

– перешкоди умовним комунікаціям, акустичним сигналам.

Небезпека, спричинена вібрацією, може призвести до значних порушень здоров'я (розлад судинної та нервової систем, порушення кровообігу, хвороби суглобів тощо).

В процесі роботи машин для руху матеріалу може виникнути небезпека, спричинена поломками під час роботи, унаслідок:

– утомного руйнування;

– неприпустимої величини деформації;

– критичного спрацювання;

– корозії.

Також можлива поява небезпеки, спричинена несподіваним пуском, несподіваним перевищенням швидкості тощо, унаслідок:

– виходу з ладу або порушення в роботі системи керування;

– припинення подавання енергії і відновлення енергопостачання після перерви;

– зовнішнього впливу на електрообладнання;

– помилки робітника, що обслуговує обладнання.

Причинами, що обумовлюють небезпечність і шкідливість дії описаних вище факторів на людей є конструктивна недосконаліть машини, недостатня міцність основних робочих елементів, надійність, помилкове або недисциплінована поведінка працюючих при експлуатації обладнання, порушення режимів технологічного процесу, а також порушення нормальних режимів праці. Виробничі небезпеки і шкідливості можуть викликатися одним небезпечним чи шкідливим фактором або декількома, що діють комплексно.

5.2 Технічні пристосування, що передбачені в конструкції обладнання для безпечної його експлуатації

Керування обладнання – дистанційне. Аварійна зупинка, запуск для ремонтних цілей та іншого – місцевий. Пульт дистанційного керування машиною необхідно розташувати в звуко-віброізольованому приміщенні,

де процесом керує оператор - S=8м2, об’єм – V=32м3. При роботі обладнання виникає ризик механічних небезпек, що створюються через наступні фактори: наявність в конструкції рухомих або частин, що обертаються, вузлів та елементів, котрі знаходяться під надлишковим тиском, а також можливістю руйнування окремих деталей і елементів обладнання. Є ряд можливих причин руйнування: великі швидкості обертання, високий тиск або невірний вибір матеріалу для деталей, елементів пристрою. Для запобігання можливих нещасних випадків було створено ряд заходів затверджених у наказі Міністерства соціальної політики України №1524 з 22.09.2017 та зареєстровано у Міністерстві юстиції України №1275/31143 з 18.10.2017 р.

Для забезпечення надійного відключення привода обладнання з будь-якої точки по довжині зі сторони проходів та в місцях обслуговування обладнання обладнують аварійними пристроями.

На обладнанні передбачають пристрої, які відключають привід при пробуксовці та раптового обриву електропроводів.

Ремінні та інші передачі, муфти, до яких можливий доступ обслуговуючого персоналу та осіб, працюючих поблизу, огороджують.На захисних огородженнях встановлюють блокуючи пристрої, що забезпечують відключення двигуна при зніманні огородження.

Захисні огородження обладнують пристроями для надійного утриманняв зачиненому стані. Демонтаж або переміщення огорожі в разі необхідності ремонту обладнання здійснюють за допомогою спеціального інструмента після його зупинки.

Огородження валів, шківів, барабанів, муфт, фрикційних дисків тощо виконують суцільним або сітчастим із забезпеченням неможливості доступу персоналу при роботі обладнання.

Так для захисту від можливого враження електричним струмом в машинах для руху матеріалу застосовується система захисного занулення та заземлення.

Обертові частини складових механізмів машин для руху матеріалу, такі як клинопасові передачі, шківи, круги шліфувального пристосування обладнуються захисними кожухами, що зменшує можливість намотуванням, чи захопленням частин одягу, кінцівок робітника.

Для захисту від можливого руйнування механічних частин машин для руху матеріалу, і можливого травмування робітників застосовуються обмежники робочих рухів (кінцеві вимикачі) для автоматичної зупинки електродвигунів.

Металоконструкції та металеві деталі машин для руху матеріалу захищені від корозії відповідно до умов експлуатації лакофарбовим покриттям.

Для запобігання само запуску електродвигунів після відновлення електропостачання в електричній схемі застосовуються пускові реле.

Оскільки в процесі роботи машин для руху матеріалу виникає небезпека пов’язана з виникненням вібрації, тому для зменшення її впливу застосовується фундамент із віброізоляцією від корпусу дробарки.

5.3 Інженерні розрахунки з техніки безпеки

5.3.1 Розрахунок захисного занулення

Розрахуємо систему захисного занулення при потужності трансформатора 400 кВА, схема з'єднання обмоток трансформатора – зірка, електродвигун асинхронний, серії 4А(U=380 В, n = 3000 об/хв, тип 4А220L2), матеріал фазного і нульового провідників – мідь, довжина 40 і 20м відповідно, площа поперечного перерізу – 4,5 мм^2. Схема занулення показана на рисунку 41.

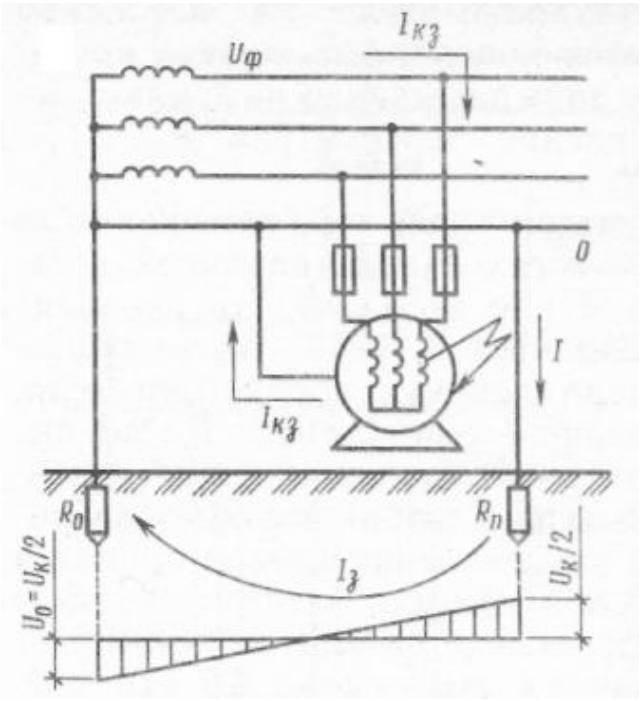


Рисунок 5.1 – Схема занулення електрообладнання

Перевіряємо умову забезпечення вимикаючої здатності занулення:

$$I_{\hat{e}.\varsigma.} \geq I^{\acute{i}}_{\ddot{i}\ ë.\hat{a}\tilde{n}\grave{o}.};$$

де $I_{\hat{e}.\varsigma.}$ – струм короткого замикання, А,

$I^{\acute{i}.}_{\ddot{i}\ ë.\hat{a}\tilde{n}\grave{o}.}$ номінальний струм плавкої вставки, А.

$$I_{\hat{e}.\varsigma.} = \frac{U_{\hat{o}}}{\frac{Z_{\grave{o}}}{3} + Z_{\ddot{i}}}; \qquad (5.1)$$

$U_{\hat{o}}$ – фазна напруга, В;

$Z_{\grave{o}}$ – опір трансформатора, Ом.

При розрахунках занулення $Z_{\grave{o}}$ беремо з таблиці, $Z_{\grave{o}}$ =0,129.

$Z_{\ddot{i}}$ – опір петлі фаза-нуль, Ом, який визначається за формулою:

$$Z_{\ddot{i}} = \sqrt{(R_{\hat{o}} + R_{\acute{i}})^2 (X_{\hat{o}} + X_{\acute{i}} + X_{\varsigma})^2} \qquad (5.2)$$

$R_{ô}$, $R_{í}$ – активні опори фазного і нульового провідників, Ом;

$$R_{ô,í} = \frac{\rho \cdot l}{S}, \tag{5.3}$$

ρ – питомий опір провідника,Ом·мм/м^2, (для міді ρ=0,018);

l – довжина провідника, м;

S – площа поперечного перерізу провідника, мм^2;

$$R_{ô} = \frac{0,018 \cdot 40}{4,5} = 0,16 \tag{5.4}$$

$$R_{í} = \frac{0,018 \cdot 20}{4,5} = 0,08 \tag{5.5}$$

$X_{ô}$, $X_{í}$ – внутрішні індуктивні опори фазного і нульового провідників,Ом.

Значення $X_{ô}$, *і* $X_{í}$ для мідних і алюмінієвих провідників малі (близько 0,0156 Ом/км) і тому в практичних розрахунках ними нехтуємо.

$X_{ç}$ – зовнішній індуктивний опір петлі фаза-нуль, Ом.

Величину зовнішнього індуктивного опору петлі фаза-нуль в практичних розрахунках приймають рівним 0,6 Ом/км.

Підставляючи отримані значення у формулу (5.3) знаходимо

$$Z_{ï} = \sqrt{(0,16 + 0,08)^2 (0,6)^2} = 0,144. \tag{5.5}$$

Знаходимо величину струму короткого замикання за формулою (5.2)

$$I_{ê.ç.} = \frac{380}{\frac{0,195}{3} + 0,144} = 1818 \tag{5.6}$$

За довідковими даними знаходимо основні технічні характеристики електродвигуна: *P=37кВт,* $\cos\alpha$=0,89; $I^{ï ón.}_{åë.äâ.} / I^{í}_{åë.äâ.}$=7,5.

Визначаємо номінальний струм $I^{í}_{åë.äâ.}$, А, електродвигуна:

$$I^{í}_{åë.äâ.} = \frac{P \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{í} \cdot \cos\alpha}, \tag{5.7}$$

де *P* – номінальна потужність двигуна, кВт;

$U_{í}$ – номінальна напруга, В;

$\cos\alpha$ – коефіцієнт потужності.

$$I^{í}_{åë.äâ.} = \frac{37 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,89} = 63,16. \tag{5.8}$$

Розраховуємо пусковий струм двигуна $I^{ï ón.}_{åë.äâ.}$, А

$$I^{ï ón.}_{åë.äâ.} = 7,5 \cdot I^{í.}_{åë.äâ.} \tag{5.9}$$

$$I^{ï ón.}_{åë.äâ.} = 7,5 \cdot 63,16 = 473,7. \tag{5.10}$$

Обчислюємо номінальний струм плавкої вставки $I^{í.}_{ï ë.âñò.}$, А

$$I^{í.}_{ï ë.âñò.} = \frac{I^{ï ón.}_{åë.äâ.}}{\alpha}, \tag{5.11}$$

де α – коефіцієнт режиму роботи, приймається для двигунів з частими включеннями, наприклад, для двигунів конвеєрів α =1,6–1,8,

$$I^{í.}_{ï ë.âñò.} = \frac{I^{ï ón.}_{åë.äâ.}}{\alpha} = \frac{437,7}{1,6} = 295,8. \tag{5.12}$$

Перевіряємо умову надійного спрацьовування захисту за (5.1)

$$1818 \geq 3 \cdot 295,8. \tag{5.13}$$

Струм $I_{ê.ç.}$ більш ніж в два рази перевищує номінальний струм плавкої вставки, тому при замиканні на корпус плавка вставка перегорить за 5–7 с і відключить пошкоджену фазу. По номінальному струму приймаємо плавку вставку ПН2-400 з номінальним струмом 300 А при напрузі мережі 380 В.

5.3.2 Розрахунок віброізоляційного фундаменту під змішувач

Виходячи з досвіду проектування фундаментів під змішувач вибираємо площу $F_ф$, м^2, і висоту фундаменту. У першому наближенні беремо масу фундаменту $m_ф$, кг, в два рази більшу за масу змішувача.

$$m_ô = m \cdot 2 = 9790 \cdot 2 \approx 20000 \tag{5.14}$$

$$F_ô = 4{,}1 \cdot 3{,}4 = 13{,}94. \tag{5.15}$$

Визначаємо кутова частота обертання валу змішувача ω, с$^{-1}$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 3 = 18{,}84 \tag{5.16}$$

Приймаємо в якості грунту суглинок з допустимим нормативним тиском р=300 кПа. Визначаємо коефіцієнт пружного стиску грунту C_z за відповідною методикою. Приймаємо C_z=5 кг/см^3. Розраховуємо жорсткість грунту $\hat{E}_z$, кг/см, за формулою

$$\hat{E}_z = F_ô \cdot C_z = 139400 \cdot 5 = 697000 \tag{5.17}$$

Визначаємо частоту власних коливань фундаменту $f_ô$, Гц, і амплітуду вібропереміщення $\grave{a}_ô$, м

$$\omega_ô = \sqrt{\frac{K_z}{m_ô}} = \sqrt{\frac{697000}{20000}} = 5{,}9 \tag{5.18}$$

$$f_ô = \frac{\omega_ô}{2\pi} = \frac{5{,}9}{2 \cdot 3{,}14} = 0{,}94 \tag{5.19}$$

$$a_д = \frac{N_д}{K_z \cdot \left[\left(\frac{\omega}{\omega_д}\right)^2 - 1\right]} = \frac{3000}{697000 \cdot \left[\left(\frac{18,84}{5,9}\right)^2 - 1\right]} = 4,7 \cdot 10^{-4} \qquad (5.20)$$

Амплітуду вібропереміщення фундаменту порівнюємо з допустимим значенням для будівельних конструкцій. За ГОСТ 12.1.012–90 на частоті 3 Гц допустима амплітуда вібропереміщення складає $8,2 \cdot 10^{-4}$ м. В даному випадку амплітуда вібропереміщення фундаменту не перевищує встановленої норми.

5.4 Техніка безпеки при експлуатації обладнання

Робочі підприємства машин для обробки матеріалів повинні оволодіти обов'язковим мінімумом технічних знань, який включає знання техніки безпеки.

При прийнятті на роботу повинні проходити загальний інструктаж по безпечних методах роботи і інструктаж безпосередньо на робочому місці

Ввідний інструктаж, що проводиться інженером по затвердженій програмі включає ознайомлення робітників, що поступають на роботу, з технологією і основними небезпечними ділянками даного виробництва, правилами безпечної організаціїї робочого місця, безпечними прийомами і методами роботи правилами гігієни і нормами трудового законодавства.

Інструктаж здійснюється поетапно: первинний, повторний і позаплановий. Первинний інструктаж на робочому місці проводиться індивідуально з усіма прийнятими і переведеними з інших ділянок підприємства робочих. Інструктаж проводить майстер на місці работи. Після того як майстер переконається в тому, що робочим освоєні безпечні методи роботи, він допускає його до работи.

Повторний інструктаж на робочому місці проводять з усіма працівниками, незалежно від їх кваліфікації і стажу роботи щоквартально, на початку кварталу, за програмою первинного інструктажа.

Позаплановий інструктаж проводиться майстром виробничої ділянки в наступних випадках: при зміні технологічного процесу, заміні обладнання; при нещасних випадках і професійних захворюваннях робочих із-за невиконання ними безпечних методів роботи; при порушенні правил та інструкцій по техніці безпеки.

До експлуатації і обслуговування машин для руху матеріалів можуть бути допущені особи, що вивчили пристрій, правила експлуатації і що пройшли інструктаж по техніці безпеки.

Адміністрація підприємства повинна провести інструктаж по техніці безпеки обслуговуючого персоналу на робочому місці і помістити на видному місці правила техніки безпеки.

В процесі роботи всі робочі повинні дотримувати наступних загальних правил. Перед початком роботи потрібно перевірити спецодяг і спецвзуття. Спецодяг робочих, що обслуговують устаткування, не повинна мати вільно звисаючих кінців. Головний убір потрібно щільно приганяти до голови. Поблизу від працюючих механізмів знімати, надягати і поправляти одяг не дозволяється.

Освітленість робочої площі і устаткування повинна забезпечувати чітку видимість всього устаткування і підходів до нього. Робоче місце обслуговуючого персоналу машин для руху матеріалів повинне знаходитися в чистоті і мати освітленість робочої зони не менше 75 лк.

Кожен робочий повинен підготувати своє робоче місце : правильно і зручно розташувати необхідний матеріал, інструмент, допоміжні пристосування.

Рухомі частини машин і механізмів повинні бути надійно огороджені. При експлуатації електрообладнання повинна бути забезпечена повна ізоляція мережі. Електродвигуни покривають кожухами. Усі механізми, рами,

електродвигуни, пускові реле, і пульт управління машин для руху матеріалів повинні бути заземлені. Опір заземлення не повинен перевищувати 0,1 Ом.

При виконанні робіт на машинах для руху матеріалів електрична напруга повинна бути відключена, а у вимикача повішена табличка "НЕ ВМИКАТИ! ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ". Потрібно стежити за станом електроустаткування і електропроводки, не допускати механічних пошкоджень. При появі вібрації, негайно припинити роботу і продовжувати її після усунення несправності, що викликали вібрацію.

Категорично забороняється:

– запускати в роботу обладнання без подачі звукового сигналу;

– розпочинати або продовжувати роботу у разі виявлення якої-небудь поломки або несправності конвеєрів;

– працювати із знятими або пошкодженими огорожами машин для руху матеріалів або непрацюючими блокувальними пристроями;

– проводити ремонт, розбирання, монтаж, демонтаж без відключення від електромережі;

– особам, що не мають на те право, усувати несправності в електродвигунах; електроапаратури і замінювати плавкі запобіжники;

– усувати несправності або проводити чищення завантажувальної воронки;

– залишати обладнання без нагляду під час роботи;

– змінювати конструкцію запобіжних і блокуючих пристроїв;

– захаращувати робочі місця навколо обладнання.

Особи, відповідальні за дотримання правил техніки безпеки у разі порушення цих правил притягуються до відповідальності в адміністративному порядку, а при значних порушеннях – до кримінальної відповідальності.

Конкретні вказівки по техніці безпеки при виконанні окремих технологічних операцій обладнання приводяться в інструкціях і стандартах підприємства, затверджених головним інженером і профспілковим комітетом організації.

5.5. Пожежна безпека

Пожежна безпека - стан об’єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення та розвиток пожежі і впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Правовою основою діяльності в області пожежної безпеки є Конституція, Закон України «Про пожежну безпеку», закони, постанови Верховної Ради України, укази і розпорядження Президента, постанови і розпорядження Президента, постанови і розпорядження Кабінету Міністрів України, рішення органів державної виконавчої влади, місцевого і регіонального самоврядування, прийняті в межах їх компетенції.

Забезпечення пожежної безпеки — невід'ємна частина державної діяльності щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства та навколишнього середовища. Відповідно до статті 4 Закону України „Про пожежну безпеку" державні органи виконавчої влади та органи самоврядування усіх рівнів в межах своєї компетенції організовують розроблення та впровадження у відповідних галузях і регіонах організаційних і науково-технічних заходів щодо запобігання пожежам та їх гасіння, забезпечення пожежної безпеки населених пунктів і об'єктів.

Пожежна профілактика. Чітке виконання встановленого протипожежного режиму гарантує безпечну експлуатацію промислових підприємств, окремих будівель, споруд, виробничих установок, машин, приладів та апаратів. Цей режим ґрунтується на заздалегідь розроблених правилах та інструкціях, які відповідають умовам роботи виробничого устаткування і технологічному процесу підприємства. Тому всім, хто працює на даному підприємстві, необхідно добре знати, насамперед, технологічний процес виробництва і причини відхилення від нормальних умов роботи устаткування.

Начальники цехів, опоряджувальних дільниць (майстерень, складів тощо) або особи, відповідальні за пожежну безпеку, перш ніж допустити до роботи новоприйнятого працівника, зобов'язані впевнитись у тому, що він пройшов первинний протипожежний інструктаж.

Крім проведених протипожежних інструктажів слід організовувати і проводити пожежно-технічні мінімуми.

Причини пожежі:

1. Несправність електропроводки. Найбільшу небезпеку представляють іскри, які можуть виникнути при поганій ізоляції або короткому замиканні. При попаданні на поверхню із залишками технічних рідин вони можуть призвести до займання.

2. Аварія, в результаті якої порушується цілісність проводки і герметичність різних трубок або ємностей у слідстві чого технічні рідини або пальне можуть потрапити на відкриті проводи, вихлопний колектор або розпечені деталі кузова.

3. Куріння водіїв під час заправки транспорту (екскаватора) або за кермом.

4. Незакріплений акумулятор. На нерівній дорозі або у разі перекидання транспорту (екскаватора) він може замкнути на кузов і привести до займання.

5. Використання горючих рідин для видалення бруду з кузова транспорту (екскаватора). У цьому випадку бензинові або спиртові плями можуть спалахнути при нагріванні кузова або попаданні сигаретного бичка.

6. Використання відкритого вогню (паяльної лампи) для прогрівання двигуна взимку.

Пожежа в транспорті як правило починається непомітно. Від моменту тління до займання може пройти кілька хвилин. Таким чином, до появи характерних ознак (запаху і диму) виявити проблему практично неможливо. За цей час пожежа може досягти розмірів, коли річний вогнегасник виявиться безсилий.

Залежно від причини загорання, час, коли полум'я охопить салон транспорту, може зайняти від декількох секунд до 2-3 хвилин. За 10 хвилин повністю згорає легковий автомобіль. Тому сподіватися на приїзд пожежного розрахунку, особливо, якщо ви знаходитесь далеко від міста, не варто. Єдиний шанс врятувати транспорт - це постаратися самому загасити його. Для цього у машиніста повинен бути під рукою персональний вогнегасник.

Грохот являє собою сукупність різних матеріалів та електричну систему, що знаходиться під напругою. Для гасіння пожеж такого роду необхідний спеціальний вогнегасний склад, здатний зупинити процес горіння.

Призначення вогнегасників

Залежно від типу зарядженого вогнегасної речовини вогнегасники використовуються для гасіння пожеж наступних класів:

Класи пожеж:

А - горіння твердих речовин;

В - горіння рідких речовин;

С - горіння газоподібних речовин;

D - горіння металу і металомістких речовин;

Е - гасіння речовин, які знаходяться під електричною напругою.

Таким чином вогнегасника необхідно вибирати той, чий тип відповідає класам пожежі від А до Е.

Вогнегасники за видом вогнегасних засобів поділяють на рідинні, вуглекислотні, повітряно-пінні, хладонові, порошкові і комбіновані.

Для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, необхідно передбачити вогнегасники вуглекислотного (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8) (рис. 4.2) або порошкового (ОП-1, ОП-10А, ОП-250) типа, виконані по ГОСТ12.4.009-75.

Вогнегасник вуглекислотний (ОУ):

Вогнегасна речовина - діоксид вуглецю. Вуглекислота, потрапляючи на палаючу речовина, охолоджує його і виробляє гасіння.

Переваги:

- випаровуючись, кислота не залишає слідів;

- володіє хорошими діелектричними властивостями;

- не змінює властивостей в процесі зберігання;

- висока проникаюча здатність, навіть у важкодоступні місця.

Недоліки:

- можливість прояву значних теплових напружень в результаті гасіння (дуже сильно охолоджується розтруб, що може викликати опік руки. не рекомендується триматися за розтруб під час гасіння);

- накопичення зарядів статичної електрики (можливий легкий удар струмом);

- можливість токсичної дії вуглекислотних парів на людину;

Вогнегасники вуглекислотні (ОУ):

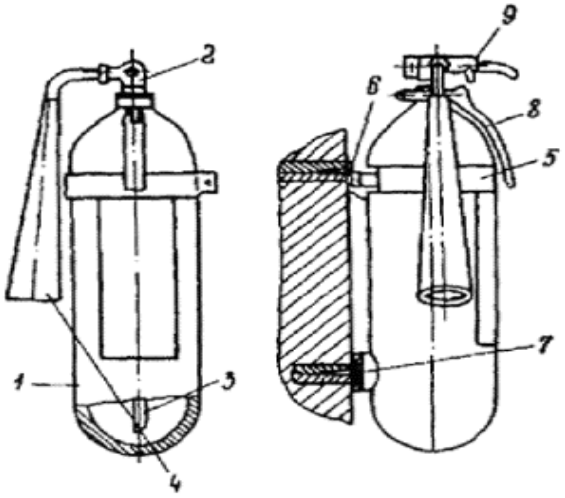


Рис. 4.2 Вогнегасник вуглекислотного типу ОУ-5 (ОУ-8)

1- балон; 2 - поворотний розтруб; 3 - опорна головка; 4 - сифона трубка; 5- хомут; 6 - крюк; 7 - упор; 8 - ручка; 9 – чека.

Грохот повинен бути укомплектований вуглекислотним вогнегасником.

Забороняється гасити водою палаючі паливно-мастильні матеріали. Для цього треба застосовувати порошкові або вуглекислотні вогнегасники, пісок або землю, брезент.

5.6 Висновки по розділу

1. Описано характер технологічного обладнання щодо запобігання небезпечності та шкідливості при його обслуговувані.

2. Приведені технічні пристосування, що передбачені в конструкції обладнання для безпечної його експлуатації.

3. Здійснені інженерні розрахунки з техніки безпеки.

4. Приведені правила виконання технічних умов безпеки при експлуатації обладнання.

Загальні висновки

1. Визначено та здійснена оцінка загальних властивостей систем.

2. Виконана оцінка властивостей ознак логістичної системи

3. Приведені основні положення системного підходу до формування досліджуваної логістичної системи

4. Розкрита фізика процесів дозування, транспортування та перемішування компонентів суміші.

5. Здійснено аналіз існуючих компонованих рішень логістичних систем та обґрунтована підсистема «дозатор - конвеєр – змішувач» для подальшого дослідження.

6. Досліджено та визначено загальний параметр підсистем логістичної системи для розробки конструктивної схеми управління робочим процесом обробки будівельної суміші.

7. Виконано аналіз та вибір параметрів дозатору.

8. Здійснено дослідження та визначення параметрів і режимів роботи конвеєру.

9. Досліджено та визначено параметри змішувача безперервної дії.

10. Розроблена схема управління та конструктивна схема компоновки логістичної системи для обробки матеріалів.

11. Вибрана структурно-елементна схема апаратури для автоматизації бетонозмішувальної установки.

12. Здійснені розрахунки на міцність валу підсистеми «змішувач».

13. Описано характер технологічного обладнання щодо запобігання небезпечності та шкідливості при його обслуговувані.

14. Приведені технічні пристосування, що передбачені в конструкції обладнання для безпечної його експлуатації.

15. Здійснені інженерні розрахунки з техніки безпеки.

16. Приведені правила виконання технічних умов безпеки при експлуатації обладнання

Список використаних джерел

1. Назаренко І.І. Основи моделювання і проектування логістичних систем та процесів будіндустрії: монографія. Київ: «Видавництво Людмила» 2019, 152 с.
2. Назаренко І.І. Машини для виробництва будівельних матеріалів: Підручник. – К.: КНУБА, 1999. – 488 с
3. Бурячок В.Л Системний аналіз та прийняття рішень в інформаційній безпеці: підручник. / В.Л. Бурячок, С.В. Толюпа, А.О. Аносов, В.А. Козачок, Н.В. Лукова-Чуйко. – К.: ДУТ, 2015. – 345 с.
4. Денисенко М. П. Організація та проектування логістичних систем: Підручник / за ред. проф. М. П. Денисенка, проф. П. Р. Лековця, проф. Л. І. Михайлової. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 336 с.
5. Назаренко І.І., Берник І.М. Основи проектування і конструювання машин та обладнання переробних виробництв. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2012. – 590с
6. Назаренко І.І., Кузьмінець М.П., Босий О.Г., Малік Т.В., Сафронов В.К. Основи наукових досліджень в проектуванні: навч. посібник: Видавництво «МП Леся», Київ: 2020. –109с.
7. Назаренко І.І. Прикладні задачі теорії вібраційних систем. Навчальний посібник (2-ге видання).- К.:Видавничий Дім «Слово», 2010. – 440с.
8. Назаренко І.І. та інш. Системний аналіз технічних об’єктів: Навчальний посібник / - К.: КНУБА, 2009.-164 с.
9. ДСТУ Б В.2.7-176~2008 (EN 206-1~2000, NEQ). Суміші бетонні та бетон. – К.: НДІБК, Київоргбуд, 2008.
10. ДСТУ Б В.2.7-214:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками.