

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни

„Автоматичні системи керування технологічними процесами
ливарного виробництва”

для студентів спеціальності

“Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів”
усіх форм навчання

Київ
Політехніка
2013

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

Методичні вказівки
до лабораторних робіт з дисципліни
„Автоматичні системи керування технологічними процесами
ливарного виробництва”

для студентів спеціальності
“Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів”
усіх форм навчання

Затверджено
на засіданні кафедри
ливарного виробництва
чорних і кольорових
металів, протокол № 9
від 31 січня 2013 р.

Київ
Політехніка
2013

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни „Автоматичні системи керування технологічними процесами ливарного виробництва” для студентів спеціальності „Ливарне виробництво чорних та кольорових металів” / Укладачі М.М. Ямшинський, О.І. Шейко, Р.В. Лютий, В.П. Самарай. – К.: „ВПК «Політехніка»”, 2013. – 47 с.

*Гриф надано Вченою радою ІФФ НТУУ «КПІ»
(Протокол № 02/13 від 25 лютого 2013 р.)*

Методичні вказівки
до лабораторних робіт з дисципліни
„Автоматичні системи керування технологічними процесами
ливарного виробництва”
для студентів спеціальності
“Ливарне виробництво чорних і кольорових металів і сплавів”
усіх форм навчання

Укладачі: Ямшинський Михайло Михайлович, к.т.н., доцент
Шейко Олександр Іванович, к.т.н., доцент
Лютий Ростислав Володимирович, к.т.н., доцент
Самарай Валерій Петрович, к.т.н., асистент

Відповідальний
редактор Г.Є. Федоров, кандидат технічних наук, доц.

Рецензент М.П. Волкотруб, кандидат технічних наук, доц.

За редакцією укладачів
Надруковано з оригінал-макета замовника

Темплан 2013 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Лабораторна робота №1 ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ФОРМУВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ ЕЛЕКТРИЧНИМИ МЕТОДАМИ.....	4
Лабораторна робота №2.....	12
АВТОМАТИЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ РОБОЧИМ ЦИКЛОМ ЗМІШУВАЧІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМАНДОАПАРАТА	12
Лабораторна робота №3 ЕЛЕКТРОННИЙ СИГНАЛІЗАТОР РІВНЯ ФОРМУВАЛЬНОЇ СУМІШІ	19
Лабораторна робота № 4 АВТОМАТИЧНІ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ ФОРМУВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ	24
Лабораторна робота № 5 СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО ДОЗУВАННЯ ШИХТИ	38
ЛІТЕРАТУРА.....	47

ВСТУП

Методичні вказівки вміщують загальні відомості щодо принципів автоматичного керування технологічними процесами (ТП) ливарного виробництва, опис лабораторного устаткування та приладів, методики лабораторних досліджень елементів і систем автоматизації ТП, а також рекомендації щодо оброблення результатів експериментів та оформлення протоколів лабораторних робіт.

У зв'язку з необхідністю приділення підвищеної уваги до самостійної роботи студентів, методичні вказівки супроводжуються теоретичними поясненнями, відомостями щодо принципів будови та описання лабораторного устаткування, послідовності виконання робіт.

Матеріал викладено з урахуванням максимальної практичної спрямованості, включаючи питання оброблення результатів.

У кожній лабораторній роботі наведені мета, основні теоретичні положення, методики проведення досліджень і розрахунку експериментальних даних.

Виконання кожної лабораторної роботи передбачає ознайомлення з теорією процесу і устаткуванням; набуття вміння провести експеримент, обробити експериментальні дані і за отриманими результатами зробити правильні висновки.

Після ознайомлення з правилами роботи в лабораторії студент з дозволу викладача може приступити до виконання роботи на лабораторному устаткуванні.

До початку лабораторного заняття студент має підготувати протокол виконання лабораторної роботи.

Лабораторна робота №1 ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ФОРМУВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ ЕЛЕКТРИЧНИМИ МЕТОДАМИ

Мета роботи – вивчити особливості електричних методів вимірювання вологості формувальних сумішей, що застосовуються в автоматичних системах регулювання властивостей сумішей; дослідити залежність електричних властивостей від вологості суміші.

1.1 Загальні відомості

Вода – одна з найважливіших складових частин переважної більшості формувальних сумішей, зокрема піщано-глинястих. Від вологості сумішей суттєво залежать їх головні фізико-механічні та технологічні властивості. При цьому відносно незначні зміни вмісту води в сумішах призводять до значних коливань їх властивостей. Тому стабілізація вологості формувальних сумішей на заданому рівні є однією з основних задач автома-

тичних систем сумішоприготування. Для автоматичних систем не можна застосовувати стандартні методи вимірювання вологості висушуванням, принципово орієнтовані на ручне лабораторне визначення цієї характеристики. Для того, щоб застосовувати в автоматичних системах регулювання вологості сумішей, метод її визначення має бути швидкодієним, а вихідний параметр – електричним.

Вода, що входить до складу формувальних сумішей, змінює деякі їх електричні параметри.

Під час приготування формувальних сумішей в установках з ручним коригуванням кількості води, що подається в змішувач, або в разі фіксованого налаштування дозатора води, не вдається забезпечити достатньо стабільну вологість, а значить і технологічні властивості суміші. Це обумовлено в першу чергу тим, що у виробничих умовах (особливо в цехах дрібносерійного і індивідуального виробництва) можуть спостерігатися безперервні і значні коливання вологості і температури вихідних компонентів формувальної суміші.

Очевидно, що система з фіксованим налаштуванням дозатора води забезпечить задану вологість тільки в тому випадку, коли значення втрат води на змочування елементів устаткування, випаровування під час перемішування та кількість води, яка вноситься в суміш формувальними матеріалами, сталі. Але в реальних умовах забезпечити це практично не вдається. Тому для отримання заданої вологості суміші необхідно розробити таку систему автоматики, яка б у кожному циклі приготування суміші змінювала налаштування дозатора води залежно від поточних значень.

В умовах конкретного ливарного цеху такі параметри, як витрата води на змочування елементів устаткування і час від моменту приготування суміші до виготовлення з неї форми змінюються в певних межах і можуть бути враховані у вигляді поправок у завданні на основі статистичних вимірювань у ході виконання підготовчих організаційних заходів щодо упровадження системи автоматизації.

Інтенсивність випаровування води із суміші залежить від температури компонентів, що поступають в змішувач. У сучасних ливарних цехах свіжі формувальні матеріали проходять необхідну підготовку і поступають в сумішоприготувальне відділення з практично сталими температурою і вологістю. Тому основний вплив на коливання вологості і температури суміші, що готується, чинить оборотна суміш, відповідні показники якої змінюються залежно від маси і товщини стінок виливків, якості кондиціонування і інших чинників. Коливання температури оборотної суміші при цьому можуть досягати десятків градусів, а вологості – декількох десятих долей відсотка і залежать від умов виробництва.

Представлену систему називають системою попередньої калькуляції (СПК). Основною перевагою її є відносна простота технічного виконання. Датчики вмонтовуються в дозаторі оборотної суміші, де вони працюють достатньо надійно і практично не піддаються зовнішнім діям (перш за все механічним). Проте точність регулювання вологості виявляється не завжди достатньо високою, оскільки система базується на передумовах, яких не

завжди дотримуються. Крім того, очевидні незручності викликає також необхідність робити перерахунок установки завдання при зміні складу формувальної суміші. Тому такі системи найбільш придатні для сумішоприготувальних відділень цехів масового виробництва, де умови роботи максимально сталі.

Особливістю роботи систем СПК є те, що в них не передбачається безпосереднє вимірювання вологості готової суміші, чим і пояснюється їх невисока точність. Якщо робити безпосередню оцінку вологості і температури формувальної суміші в процесі її приготування, то точність може бути значно підвищена. На цьому принципі працюють системи кінцевого стану (СКС).

Вологість і температура суміші вимірюються безпосередньо в змішувачі. Показники датчиків порівнюються в елементі порівняння із заданим значенням вологості, одержуваний сигнал посилюється і поступає в пристрій, що управляє роботою електромагнетного клапана, через який в змішувач подається вода. Коли вологість суміші в змішувачі стане рівною заданій, то клапан перекриває трубопровід, і подача води в змішувач припиняється.

Принципово така схема може забезпечити вищу точність регулювання вологості формувальної суміші, ніж система СПК, оскільки тут виявляється менша кількість параметрів, що не враховуються. Проте технічне виконання системи СКС супроводжується значними труднощами, оскільки датчики доводиться розміщувати безпосередньо в робочому просторі змішувача, де їх робота значно ускладнюється налипанням суміші, можливістю механічного пошкодження.

1.2 Методи вимірювання вологості формувальних сумішей в системах автоматичного регулювання вологості (АРВ)

Одним з найважливіших елементів, що входять до складу системи АРВ, є датчик вологості. Основні методи вимірювання вологості, придатні для застосування в автоматичних датчиках вологості, типи і конструктивні особливості датчиків, особливості їх застосування наведені нижче.

Найзручнішим вихідним параметром датчиків вологості для систем АРВ є електричний, який дозволяє здійснювати передачу сигналу на відстань, підсилювати і перетворювати його без особливих ускладнень.

Метод вимірювання електроопору заснований на тому, що у воді, яка міститься у формувальній суміші, розчиняються різні солі, і цей розчин є електролітом. Завдяки цьому, формувальна суміш має іонну провідність. Зміна вологості формувальної суміші є зміною кількості електроліту, що міститься в ній, що і призводить до зміни її електропровідності.

Датчик, який працює за принципом вимірювання електропровідності, складається з двох занурених в контрольовану суміш електродів, між якими відомими методами вимірюється електричний опір. Збільшення вологості призводить до зниження електроопору.

Метод вимірювання ємності. За цим методом формувальну суміш розміщують між пластинами конденсатора і вимірюють ємність або добротність (тангенс кута діелектричних втрат $\operatorname{tg}\delta$).

Датчик ємності можна розглядати як конденсатор низької якості, який має ємність з реактивним (ємнісним) опором і активним (омічним) опором.

Найбільш поширена конструкція датчика, в якому пластини конденсатора розташовані в одній площині (конденсатор розсіювання, або розгорнутий конденсатор). Така конструкція дозволяє усунути вплив товщини шару суміші (починаючи з деякої мінімальної величини) на покази датчика.

Зміна складу суміші, особливо добавки електролітів, а також зміна ступеню ущільнення і зернового складу суміші також впливають на ємність конденсатора, але в набагато меншій мірі, ніж на провідність суміші.

Метод вимірювання електрорушійної сили (ЕРС) полягає у вимірюванні електрорушійної сили, що виникає в гальванічній парі, утвореній двома електродами з різнорідних провідників, занурених у формувальну суміш. При цьому вода з розчиненими в ній солями служить електролітом. ЕРС, яка виникає на електродах, залежить від кількості (концентрації) електроліту у формувальній суміші. Вимірювальний прилад повинен мати великий високий опір. Інакше на результати вимірювань великий вплив чинить внутрішній опір датчика.

Ядернофізичні методи засновані на гальмуванні швидких нейтронів ядрами атомів водню. При опромінюванні зразка формувальної суміші потоком швидких нейтронів в результаті їх зіткнень з ядрами атомів водню, що містяться у воді, утворюються повільні нейтрони.

Метод поглинання мікрохвильових коливань. За цим методом зразок з ущільненої суміші розташовується між джерелом і приймачем мікрохвиль. Ступінь поглинання коливань служить мірою вмісту води в зразку. Одержувані результати не залежать від складу формувальної суміші, але при цьому необхідно забезпечити сталі механічні напруження в зразку, для чого його ущільнюють з використанням сталого тиску.

Формувальні суміші, оскільки в них практично завжди є розчинені у воді солі, тобто вода в суміші є по суті електролітом, мають електропровідність. Отже, вимірюючи електричний опір суміші, можна оцінити її вологість.

З іншого боку, вода характеризується значною діелектричною сталою ($\epsilon = 81$), у той час як для інших компонентів формувальних сумішей $\epsilon = 1 \dots 4$. Тому, якщо помістити формувальну суміш між обкладинками конденсатора, його параметри будуть за рівних умов визначатися вологістю формувальної суміші. Вимірюючи ємність або добротність такого конденсатора із формувальною сумішшю як діелектрика, можна також оцінити вологість суміші.

Електричний струм, який протікає через формувальну суміш:

$$I = I_{\text{н.п.}} + I_3 + I_{\text{в}}, \quad (1.1)$$

де $I_{\text{н.п.}}$ – струм наскрізної провідності, обумовлений переносом електричних зарядів (іонна електропровідність);

I_3 – струм зміщення, викликаний поляризацією зарядів частинок речовини у діелектрику;

$I_{\text{в}}$ – струм втрат (внаслідок перетворення електричної енергії на теплову в речовині).

При вимірюванні **електрокондуктометричним методом** контролюваною величиною (мірою вологості) є $I_{\text{н.п.}}$, при вимірюванні ємності конденсатора – I_3 , а при вимірюванні **методом діелектричних втрат** (точніше, тангенса кута діелектричних втрат $\text{tg}\delta$) – $I_{\text{в}}$. Два останні методи часто об'єднують під однією назвою – **діелектрометричного методу**.

Простота цих методів, на перший погляд, з точки зору технічного здійснення, ускладнюється рядом інших факторів, що впливають на результати вимірювань: хімічний склад, ступінь ущільнення, температура тощо. Тому при застосуванні їх в автоматичних системах регулювання вологості формувальних сумішей необхідно вжити заходів щодо компенсації побічних впливів – забезпечити стале ущільнення суміші в датчику, здійснити індивідуальне градуювання для даного складу суміші тощо.

1.3 Лабораторне устаткування

1.3.1 Метод вимірювання електропровідності формувальних сумішей

Схему стенда вимірювання електропровідності формувальних сумішей показано на рис.1.1.

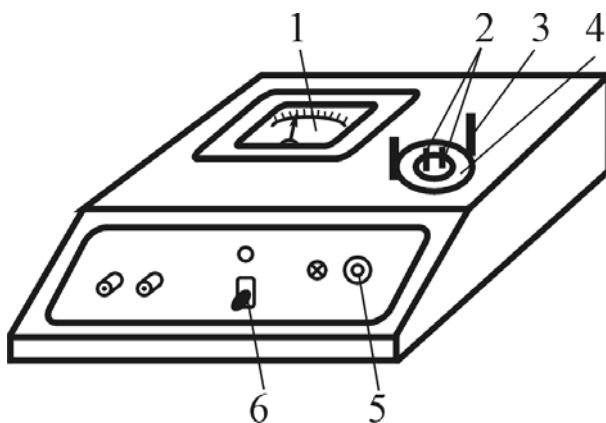


Рис. 1.1. Схема лабораторного приладу для вимірювання електропровідності формувальних сумішей: 1 – міліамперметр; 2 – штирі; 3 – напівпрямівка; 4 – гніздо; 5 – кнопка; 6 – вмикач

Для вимірювань використовують стандартну циліндричну гільзу 1 з відокремлюваним піддоном 3, в якому змонтовані два електроди 2 (рис.1.2). Піддон на гільзі закріплюється гвинтом. В зібрану гільзу насипають формувальну суміш, яку ущільнюють для утворення стандартного зразка для встановлення технологічних властивостей.

Насипану в гільзу суміш ущільнюють трьома ударами лабораторного копра, після чого підготовлену таким чином гільзу із зразком суміші встановлюють у гніздо 4 вимірювального стенда

так, щоб електроди насадити на контактні штирі 2. Для запобігання обертання гільзи, що може порушити електричний контакт електродів з сумішшю, у гнізді передбачені напрямівки 3.

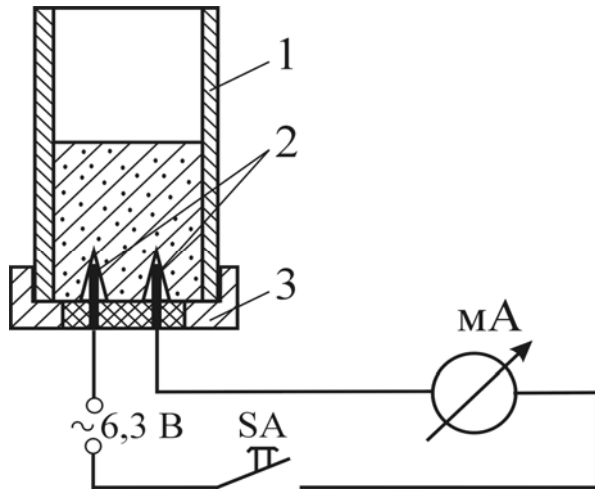


Рис. 1.2. Електрична вимірвальна схема для визначення електропровідності формувальної суміші: 1 – гільза; 2 – електроди; 3 – піддон

микач меж вимірювань 7, стрілковий прилад 3, тумблерний перемикач 4 – „Калібровка”, ручка 5 – „Установлення шкали”, вмикач живлення 2 – „Мережа” і сигнальна лампочка та запобіжник 1.

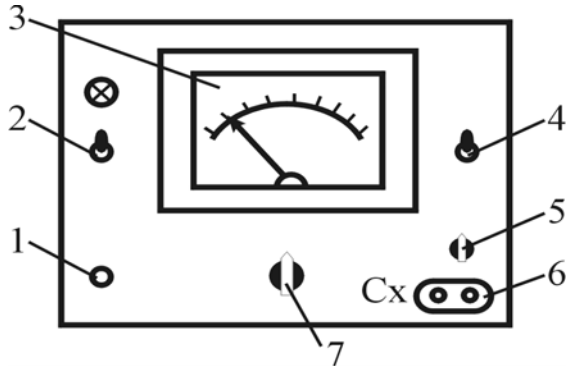


Рис. 1.3. Схема лабораторного приладу для вимірювання ємності формувальних сумішей: 1 – сигнальна лампочка; 2 – вмикач живлення; 3 – стрілковий прилад; 4 – тумблерний перемикач; 5 – ручка; 6 – гнізда; 7 – перемикач меж вимірювань

4. Вимкнути тумблер 4 „Калібровка”.

Підімкнути датчик вологості до гнізд «Сх.» і визначити ємність за шкалою стрілкового приладу з урахуванням ціни поділки.

Вимірювання проводять на змінному струмі, щоб запобігти впливу поляризації електродів. Напруга живлення складає 6,3 В. Струм, який протікає, визначають після ввімкнення вмикача 6 та натиснення на кнопку 5. Електричний опір розраховують за законом Ома.

Електричну вимірвальну схему наведено на рис.1.2.

Для вимірювання ємності конденсатора використовують вимірвач з прямим показом (рис.1.3). На панелі приладу розташовані: гнізда 6 для підключення датчика, позначені «Сх», перемикач меж вимірювань 7, стрілковий прилад 3, тумблерний перемикач 4 – „Калібровка”, ручка 5 – „Установлення шкали”, вмикач живлення 2 – „Мережа” і сигнальна лампочка та запобіжник 1.

Послідовність роботи з приладом наступна:

1. Ввімкнути прилад вмикачем 2. При цьому має засвітитись сигнальна лампочка. Прогріти прилад протягом 10 хв.

2. Перемикач меж вимірювання встановити на необхідну поділку. Звичайно в лабораторних умовах вимірювання проводять на межі 200 пФ.

3. Поставити перемикач 4 „Калібровка” в положення „Вкл”. При цьому стрілка приладу повинна зупинитись на останній поділці шкали. Якщо стрілка не займе необхідного положення, відрегулювати прилад ручкою 5.

1.3.2 Метод вимірювання ємності конденсатора

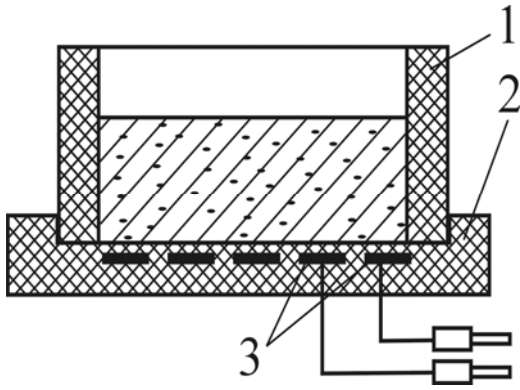


Рис.1.4. Схема лабораторного приладу для вимірювання ємності конденсатора: 1 – гільза; 2 – піддон; 3 – розгорнутий конденсатор

проходить через формувальну суміш, яка безпосередньо прилягає до його обкладинок. Така будова датчика, як встановлено практикою, дає найбільш стабільні результати.

Для вимірювань застосовують датчик (рис.1.4), який складається з гільзи 1 і піддона 2, виготовлених з електроізоляційного матеріалу. У піддоні змонтовані обкладинки конденсатора 3 у формі концентричних кілець, робочі поверхні яких розташовані в одній площині (так званий розгорнутий конденсатор). Зверху обкладинки покриті тонким шаром ізоляційної плівки. Формувальну суміш, вологість якої вимірюють, насипають у гільзу 1, ущільнюють трамбівкою так, щоб між шаром суміші і піддоном не було повітряного зазору. Таким чином, електричне поле конденсатора

1.3.3 Устаткування для приготування та визначення вологості формувальних сумішей

Формувальні суміші готують у лабораторному котковому змішувачі.

Вологість вимірюють за стандартною методикою (прискореним методом, ГОСТ 23409.5 – 78) – зважуванням вологої та висушеної наважки суміші.

Зразки суміші зважують на терезах з ціною поділки 0,1 г, висушують на приладі моделі 062, обладнаному інфрачервоною сушаркою.

1.3.4 Заходи безпеки

Під час виконання досліджень необхідно виконувати загальні правила з техніки безпеки, які наведено в розділі «Техніка безпеки».

1.4 Контрольні запитання

1. Поясніть, в чому полягає різниця між системами попередньої калькуляції (СПК) та системами кінцевого стану (СКС), призначеними для контролю вологості формувальних сумішей.

2. Розкрийте основні принципи побудови систем автоматичного регулювання вологості (АРВ) формувальних сумішей.

3. Які методи контролю вологості вам відомі?

4. Яким чином здійснюється контроль вологості методами вимірювання електроопору та вимірювання електрорушійної сили? Чим вони відрізняються?

5. Поясніть, як змінюються електричні параметри суміші при збільшенні її вологості і чому це відбувається?

6. Який фізичний закон покладений в основу методу визначення вологості через вимірювання електроємності?

7. Вкажіть різновиди сумішей, для яких можуть бути застосовані системи автоматичного регулювання вологості.

1.5 Послідовність виконання роботи

1. У лабораторний котковий змішувач завантажити 2,5...3 кг сухої піщано-глинястої формувальної суміші.

2. Додати порцію води 30...50 г (так, щоб вологість суміші змінилась приблизно на 1...1,5%). Перемішати суміш протягом 5 хв.

3. Зупинити змішувач і відібрати зразки суміші для визначення вологості (за стандартною методикою) та електричних параметрів. Для визначення електричного опору зразки суміші ущільнювати лабораторним копром трьома ударами, а для визначення ємності конденсатора засипати їх у зібраний датчик, який підімкнути до вимірювача ємності, і ущільнювати легкими ударами трамбівки до встановлення показів приладу.

4. Занести до табл. 1.1 значення маси зразків суміші до і після висушування, сили струму, який протікає через зразок, а також електроємності.

5. Очистити електроди та поверхню конденсатора від налиплої суміші. Зразки суміші після вимірювання електричного опору та ємності конденсатора повернути до змішувача.

6. Додати воду у кількості 30...50 г, перемішати протягом 5 хв і провести наступне вимірювання вологості та електричних параметрів.

7. Послідовно додати ще дві порції води і провести вимірювання вологості та електричних параметрів отриманих сумішей.

1.6 Оброблення результатів роботи

1. За зміною маси зразків суміші після висушування розрахувати їх вологість та визначити середні значення вологості кожної суміші. Результати занести до табл. 1.1.

2. За законом Ома розрахувати електричний опір кожного зразка суміші та визначити середні значення опору кожної суміші. Результати занести до табл. 1.1.

3. За одержаними результатами побудувати градувальні графіки залежності опору і електричної ємності від вологості суміші $R(W)$ та $C(W)$.

4. Визначити абсолютні та відносні похибки вимірювання електричного опору та ємності.

5. Провести порівняльний аналіз методів і з'ясувати можливість їх практичного застосування.

Таблиця 1.1. Результати вимірювань

Номер суміші	Номер зразка	Параметри									
		вологості					електричні				
		маса наважки, г		втрача маси, г	вологість, %		$I_{\text{вим.}}, \text{А}$	R, Ом		C, пФ	
		вологої	висушеної		наважки	середня		зразка	середній	зразка	середня
1	1										
	2										
	3										
...	1										
	2										
	3										

1.7 Зміст звіту

Звіт має містити такі матеріали:

- назву та мету роботи, короткі теоретичні відомості;
- послідовність виконання роботи та схему установки;
- результати досліджень з відповідними розрахунками у вигляді таблиць та графіків;
- висновки.

Лабораторна робота №2

АВТОМАТИЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ РОБОЧИМ ЦИКЛОМ ЗМІШУВАЧІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМАНДОАПАРАТА

Мета роботи – вивчити будову командного електричного приладу (командоапарата), методику його застосування в системах автоматичного управління циклічними процесами, набути навичок розрахунку циклограм та налаштування приладу.

2.1 Загальні відомості

Технологічний процес приготування формувальних сумішей відноситься до типу циклічних, тобто таких, в яких послідовність операцій, які складають процес, періодично повторюється. Автоматичне керування такими технологічними процесами найпростіше здійснювати за допомогою

командних приладів, або командоапаратів.

Принцип дії командоапаратів полягає в автоматичному перемиканні в часі ряду операцій, які залежно від прийнятого типу системи автоматики можуть бути електричними, пневматичними або гідравлічними.

В електричних командоапаратах вихідними елементами є електричні контакти, в пневматичних та гідравлічних – золотники. Одержувані сигнали використовуються для керування відповідними виконавчими механізмами, за допомогою яких здійснюються операції технологічного процесу.

Кількість операцій, якими може керувати командоапарат, може бути різною.

У лабораторній роботі вивчаємо командоапарат типу КЕП-6, який дає можливість керувати шістьма ланцюгами.

При застосуванні командоапарата для керування технологічним процесом приготування формувальних сумішей у змішувачах операціями, якими керують, є: відкривання та закривання затворів дозаторів оборотної суміші, свіжого піску, глини, інших зв'язувальних компонентів, технологічних добавок; відрахування часу сухого перемішування; ввімкнення та вимкнення клапанів дозаторів води та рідких компонентів; відрахування часу вологого перемішування та вивантаження готової формувальної суміші (відкривання та закривання розвантажувальних дверцят змішувачів). Перевагою є те, що за допомогою командоапарата можна швидко перенастроювати систему сумішоприготування на різну рецептуру сумішей, різну послідовність і тривалість операцій, що робить систему керування достатньо гнучкою.

2.2 Лабораторне устаткування

2.2.1 Командоапарат КЕП-6. Схему командоапарата КЕП-6 показано на рис. 2.1.

Синхронний двигун 6 через храповий механізм (на схемі не показаний, розміщений всередині барабана 5), багатоступінчастий редуктор 4 і ковзну шестірню 3 обертає розподільний вал 7, на якому виконано 12 кільцевих пазів, у яких розташовані 6 пар кулачків 9, які можна переміщувати у пазах навколо осі вала.

Для закріплення вибраної позиції кулачки оснащені гвинтами. З кожної пари кулачків один виконує замикання, а другий – розмикання контактів 1 через швидкодійні вимикачі 10.

Для налаштування командоапарата використовують два барабани 2 і 5 із шкалами на 100 поділок і ковзну шестерню 3. Барабан 2 жорстко закріплений на розподільному валу 7 і служить для визначення положень контактів.

Переставлянням ковзної шестерні 3 на різну передачу редуктора 4 ступінчасто змінюється швидкість обертання розподільного вала. За допомогою барабана 5 можна плавно регулювати швидкість обертання розподільного вала, змінюючи кут зчеплення храпового механізму, який передає обертання від двигуна на редуктор.

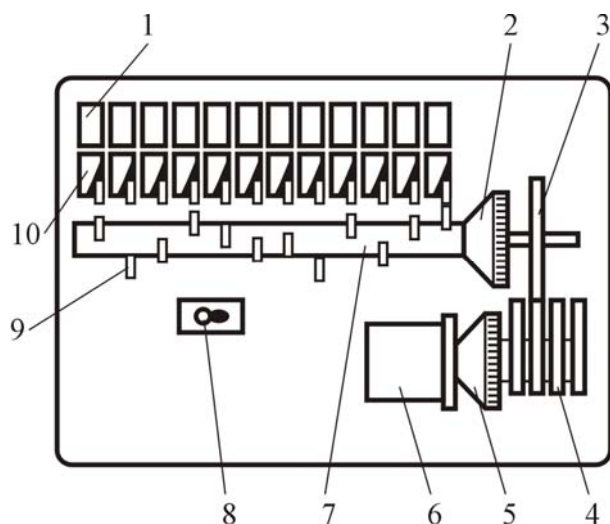


Рис. 2.1. Схема командоапарата КЕП-6: 1 – контакти; 2 – барабан; 3 – ковзна шестерня; 4 – редуктор; 5 – барабан; 6 – електродвигун; 7 – вал; 8 – тумблерний вимикач; 9 – кулачки; 10 – вимикачі

Положення ковзної шестерні (номер передачі) та номер поділки на барабані 5, необхідні для одержання заданого часу одного оберта розподільного вала, визначаються за табл.2.1.

Командоапарат вмикають тумблерним вимикачем 8.

Налаштовування командоапарату виконують за такою послідовністю:

1. За заданою циклограмою розраховують установку кулачків кожної операції. Виходячи з того, що розподільний вал робить один оберт за повний час циклу, потрібну поділку шкали барабана 2, на яку треба встановити кулачок, що вмикає або вимикає, розраховують за формулою

$$A = \frac{100 \cdot T_1}{T}, \quad (2.1)$$

де T_1 – час за циклограмою від початку циклу до моменту ввімкнення (для кулачка, який здійснює вмикання) або вимкнення (для кулачка, який здійснює вимикання) операції, с;

T – повний час циклу, с.

2. Відстопорюють і виводять із зачеплення з редуктором ковзну шестерню.

3. Гайки, які фіксують кулачки, викруткою ослаблюють на один-два оберти.

4. Швидкодійні вимикачі вручну встановлюють у положення, що відповідає розімкненим контактам.

5. Налаштовують кожну операцію. Для цього розподільний вал треба повернути так, щоб розрахована поділка шкали барабана 5 була проти контрольної стрілки. Потім відповідний кулачок пересувають по пазу вала до упору зверху на виступ заскочки швидкодійного вимикача і затягують фіксувальною гайкою.

6. Після встановлення всіх кулачків розподільний вал вручну повертають так, щоб нульова позначка шкали барабана 5 стала проти контрольної стрілки.

7. За табл.2.1 за повним часом циклу обирають необхідну передачу і поділку шкали на барабані 5. Встановлюють ковзну шестерню на відповідну передачу, а барабан 5 повертають так, щоб знайдена поділка шкали стала проти контрольної стрілки.

Таблиця 2.1. Час обертання розподільного вала залежно від передачі та номера поділки

Передача	Номер поділки	Час одного обертання розподільного вала	Передача	Номер поділки	Час одного обертання розподільного вала
I	12	30 с	II	8	2 хв. 54 с
	36	40 с		10	3 хв. 02 с
	52	52 с		15	3 хв. 14 с
	60	1 хв. 05 с		20	3 хв. 28 с
	66	1 хв. 18 с		25	3 хв. 45 с
	70	1 хв. 24 с		30	3 хв. 52 с
	74	1 хв. 43 с		35	4 хв. 16 с
	76	1 хв. 47 с		40	4 хв. 30 с
	80	2 хв. 13 с		45	5 хв. 04 с
	85	2 хв. 44 с		50	5 хв. 29 с
	90	4 хв. 28 с		55	5 хв. 58 с
				60	6 хв. 46 с
				65	7 хв. 35 с

2.2.2 Система автоматичного керування процесом приготування формувальних сумішей

Спрощену електричну схему автоматичної системи керування робочим циклом змішувачів за допомогою командоапарата показано на рис.2.2. У схемі передбачено керування шістьма операціями.

Схема включає електричну і пневматичну системи. Перетворення електричних сигналів в пневматичні виконується за допомогою електромагнетних клапанів 1Э-6Э.

Автоматична робота системи здійснюється таким чином. Замикаються вимикачі 1Р і 2Р. Універсальний перемикач УП стає в положення „Автомат”. При цьому замикаються його контакти УП5-6 і УП3-4. Короткочасним натисненням пускової кнопки вмикаються магнетний пускач МП і демпферна котушка, яка забезпечує запуск двигуна змішувача 1Д і вентилятора продування 2Д. Одночасно до ланцюга живлення підключається трансформатор, від якого живиться двигун командоапарата КЕП-6. Двигун командоапарата обертає розподільний вал, кулачки якого залежно від налаштування командоапарата в необхідній послідовності замикають і через заданий час розмикають контакти 1КЭП-6КЭП. Цими контактами вмикаються і вимикаються проміжні реле 1РП-6РП, які своїми контактами управляють роботою електромагнетних клапанів 1Э-6Э, що здійснюють необхідні перемикання в ланцюгах розподілу стисненого повітря пневматичної системи управління механізмами змішувача.

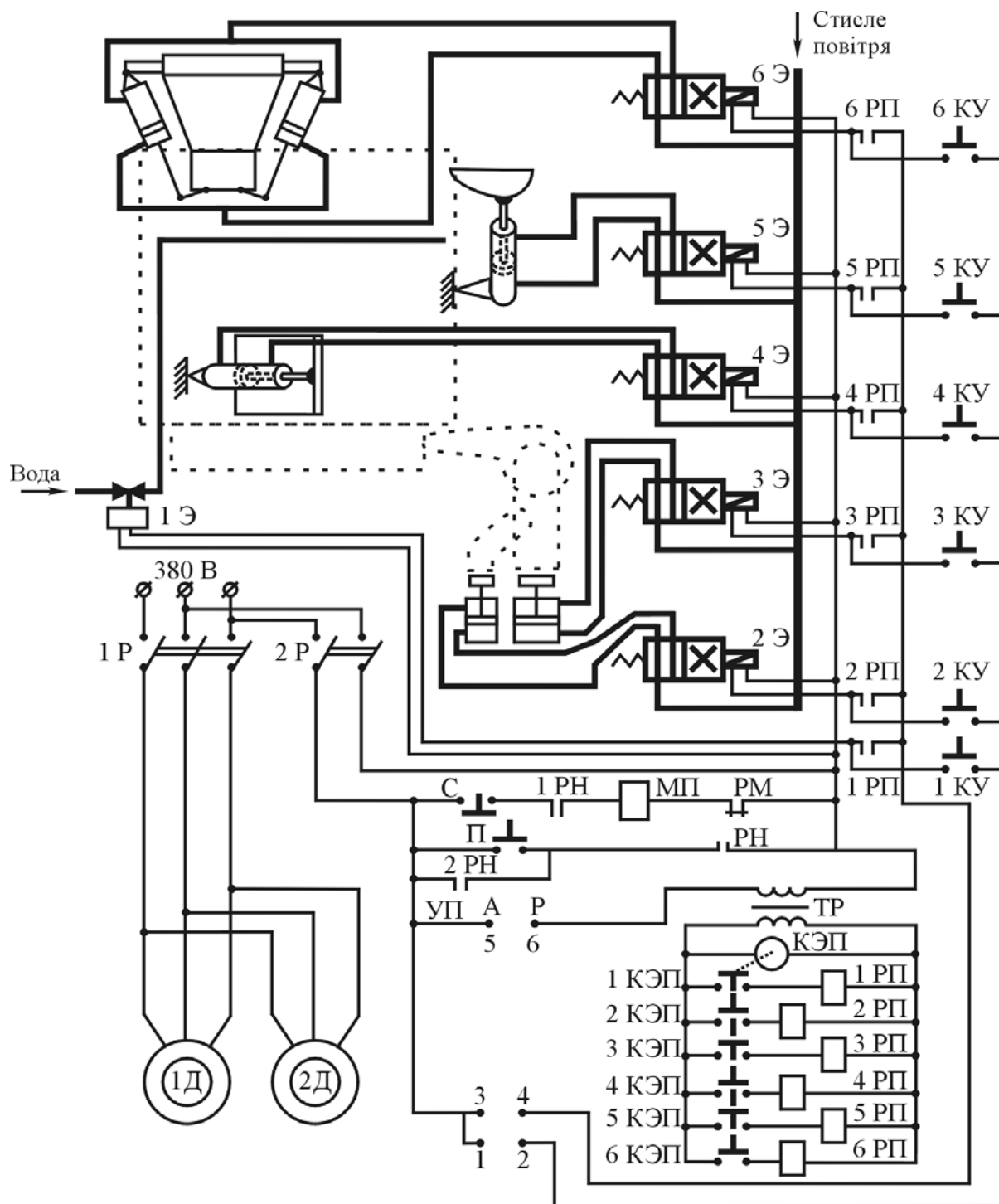


Рис. 2.2. Електропневматична схема системи керування змішувачем

При цьому в автоматичному режимі виконуються наступні операції: заливання води після відкриття електромагнетного клапана 1Э на деякий час; завантажування піску з бункера-дозатора після розкриття щелепного затвора за допомогою клапана 6Э; відсмоктування пилу продуванням робочої камери змішувачів повітрям від вентилятора (клапан 3Э); подавання зв'язувальних компонентів і добавок внаслідок перекидання лотка (клапан 5Э); охолодження суміші (аерація) – продуванням повітря через суміш в процесі перемішування (клапан 2Э); і розвантаження після відкриття дверей змішувача на деякий час (клапан 4Э).

Після закінчення одного циклу приготування суміші автоматично починається наступний цикл. За необхідності перервати автоматичний цикл приготування суміші достатньо перемикач УП поставити в нейтральне положення. При цьому командоапарат відключається від ланцюга живлення, і його двигун зупиняється.

Повна зупинка змішувачів здійснюється шляхом натиснення кнопки „Стоп”.

При роботі в ручному режимі перемикач УП ставиться в положення „Ручний режим”. При цьому замикаються контакти УП1 і УП2. Вмикання і вимикання потрібної операції виконується натисненням кнопок 1КУ-6КУ.

Найсуттєвішими недоліками системи є наступне: у системі не передбачені ланцюги для управління роботою дозаторів, тому вона вимагає доповнення; кількість керованих операцій обмежена шістьма, що у ряді випадків є недостатнім. Цей недолік може бути усунений шляхом заміни командоапарата КЕП-6 на командоапарат КЕП-12У, який дає можливість здійснювати управління дванадцятьма операціями; у основу роботи системи покладено управління процесом приготування суміші за часом, тоді як раціональнішим є застосування рефлексного принципу управління, при цьому видача готової суміші із змішувача здійснюється не після закінчення заданого часу перемішування компонентів, а після досягнення заданого ступеню готовності суміші – наприклад, після досягнення потрібної в’язкості або іншого показника якості суміші.

Слід відзначити, що управління за допомогою командоапарата не виключає застосування рефлексного принципу управління. Для управління процесами за ступенем їх готовності достатньо вибрати тривалість замикання контактів командоапарата дещо більшу за нормальний час, необхідний для здійснення даної операції. Вмикання виконавчих механізмів при цьому здійснюється командоапаратом, а відключення – за допомогою датчиків, що контролюють ступінь готовності виконуваних операцій, тобто за рефлексним принципом.

Система розрахована на приготування суміші, до складу якої входять: оборотна суміш, свіжий кварцовий пісок і глиняста суспензія.

За відсутності або при зависанні суміші в бункері не спрацьовує клапан 6Э, командоапарат буде відключений. При цьому контакт командоапарата буде замкнений, спрацьовує реле, яке контактами вмикає відповідно електромагнет і сигнальну лампочку. Електромагнетний клапан вмикає вібратор, змонтований на стінці бункера з оборотною сумішшю, а лампочка сигналізує на пульті управління про відсутність суміші в бункері-дозаторі.

Аналогічним чином працює сигналізатор електроконтакту рівня дозатора глинястої суспензії.

Для приготування сумішей в змішувачах безперервної дії матеріали подаються безперервно, і задачею систем автоматизації є підтримання заданих витрат і співвідношення витрат окремих компонентів. Витрата води регулюється залежно від температури і вологості оборотної суміші.

2.2.3 Заходи безпеки

Під час виконання досліджень необхідно виконувати загальні правила з техніки безпеки, які наведено в розділі «Техніка безпеки».

2.3 Контрольні запитання

1. Які типи технологічних процесів можуть керуватися за допомогою командоапаратів?
2. Якими операціями процесу сумішоприготування в ливарних цехах керує командоапарат?
3. Поясніть за схемою будову і принцип роботи командоапарата КЕП-6.
4. Укажіть, які розрахунки необхідно виконати для успішного налаштування командоапарата на заданий робочий цикл?
5. Розкрийте сутність побудови систем автоматичного керування робочим циклом змішувачів.
6. На основі аналізу отриманих даних, визначіть, для керування якими технологічними процесами в ливарному цеху може бути використаний лабораторний командоапарат.

2.4 Послідовність виконання роботи

1. Вивчити будову командоапарата і систему керування змішувачем.
2. Скласти циклограму керування процесом приготування формувальної суміші згідно з загальноприйнятою технологією і часом операцій (задає викладач) за табл.2.2.

Таблиця 2.2. Задана тривалість операцій технологічного процесу сумішоприготування

Операція	Позначення	Тривалість, с
Завантаження піску		
Завантаження глини		
Завантаження води		
Завантаження деревних ошукрок		
Завантаження затверджувача		
Завантаження зв'язувального компонента		
Сухе змішування		
Вологе змішування		
Розвантаження суміші		

3. Розрахувати параметри налаштування командоапарата.
4. Виконати налаштування командоапарата згідно з заданим циклом.
5. Контролювати тривалість кожної операції за секундоміром. Результати занести до табл.2.3.

Таблиця 2.3. Результати вимірювань

Показник	Операція					
	А	Б	В	Г	Д	Е
Задана тривалість, с						
Фактична тривалість, с						
Середня фактична тривалість, с						
Абсолютна похибка, с						
Відносна похибка, %						
Середня відносна похибка, %						

2.5 Оброблення результатів

1. Визначити абсолютну і відносну похибки налаштування за кожною операцією. Результати занести до табл.2.3.

2. Зробити висновки щодо надійності роботи систем керування технологічним процесом за допомогою командоапарта.

2.6 Зміст звіту

Звіт має містити такі матеріали:

- назву та мету роботи, короткі теоретичні відомості;
- послідовність виконання роботи та схему установки;
- результати досліджень з відповідними розрахунками у вигляді таблиць;
- висновки.

Лабораторна робота №3 ЕЛЕКТРОННИЙ СИГНАЛІЗАТОР РІВНЯ ФОРМУВАЛЬНОЇ СУМІШІ

Мета роботи – вивчити будову і роботу електричної схеми сигналізатора рівня формувальної суміші; навчитися виконувати налаштування сигналізатора рівня і визначати його робочі параметри.

3.1 Загальні відомості

Для контролю кількості матеріалів в бункерах або в інших місткостях в автоматичних системах використовують два типи чутливих елементів – рівнеміри та сигналізатори рівня. Рівнеміри – прилади безперервної дії, а сигналізатори визначають лише наявність або відсутність матеріалу на контрольованому рівні, тобто мають релейну характеристику.

Сигналізатори рівня формувальних сумішей є чутливими елементами в системах автоматичного керування подавання сипких матеріалів (піс-

ку, оборотної суміші тощо) до сумішоприготувальних установок, формувальних або стрижневих сумішей до бункерів формувальних (стрижневих) машин тощо. За принципом дії сигналізатори поділяють на механічні, пневматичні та електричні.

З електричних сигналізаторів високі експлуатаційні параметри мають електронні сигналізатори, побудовані на базі контролю електропровідності матеріалу.

Оскільки електропровідність формувальних сумішей залежить від багатьох факторів – складу, вологості, ступеню ущільнення тощо (див. лабораторну роботу №1), її електричний опір може змінюватися в широкому діапазоні (від одиниць до сотень кОм). Ця обставина вимагає побудови таких електричних схем, щоб їх спрацювання проходило при вхідних опорах, значно вищих від тих, які фактично має електричний ланцюг, що замикається через формувальну суміш. Це гарантує надійну роботу сигналізатора при коливаннях електричного опору контрольованого матеріалу.

Такі можливості мають електронні (рис.3.1) реле, а відповідно сигналізатори називають кондуктометричними електронними сигналізаторами рівня.

Принцип дії сигналізатора заснований на замиканні електричного ланцюга між електродом-датчиком, що встановлюється в контрольованій точці, і “корпусом”.

Виконавчим елементом схеми є електромагнетне реле K1, напруга на обмотку якого подається електронним (ламповим – рис.3.1, а) або (транзисторним – рис. 3.1, б) приладом.

Оскільки керувальний елемент в обох схемах ввімкнено за схемою ключа, за відсутності матеріалу на рівні, де встановлено електрод, через обмотку реле протікає незначний струм, менший від струму спрацювання, який встановлюється резистором R1. При замиканні електричного ланцюга через формувальну суміш утворюється новий ланцюг через анод, сітку лампи VL, резистор R2 для лампової схеми і резистори R3, R2 для транзисторної схеми, завдяки чому підвищується потенціал на сітці тріода (базі транзистора), що спричиняє відкривання електронного ключа (тріода або транзистора) і сприяє зростанню струму через обмотку електромагнетного реле K1 до значення, більшого за струм спрацювання.

Останнє спрацьовує і своїми робочими контактами здійснює необхідні перемикання в зовнішніх ланцюгах керування (загоряється лампа HL1; тумблер SA1 дозволяє управляти загорянням лампи HL2). В ланцюг сітки (базу) ключа складовою частиною входить резистор R2, змінюючи величину опору якого можна регулювати значення потенціалу сітки (базу), а, отже налаштовувати схему на спрацювання. Резистор R3 в транзисторній схемі здійснює роль обмежувача струму, надмірна величина якого може виникнути при зниженні значення опору R2 до нуля.

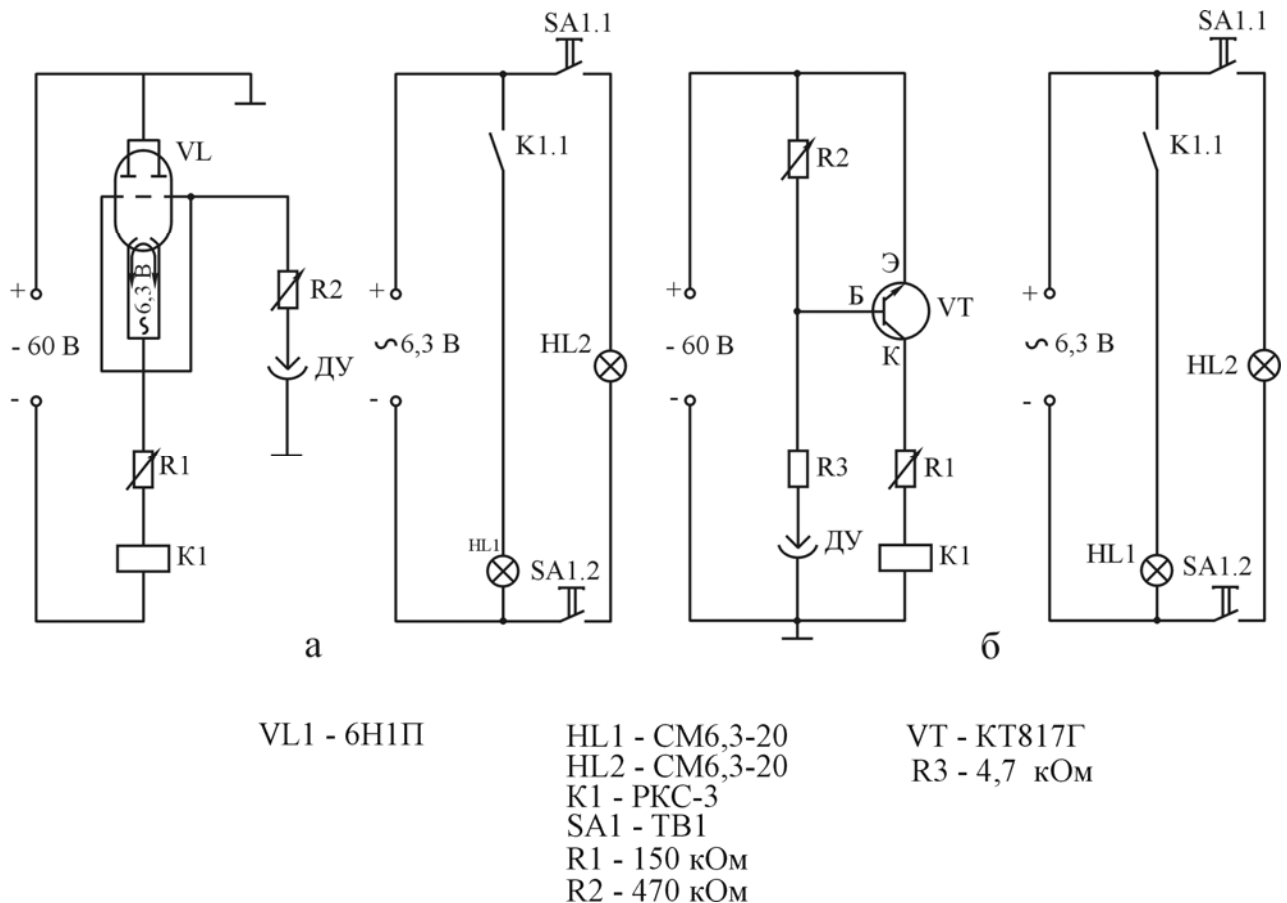


Рис.3.1. Електрична схема лампового (а) і транзисторного (б) сигналізаторів рівня

3.2 Лабораторне устаткування

Лабораторну роботу проводять на монтажному стенді, на якому розміщені необхідні електричні елементи та клемні затискачі для підімкнення зовнішніх ланцюгів.

Параметри елементів: HL1, HL2 – CM 6,3-20; K1 – РКC-3; R1 – 150 кОм; R2 – 470 кОм; R3 – 4,7 кОм; SA1 – ТВ1; VL – 6Н1П; VT – КТ 817Г.

Живлення схеми здійснюється від джерела ИП. На передній панелі ИП розташовано: три запобіжники П1, П2, П3 для захисту ланцюгів живлення пристрою; тумблер “Вкл / Откл” для вмикання джерела живлення; лампа “Сеть”, що сигналізує про вмикання джерела живлення; клеми “~6,3 В”, “~60 В”, “-60 В” для подачі на схеми сигналізатора рівня відповідних напруг; клеми “Э”, “К”, “Б”, що відповідають електродам емітера, колектора та бази транзистора КТ 817Г. На задній панелі джерела живлення знаходиться клемма для під’єднання пристрою до корпусу (згідно наведених схем). Для складання схем надається комплект дротів.

Для налаштування схеми і визначення робочих параметрів (граничного опору спрацювання, струму спрацювання, потенціалу на сітці лампи або на базі транзистора) надається магазин резисторів з максимальним

значенням опору 710 кОм та вимірювальні прилади: міліамперметр, вольтметр.

Налаштовану схему сигналізатора випробовують, підмикаючи його до бункера з встановленим електродом. Для візуального спостереження за рівнем суміші в бункері наявне вікно, закрите прозорим оргсклом.

3.2.1 Заходи безпеки

Під час виконання досліджень необхідно виконувати загальні правила з техніки безпеки, які наведено в розділі «Техніка безпеки»

3.3 Контрольні запитання

1. Укажіть, в яких випадках є необхідним застосування електронних сигналізаторів рівня в ливарних цехах?
2. Розкрийте за схемою принцип роботи лампової схеми сигналізатора рівня.
3. Розкрийте за схемою принцип роботи транзисторної схеми сигналізатора рівня. У чому її переваги?
4. У чому полягають особливості налаштування схеми автоматичного регулятора в залежності від матеріалу, рівень якого необхідно визначати?
5. Поясніть, яким чином і чому змінюються електричні параметри формувальної суміші та кварцового піску при зміні їх вологості?
6. Наведіть приклади, які системи автоматичного керування містять в собі сигналізатори рівня.

3.4 Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитись із схемами електронного сигналізатора рівня і вивчити його роботу.
2. Скласти електричні схеми сигналізатора згідно з рис.3.1.
3. Підімкнути сигналізатор до джерела живлення, користуючись написами на панелі ИП.
4. У гнізда зажимів “Датчик” та “Корпус” вставити штирями магазин резисторів, тобто замкнути цей ланцюг через магазин резисторів, який моделює опір формувальної суміші. На магазині резисторів повинно бути встановлено найбільше значення опору і резисторами R1 і R2 налаштувати сигналізатор на спрацювання. Якщо за один раз налаштування не вдається, треба зменшити значення опору на магазині і повторити налаштування ще раз.
Для візуального контролю спрацювання, до робочих контактів реле підімкнути сигнальну лампочку. При спрацюванні сигналізатора сигнальна лампочка повинна чітко запалюватися без миготіння.
5. Після закінчення налаштування сигналізатора слід відімкнути магазин резисторів, підімкнути до схеми електрод і “Корпус” на панелі макету бункера та простежити за роботою сигналізатора, засипаючи і вивантажуючи з нього формувальну суміш.

6. Підключити міліамперметр та вольтметр у коло датчика рівня (ДУ).
7. Перемикач схем VL та VT встановити у нейтральне положення.
8. Взяти 2,5...3,0 кг сухого кварцового піску. Поступово додаючи воду (по 30...50 г) у пісок (5 разів), ретельно перемішати і завантажити в бункер.
9. За допомогою перемикача встановити лампову схему. Зняти покази з міліамперметра та вольтметра, записуючи їх у табл. 3.1. Вимірювання здійснити один раз.

Таблиця 3.1. Результати вимірювання електричних характеристик рівнеміру

№ суміші	Кількість води, г	Маса наважки, г		Вологість, %		Покази приладів				Значення опору у схемі, Ом		Похибка, %
		до сушіння	після сушіння	наважки	середня	вольтметра, В		міліамперметра, мА				
						VL	VT	VL	VT			
Для чистого піску												
1												
2												
3												
4												
5												
Для оборотної суміші												
1												
2												
3												
4												
5												

10. За допомогою перемикача встановити транзисторну схему. Зняти покази з міліамперметра та вольтметра, записуючи їх у табл. 3.1. Вимірювання здійснити один раз.

11. За допомогою стандартної методики визначити значення вологості для кожної проби піску. Вимірювання провести на трьох наважках. Тривалість сушіння 5 хв.

12. Виконуючи пункти 8...11, здійснити вимірювання і для оборотної формувальної суміші, дані занести до табл. 3.1.

3.5 Оброблення результатів

1. Розрахувати значення опору кожної проби піску і оборотної суміші, визначені за ламповою і транзисторною схемами.

2. Знайти відносні похибки між значеннями опору, отриманими за ламповою і транзисторною схемами.

3. Побудувати графічні залежності граничного значення опору від вологості піску і оборотної суміші для лампової схеми.

4. Побудувати графічні залежності граничного значення опору від вологості піску і оборотної суміші для транзисторної схеми.

5. Зробити висновки щодо надійності роботи сигналізатора за різними схемами.

3.6 Зміст звіту

Звіт має містити такі матеріали:

- назву та мету роботи, короткі теоретичні відомості;
- послідовність виконання роботи та схему установки;
- результати досліджень з відповідними розрахунками у вигляді таблиць;
- висновки.

Лабораторна робота № 4 АВТОМАТИЧНІ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ ФОРМУВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ

Мета роботи – вивчити принципи побудови та алгоритми роботи автоматичних систем розподілу матеріалів до багатьох споживачів, навчитися аналізувати і вибрати оптимальні види та режими роботи систем.

4.1 Загальні відомості

У ливарних цехах при постачанні різних матеріалів до споживачів застосовуються транспортні системи такого виду, коли від одного джерела

матеріал передається до багатьох споживачів. Зокрема, так організується подача піску, оборотної суміші, інших формувальних матеріалів зі складу до кількох сумішоприготувальних установок, подача готової формувальної суміші з одного бункера-відстійника до ряду формувальних машин. Кількість споживачів при цьому досягає 10 і більше одиниць, які не повинні мати простоїв з причини перебоїв у постачанні матеріалів. Задача ускладнюється ще й тим, що споживачі (наприклад, формувальні машини) витрачають формувальну суміш нерівномірно. Витрата формувальної суміші може коливатися від нуля (зупинка машини з різних причин) до деякої максимальної величини при нормальній роботі.

Для транспортування формувальної суміші в ливарних цехах застосовують стрічкові транспортери, які проходять уздовж приймальних витратних бункерів формувальних машин, розташованих у лінію.

Суміш у бункери розвантажують плужковими скидачами, які мають пневматичний або електромагнетний привод. Керування плужками може бути побудоване за різними алгоритмами. Чутливими елементами систем є сигналізатори рівня (один або два), встановлені в кожному бункері.

У кожному приладі автоматична система розподілу матеріалу має забезпечити на оптимальному рівні два критерії:

- час введення всіх формувальних машин в дію після довготривалої перерви в роботі;

- допустимий час перерви в подаванні формувальної суміші, при якому не порушується нормальна робота формувальної машини або лінії.

Очевидно, що найкращою є система, яка дозволяє привести до роботи всі машини за найкоротший час і допускає найменші перерви в постачанні матеріалу.

Порівняльний аналіз різних систем можна здійснити також за кількістю споживачів, які гарантовано забезпечуються матеріалом.

Системи розподілу формувальних сумішей підрозділяють на **незалежні і програмні**.

4.1.1 Незалежні системи розподілу

Незалежні системи розподілу характеризуються тим, що керування завантажувальними плужками здійснюється автономно, тобто незалежно від стану (кількості матеріалу) інших споживачів.

Найпростішою системою є незалежний розподіл по одному рівню, коли кожний бункер оснащується одним сигналізатором рівня. Сигналізатор розташовується так, щоб бункер завантажувався повністю, тобто сигналізатор встановлюється на верхньому рівні. З метою найскорішого введення всіх формувальних машин у дію встановлюються сигналізатори на різних рівнях: у першому (за ходом руху транспортерної стрічки) – на рівні, що забезпечує кількість матеріалу на кілька півформ; у другому – дещо вище і т.д.

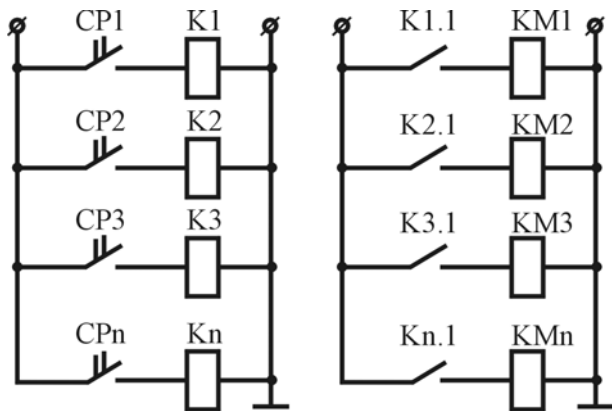


Рис. 4.1. Електрична схема керування незалежною однорівневою системою

Принципову електричну схему керування незалежною однорівневою системою показано на рис. 4.1.

На початку роботи, коли всі бункери порожні, контакти сигналізаторів CP1-CPn замкнені, по обмотках проміжних реле K1-Kn протікає струм, вони спрацьовують і своїми контактами K1.1-Kn.1 вмикають електромагнети KM1-KMn, які опускають завантажувальні плужки на стрічку транспортера. Формувальна суміш при

цьому завантажується до першого за ходом руху стрічки транспортера бункера. Коли суміш у цьому бункері досягне рівня, який контролюється сигналізатором, останній спрацьовує, розмикає контакт CP1, що спричиняє відімкнення реле K1, яке вмикає електромагнет KM1. Плужок першого бункера піднімається, формувальна суміш проходить під ним до другого бункера тощо.

Система незалежного розподілу за одним рівнем дуже проста, проте вона не може забезпечити однакові умови живлення споживачів: якщо під час заповнення якогось попереднього бункера рівень суміші опускається нижче сигналізатора, то плужок цього бункера опускається на стрічку, транспортера і „перехоплює” потік матеріалу. Тобто бункери, які розташовуються першими за ходом руху транспортера, мають перевагу в постачанні перед останніми, які можуть одержувати недостатню кількість суміші для безперебійної роботи формувальних машин.

Дещо кращі умови щодо розподілу матеріалу створюються в незалежних системах за двома рівнями. В бункерах встановлюється по два сигналізатори: нижнього рівня, що контролює наявність матеріалу в кількості, достатній для виготовлення трьох-п'яти півформ, та верхнього рівня, який відповідає повному завантаженню бункера. Алгоритм роботи системи управління передбачає завантаження бункерів до верхнього рівня, після чого суміш поступово знижується до нижнього рівня. Оскільки запас матеріалу в бункерах між нижніми і верхніми рівнями значний, то між повторним опусканням плужка з'являється пауза в часі, протягом якої поповнюються наступні бункери.

Принципову електричну схему незалежної дворівневої системи наведено на рис.4.2.

На початку роботи (порожні бункери) контакти сигналізаторів нижнього CNP та верхнього СВР замкнені, проміжні реле K знаходяться під струмом і своїми контактами вмикають електромагнети, які опускають плужки на стрічку транспортера. Починається завантаження першого бункера.

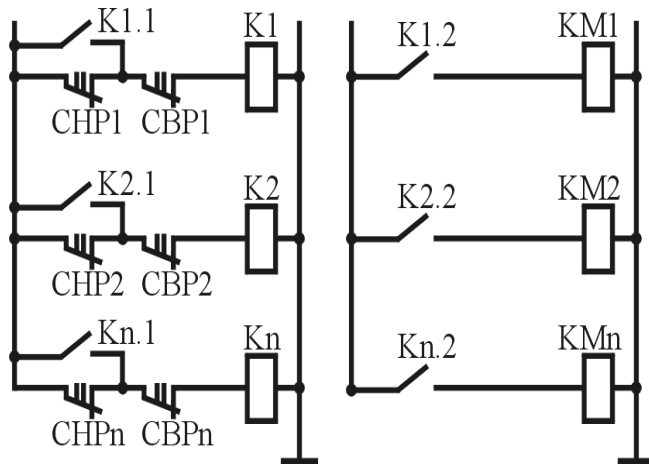


Рис. 4.2. Електрична схема керування незалежною дворівневою системою

Коли рівень суміші в ньому досягне нижньої контрольованої межі, контакти СНР1 розімкнуться, але відпускання реле К1 не відбудеться, тому що його живлення йде через блокувальний контакт К1.1, і продовжується поповнення першого бункера. Коли рівень суміш досягне сигналізатора верхнього рівня, розмикається контакт СВР1, що вимикає реле К1, яке, у свою чергу, вимикає електромагнет КМ1. Плужок першого бункера піднімається, і суміш транспортується до другого бункера.

При витрачанні суміші її рівень у бункері знижується нижче СВР, контакти СВР1 замикаються, однак спрацювання проміжного реле К1 не відбувається, тому що залишаються розімкненими контакти СНР1 та К1.1. Тільки тоді, коли рівень суміші в бункері опуститься нижче нижнього сигналізатора, контакти СНР1 замкнуться, що призводить до спрацювання реле К1, яке контактом К1.1 блокує нижній сигналізатор, а контактом К1.2 вмикає електромагнет КМ1. Плужок першого бункера знов опускається на транспортер, і бункер повторно поповнюється сумішшю до верхнього рівня.

Незалежні системи розподілу формувальної суміші передбачають управління завантажувальними пристроями бункера незалежно від кількості суміші в інших бункерах. Іншими словами, кожен бункер оснащується автономною системою подачі суміші, яка спрацює, якщо рівень суміші в даному бункері опустився нижче контрольованого. При цьому не враховується, скільки суміші є в інших бункерах.

Плужки мають електромагнетний або пневматичний привод. Якщо суміш знаходиться нижче контрольованого рівня в декількох бункерах, то будуть опущені всі відповідні плужки, проте суміш поступатиме тільки в перший по ходу руху стрічки транспортера бункер. Після заповнення першого бункера спрацює його сигналізатор, розмикає свій контакт, і електромагнет знеструмлюється.

Під дією протяга пружини плужок підіймається, і суміш починає поступати в наступний бункер. При цьому, якщо в результаті витрати суміші з першого бункера рівень суміші в ньому знизиться нижче за сигналізатор, то знову опускається плужок першого бункера і „перехоплює” суміш. У результаті розподіл суміші виявляється нерівномірним. В якнайкращих умовах знаходяться перші по ходу руху стрічки транспортера бункери, а при достатньо великому числі бункерів останні можуть взагалі не одержувати суміш.

Пропорційна система розподілу суміші подібна розглянутій та передбачає також контроль тільки одного рівня суміші, але на відміну від неї заповнення всіх бункерів виконується одночасно. Це досягається тим, що плужки перекривають не всю стрічку транспортера, а лише її частину. Якщо число бункерів n , то плужок першого бункера відсікає $1/n$ частину стрічки, другого – $2/n$ тощо. Плужки знаходяться в нормально опущеному положенні, і суміш, таким чином, поступає одночасно у всі бункери. Досягши контрольованого (верхнього) рівня, вмикається відповідний привод, який піднімає плужок заповненого бункера. У наступний бункер поступає подвоєна порція суміші і т.д.

При рівномірному і незмінному в часі споживанні суміші з кожного бункера така система є найраціональнішою, оскільки при правильному виборі продуктивності транспортера система автоматики фактично не діятиме.

Якщо споживання суміші нерівномірне, але незмінне в часі, то і в цьому випадку зберігаються умови для нормального забезпечення всіх споживачів сумішшю. Для цього достатньо так відрегулювати положення плужків, щоб в кожен бункер поступала необхідна кількість суміші для нормальної роботи.

При непостійній витраті суміші з бункерів, що як правило спостерігається на практиці, робота системи значною мірою погіршується. При цьому в найнесприятливіших умовах знаходяться перші по ходу руху стрічки транспортера бункери, оскільки у разі потреби термінового поповнення сумішшю останніх бункерів достатньо підняти всі попередні плужки, тоді як збільшити подачу суміші в перший бункер не можна. Це у багатьох випадках значно знецінює пропорційну систему.

Число споживачів, які можуть задовільно забезпечуватися сумішшю по цій системі, не може бути більше чотирьох, оскільки інакше доведеться „ділити” стрічку транспортера на дуже дрібні ділянки.

Контроль тільки одного рівня в системах незалежного розподілу призводить до того, що спрацьовування плужків відбувається при незначних коливаннях рівня формувальної суміші в бункерах, останні бункери недостатньо поповнюються сумішшю, а елементи системи через часте спрацьовування піддаються підвищеному зношуванню. Якісніший розподіл суміші забезпечує система незалежного розподілу за двома рівнями.

Бункери оснащуються двома сигналізаторами рівня – верхнього і нижнього. У розглянутій системі коливання рівня суміші відбуваються в значно ширшому інтервалі, ніж при управлінні за одним рівнем. Завдяки цьому система розподілу працює менш напружено, а протягом часу, поки витрачається запас суміші, відповідний об’єму бункера між двома сигналізаторами, відбувається поповнення подальших бункерів. Тому, хоча і в даній системі в переважному положенні знаходяться бункери, перші по ходу руху стрічки транспортера, система може забезпечити сумішшю більше число споживачів, ніж при розподілі за одним рівнем.

Слід зазначити, що незалежний розподіл суміші за двома рівнями можна забезпечити і при застосуванні на кожному бункері тільки одного сигналізатора, який проте управляє роботою плужка по двох контрольованих рівнях.

4.1.2 Програмні системи розподілу суміші, на відміну від незалежних, передбачають управління плужками за різними алгоритмами.

Однією з простих програмних систем є **послідовно-примусова система**, яка передбачає послідовне заповнення бункерів у порядку їх розташування вздовж транспортера. При цьому кожний бункер поповнюється тільки в порядку своєї черги, і при рівномірній витраті суміші всі споживачі ставляться в однакові умови.

Послідовний режим може бути реалізований за різних варіантів: за одним рівнем (верхнім або нижнім), за двома рівнями – перше заповнення до нижнього рівня, повторне – до верхнього тощо.

Програмні системи реалізуються на різних елементах автоматики – електромагнетних реле, логічних елементах, розподільниках тощо.

Електричну схему простої послідовно-примусової однорівневої системи, побудованої на електромагнетних реле, наведено на рис.4.3.

При порожніх бункерах контакти всіх сигналізаторів рівня СР розімкнені, тому ввімкненим є лише проміжне реле К1, яке контактом К1.1 вмикає електромагнет ЕМ1, і тоді опускається плужок першого бункера і здійснюється його заповнення. Коли суміш у першому бункері досягне рівня СР1, його контакт замикається, що призводить до спрацювання реле К2 та К3. Реле К2 контактами К2.1 блокує сигналізатор СР1, а контактом К2.2 вимикає реле К1. Контакти К1.1 розмикаються, електромагнет ЕМ1 вимикається, і плужок першого бункера піднімається. Реле К3 контактом К3.1 вмикає електромагнет ЕМ2, який опускає на транспортер плужок другого бункера і т.д. Якщо при заповненні другого бункера в першому суміш опуститься нижче СР1, то контакти сигналізатора розімкнуться, але струм через реле К2 і К3 продовжує протікати через блокувальні контакти К2.1, тому позачергового спрацювання плужка першого бункера не відбудеться.

Коли буде заповнений останній бункер, спрацюває сигналізатор СР_n, що викликає спрацювання реле К0, яке розмикає контакт К01, тому струм у схемі протікає через обмотку реле КL. Завдяки падінню напруги на обмотці реле КL струм в обмотках решти реле зменшується нижче струму відпускання, вони вимикаються і перемикають свої контакти до початкового стану, тобто знімаються всі блокування і замикаються ланцюги реле К1, К3. Реле К0 і КL підібрані так, що мають струм відпускання менший, ніж протікає в схемі в цьому стані, тому вони залишаються ввімкненими. Контакти КL.1 при цьому розмикають ланцюг живлення магнетного пускача МП, який вимикає двигун транспортера.

Якщо в якомусь з бункерів рівень суміші буде нижчим за висоту положення сигналізатора, то при зніманні блокування (контакти К2.1...К4.1) ланцюг живлення реле К0 буде розірваним, тому контакт К0.1 замикається і схема працює, як вже описано.

Послідовно-примусова система розподілу суміші передбачає послідовне заповнення бункерів в суворій черговості, за критерій якої встановлений порядок розташування їх уздовж стрічки транспортера. При цьому кожен бункер поповнюється в свою чергу, незалежно від кількості суміші в інших бункерах.

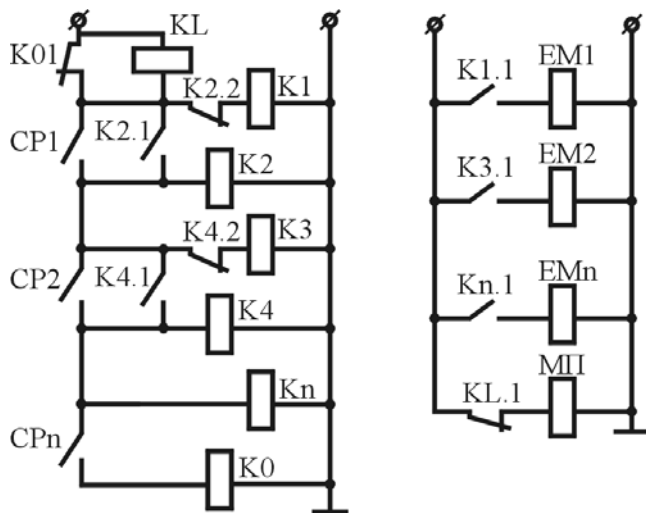


Рис. 4.3. Електрична схема послідовно-примусової однорівневої системи, побудованої на електромагнетних реле

Якщо суміш в якому-небудь бункері опуститься нижче за сигналізатор, то розмикається відповідний контакт сигналізатора рівня, реле знеструмлюється і своїм контактом шунтує обмотку реле. Це призводить до вмикання транспортера, а відповідне реле вмикає електромагнет плужкового скидувача, і суміш почне поступати у відповідний бункер. Одночасно, при вимиканні реле, струм в обмотках реле з парним номером зростає, і всі вони за винятком того, яке управляє плужком порожнього бункера, спрацюють.

В результаті вся решта плужків залишається піднятими.

Якщо при цьому рівень суміші в попередньому бункері опуститься нижче за сигналізатор, то його плужок опуститься на стрічку і перехопить суміш. Таким чином, позачергове поповнення раніше включеного в роботу бункера припиниться, і відбувається поповнення сумішшю першого по порядку бункера, і лише після його заповнення продовжиться заповнення подальших бункерів.

Розглянута система забезпечує більш рівномірний розподіл суміші по бункерах, ніж незалежні системи. Проте, розглянута схема має ряд суттєвих недоліків, які знижують надійність її роботи. Наприклад, послідовне вмикання контактів сигналізаторів рівня призводить до того, що при виході з ладу одного сигналізатора робота всієї системи порушується. Певні труднощі полягають також в підбиранні реле, оскільки схема з урахуванням коливань напруги в мережі накладає досить жорсткі умови на їх характеристики.

Як недолік вказується також зайва витрата суміші у відвал при переході від заповнення останнього бункера до першого, а при великій кількості бункерів і непостійній витраті суміші відбуваються перебої в постачанні окремих бункерів сумішшю.

Прагнення забезпечити необхідною кількістю суміші всіх споживачів у будь-яких умовах призвело до розроблення подальших систем, що працюють за складнішими програмами, ніж послідовно-примусова.

„Ідеальна” система сумішорозподілення виходить із того, що суміш необхідно подавати перш за все в той бункер, де її в даний момент найменша кількість.

З цією метою бункери забезпечуються датчиками, які безперервно вимірюють кількість суміші в бункерах (наприклад, шляхом зважування бункерів з сумішшю). Сигнали від датчиків поступають в систему управ-

ління, яка забезпечує опускання плужка того бункера, в якому найменша кількість суміші. Для попередження частого перекидання плужків за наявності приблизно однакової кількості суміші в декількох бункерах, відлічується час заповнення бункера, який вибирається таким, щоб завантажити в бункер суміш в об'ємі однієї-двох напіформ. Потім знов визначається бункер з найменшою кількістю суміші, і робота системи продовжується в тому ж порядку.

„Оптимальна” система, запропонована як критерій черговості заповнення бункерів, використовує порядок спорожнення бункерів, тобто в першу чергу заповнюються ті бункери, з яких суміш витрачається найінтенсивніше. Заповнення бункерів ведеться за часом, при цьому час заповнення, а значить і кількість суміші, що поступила в бункер, обернено пропорційна до числа порожніх бункерів. У системі використовується тільки один сигналізатор на кожен бункер, він контролює нижній рівень. Електрична схема виконана на безконтактних елементах, що підвищує надійність її роботи.

„Раціональна” система здійснює управління за двома рівнями. Завантаження суміші в бункери виконується у порядку їх спорожнення за часом. Так само, як і в „оптимальній” системі час заповнення бункера обернено пропорційний до числа порожніх бункерів. Якщо число незаповнених бункерів невелике, то час завантаження більший від технологічно необхідного для повного заповнення бункера часу. В цьому випадку завантаження здійснюється по верхньому рівню.

Розглянуті системи, незважаючи на різні назви, у принципі мають однотипні елементи програми, а запропоновані електричні схеми систем управління достатньо складні, не передбачають можливості роботи в ручному або налагоджувальних режимах, що, навіть при застосуванні безконтактних елементів автоматики, робить їх недостатньо надійними і гнучкими; важко піддаються ремонту і переналагодженню.

Враховуючи аналіз розглянутих систем, розроблена відносно проста і гнучка в роботі система розподілення суміші – пошуково-коректувальна. Система передбачає заповнення бункерів в послідовному режимі по двох рівнях (але за допомогою одного сигналізатора на кожен бункер) має режими коригування і ручного управління і різні варіанти електричних схем, побудованих на електромеханічних, контактних і безконтактних елементах автоматики.

Бункери оснащені сигналізаторами рівня, які забезпечують управління подачею суміші за двома рівнями. Плужки всіх бункерів, окрім останнього (не враховуючи скидного) нормально підняті, а при опусканні перекидають стрічку транспортера не повністю, залишаючи зазор, за рахунок якого відбувається безперервне заповнення останнього бункера, що має нормально опущений плужок. Системи управління плужками всіх бункерів, окрім останнього, є ідентичними схемами, так що можливе застосування блокового монтажу. Це надає великі переваги при профілактичних і ремонтних роботах. Послідовно-примусовий режим заповнення бункерів здійснюється за допомогою спеціального пошукового механізму, що скла-

дається з малопотужного електродвигуна і перемикача. Вибір режиму роботи системи здійснюється за допомогою універсального перемикача.

Розроблені варіанти пошуково-коректувальної системи на безконтактних елементах дозволяють ще більше підвищити гнучкість і надійність її роботи.

4.2 Лабораторне устаткування

Лабораторну роботу виконують на моделі системи розподілу суміші (рис. 4.4).

На панелі розміщені умовні зображення формувальних машин, бункерів, транспортера та плужків.

Транспортування суміші, положення плужків, стан формувальних машин та кількість суміші в бункерах позначають світловою сигналізацією. Контрольований рівень вибирається за допомогою програмного забезпечення. Режим роботи, ввімкнення та вимикання машин здійснюють за допомогою ПЕОМ.

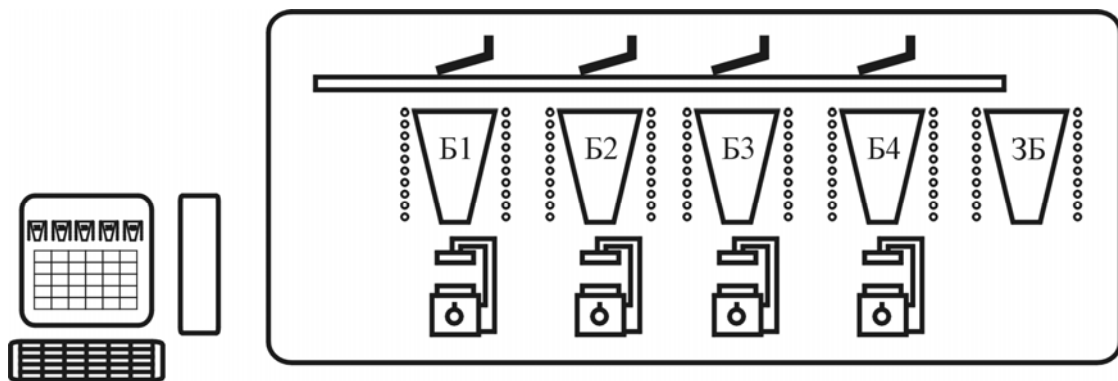


Рис. 4.4. Лабораторний стенд для визначення послідовного і незалежного розподілу суміші по бункерах

4.2.1 Заходи безпеки

Під час виконання досліджень необхідно виконувати загальні правила з техніки безпеки, які наведено в розділі «Техніка безпеки».

4.3 Контрольні запитання

1. Опишіть, як побудовані системи розподілу формувальних сумішей у ливарних цехах?
2. Укажіть, які основні вимоги висуваються до систем автоматичного розподілу сумішей?
3. Розкрийте сутність та принцип побудови незалежних систем розподілу.

4. Розкрийте сутність та принцип побудови програмних систем розподілу. У чому їх переваги?
5. Поясніть, у чому полягає різниця між незалежною і послідовною системою розподілу?
6. Які налаштування необхідно виконати для ефективного функціонування автоматичної системи розподілу суміші?
7. Поясніть, яким чином за побудованою циклограмою можна визначити час введення формувальних машин в роботу, тривалість простоїв, час завантаження і розвантаження бункерів?
8. Укажіть основні методи підвищення ефективності роботи систем автоматичного розподілу формувальних сумішей в ливарних цехах.

4.4 Послідовність виконання роботи

1. Увімкнути комп'ютер (виконує викладач).
2. Після запуску операційної системи Windows вибрати та відкрити програмний файл RAS_Sm Nz (незалежна система розподілу суміші) або RAS_Sm PS (послідовна система розподілу суміші).
3. На екрані монітору відкривається інформаційне меню. Вибрати опцію „Включити макроси”.
4. На аркуші 1 Excel надається умовне зображення чотирьох бункерів (з п'ятим скидним) та стрічки транспортера (рис. 4.5).

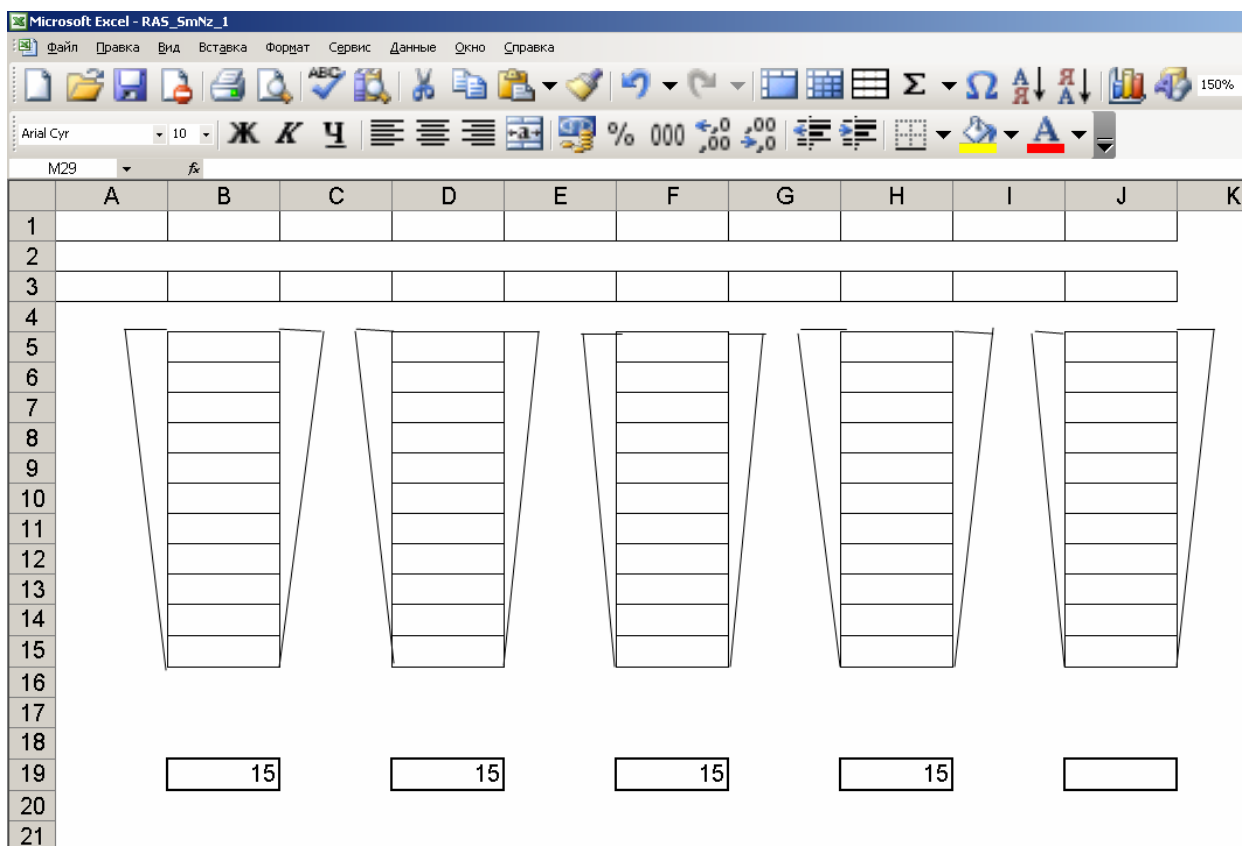


Рис. 4.5. Діалогове вікно програмного забезпечення

Об'єм бункерів розбито на 10 шарів, які умовно позначають рівень встановлення сигналізаторів.

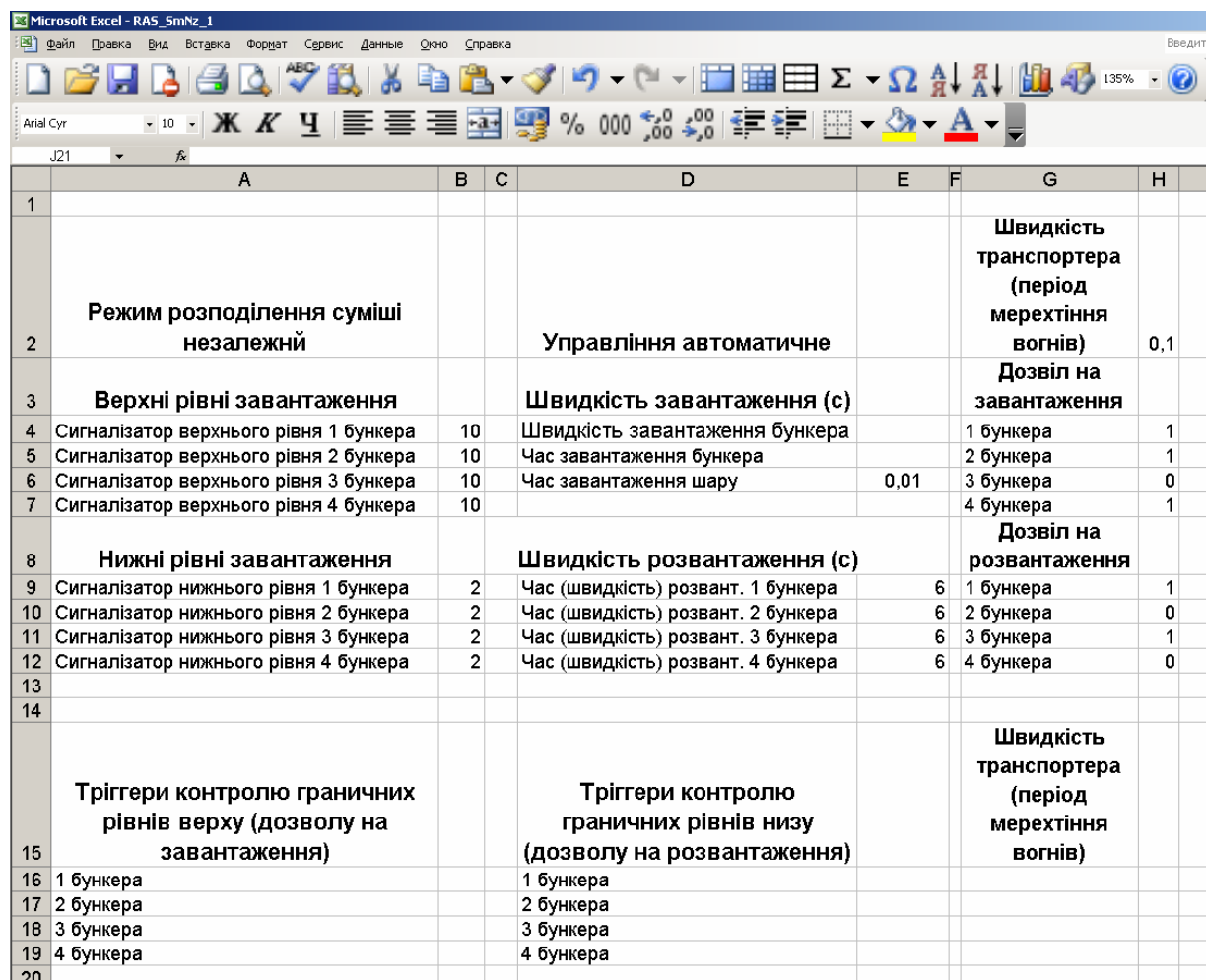
У чарунках під бункерами 1...4 слід встановити кодове число 15. Під п'ятим бункером чарунка не заповнюється.

5. Відкрити 2-й аркуш програми.

На аркуші 2 розташована таблиця, за якою відбувається налаштування умов роботи системи розподілення (рис. 4.6).

Колонка А вказує на запрограмовану систему розподілення та перелік сигналізаторів рівня у бункерах. У колонці В задається рівень розташування сигналізаторів. Висота розташування сигналізаторів вказується за номером шару від 1 до 10 (верхній рівень) та від 0 до 9 (нижній рівень). Нуль означає, що система розподілу працює за одним рівнем. На нуль можна встановлювати тільки сигналізатор нижнього рівня.

Колонки D і E визначають умови завантаження та розвантаження бункерів. Швидкість подавання суміші у бункер (завантаження) показується умовним числом від 0,01 до 1 з кроком 0,01, яке відповідає часу заповнення одного шару суміші у бункерах (встановлюється викладачем).



	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	Режим розподілення суміші незалежний			Управління автоматичне			Швидкість транспортера (період мерехтіння вогнів)	0,1
3	Верхні рівні завантаження			Швидкість завантаження (с)			Дозвіл на завантаження	
4	Сигналізатор верхнього рівня 1 бункера	10		Швидкість завантаження бункера			1 бункера	1
5	Сигналізатор верхнього рівня 2 бункера	10		Час завантаження бункера			2 бункера	1
6	Сигналізатор верхнього рівня 3 бункера	10		Час завантаження шару	0,01		3 бункера	0
7	Сигналізатор верхнього рівня 4 бункера	10					4 бункера	1
8	Нижні рівні завантаження			Швидкість розвантаження (с)			Дозвіл на розвантаження	
9	Сигналізатор нижнього рівня 1 бункера	2		Час (швидкість) розвант. 1 бункера	6		1 бункера	1
10	Сигналізатор нижнього рівня 2 бункера	2		Час (швидкість) розвант. 2 бункера	6		2 бункера	0
11	Сигналізатор нижнього рівня 3 бункера	2		Час (швидкість) розвант. 3 бункера	6		3 бункера	1
12	Сигналізатор нижнього рівня 4 бункера	2		Час (швидкість) розвант. 4 бункера	6		4 бункера	0
13								
14								
15	Тріггери контролю граничних рівнів верху (дозволу на завантаження)			Тріггери контролю граничних рівнів низу (дозволу на розвантаження)			Швидкість транспортера (період мерехтіння вогнів)	
16	1 бункера			1 бункера				
17	2 бункера			2 бункера				
18	3 бункера			3 бункера				
19	4 бункера			4 бункера				
20								

Рис. 4.6. Діалогове вікно для налаштування роботи програмного забезпечення

Інтенсивність витрати суміші на виготовлення півформ показується числом від 1 до 10, яке умовно відповідає часу витрати одного шару суміші, тобто двох напівформ (встановлюється викладачем).

Колонки G та H задають швидкість завантажувального транспортера та визначають робочі бункери. Дозвіл на завантаження та розвантаження дається числами „1” або „0” відповідно (встановлюється викладачем).

6. Згідно завданню, отриманому від викладача, користуючись засобами Excel, встановити положення сигналізаторів рівня в кожному з чотирьох бункерів.

7. Повернутись на аркуш 1 та активізувати роботу програми натисненням клавіш Ctrl + X.

Наявність суміші в бункері показується забарвленням відповідної кількості шарів, рис. 4.7. Кожний шар відповідає кількості суміші в бункері, достатній для виготовлення двох півформ.

Робота завантажувального транспортера показується забарвленням відповідних ділянок у режимі миготіння.

8. Спостерігати роботу системи та за допомогою секундоміра зафіксувати моменти початку і кінця завантаження і розвантаження кожного з бункерів. Дані занести до табл. 4.1.

9. Робота закінчується після завершення повного циклу. За кінець циклу приймається положення, коли починає розвантажуватись останній бункер, що був заповнений.

10. Змінити завдання на аркуші 2 та повторити роботу згідно поз. 7...9.

11. За даними замірів часу побудувати циклограму роботи систем (табл. 4.2) та визначити час введення до дії всіх машин та тривалість простоїв.

Час введення в дію формувальних машин відповідає часу, коли суміш почне заповнювати відповідний бункер.

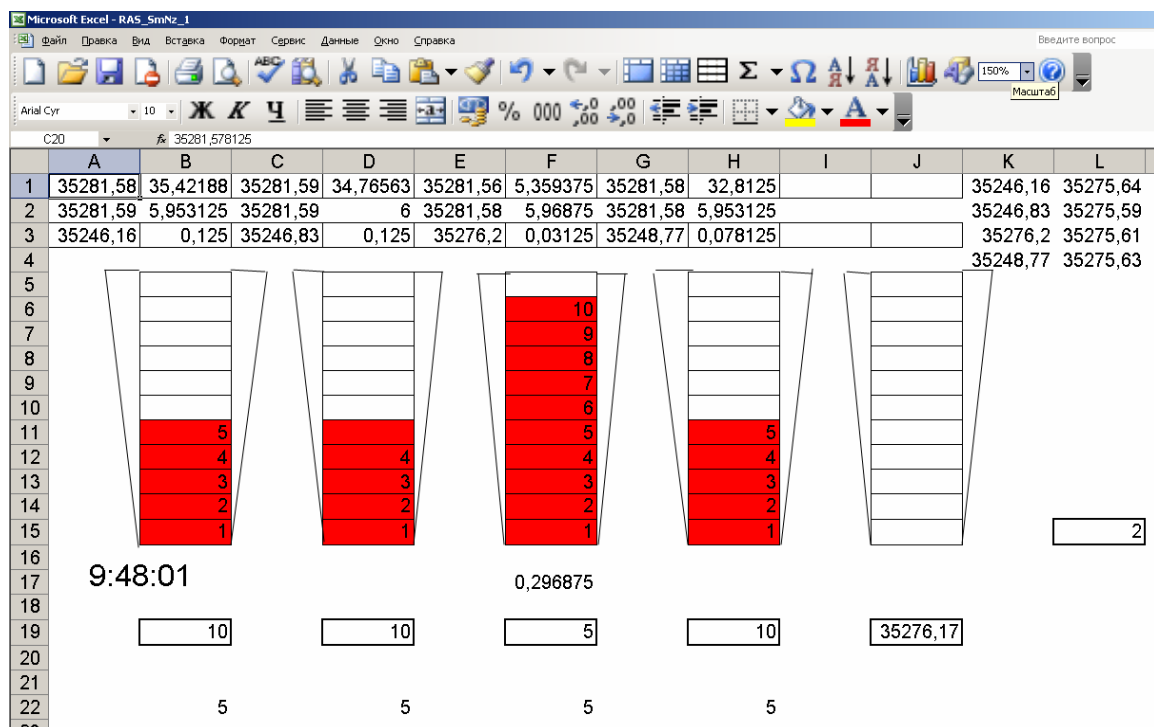


Рис.4.7. Діалогове вікно під час роботи системи розподілення суміші

[illegible]

15. Увімкнути транспортер і визначити час, необхідний для повторного заповнення всіх бункерів (час повторного запуску).

3. Порівняти надійність роботи заданих систем і зробити висновки.

— ВИСНОВКИ.

Лабораторна робота № 5

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО ДОЗУВАННЯ ШИХТИ

Мета роботи – вивчити будову автоматичного дозатора шихти та принципи дії системи автоматичного дозування; набути навичок визначення похибок та застосування методів їх коригування при автоматичному дозуванні.

5.1 Загальні відомості

Лінії автоматичної підготовки та подавання шихти до плавильних агрегатів складаються з автоматичних дозаторів та транспортних систем. Від точності дозування залежить хімічний склад готового сплаву, а надійність роботи систем дозування є визначальною ланкою в загальній експлуатаційній надійності автоматичних ліній плавильних відділень.

Загальний метод дозування металеві частини шихти – ваговий. Металеві компоненти шихти – це великі шматки матеріалу неправильної форми, які мають значну масу, що викликає такі несприятливі явища, як схильність до зависання у витратних бункерах, великі ударні навантаження при падінні шматків шихти до приймальної тари вагового устаткування та принципову неможливість точного відважування необхідної кількості (за масою) матеріалу.

Автоматичні дозатори складаються з трьох частин: подавальної системи (витратний бункер та живильник); вагового устаткування та системи автоматичного вимірювання і керування, рис. 5.1.

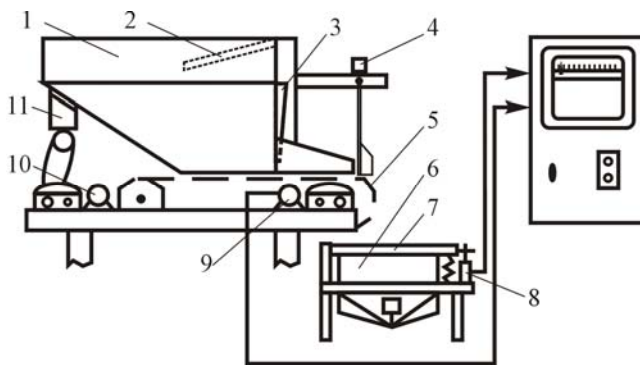


Рис. 5.1. Загальна схема автоматичного дозатора: 1 – витратний бункер; 2 – козирок; 3 – заслінка; 4 – датчик; 5 – траковий живильник; 6 – приймальна тара; 7 – рама; 8 – датчик; 9 – електродвигун; 10 – механізм струшування; 11 – упор

Конфігурація витратного бункера (рис. 5.2) і є головним фактором, який впливає на надійність і безперервність подачі матеріалу. Практично відпрацьована конфігурація бункера являє собою зрізану піраміду, розташовану більшою основою догори, з наступними розмірами: $a = (1,25 \dots 1,5) \cdot l$;
 $a_1 = (1,24 \dots 1,5) \cdot a$; $h_{\min} \geq l$;
 $h_{\max} = b$; $\alpha = 35 \dots 45^\circ$;
 $\beta = 20 \dots 25^\circ$; $\gamma = 90^\circ$,
де l – мінімальний розмір шматка шихти.

Матеріал вивантажується через нижнє та переднє вікна,

розміри яких вибирають залежно від розмірів шматків шихти. Для усунення зависань матеріалу бункер може бути обладнаний вібраторами або струшувальним механізмом.

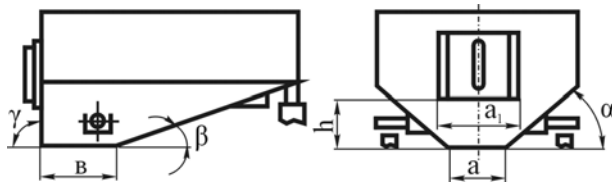


Рис. 5.2. Загальний вигляд витратного бункера

Живильник 5 – це короткий траковий або вібраційний транспортер, розміщений під витратним бункером.

Вагове устаткування складається з вантажосприймальної та масовимірювальної систем. У лабораторному устаткуванні застосований важільно-пружний вантажо-сприймальний механізм, який складається з приймальної тари 6 з нижнім розвантажуванням, встановленої на призмових опорах на прямокутній рамі 7; одним боком вона спирається на пружини і може обертатися навколо горизонтальної осі, яка проходить через протилежний бік.

Під дією ваги шматків шихти рама повертається, стискаючи пружини. Деформація пружин, що є мірою маси, перетворюється диференціально-трансформаторним датчиком 8 в електричний сигнал, який сприймається електричною вимірювальною системою на базі вторинного приладу типу КСП.

Витратний бункер 1 встановлений на стійках і може гойдатися на двох цапфах, розташування яких визначається з таким розрахунком, щоб бункер прагнув опрокидуватися назад. При цьому він спирається на спеціальний упор 11. Струшування здійснюється за допомогою окремого приводу 10, що складається з електродвигуна, редуктора і кулачкового механізму, який впливає на бункер через ролик. Удари, які виникають при струшуванні бункера, сприймаються упором 11, оснащеним для зниження шуму дерев'яною прокладкою. Траковий живильник 5 приводиться у дію електродвигуном 9 через редуктор. Для попередження розвантаження матеріалу в сторони уздовж живильника встановлені напрямні пластини. На кінці живильника передбачений пальцевий затвор, який утримує шматки матеріалу від падіння в пристрій, що зважає, при вимкненому живильнику. У разі зависання матеріалу в бункері живильник працює без навантаження, при цьому пальці затвора займають вертикальне положення, що фіксується датчиком 4. Сигнал від датчика використовується для вмикання приводу механізму струшування 10. Витрата матеріалу може в певних межах регулюватися за допомогою рухомої заслінки 3. Для захисту тракового живильника від пошкодження при завантаженні витратного бункера шихтою передбачений козирок 2.

Принципову електричну схему системи вимірювання показано на рис. 5.3.

Електричну напругу з виходу диференціально-трансформаторного датчика ваги ДВ порівнюють з напругою, яку знімають з компенсаційного перетворювача КП, і різниця між ними після підсилення подається на об-

мотку керування реверсивного двигуна РД. Двигун через редуктор обертає лекало, яке переміщує осердя компенсаційного перетворювача доти, поки його вихідна напруга не компенсує напругу датчика ваги. Одночасно двигун переміщує стрілку на приладі. Для управління приводом живильника (транспортера) використовують позиційне електроконтактне устаткування ПУ.

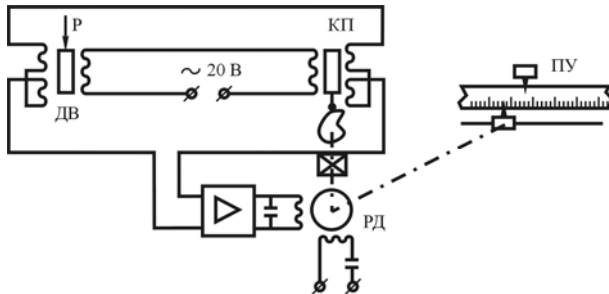


Рис. 5.3. Принципова електрична схема системи вимірювання зважування

Коли маса набраної дози матеріалу досягне встановленої на ПУ, спрацьовують його контакти, які вимикають привод живильника, тобто подача шихти до вагового устаткування припиняється.

Припустима відносна похибка дозування i -го компонента шихти становить, %:

$$\delta_i = \frac{100 \cdot K_x \cdot Q_{3.x.}}{m_x \cdot R_i}, \quad (5.1)$$

де $K_x = \frac{100}{100 + y}$ – коефіцієнт угару (пригару) хімічного елемента, за

яким ведуть розраховування;

y – угар хімічного елемента, за яким ведуть розраховування, %. Залежно від вибраного процесу плавлення „ y ” може бути як із знаком „+” (угар), так і із знаком „-” (пригар);

$Q_{3.x.}$ – відносне відхилення вмісту хімічного елемента, за яким ведуть розраховування, у сплаві, який виплавляють:

$$Q_{3.x.} = \pm \frac{X_{\max} - X_{\min}}{2 \cdot X_c}$$

Значення $X_{\max}$, $X_{\min}$, X_c – максимальний, мінімальний та середній вміст хімічного елемента у % у сплаві, який виплавляють (вибирають за відповідними нормативними документами: ГОСТ, ДСТУ, ТУ).

$m_x = \left| \frac{X_i \pm \Delta X_i}{X_c} - 1 \right|$ – модуль відносного коливання хімічного елемента,

за яким ведуть розраховування, в i -му компоненті шихти;

X_i – номінальний вміст хімічного елемента в i -му компоненті шихти, %;

ΔX_i – максимальне відхилення у % вмісту хімічного елемента в i -му компоненті шихти від номінального (середнього) значення, %;

X_c – середній вміст хімічного елемента у сплаві, який виплавляють;

$R_i = \frac{Q_i}{Q_{\Sigma}}$ – відносний вміст i -го компонента шихти в плавильній печі;

Q_i – маса i -го компонента шихти, кг;

Q_{Σ} – загальна маса металозавалки, кг.

Розраховування шихти ведуть за декількома елементами. Але згідно з рівнянням (5.1) при рівних умовах, меншому $Q_{3,x}$ відповідає мінімальна δ_i , тому хімічний елемент з мінімальним $Q_{3,x}$ буде визначальним при розраховуванні δ_i . При виплавленні чавуну та сталі таким елементом є вуглець. Це спрощує розраховування допустимих похибок. Тому що, якщо виконуються умови дозування для визначального елемента, то для інших елементів вони безумовно відповідають вимогам хімічного складу сплаву.

Встановлені за описаною методикою допустимі похибки дозування визначають основні вимоги до вагового устаткування. Однак оскільки маса окремих шматків шихти є значною, а похибка дозування не може бути меншою за один шматок матеріалу, дозування проходить неодмінно з перебільшенням заданої маси. Накопичення цієї похибки при декількох послідовних дозуваннях може призвести до значного відхилення хімічного складу виплавленого сплаву від розрахункового. Тому в процесі дозування необхідно вводити поправки (корекцію) з метою зниження сумарної похибки до допустимих меж.

Враховуючи, що описана система дозування працює так, що її похибки мають тільки позитивне відхилення від заданої маси матеріалу, можна знизити загальну похибку дозування за кілька циклів уведенням так званого випередження. Випередження визначають за статистичними даними за результатами дозування без поправок за формулою:

$$\Delta m_B = \frac{\sum_{i=1}^n m_i - n \cdot m_3}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{n} - m_3, \quad (5.2)$$

де Δm_B – величина випередження, кг;

m_i – маса порції шихти, отримана при i -му зважуванні, кг;

m_3 – маса заданої порції шихти, кг;

n – кількість зважувань (циклів дозування).

Другим методом зниження загальної похибки дозування, який може використовуватись самостійно або разом з випередженням, є введення корекції на похибку в кожному циклі.

Якщо заданою масою компонента шихти є m_3 , то в першому циклі дозування фактична маса m_{ϕ} компонента становить:

$$m_{\phi 1} = m_3 + \Delta m_1, \quad (5.3)$$

де Δm_1 – похибка дозування.

Принцип корекції передбачає враховування похибки попереднього дозування в наступному. Згідно з цим принципом, у другому циклі необхідно зменшити задану масу на Δm_1 . Тоді фактично набрана маса компонента в другому циклі становить:

$$m_{\phi 2} = (m_3 - \Delta m_1) + \Delta m_2 \quad (5.4)$$

У третьому циклі дозування:

$$m_{\phi 3} = (m_3 - \Delta m_2) + \Delta m_3 \quad (5.5)$$

В i -му циклі дозування:

$$m_{\phi i} = (m_3 - \Delta m_{i-1}) + \Delta m_i, \quad (5.6)$$

Сумарна маса матеріалу за n циклів:

$$\sum_{i=1}^n m_{\phi i} = n \cdot m_3 + \Delta m_i, \quad (5.7)$$

де m_3 – маса заданої порції шихти, кг;

Δm_i – похибка останнього дозування.

Таким чином, сумарна похибка дозування за весь період плавлення (n дозувань) буде визначатись тільки похибкою останнього циклу дозування, а сумарна відносна похибка складає:

$$\gamma_{\Sigma} = \left| \frac{n \cdot m_3 - (n \cdot m_3 + \Delta m_i)}{n \cdot m_3} \right| \cdot 100 = \frac{\Delta m_i}{n \cdot m_3} \cdot 100 \quad (5.8)$$

і відносно сумарної маси виплавленого металу буде несуттєвою.

5.2 Лабораторне устаткування

Лабораторну роботу проводять на діючій моделі автоматичного дозатора, який конструктивно відповідає дозатору на рис.5.1.

Для дозування використовують чавунні чушки зменшених розмірів відповідно до моделі дозатора.

Дозатором управляють з пульта, на якому також змонтовано вторинний прилад типу ДСР 01 з позиційним регулятором, встановлено пакетний вимикач живлення електричної схеми і кнопкову станцію. При натисканні на кнопку „Пуск” вмикається двигун живильника дозатора.

Задану дозу матеріалу встановлюють, переміщуючи позиційний регулятор вздовж шкали вторинного приладу. Живильник після набору заданої маси шихти вмикається автоматично. Для введення корекції на похибки дозування використовують ручне переставляння позиційного регулятора.

5.3 Контрольні запитання

1. Які методи дозування матеріалів в ливарних цехах вам відомі і який з них використовується для металеві шихти?

2. Поясніть за схемою будову і принцип дії автоматичного дозатора металеві шихти.

3. Які методи дозування шихти використовуються і в чому їх особливості?

4. Визначте, який метод дозування шихти є найефективнішим для дугових сталеплавильних печей?

5. Обґрунтуйте, який метод дозування шихти є найефективнішим для індукційних плавильних печей?

6. З якою метою визначають допустиму похибку дозування матеріалів і як вона впливає на налаштування схеми автоматичного дозатора шихти?

7. Поясніть методику розрахунку допустимих похибок дозування компонентів шихти.

5.4 Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитись з будовою установки для дозування шихти.

2. Використовуючи набір різноваг, проградувати вагове устаткування. Для цього послідовно покласти у приймальну тару різноваги від 1 до 20 кг з кроком 1 кг і занести до табл.5.1 покази вторинного приладу. Градування провести не менше трьох разів для кожного набору контрольної маси.

Таблиця 5.1. Результат градування вторинного приладу

Маса, кг	Покази вторинного приладу, поділки			
	номер зважування			
	1	2	3	середнє
1				
...				
20				

3. За середнім значенням, одержаним з даних градування, побудувати градувальний графік. Розрахувати середню відносну похибку вагового устаткування.

4. Користуючись одержаним градувальним графіком, встановити задатчик дозатора на поділку шкали (згідно заданої викладачем маси m_3).

5. Виконати дозування 10 разів в автоматичному режимі без поправок. Результати занести до табл.5.4.

6. За даними, одержаними при дозуванні без поправок, розрахувати величину випередження.

7. Виконати дозування 10 разів в автоматичному режимі з випередженням. Результати занести до табл.5.4.

8. Виконати дозування 10 разів в автоматичному режимі з корекцією. Корекцію вводити переставлянням позиційного регулятора на відповідну кількість поділок після кожного циклу дозування. Результати занести до табл.5.4.

9. Виконати дозування 10 разів в автоматичному режимі з випередженням і корекцією. Результати занести до табл.5.4.

Таблиця 5.2. Хімічний склад різних сплавів

Марка сплаву	Угар елементів, %			Маса метало- завалки, кг
	C	Si	Mn	
	15...25	40...60	25...50	
	вміст хімічних елементів, %			
СЧ20	3,2...3,6	1,6...2,2	0,7...1,0	500
ВЧ450-5	3,4...3,7	2,2...2,6	0,3...0,5	500
ВЧ1000-2	3,3...3,5	2,5...2,6	0,7...0,8	500
КЧ60-3	2,4...2,9	0,9...1,5	0,5...0,8	500
20Л	0,17...0,25	0,20...0,52	0,45...0,90	500
50Л	0,47...0,55	0,20...0,52	0,45...0,90	500
30ГСЛ	0,25...0,35	0,60...0,80	1,10...1,40	500
110Г13Л	0,90...1,50	0,30...1,00	11,50...15,00	500

Таблиця 5.3. Вихідні дані для розраховування допустимих похибок

Компонент шихти		Маса, кг		
найменування	вміст хімічного елемента, за яким ведуть розраховування, %	для виплавлення чавуну	для виплавлення сталі	
			вуглецевої	легованої
Чушковий чавун	C: 3,00...3,50	200	50	35
Сталевий брухт А1	C: 0,20...0,30	50	300	250
Сталевий брухт Б1	C: 0,45...0,50	75	250	150
ФС45	Si: 41...47	15	10	12
ФМн2,0	Mn: 73...77	10	10	10

Таблиця 5.4. Результати вимірювань

Методи дозування	Результати зважування, кг										Загальна похибка дозування, %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Без поправок											
З випередженням											
З корекцією											
З випередженням і корекцією											

5.4 Оброблення результатів

1. Визначити загальні похибки дозування для всіх чотирьох методів (табл. 5.4) та порівняти їх значення.

2. Розрахувати допустиму похибку дозування заданих компонентів шихти для заданої марки чавуну або сталі (задається викладачем).

Розрахунок вести за визначальним хімічним елементом згідно з даними табл.5.2 та табл.5.3.

3. Визначити плавильний агрегат для приготування рідкого сплаву та вибрати на підставі отриманого значення допустимої похибки, експериментальних даних (табл.5.4) та теоретичних відомостей оптимальний метод дозування компонента шихти.

4. Зробити висновки щодо надійності роботи дозувальних систем. Оцінити ступінь зниження загальної похибки різноманітними методами.

5.5 Зміст звіту

Звіт має містити такі матеріали:

- назву та мету роботи, короткі теоретичні відомості;
- послідовність виконання роботи та схему установки;
- результати досліджень з відповідними розрахунками у вигляді таблиць;
- висновки.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Під час знаходження в лабораторії необхідно:

1. Приступати до експериментів тільки після отримання офіційного допуску від викладача.
2. На робоче місце брати з собою тільки протоколи лабораторних робіт, ручки та олівці, калькулятор (з цією метою може бути використаний мобільний телефон).
3. Перебуваючи на робочому місці, уважно стежити за станом тумблерів, перемикачів та сигнальних лампочок на лабораторних стендах.
4. Проводити налаштування лабораторних установок та їх калібровку, складати електричні схеми у суворій відповідності із методичними вказівками.
5. Виконувати дослідження групами (бригадами) мінімум по дві особи. В разі особистого виконання роботи студентом його дії контролює викладач.
6. У разі несправності або неповноцінного функціонування установки звернутися до викладача.
6. Після закінчення роботи вимкнути лабораторний стенд.

Під час знаходження в лабораторії заборонено:

1. Знаходитися на робочому місці іншої бригади.
2. Знаходитися у верхньому одязі на робочих місцях.
3. Брати на робочі місця із собою сумки, портфелі, рюкзаки, елементи одягу та інші сторонні предмети, не передбачені протоколом роботи.
4. Вмикати або вимикати лабораторні установки без дозволу викладачів.
5. Вмикати або вимикати установки, які не відносяться до виконання даної лабораторної роботи.
6. Намагатися полагодити або налаштувати лабораторні установки без дозволу викладачів.
7. Під час робочого циклу не перешкоджати і не допомагати роботі установок своїм втручанням, не доторкатися до частин, які рухаються або можуть знаходитися під напругою.
8. Використовувати мобільні телефони, фото-, відео-, Інтернет-техніку та інше побутове приладдя, яке створює шум, радіоперешкоди та заважає роботі лабораторного устаткування.
9. Заносити в лабораторію напої, їжу, пакувальні матеріали.
10. Самовільно покидати лабораторію або заходити до неї.

ЛІТЕРАТУРА

1. Авдокушин В.П. Автоматизация литейных процессов. Учебное пособие – К.: КПИ, 1982. – 108 с.
2. Авдокушин В.П. Автоматизация плавки литейных сплавов и заливки форм. Учебное пособие. – К.: КПИ, 1983. – 60 с.
3. Дембовский В.В. Автоматизация литейных процессов. Справочник. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. – 264 с.
4. Немировский Р.Г. Автоматические линии литейного производства. Учебное пособие для вузов. – Киев – Донецк: Вища школа. Головное изд-во, 1981. – 208 с.
5. Методические указания по применению ТСО в курсе „Автоматизация литейного производства” Авдокушин В.П. – К.: КПИ, 1982. – 64 с.
6. Сумцов В.П. Устаткування ливарних цехів. – К.: ІСДО, 1993. – 552 с.