

## Лекція № 9 КОМПЛЕКТИ МАШИН ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ І СУШІННЯ ЗЕРНА ТА ЇХ АВТОМАТИЗАЦІЯ

План:

1. Електропривод зерноочисних агрегатів;
2. Система централізованого контролю і керування машинами та механізмами агрегату ЗАВ-20;
3. Автоматизація керування процесом сушіння зерна;

### 1. Електропривод зерноочисних агрегатів

Після обмолоту зерна комбайнами весь урожай піддають очищенню та сушінню на стаціонарних пунктах. Свіжозібране зерно має засміченість 15-8 %, а вологість змінюється у широкому діапазоні залежно від зони та погодних умов.

Вміст домішок у продовольчому зерні пшениці не повинен перевищувати 5 %, для інших культур - 8 %, домішки зерен інших культур - не більше 12-15 %. Для насінневого зерна вимоги до чистоти ще вищі.

Тепер машини для післяжнивної обробки зерна та підготовки насіння випускають комплектами у вигляді зерноочисних агрегатів для сухих зон або зерноочисно-сушильних комплексів для вологих зон.

Основна характеристика агрегатів і комплексів для обробки зерна та насіння зернових, зернобобових та круп'яних культур наведена у табл. 8.1.

#### 8.1. Технічна характеристика агрегатів і комплексів для обробки зерна

Показник	ЗАВ-20	ЗАВ-25	ЗАВ-40	ЗАВ-50	КЗС-20Ш	КЗС-20Б	КЗС-25Ш	КЗС-25Б	КЗС-50
Продуктивність, т/год	20	25	40	50	20	20	25	25	50
Встановлена потужність, кВт	30,9	78,5	47,3	153,4	130,1	100,2	185,5	170,9	326,3
Кількість електродвигунів, шт.	9	18	16	35	26	26	32	34	52

У таблиці наведені широко розповсюджені агрегати і комплекси ЗАВ-20, ЗАВ-40, КЗС-20Ш, КЗС-20Б, ЗАВ-25, ЗАВ-50, КЗС-25Ш, КЗС-25Б, КЗС-50.

Агрегати ЗАВ-25 і ЗАВ-50 відрізняються від агрегатів ЗАВ-20 і ЗАВ-40 тим, що вони додатково комплектуються машинами попереднього очищення продуктивністю 50 т/год і бункерами тимчасового зберігання по 100 т. Крім того, агрегати та комплекси оснащені новими і модернізованими зерноочисними машинами більшої продуктивності.

Зерноочисні агрегати ЗАВ використовують у тих зонах України, де вологість зерна в період жнив не перевищує 16 % і немає необхідності у його штучному сушінні. Агрегат ЗАВ-25 є базовою моделлю і складається з відділень приймання, тимчасового зберігання й попереднього очищення зерна продуктивністю 50 т/год та основного відділення продуктивністю 26 т/год. До комплексів КЗС-25Ш і КЗС-25Б додатково входять сушильні відділення відповідно з шахтною сушаркою СЗШ-16А і двома барабанними сушарками СЗСБ-8А.

Технологічний процес ґрунтується на принципі потокової обробки зерна. Устаткування агрегату створює єдину за продуктивністю потокову технологічну лінію з приймання та очищення зерна, яка забезпечує доведення його якості до базисних кондицій.

Усі операції з приймання вороху, обробки та транспортування зерна, відпуску готової продукції та відходів механізовані та електрифіковані.

Для зерноочисних машин характерним є сезонність у роботі і невеликий обсяг використання протягом року. Їх механічні характеристики мають вентиляторний вигляд, момент статичних опорів при зрушенні малий, тому перевірка привода за умов пуску не потрібна. Режим роботи електродвигуна тривалий, практично з постійним навантаженням. Електроприводи зерноочисних машин експлуатуються в запиленних приміщеннях або на відкритому повітрі.

До комплексів КЗС додатково входять сушильні відділення з шахтною або барабанною сушарками. У ці агрегати та комплекси крім підйомно-транспортних машин та механізмів входять зерноочисні машини (зерноочисні стани та трієрні блоки).

Зерно із автомобіля за допомогою автомобілепідйомника вивантажується у

завальний бункер 2, з якого норією НЗ-20 5 подається у приймальні камери двох зерноочисних машин 6, які працюють паралельно. У зернових каналах відсмоктуються легкі домішки і повітропроводами виносяться в осаджувальну камеру та бункер відходів, а зерно поступає на повітряно-решітні зерноочисні машини 8, де розділяється на три фракції: очищене зерно, фуражне зерно і домішки.

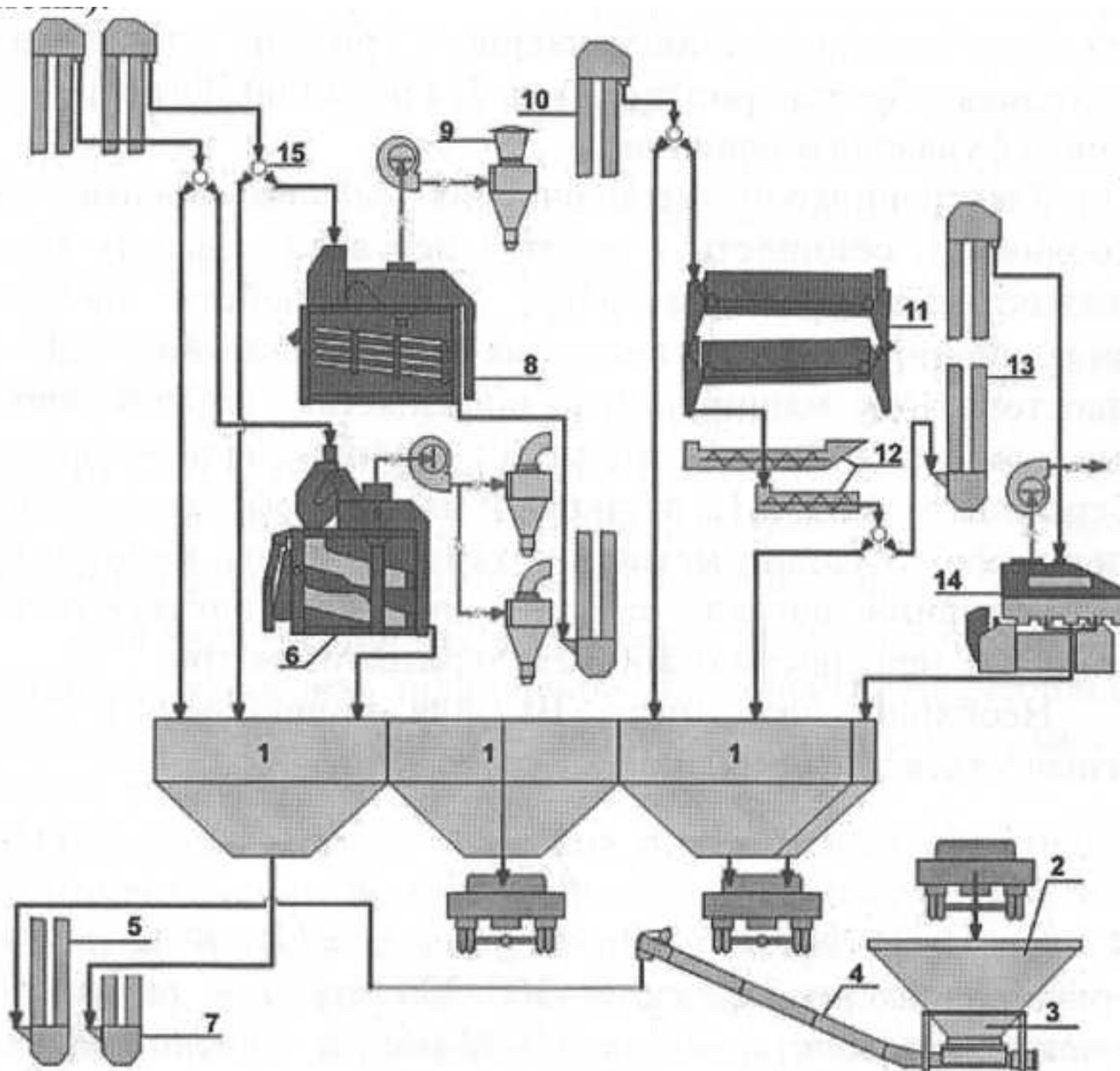


Рис. 11.1. Технологічна схема зерноочисного агрегату ЗАВ-20: 1 - бункери чистого зерна та відходів; 2 - бункер приймальний; 3 - живильник-дозатор; 4 - пневмопровод; 5, 7, 10, 13 - норії; 6 - машина попереднього очищення; 8 - вітрорешітна машина; 9 - аспіраційна система; 11 - трієрний блок; 12 - транспортери шнекові; 14 - стіл пневмосортувальний; 15-зернопровод

Очищене зерно норією 10 подається до трієрних блоків 11, фуражне зерно і відходи - до відповідних бункерів. З трієрних блоків зерно надходить у бункер чистого зерна 1, а некондиційне зерно - у бункер фуражного зерна.

Електроприводи зерноочисних машин мають такі особливості:

- сезонність у роботі і невелика кількість годин використання протягом року;
- режим роботи двигунів тривалий;
- потужність, споживана електродвигуном під час холостого ходу машини, мало відрізняється від потужності при номінальному навантаженні;
- ступінь нерівномірності обертання менше 0,1;
- порівняно малий момент статичних опорів при зрушенні;
- механічна характеристика має вентиляторний вигляд;
- електроприводи експлуатуються в запилених приміщеннях або на відкритому повітрі.

Необхідна потужність, Вт, для зерноочисного стану визначається за формулою:

$$P_m = \frac{K_3 m a^2}{657,5 n \eta_n}, \quad (11.1)$$

де  $K_3$  - коефіцієнт запасу,  $K_3 = 1,2-1,5$ ;  $m$  - маса зерноочисного стану, кг,  $m = 100-300$  кг;  $a$  - оптимальне прискорення решета, м/с,  $a = 15-30$  м/с<sup>2</sup>;  $n$  - число коливань сита за хвилину,  $n = 500$ ;  $\eta_n$  - коефіцієнт корисної дії передачі,  $\eta_n = 0,6-0,7$ .

Навантажувальна діаграма зерноочисного стану має вигляд, наведений на рис. 11.2.

Потужність електродвигуна, Вт, для привода трієрного блоку:

$$P_m = \frac{K_3 p_1 Q}{\eta}, \quad (11.2)$$

де  $K_3$  - коефіцієнт запасу,  $K_3 = 1,2-1,3$ ;  $p_1$  - питома потужність, Вт/кггод,  $p_1 = 0,2-0,6$  Вт/кггод;  $Q$  - годинна продуктивність трієрного блоку, кг/год;  $\eta$  - коефіцієнт корисної дії передачі трієрного блоку,  $\eta = 0,97$ .

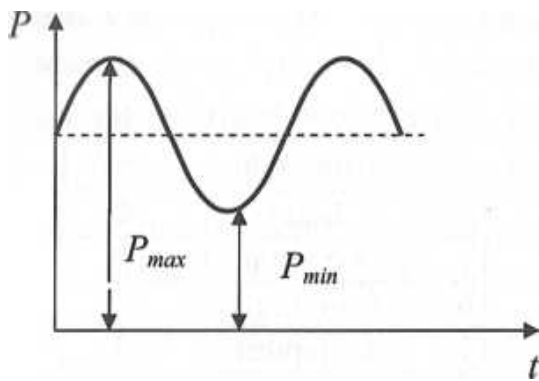


Рис. 11.2. Навантажувальна діаграма зерноочисного стану

Момент статичних опорів зерноочисного стану пропорційний кутовій швидкості, а механічна характеристика описується рівнянням:

$$M_c = M_0 + (M_{сн} - M_0)(\omega/\omega_n) \quad (11.3)$$

де  $M_c$  - момент статичних опорів, Нм, при кутовій швидкості  $\omega$ ,  $c^{-1}$ ;  $M_0$  - момент опору, який зумовлений силами тертя і не залежить від кутової швидкості,  $M_0 = (0,35...0,35)M_{сн}$ ;  $M_{сн}$  - момент статичних опорів при номінальній кутовій швидкості  $\omega_n$ ,  $c^{-1}$ .

Двигуни зерноочисних станів та трієрних блоків працюють в умовах підвищеної запиленості, що необхідно враховувати при їх виборі. Двигуни працюють у тривалому режимі роботи.

Оскільки момент зрушення в даних машинах менший від моменту опору при номінальній частоті обертання в 3-3,5 рази, а відхилення моменту опору від середнього незначне (20-30 %), то перевірку двигунів зерноочисних станів та трієрних блоків за умовами пуску і на перевантажувальну здатність не виконують.

Застосування електрифікованих зерноочисних машин дозволяє підвищити продуктивність праці у 7...10 разів при значній економії коштів.

## 2. Система централізованого контролю і керування машинами та механізмами агрегату ЗАВ-20

Ручне керування потоковими лініями обробки зерна потребує великих затрат робочого часу, призводить до помилок при виборі маршрутів і збільшення простоїв потокової лінії. Основними шляхами зниження простоїв є централізація керування машинами, транспортуючими та допоміжними механізмами, введення проти-

завальних блокувань.

Схема керування забезпечує: централізоване керування електродвигунами машин та механізмів; дистанційне керування шиберами в бункерах тимчасового зберігання; сигналізацію положення засувок перекидних клапанів, рівня зерна та відходів у бункерах; централізований контроль температури зерна в бункерах тимчасового зберігання.

До складу низьковольтних комплектних пристроїв для агрегату ЗАВ-20 входять такі елементи: шафа керування очисним відділенням, шафа кіл керування та сигналізації, ящик контролю температури зерна в бункерах тимчасового зберігання, ящик керування автомобілерозвантажувачем.

На передній панелі шафи керування розміщено мнемосхему потокової лінії, за якою контролюють хід технологічного процесу.

Принципальну електричну схему керування агрегатом ЗАВ-25 наведено на рис 8.1. Силові кола всіх двигунів підключені до мережі напругою 380/220 В. Для захисту кожного електродвигуна від коротких замикань та перевантажень встановлені автоматичні вимикачі з електромагнітним та тепловим розчіплювачами.

Схема керування зерноочисним комплексом машин забезпечує дистанційне керування електродвигунами відповідно до вибраного маршруту обробки зерна.

У першому положенні перемикача S1 замикаються лінії 1 і 2. При цьому можна вмикати по чергово двигуни циклона M1, блока трієрів M2, транспортера M3, повітряно-решітної машини M4, машини первинної очистки зерна M5, транспортера відходів M6 та завантажувальної норії M7.

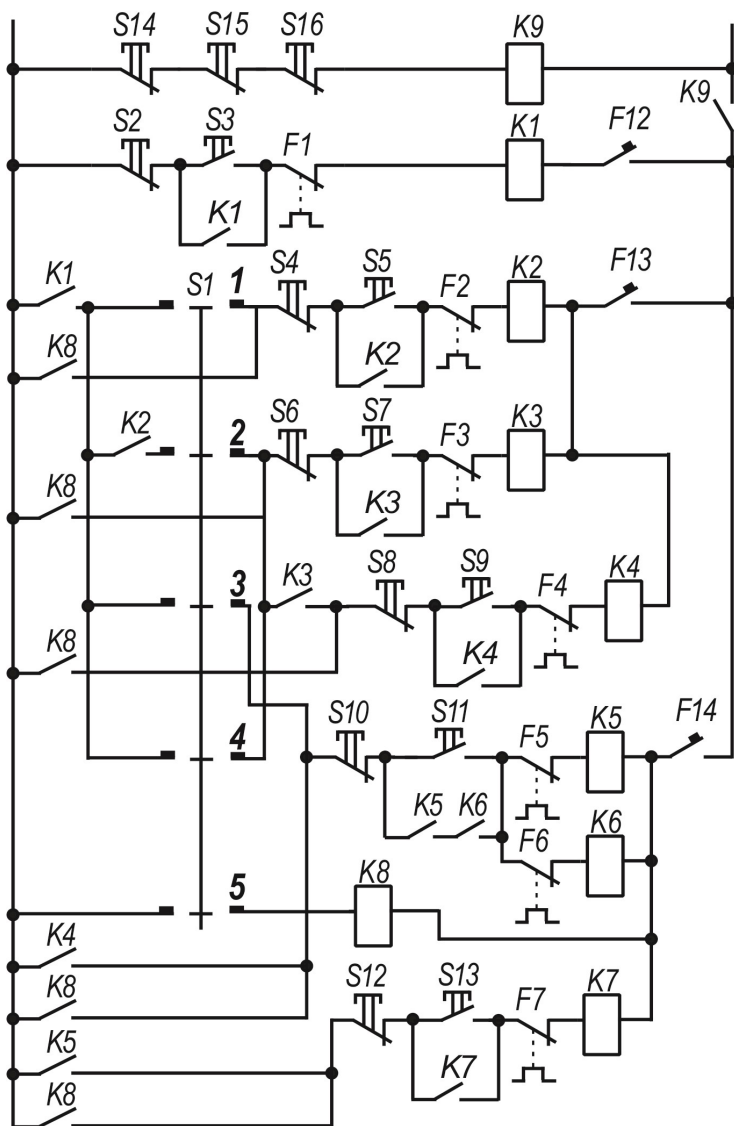
У другому положенні перемикача S1 замикаються контакти лінії 3. При цьому можна вмикати по чергово двигуни циклона M1, машини первинної очистки зерна M5, машини первинної очистки зерна M5, та завантажувальної норії M7.

У третьому положенні перемикача S1 замикаються контакти лінії 4 і вмикуються ті ж машини, що і в першому випадку за винятком трієрного блока.

Режим налаштування отримуємо при четвертому положенні перемикача S1 коли замикаються контакти лінії 5 і спрацьовує реле K8 (робота у холосту). При цьому можна вмикати двигуни у довільному порядку для налаштування машин.

Універсальний перемикач S1 та кнопки S2...S14 для вмикання та вимикання

електродвигунів розміщуються у пульті керування, кнопка S15 у зерночисному відділенні, а кнопка S16 у сушильному. Усі електродвигуни обладнані захистом тепловими реле F1...F7. Проміжне реле K9 дозволяє вимкнути електродвигуни у екстрених випадках. На пульті є лампи світлової сигналізації про наявність напруги, вмикання електродвигунів, заповнені бункерів.



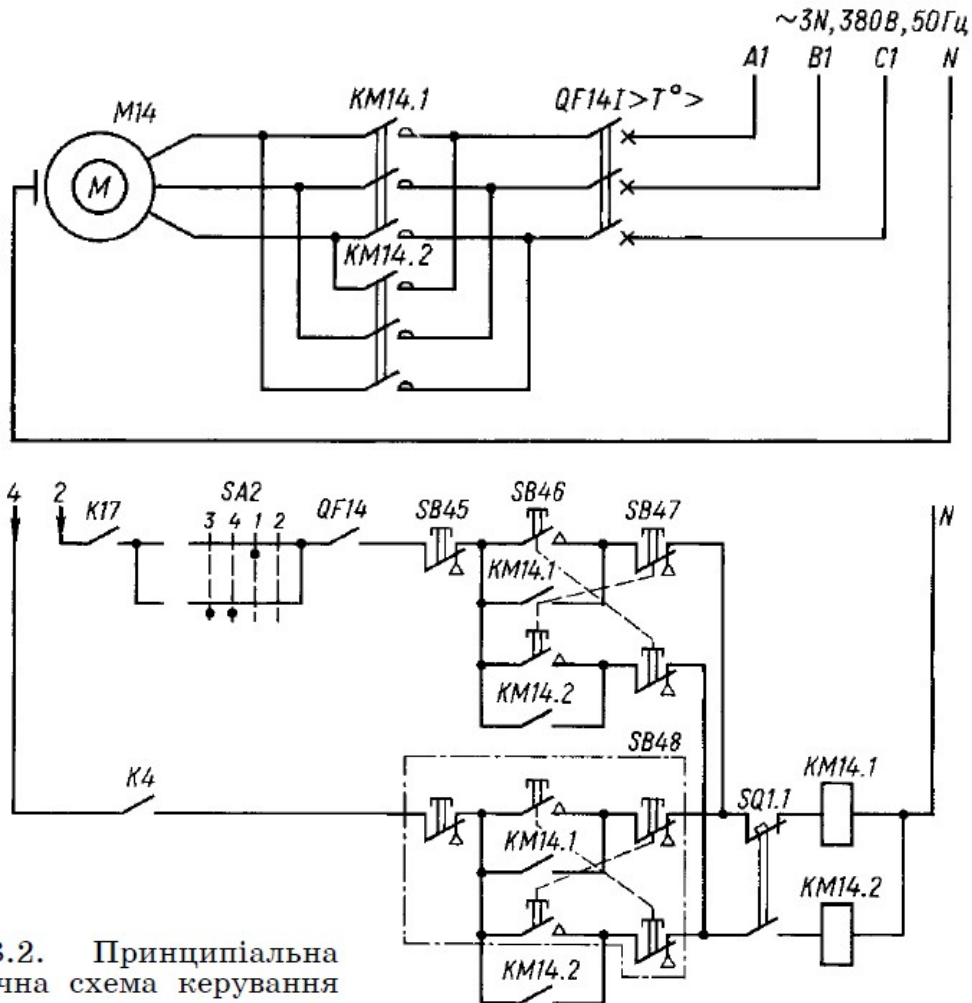
Мал. Електрична схема керування зерночисним комплексом

При аварійній зупинці однієї з машин, наприклад попереднього очищення зерна, миттєво вимикається завантажувальна норія, передавальний транспортер, підживлювач-дозатор, інші машини працюють до відключення їх оператором. Решта режимів (б) відповідно до обраної технологічної схеми працюють аналогічно.

Керування електродвигунами може здійснюватися дистанційно або за місцем. Схема керування приводом однієї засувки наведена на рис. 8.2. Для керування

засувками використовують асинхронний трифазний електродвигун.

При налагоджувальному режимі, коли замкнені контакти реле К8, керування за місцем здійснюється кнопковим постом SB48 натисканням відповідних кнопок “Пуск” та “Стоп”. У кінцевих положеннях засувки котушки магнітних пускачів *КМ14.1* та *КМ14.2* вимикаються контакти кінцевого вимикача *SQ1* і електродвигун привода засувок зупиняється. При роботі у заблокованому режимі кола керування котушками магнітних пускачів підключаються через перемикач *SA2* і керування приводом засувок провадиться натисканням відповідних кнопок *SB46* та *SB47*.



8.2. Принципіальна електрична схема керування засувкою

Рис. 8.2. Принципіальна електрична схема керування засувкою

Сигналізація положення перехідних клапанів здійснюється за допомогою кінцевих вимикачів. У граничних положеннях своїми контактами вони підключають на мнемосхемах сигнальні лампи.

Датчики рівня, влаштовані у відповідних бункерах, сигналізують про наявність зерна, фуражу, відходів, і на мнемосхемах загоряються відповідні сигнальні лампи.



Контроль температури зерна в бункерах тимчасового зберігання виконують у трьох точках по висоті бункера за допомогою мідних термометрів опору. Термометри приєднують до логометрів, які встановлені в ящику контролю, через перемикачі.

### **3. Автоматизація керування процесом сушіння зерна**

У потокових лініях післяжнивної обробки зерна використовують барабанні та шахтові сушарки.

Промисловість випускає ящики ЯАА5102, ЯАА5103, ЯАА5104, ЯАА5904 для керування механізмами потокових агрегатних установок ТАУ-0,75, ТАУ-1,5 та сушарками СЗПБ-2,5, СКПБ-1,8. Напруга силового кола 380 В, а кіл керування - 220 В змінного струму.

Принципальні електричні схеми пристроїв керування теплогенераторами ТАУ-0,75 та ТАУ-1,5 забезпечують:

- спільну або роздільну роботу вентиляторного і топкового блоків (топковий блок може працювати в складі зерноочисно-сушильних комплексів і сушарок, які мають дуттьові вентилятори відповідної продуктивності);
- автоматизоване керування всіма механізмами, що входять до агрегату;
- індивідуальне незблоковане керування двигунами в режимі налагодження;
- можливість відключення з виносних кнопкових постів топкового та вентиляторного блоків;
- автоматичне програмне запалювання пального;
- автоматичне припинення подавання пального у випадку зриву факела;
- контроль температури теплоносія;
- попередню (за 10 с) сигналізацію про початок розпалювання топки (для ТАУ-1,5 будь-якої з двох топок);
- подавання світлового та звукового сигналів про зрив факела, відхилення температури від норми, зупинку двигуна форсунки або вентилятора;
- можливість підігрівання пального з автоматичним відключенням за умов досягнення необхідної температури;

- блокування відключення основного вентилятора у робочому режимі.

Принципальна електрична схема пристрою керування сушарками СЗПБ-2,5 і СКПБ-1,8 забезпечує ті самі вимоги, що і схеми керування теплогенераторами ТАУ-0,75 і ТАУ- 1,5. Схема забезпечує жорстку послідовність вмикання всіх механізмів сушарки в необхідній технологічній послідовності.

Схему розпалювання і контролю полум'я теплогенератора ТАУ-0,75 наведено на рис. 8.3. Схема працює так. Перемикач SA1 встановлюється у положення "Робота". Після вмикання магнітного пускача основного вентилятора (на схемі не показаний) кнопкою SB2 "Пуск" вмикається магнітний пускач KM 1 вентилятора топки. Одночасно вмикається електронне реле часу KTI, яке має такі витримки:

- 230 с - забезпечує вмикання світлової сигналізації (лампа HL1) про початок розпалювання топки;
- 240 с - час, протягом якого відбувається продувка топки. Наприкінці циклу продувки реле часу вмикає електромагнітні клапани подавання пального YA та трансформатор високої напруги TV запалювання пального;
- 255 с - час, після якого відбувається вмикання пристрою контролю полум'я (ПКП) та відключення трансформатора запалювання пального TV. Одночасно вмикаються проміжні реле KV2 та KV3, призначені для збільшення кількості контактів пристрою контролю полум'я та елементів пам'яті про роботу топки.

Після виконання програми цикл розпалювання закінчується, реле часу повертається у вихідне положення. Робота топки контролюється за допомогою фоторезисторів Rф1 та Rф2, які реагують на наявність полум'я.

У випадку зриву факела під час горіння або не-займання пального за час, що відводиться на цикл розпалювання, електромагніт клапана подачі пального перекриває паливний трубопровід.

Вентилятор топки та основний вентилятор теплогенератора (і сушарки) продовжують працювати для продувки топки й охолодження камери згорання сушильного агрегату. При цьому запобігається перегрівання продукту, що висушується.

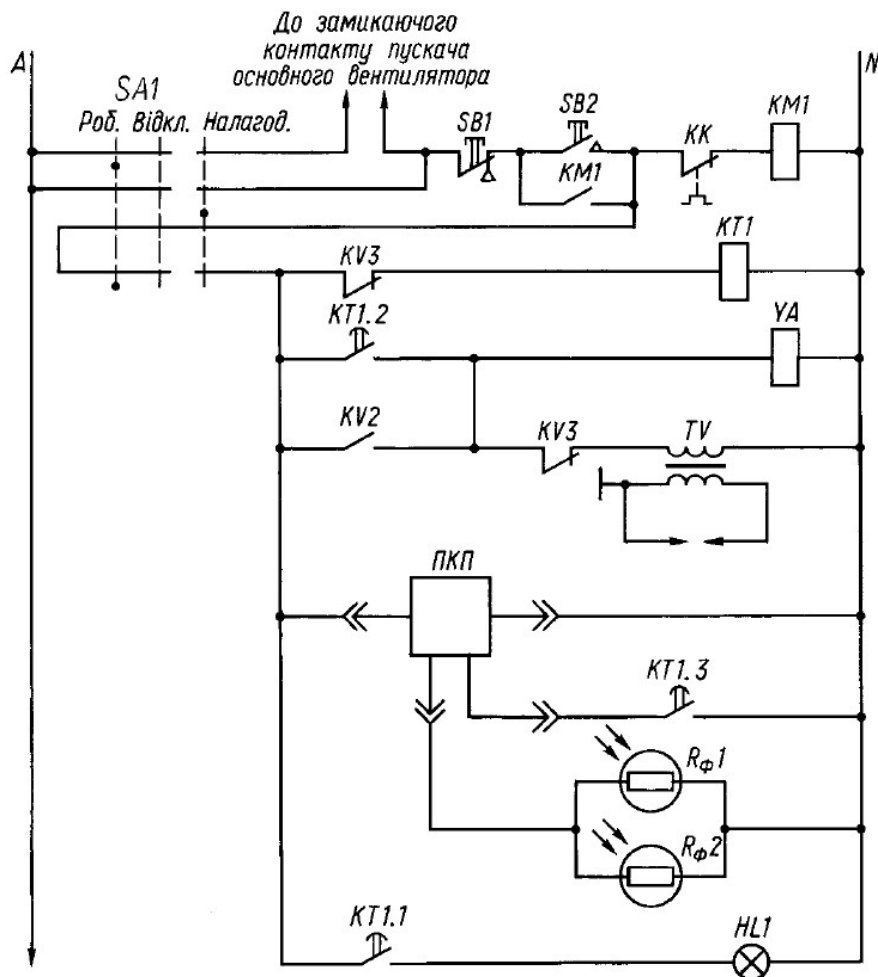


Рис. 8.3. Принципіальна електрична схема розпалювання і контролю полум'я теплогенератора ТАУ-0,75

При необхідності повторного пуску (у разі невдалого розпалювання або зриву факела під час роботи топки) цикл розпалювання топки має бути поновлений. За умов невдалого розпалювання або зриву факела вмикається звукова й світлова сигналізація, сповіщаючи оператора про аварійний режим.

Схема сигналізації про зрив факела та відхилення температури від заданої (рис. 8.4) працює так. Після розпалювання топки і включення до роботи пристрою контролю полум'я (ПКП) вмикаються проміжні реле  $KV2$  та  $KV3$ , які призначені для підготовки до роботи кола сигналізації і є елементами пам'яті про включення до роботи пристрою ПКП.

При зриві факела реле  $KV2$  вимикається, спрацьовує сирена  $HA$  і загоряється сигнальна лампа  $HL2$ . Час роботи звукового сигналу визначається установкою реле часу  $KT2$  і не перевищує 1 хв, після чого реле часу вимикається проміжним реле  $KV4$ .

Повторне розпалювання відбувається за допомогою натискання кнопки  $SB3$ ,

при цьому система сигналізації повертається у вихідне положення.

Відхилення температури від заданої також призводить до спрацювання звукової і світлової сигналізацій. Схему сигналізації про відхилення температури від заданої зібрано на двох проміжних реле *KV5* та *KV6*, які керуються електроконтактним термометром *SK*. Включення термометра до роботи здійснюється вимикачем *SA2*. Світлову сигналізацію про відхилення температури зібрано на лампах *HL3* та *HL4*. При необхідності зняття звукового сигналу здійснюється оператором натисканням на кнопку *SB4*.

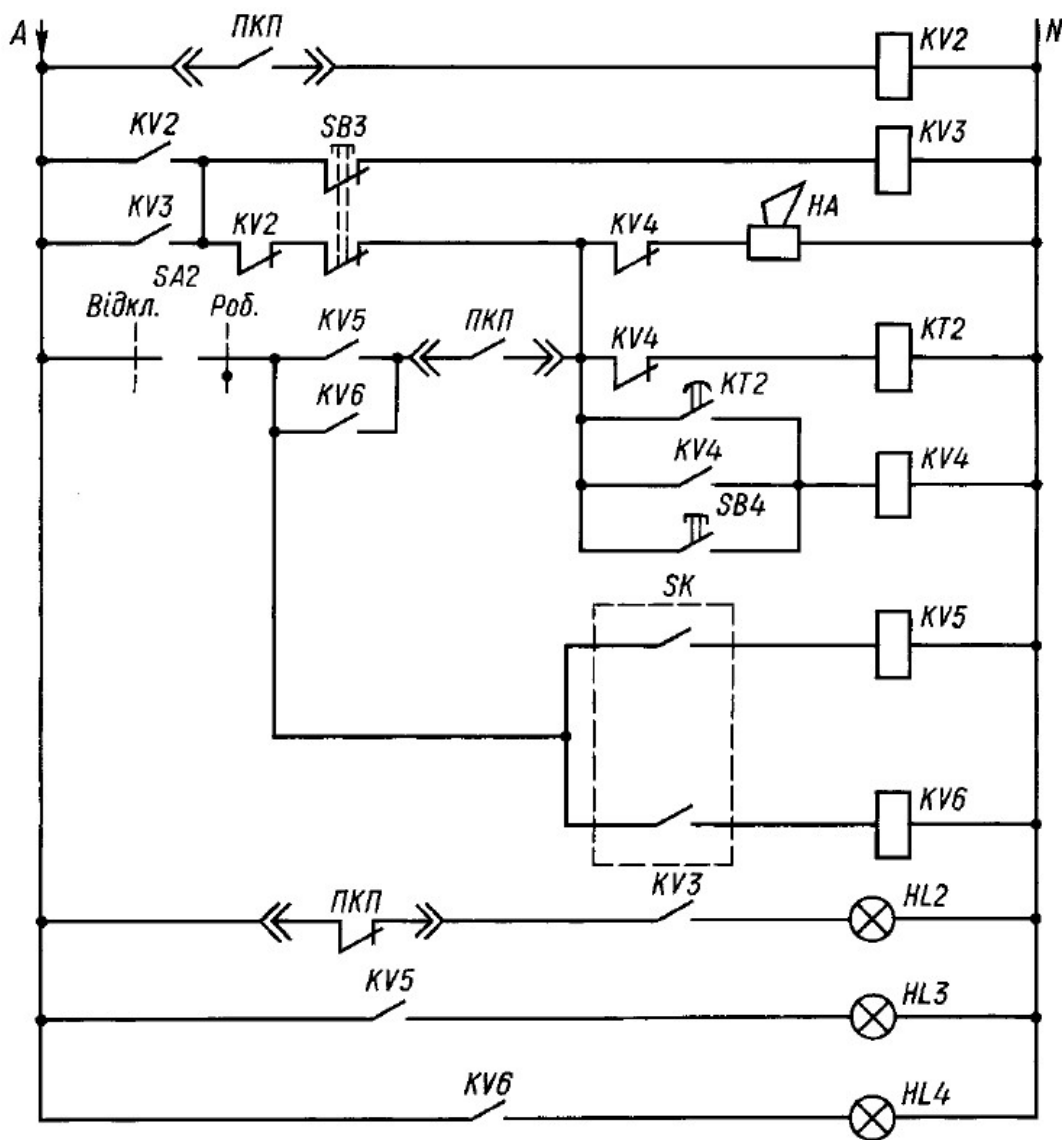
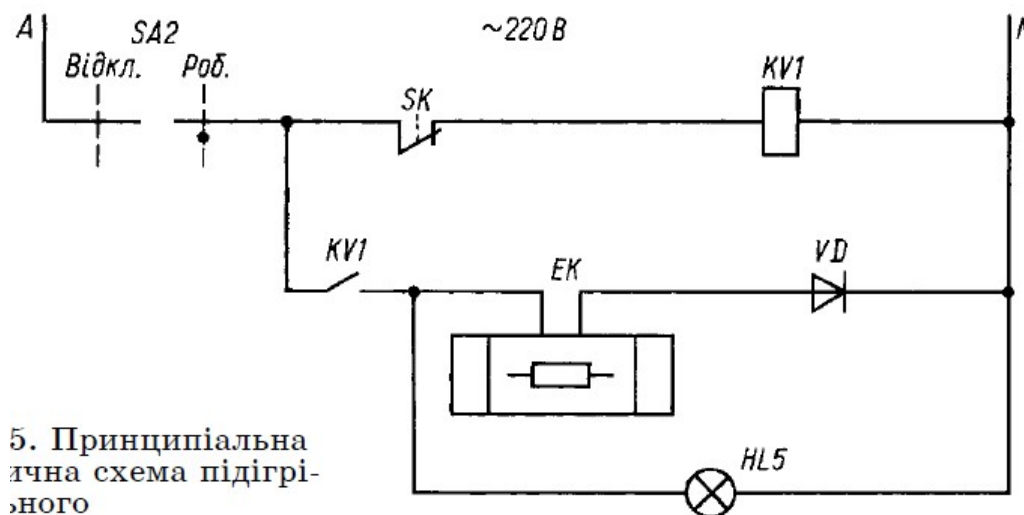


Рис. 8.4. Схема сигналізації про зрив факела та відхилення температури від заданої

При відновленні заданої температури схема повертається у вихідне положення. Схему керування сигналізацією виконано так, що в разі спрацювання сигналізації при зрыві факела в топці схема повертається до вихідного положення за рахунок введення контакту ПКП у коло сигналізації і спрацьовує знову, оскільки

зрив факела є більш серйозним порушенням роботи агрегату, ніж відхилення температури сушильного агрегату.

Електричну схему підігріву пального перед початком розпалювання у прохолодну пору року наведено на рис. 8.5. Трубчастий нагрівальний елемент *EK* та температурне реле *SK* типу TP200 розміщуються у поплавковій камері, де знаходиться пальне перед надходженням до форсунки. У колі нагрівального елемента *EK* встановлено діод *VD*, який знімає половину напруги, на яку розрахований нагрівник, що підвищує строк служби елемента і знижує вдвічі його потужність. Це викликано необхідністю встановлення нагрівального елемента у паливній камері обмежених габаритів. Нагрівник керується проміжним реле *KV1*. Схема дає змогу підтримувати необхідну температуру перед початком розпалювання топки і забезпечує його стабільність. Сигналізацію про роботу нагрівника виконано на лампі *HL5*. У роботу нагрівник вмикається вимикачем *SA2*.



5. Принципіальна електрична схема підігрівального

Рис. 8.5. Принципіальна електрична схема підігріву пального

### Питання для самоконтролю:

1. Назвіть особливості електропривода зерноочисних машин.
2. Які особливості приводних характеристик трієрних блоків та зернових станів?
3. Які двигуни застосовують в електроприводах зерноочисних станів та трієрних блоків?