

Лекція № 6 ЕЛЕКТРОПРИВОД І АВТОМАТИЗАЦІЯ КОРМОПРИГОТУВАЛЬНИХ МАШИН ТА АГРЕГАТІВ

План:

1. *Особливості кормоприготувальних машин та агрегатів;*
2. *Електропривод подрібнювачів кормів;*
3. *Приводні характеристики подрібнювачів кормів;*
4. *Автоматизація подрібнювачів кормів;*
5. *Електропривод вальцьових машин;*
6. *Електропривод машин для пресування кормів;*
7. *Електропривод змішувачів кормів;*
8. *Автоматизація змішувачів кормів;*
9. *Комплекти обладнання для приготування кормів.*

1. Особливості кормоприготівних машин та агрегатів

Кормоприготування - найбільш енергоємний і трудомісткий процес на тваринницьких фермах. Так, питомі витрати електроенергії на переробку 1 т кормів знаходяться в межах 1,2-2 кВт•год/т при змішуванні кормів, 5-22 кВт•год/т при подрібненні і 86-100 кВт•год/т при приготуванні трав'яного борошна.

Підготовка кормів до згодовування складається з таких операцій: очищення від бруду, металевих та інших механічних домішок, подрібнення, термічної і хімічної обробки, пресування, приготування кормових сумішей.

Велика кількість типів і видів кормоприготівних машин зумовлює різноманітність їх привідних характеристик. Проте залежно від типу робочого органу машини поділяють на кілька груп, в межах яких привідні характеристики дещо подібні.

До *першої групи* відносять машини, що розділяють оброблюваний матеріал на частини за принципом різання (ножові подрібнювачі); різання, перетирання і розбивання (ножові млини); розбивання і перетирання (дезінтегратори і дисмембратори); різання і роздавлювання (пастовиготовлювачі); розбивання,

перетирання та сколювання (роторні дробарки, дискові відцентрові млини, молоткові дробарки). Умовно назвемо ці машини подрібнювачами кормів.

До *другої групи* - машини, що працюють за принципом роздавлювання та сколювання матеріалу між двома поверхнями (плющилки, вальцьові дробарки, зернові млини).

До *третьої групи* - машини з пресувальними робочими органами (гранулятори та брикетувальні машини).

До *четвертої групи* - змішувачі кормів.

Кормоприготувальні машини і агрегати приводяться в дію трифазними асинхронними двигунами. Електродвигуни з робочими машинами з'єднуються між собою муфтами, плоско- та клинопасовими передачами або за допомогою редукторів.

Приводні характеристики та умови роботи кормоприготувальних машин мають такі особливості: продуктивність і момент статичних опорів машин при збільшенні швидкості обертання їх приводних валів непрямолінійно зростають; пуск машин, як правило, здійснюють без навантаження (вхолосту), моменти зрушення невеликі; режим роботи тривалий, без регулювання швидкості руху виконавчих органів машин, значні зниження швидкості при збільшенні навантаження недопустимі; моменти інерції машин на холостому ході, а також зернодробарок, змішувачів сипких кормів постійні, а подрібнювачів грубих і соковитих кормів є випадковими функціями часу, оскільки залежать від маси корму, що рухається разом із їхніми виконавчими органами; навантажувальні діаграми мають випадково-змінний характер; машини працюють у запиленних, особливо вогких приміщеннях та на відкритому повітрі.

2. Електропривод подрібнювачів кормів

Електропривод подрібнювачів кормів має ряд суттєвих особливостей, які слід враховувати при його проектуванні та експлуатації.

1. Значні споживані потужності. Встановлена потужність електродвигунів на дробарках сягає 132-160 кВт, пресів- грануляторів - 37-75 кВт, агрегату АВМ-5 - 726 кВт.

2. Випадковий характер навантаження, широкі межі коливання споживаної потужності, викликані неоднорідністю оброблюваного продукту та ручним завантаженням. Це утруднює роботу апаратів захисту, що діє неузгоджено з процесом нагрівання двигунів.

3. Необхідність безперервного або періодичного контролю струму навантаження двигуна. Це дає можливість зменшити перевантаження і недовантаження, завдяки чому знижується питома витрата електроенергії. З метою контролю струму в електроприводах подрібнювачів передбачають індикатори навантаження - спеціальні перевантажувальні амперметри з нерівномірною шкалою, проградуєваною в процентах від номінального струму.

4. Великі моменти інерції робочих органів приводних машин і, як наслідок, великі коефіцієнти інерції системи. Цим спричиняється значний час пуску електропривода і виникає загроза перегрівання двигуна. Для зменшення часу пуску двигунів споживчу трансформаторну підстанцію встановлюють поблизу кормоцеху або кормоприготувального агрегату та збільшують переріз проводів лінії живлення. З метою зниження втрат енергії в двигуні під час пуску передбачають схему пуску з перемиканням обмоток статора із “зірки” на “трикутник”.

5. Порівняно малий момент зрушення робочих органів кормоприготувальних машин ($M_c < 0,2M_{сном}$).

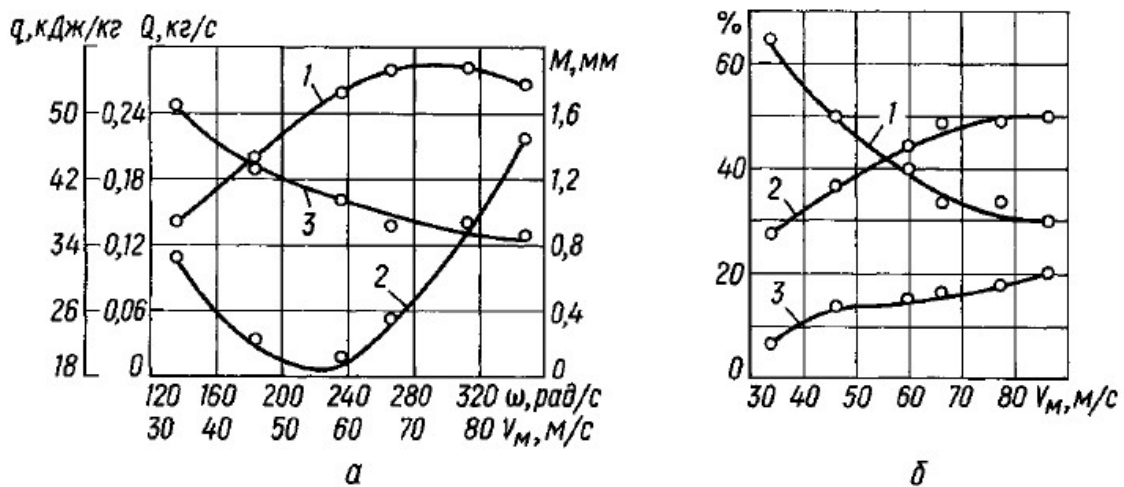
6. Неможливість пуску з заповненою робочою камерою. Тому алгоритмом керування повинно бути передбачено спорожнення робочої камери перед зупинкою машини, а також встановлення засувки на шляху перероблюваного продукту.

3. Приводні характеристики подрібнювачів кормів

Швидкість різання, що прямо-пропорційно залежить від швидкості обертання робочого органу, є основним фактором, що впливає на продуктивність машини, якість одержуваного продукту та енергоємність процесу. При низьких швидкостях обертання продуктивність мала, а крупність подрібнення занадто велика. І навпаки, занадто великі швидкості обертання робочого органу не дають пропорційного підвищення продуктивності, зате погіршується якість продукту: у соковитих кормах з'являється мезга, а у дерті збільшується вміст неякісної пилової фракції та

зростають енерговитрати.

Результати досліджень, проведених проф. І. І. Ревенком в НАУ на молоткових дробарках, показують, що при збільшенні швидкості молотків продуктивність дробарки пропорційно зростає (рис. 5.1, а) з одночасним зменшенням крупності помелу та енергоємності. Але при швидкостях більш ніж 55 м/с темпи зростання продуктивності уповільнюються, зате збільшується енергоємність процесу. Збільшення витрат енергії не дає підвищення якості подрібнення, бо деяке зниження модуля помелу викликане не стільки за рахунок збільшення якісної фракції розміром 0,2-1 мм, скільки за рахунок пиловидної фракції (рис. 5.1, б). Подібні результати одержані і при дослідженні машин з ножовими та штифтовими подрібнювальними органами. Експериментально доведено, що оптимальною швидкістю різання ножовими барабанами у подрібнювачах соковитих кормів є швидкість 20-25 м/с, молотковими роторами у подрібнювачах сухих кормів (фуражне зерно, стеблові) - 70-80 м/с.



а - продуктивність дробарки (1), питому енергоємність процесу (2) і модуль помелу (3); б - фракційний склад продукту; 1 - вихід фракцій розміром більш ніж 1 мм; 2 - вихід фракцій розміром 0.2 - 1 мм; 3 - вихід пиловидної фракції розміром 0 - 0.2 мм

Рис. 5.1. Вплив швидкості подрібнювального ротора на:

Таким чином, електропривод повинен забезпечувати стабільність швидкості обертання робочих органів навіть в умовах ручного завантаження, коли навантаження на валу двигуна змінюється у значних межах. Необхідну стабільність забезпечують асинхронні двигуни з нормальною механічною характеристикою.

Але продуктивність машини, якість перероблюваного продукту і енергоємність процесу значною мірою залежать і від виду перероблюваного продукту та його якісних характеристик (вологість, крупність тощо). Зважаючи на це, при проектуванні електропривода слід передбачати регулювання швидкості робочих органів залежно від вказаних факторів, особливо для універсальних подрібнювачів, наприклад КДУ-2, “Волгарь”, ДКМ-5 та їм подібних.

Робочі органи подрібнювачів кормів (ножовий барабан, молотковий ротор та ін.) при обертанні створюють досить потужний повітряний потік, на який витрачається до 40-60 % споживаної потужності. Тому механічна характеристика на холостому ходу вентиляторна або близька до неї. Тобто у рівнянні (1.3) показник степеня $x = 1,6-2$.

Момент статичних опорів на холостому ходу молоткових подрібнювачів визначається з виразу

$$M_{c,x} = M_{c,v} + M_{c,t} = (1,1 - 1,2)M_{c,v}, \quad (5.1)$$

де $M_{c,v}$ - момент статичного опору повітряного потоку; $M_{c,t}$ - момент опорів тертя.

При відомих розмірах молоткового ротора $M_{c,v}$ знаходять за формулою

$$M_{c,v} = (A_l F_M R_c^3 \alpha_{\bar{b}} + B_l F_{vt} R_{\Pi}^3) \omega^2 \gamma_{\Pi}, \quad (5.2)$$

де A_l та B_l - коефіцієнти відповідно лобового опору молотків та розпірних втулок.

За експериментальними даними $A_l = 0,55-0,65$; $B_l = 0,15-0,2$; F_M - лобова площа молотків, м²; F_{vt} - лобова площа втулок, м²; R_c - радіус барабана по центрах мас молотків, м; R_{Π} - радіус барабана по осях підвісу молотків, м; ω - кутова швидкість ротора, рад/с; γ_{Π} - густина повітря, кг/м³. $\alpha_{\bar{b}}$ - коефіцієнт, що враховує вплив довжини молотка на його лобовий опір. Він дорівнює

$$\alpha_{\bar{b}} = 1 + \left(\frac{a_M}{2R_c} \right)^2. \quad (5.3)$$

Лобова площа молотків визначається за їх розмірами:

$$F_M = a_M \delta Z,$$

де a_M та δ - відповідно довжина і товщина молотків, м; Z - кількість молотків на барабані.

Лобова площа втулок становить:

$$F_{\text{вТ}} = [L_{\text{б}} i_{\text{п}} - (\delta Z + \sum L_{\text{д}})] d_{\text{вТ}}, \quad (5.5)$$

де $L_{\text{б}}$ - довжина барабана, м; $i_{\text{п}}$ - кількість осей підвісу молотків; $\sum L_{\text{д}}$ - сумарна товщина дисків барабана, м; $d_{\text{вТ}}$ - діаметр втулки, м.

Величини радіусів $R_{\text{с}}$ і $R_{\text{п}}$ можна визначити за конструктивними розмірами барабана (див. рис. 5.2), причому

$$R_{\text{с}} = \frac{R_1 + R_2}{2}.$$

Момент опорів тертя становить 10-15 % від вентиляційного моменту, що витікає з виразу (5.1).

Подрібнювальні барабани і механізми подачі подрібнювачів ранніх розробок (КДУ-2, "Волгарь-5", ИГК-ЗОБ, РСС-6 та ін.) приводяться в дію від одного двигуна, тому кінематичні схеми цих машин досить складні (рис. 5.3, а). Моменти зрушення таких машин можуть бути значно більшими за величину M_0 , а їх механічні характеристики на холостому ході мають вигляд, наведений на рис. 5.3, б.

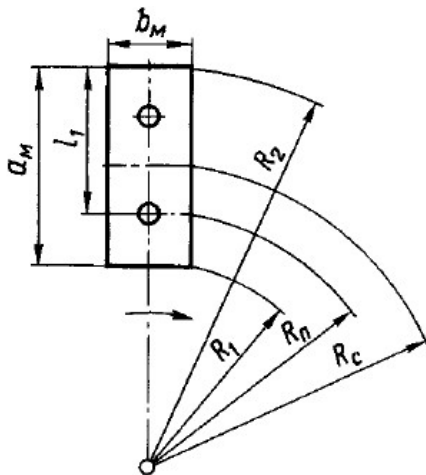
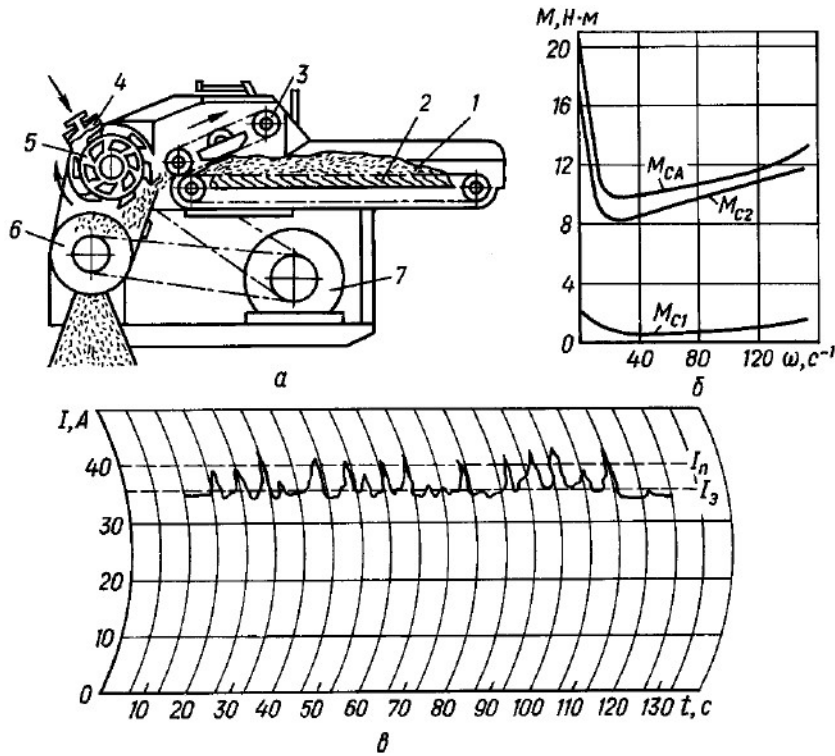


Рис. 5.2. Схема до визначення приводних характеристик молоткового барабана

Конструкцією машин пізніших розробок (ДБ-5, ДКМ-5, ИРТ-Ф-80, ИКБ-Ф-700, ИКМ-Ф-10 та ін.) передбачено індивідуальний привід кожного робочого органу (рис. 5.4, а, 5.5, а), завдяки чому момент зрушення подрібнювального барабана близький до значення M_0 (рис. 5.4, б, 5.5, б).

Режим роботи подрібнювачів тривалий, із змінним навантаженням. Навантажувальні діаграми мають випадковий характер. Зміна навантаження в часі залежить від ступеня однорідності та величини подачі перероблюваного продукту на подрібнювальний барабан. У машин з ручним завантаженням навантажувальна

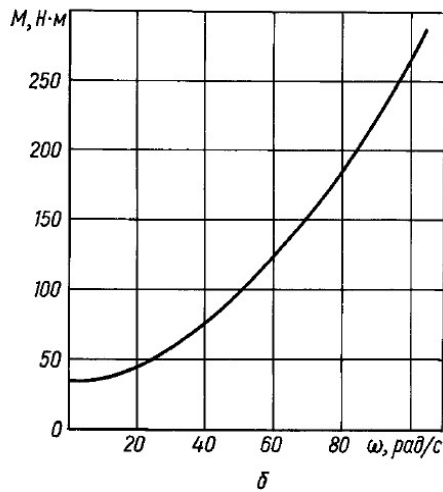
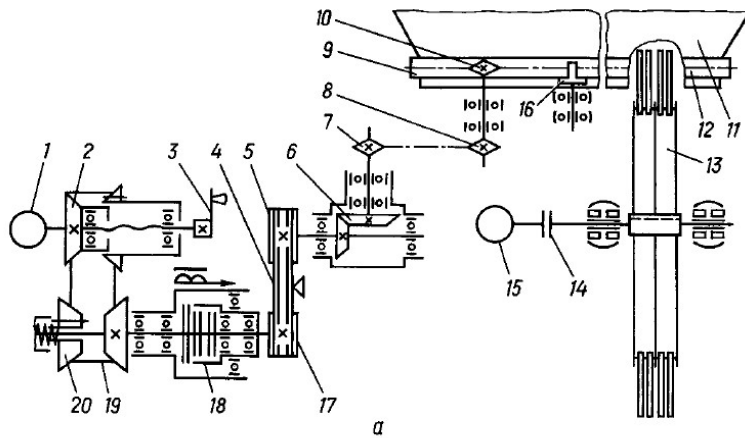
діаграма має різко-змінний характер (рис. 5.6).



a - кінематична схема; *б* - механічна характеристика; *в* - навантажувальна діаграма; *1* - корм; *2* - подавальний транспортер; *3* - натискний транспортер; *4* - заточувальний пристрій; *5* - різальний барабан; *6* - подрібнювальний барабан; *7* - електродвигун

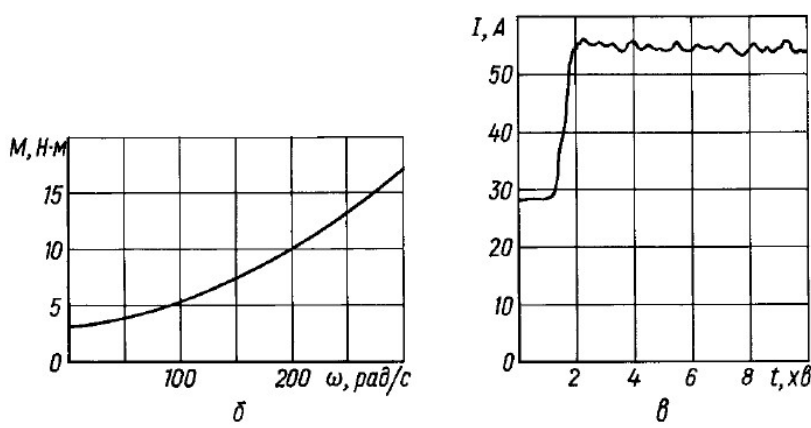
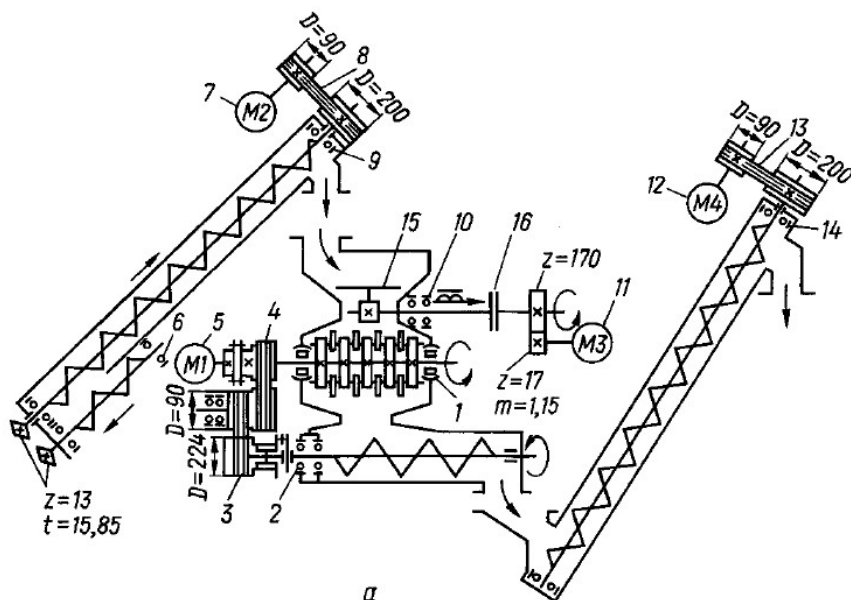
Рис. 5.3. Привідні характеристики подрібнювана кормів “Волгарь-5”:

Різні коливання навантаження призводять до зміни швидкості обертання барабана, внаслідок чого знижується продуктивність, погіршується якість вихідного продукту (особливо у зернодробарок), збільшуються енерговитрати. Для вирівнювання навантаження на двигун використовують регулятори. Останні регулюють завантаження у функції струму, ковзання або моменту (див. рис. 5.5, в).



a - кінематична схема; *б* - механічна характеристика; 1 - електродвигун; 2 - шків варіатора ведучий; 3 - штурвал; 4 - пас клиновий; 5 - шків; 6 - редуктор конічний; 7, 8, 10 - зірочки; 9 - кільце опорне; 11 - бункер; 12 - ланцюг; 13 - ротор; 14 - муфта втулково-пальцева; 15 - електродвигун; 16 - коток опорний; 17 - шків; 18 - муфта електромагнітна; 19 - пас зубчастий; 20 - шків варіатора ведений

Рис. 5.4. Привідні характеристики дробарки-подрібнювача ИРТ-Ф-80-1:



а - кінематична схема; б - механічна характеристика; в - навантажувальна діаграма; 1. 2. 6. 9. 10. 14 - підшипники; 3. 4. 8. 13 - паси клинові; 5. 7. 12 - електродвигуни; 11 - мотор-редуктор; 15 - засувка; 16 - муфта електромагнітна

Рис. 5.5. Приводні характеристики дробарки ДБ-5:

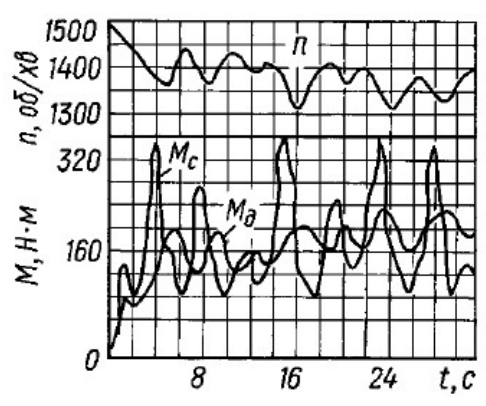


Рис. 5.6. Навантажувальна діаграма привода молоткової дробарки при ручному завантаженні

Потужність, споживана подрібнювачами кормів, витрачається на подрібнення

матеріалу P_1 , привід механізму подачі P_2 , холостий хід машини P_x і дорівнює

$$P_{\text{маш}} = P_1 + P_2 + P_x. \quad (5.7)$$

Потужність подрібнення P_1 , кВт, знаходять за виразом

$$P_1 = QA_{\text{под}}, \quad (5.8)$$

де Q - продуктивність машини, кг/с.

Робота $A_{\text{под}}$, кДж/кг, яка затрачується на подрібнення матеріалу, визначається з основного закону подрібнення:

$$A_{\text{под}} = C_{\text{пр}} \left[C_v \lg \lambda^3 + C_s (\lambda - 1) \right], \quad (5.9)$$

де $C_{\text{пр}}$ - дослідний коефіцієнт, що враховує вплив способу подрібнення, змінні характеристики матеріалу (вологість, в'язкість тощо), конструктивні особливості машини; C_s - коефіцієнт, що характеризує роботу, затрачувану на створення нових поверхонь при подрібненні 1 кг матеріалу, кДж/кг; C_v - коефіцієнт, що характеризує роботу пружних деформацій матеріалу при вибраному методі механічного навантаження, кДж/кг; λ - ступінь подрібнення матеріалу.

Значення коефіцієнтів $C_{\text{пр}}$, C_s і C_v , визначених дослідним шляхом, наведені у табл. 5.1 і 5.2.

5.1. Характеристики фуражного зерна (за експериментальними даними С. В. Мельникова)

Культура	Густина. кг/м	Еквівалентний діаметр D_e , м	Коефіцієнти		
			$C_{\text{пр}}$	C_s , кДж/кг	C_v , кДж/кг
Ячмінь	1300	4,2	$1,02 \pm 0,3$	8,5	7,5
Овес (без плівок)	1350	3,7	$5,0 \pm 1,5$	2,34	1,96
Жито	1280	3,3	$1,45 \pm 0,35$	8,4	6,4
Пшениця	1360	3,8	—	4,6	8,15
Горох	1360	6,3	—	10,7	3,66

Ступінь подрібнення - це відношення середнього (еквівалентного) діаметра зерна до середнього розміру подрібнених частинок. Подрібнені корми поділяють на три категорії: крупний, середній і дрібний помел з розмірами частинок 1,8 - 2,6, 1 - 1,8, 0,2 - 1,0 мм і ступенем подрібнення 2,3 - 1,6, 4,2 - 2,3 і 2,1 - 4,2 мм відповідно.

Величину $A_{\text{под}}$ можна обчислити за спрощеною формулою:

$$A_{\text{под}} = C_1 \lg \lambda^3 + C_2 (\lambda - 1). \quad (5.10)$$

5.2. Значення коефіцієнтів C_v і C_S для стеблових кормів, кДж/кг

Корм	C_v	C_S	Корм	C_v	C_S
Сіно:			Трава		
люцернове	0,23	2,3	свіжоскошена:		
конюшини	0,11	1,1	люцерни	0,2	2,0
різнотрав'я	0,24	2,4	конюшини	0,1	1,1
Солома:			різнотрав'я	0,19	1,9
ячменю	0,12	1,3			
жита	0,12	1,2			

Коефіцієнти C_1 та C_2 визначають за результатами виробничих випробувань подрібнювачів (табл. 5.3).

5.3. Значення коефіцієнтів C_1 та C_2 , кДж/кг

Перероблюваний матеріал	Подрібнення різанням		Подрібнення у молотковому апараті	
	C_1	C_2	C_1	C_2
Сіно:				
конюшини	0,16	0,99	4.8- 7,4	0,73 - 0,85
люпинове	0,12	0,97	6.8 - 10,9	0,56 - 0,70
Зерно ячменю	-	-	10 - 13	6-9

За формулою (5.10) можна оцінювати ефективність способів (роздавлювання, різання, розтирання, розбивання) і варіантів (одно- і двостадійне) подрібнення будь-яких матеріалів на машинах з різними робочими органами.

Потужність різання P_p , Вт, для соломосилосорізок з дисковим різальним апаратом визначається за формулою:

$$P_p = Fv_6, \quad (5.11)$$

де F - зусилля різання, Н; v_6 - швидкість ножа барабана, м/с.

За відомими розмірами живильника і параметрами різального апарату зусилля різання знаходять так:

$$F = q \frac{a}{\sin x}, \quad (5.12)$$

де q - питоме зусилля, достатнє для збудження процесу різання, для грубих кормів становить 14 - 20 кН/м, для зелених - приблизно на порядок нижче; x - кут защемлення різального апарата ($x = 20 - 50^\circ$); a - висота горловини живильника, м.

Для соломосилосорізок з подрібнювальними апаратами барабанного типу потужність різання P_p , кВт, можна знайти з виразу

$$P_p = \frac{\pi q \Delta S R_6 n_6}{30}, \quad (5.13)$$

де q - питоме зусилля, кН/м (для соломи - 3,5 - 9; трави - 3-6; листостеблової маси соняшника - 6-10); ΔS - довжина активної частини леза ножа, м; R_6 - радіус барабана, м; n_6 - частота обертання барабана, об/хв.

Потужність подачі P_2 залежить від типу живильника та виду оброблюваного матеріалу. Експериментально встановлено, що потужність для привода живильників приблизно дорівнює 1/3 потужності різання. У багатьох подрібнюваних машинах механізм подачі приводиться в дію від окремого двигуна, тому для них у формулі (5.7) потужність $P_2 = 0$.

Потужність холостого ходу P_x , Вт, визначають із рівняння:

$$P_x = M_{c,x} \omega_{ном}, \quad (5.14)$$

де $M_{c,x}$ - момент холостого ходу, Н•м, при номінальній швидкості обертання $\omega_{ном}$, рад/с.

Момент холостого ходу знаходять за виразом (5.1) або з даних випробувань машин (табл. 5.4).

Робота на подрібнення, визначена за формулами (5,9), (5.10), залежить як від виду перероблюваного матеріалу, так і від його якісних характеристик (вологості, однорідності тощо) та стану робочих органів машини. Останні коефіцієнтами $C_{пр}$, C_v і C_s не враховуються.

З досвіду експлуатації різних кормоприготувальних машин по переробці різноманітних кормів експериментально визначені питомі затрати енергії на подрібнення (табл. 5.5). Користуючись цими даними, можна орієнтовно визначити споживану потужність машини з подібними робочими органами за умовою:

$$P = Qq, \quad (5.15)$$

де Q - продуктивність машини, кг/с; q - питомі затрати енергії, кДж/кг.

5.4. Приводні характеристики подрібнювачів кормів

Тип і марка машини	Електродвигун		інерції машини з двигуном, кг.м ²	Параметри механічної характеристики		
	Тип	Номінальна потужність, кВт		Момент зрушення, Н.м	Мінімальний момент Н.м	Момент при номінальній частоті обер-
Подрібнювач грубих кормів ИГК-30Б-11	АИР200І6У2	30	11,4	2,94	2,94	16,7
Подрібнювач соковитих кормів ИСК-5М	АИР13254У2	7,5	6,25	4,9	2,94	7,8
Подрібнювач ИКВ-Ф-5А	АИР18054У2	22	1,57	11,8	7,35	9,8
Дробарка КДУ-2,0-1	4АМР180М4У2	30	7,75	14,7	10,7	55
Дробарки ДБ-5, ДКМ-5	4АМ180М2У2	30	2,49	4,0	-	17
Дробарка-подрібнювач ИРТ-Ф-80-1	4АМ250М6У2	55	18,7	33	-	283
Дробарка ДЗ-Т-1	4АМАТ-80/2 А	1,1	0,11	0,285	-	1,21
Плющилка агрегату ПЗ-3-ІІ (валець)	АИР160М6У2	15	0,7	18	-	14

При виборі двигуна за потужністю роблять так. Спочатку за формулами (5.7) чи (5.15) або за аналогією з подібними машинами розраховують необхідну потужність, споживану машиною у найважчому з можливих експлуатаційних режимів, і вибирають двигун за умовою:

$$P_{\text{дв.ном}} \geq (1,1 - 1,3) \frac{P_{\text{маш}}}{\eta_{\text{пер}}}, \quad (5.16)$$

де $\eta_{\text{пер}}$ - ккд передачі.

5.5. Питомі затрати енергії на подрібнення кормів машинами з різними подрібнювальними апаратами

Подрібнювач	Питома енергоємність. кДж/кг	Подрібнювач	Питома енергоємність. кДж/кг
Подрібнювачі коренебульбоплодів		Подрібнювані стеблових кормів	
Коренерізка:	0,8 - 0,13	Пастовиготовлювач	8-10
дискова	0,9 - 1,4	Штифтовий подрібнювач	6-12
відцентрова	1,1 - 1,5	Соломосилосорізка з	
Коренетерка	2.5- 3,3	ножовим різальним апаратом при подрібненні:	
Пастовиготовлювач	3.6- 4,4	соломи	4,7 - 6,5
Штифтовий	3,5 - 4,2	зеленої маси	1,2 - 2,6
Молотковий			

Вибраний двигун встановлюють на машину і при номінальному її завантаженні самописним амперметром записують навантажувальну діаграму $I = f(t)$. За одержаною діаграмою визначають середнє $I_{\text{ср}}$ або еквівалентне $I_{\text{екв}}$ значення струму I і порівнюють з номінальним струмом вибраного двигуна за умовами:

$$\left. \begin{array}{l} I_{\text{дв.ном}} \geq I_{\text{ср}} \\ \text{або } I_{\text{дв.ном}} \geq I_{\text{екв}} \end{array} \right\}$$

Робочі органи подрібнювачів кормів мають досить значний момент інерції, внаслідок чого тривалість пуску машини досягає кількох десятків секунд. Для поліпшення умов пуску робочі органи комплектують електродвигунами з підвищеним пусковим моментом.

Приводні характеристики деяких кормоприготувальних машин наведені в табл. 5.4.

4. Автоматизація подрібнювачів кормів

Керування електроприводами подрібнювачів виконується за різними схемами: від найпростіших за допомогою ручних пускачів типу ПНВ або ПНВС, що

використовуються у малопотужних машинах і призначених для домашнього господарства, до складних схем керування з автоматизацією завантаження двигуна.

Алгоритмами керування передбачають автоматизацію таких процесів:

- пуск електродвигуна;
- контроль рівня продуктів у бункерах;
- регулювання завантаження двигуна дробарки;
- необхідні блокування - механічні та електричні;
- надійний захист всіх елементів привода;
- сигналізація про стан елементів привода.

Автоматизація подрібнювача ИКФ-5-А “Волгарь”. Робочі органи подрібнювача приводяться в дію від одного електродвигуна потужністю 22 кВт (див. рис. 5.3, а). Схемою керування передбачено пряме вмикання електродвигуна *M* (рис. 5.7) в мережу пускачем *KM*, захист електродвигуна від коротких замикань і перевантажень автоматичним вимикачем *QF*, захист кіл керування від коротких замикань запобіжником *FU*. Подрібнювач обладнаний автоматом вимикання електродвигуна при потраплянні металевих предметів у барабан вторинного різання. Автомат спрацьовує при руйнуванні зрізної шпильки в його замку, внаслідок чого розмикається контакт кінцевого вимикача *SQ3*.

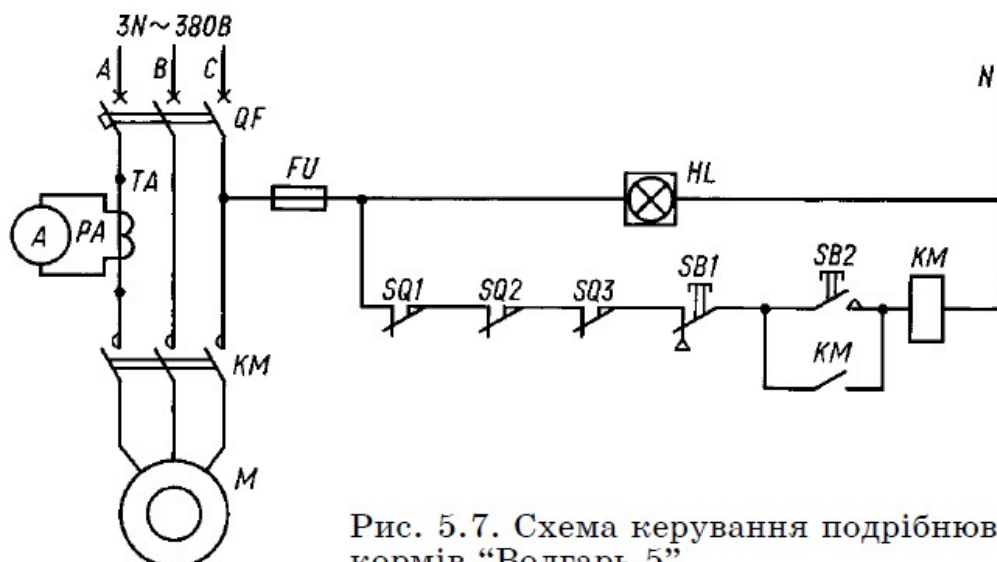


Рис. 5.7. Схема керування подрібнювачем кормів “Волгарь-5”

Рис. 5.7. Схема керування подрібнювачем кормів “Волгарь-5”

Повторне вмикання двигуна можливе після очищення апарата вторинного різання від сторонніх предметів, залишків корму і установки замка автомата в робоче положення. Для запобігання пуску машини при відкритих кришках барабанів

під ними вмонтовані кінцеві вимикачі $SQ1$ і $SQ2$. Контроль за ступенем завантаження двигуна під час роботи подрібнювана здійснюється за показниками перевантажувального амперметра PA , увімкненого через трансформатор струму TA . Апарати керування і захисту двигуна змонтовані в ящику керування типу Я5103-3774ДУХЛ2.

Автоматизація дробарки ДБ-5. Дробарка ДБ-5 призначена для подрібнення фуражного зерна вологістю до 17 %. Продуктивність дробарки при різній крупності помелу 1,8-6 т/год. У виконанні ДБ-5-1 машина складається з дробарки, завантажувального і вивантажувального шнеків та шафи керування. Робочі органи приводяться в дію від чотирьох електродвигунів (див. рис. 5.5, *a*).

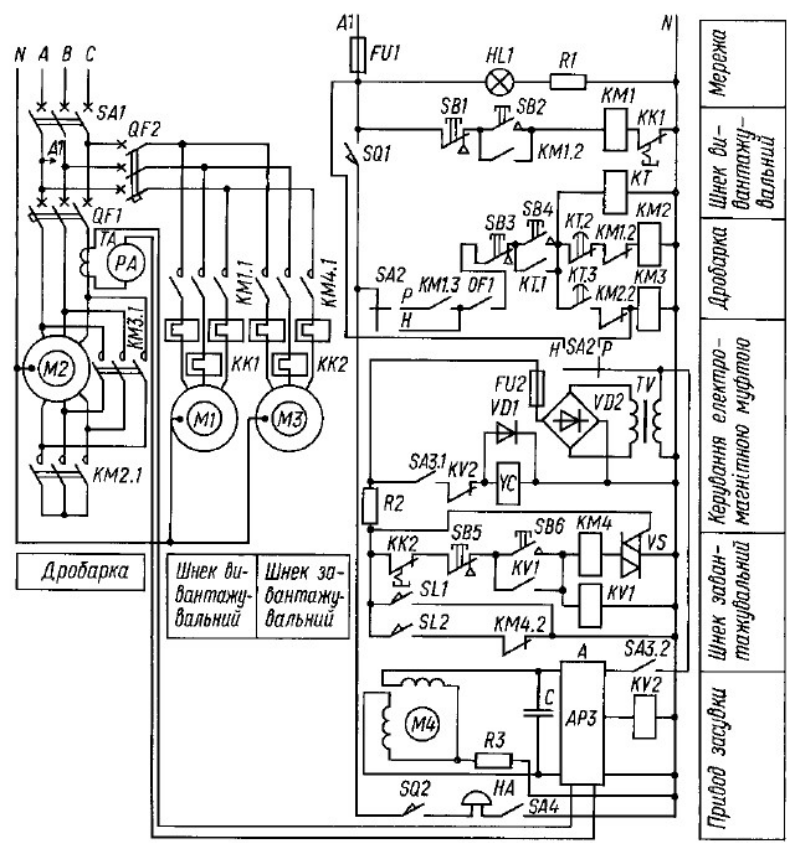
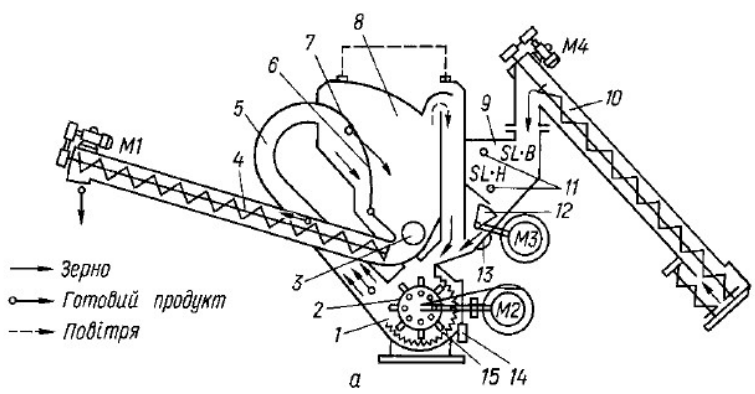
Зерно, яке підлягає подрібненню, подається з бурта завантажувальним шнеком 10 (рис. 5.8, *a*) у зерновий бункер 9. Рівень зерна у бункері контролюється двома магнітокерованими датчиками 11. З бункера через щілину, створену засувкою 12 і похилою нижньою стінкою, зерно проходить через магнітний сепаратор 13, очищується від випадкових металічних предметів і потрапляє в подрібнювальну камеру 1, де подрібнюється молотковим ротором 2 і декою 15. Подрібнена маса повітряним потоком, створюваним ротором, по кормопроводу 5 транспортується до сепаратора 7 роздільної камери 8. Дрібна фракція шнеками 3 і 4 вивантажується з дробарки. Крупна фракція спрямовується на повторне подрібнення у дробильну камеру. Ступінь помелу регулюється поворотом засувки 6 і зміною сепаратора 7.

Навантаження двигуна $M2$ дробарки регулюється поворотом засувки 15 вручну або електродвигуном $M3$ (див. рис. 5.5 *a*). Привод засувки складається з електродвигуна РД-09, зубчастої передачі, вала і електромагнітної муфти 16, яка з'єднує вал з електродвигуном. При вимиканні електромагнітної муфти вал засувки роз'єднується з валом двигуна і під дією власної ваги засувка швидко перекриває доступ зерна в дробильну камеру.

Електрична схема керування електроприводом дробарки передбачає налагоджувальний (Н) і робочий (Р) режими роботи (рис. 5.8, *б*), які встановлюються перемикачами SA2 і SA3.

У режимі “Наладка” кожен механізм кнопками SB1 - SB6 вмикається і вимикається незалежно від інших.

У режимі “Робота” після натискання кнопки SB2 послідовно запускаються двигуни вивантажувального шнека M1 і дробарки M2. Для зниження пускового струму електродвигун дробарки M2 запускається за схемою з перемиканням обмоток із “зірки” на “трикутник”. Процес пуску контролюється реле часу KT, яке через 10 с після запуску по схемі “зірка” подає команду на перемикання обмоток на “трикутник”. При натисканні кнопки SB4 вмикаються пускач KM2 і двигун M2 при з’єднанні обмоток за схемою “зірка”. Одночасно одержує живлення реле часу KT.



б

1 - подрібнювальна камера; 2 - ротор; 3. 4. 10 - шнеки; 5 - кормопровід; 6. 12 - засувки; 7 - сепаратор; 8 - роздільна камера; 9 - бункер; 11 - датчики рівнів; 13 - магнітний сепаратор; 14 - кінцевий вимикач SQ1; 15 - дека; M1. M2. M3, M4 -

електродвигуни приводів відповідно вивантажувального шнека, дробарки, засувки в бункері зерна і завантажувального шнека

Рис. 5.8. Технологічна (а) та електрична (б) схеми дробарки ДБ-5-1:

Через 10 с реле часу контактом *KT.2* вимикає пускач *KM2*, а контактом *KT.3* вмикає *KM3* і подає напругу на регулятор завантаження *AP3* та електромагнітну муфту *YC*. Обмотки двигуна *M2* перемикаються на “трикутник”.

Електродвигун завантажувального шнека *M3* запускається після натискання кнопки *SB6* при незаповненому бункері дробарки. Коли зерно в бункері досягне датчика верхнього рівня, замикається контакт *SL1* і шунтує коло керуючого електрода симістора *VS*. Останній закривається і розриває коло живлення котушки пускача *KM4*. Завантажувальний шнек зупиняється. Повторно шнек запускається після звільнення зерном датчиків рівня *SL1* і *SL2*.

Для стабілізації струму, споживаного електродвигуном дробарки *M2*, передбачений автоматичний регулятор завантаження (*AP3*). Керуючий сигнал на регулятор знімається з трансформатора струму *TA*. Залежно від завантаження двигуна *M2* регулятор *AP3* подає команди на привід засувки *M4*, який, відкриваючи або закриваючи засувку, змінює подачу зерна у дробильну камеру. Так підтримується номінальне завантаження двигуна *M2*. При стрибкоподібних перевантаженнях двигуна дробарки регулятор через реле *KV2* вимикає муфту *YC* і засувка перекриває доступ зерна в дробильну камеру. Якщо зерно в дробильну камеру не надходить, засувка відкривається повністю, замикається контакт кінцевого вимикача *SQ2* і вмикається сирена *HA*.

Регулятор *AP3* подає команди на вмикання двигуна *M4* імпульсами з певною заданою шпаруватістю. Якщо двигун недовантажений або перевантажений більше 15 % від номінального струму, паузи між імпульсами скорочуються у 5-15 разів, завдяки чому прискорюється відпрацювання сигналу неузгодженості між опорним і контрольованим сигналами.

Для перевірки роботи регулятора завантаження вимикач *SA3* встановлюють в положення “Регулятор”.

Схемою передбачено захист від коротких замикань: двигунів дробарки -

автоматичними вимикачами $QF1$ і $QF2$, схеми керування - запобіжником $FU1$. Двигуни $M1$ і $M3$ шнеків від перевантажень захищені тепловими реле $KK1$ і $KK2$.

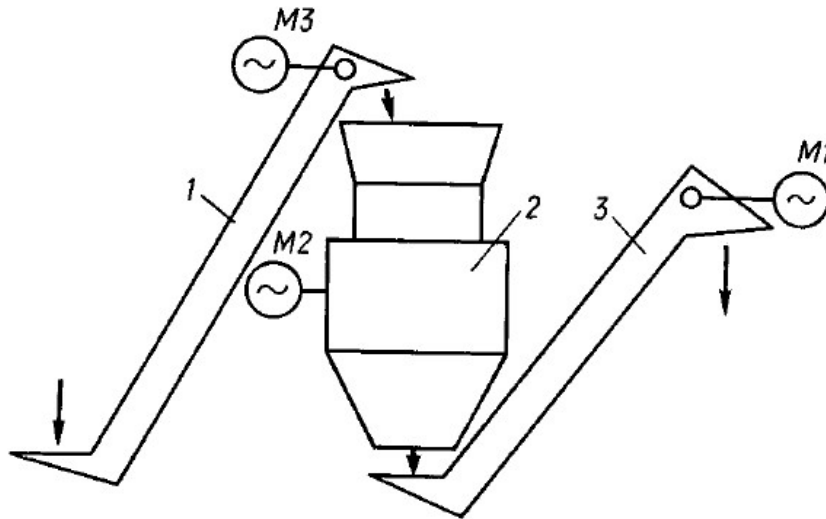
Контакт кінцевого вимикача $SQ1$ запобігає запуску двигуна $M2$ при відкритій кришці дробарки.

Автоматизація подрібнювача ИКБ-Ф-700 (БЛОК-700).

Подрібнювач ИКБ-Ф-700 часто входить до складу потокової лінії для переробки грубих і стеблових кормів, у тому числі кукурудзи. Потокова лінія складається з завантажувального і вивантажувального конвеєрів та подрібнювача з приводом від окремих двигунів (рис. 5.9).

Алгоритмом автоматизованого керування потоковою лінією передбачено:

- передпускову сигналізацію;
- послідовний пуск двигунів вивантажувального конвеєра $M1$ (рис. 5.10), подрібнювача $M2$ і завантажувального конвеєра $M3$. При цьому двигун $M2$ запускається за схемою з перемиканням обмоток із “зірки” на “трикутник”;
- обмеження струму, споживаного двигуном подрібнювача, шляхом зупинки двигуна $M3$ завантажувального конвеєра;
- захист від коротких замикань силових кіл і кіл керування автоматичними вимикачами $QF1 - QF4$;
- захист двигуна дробарки від перевантажень тепловим реле $KK1$;
- захист двигунів конвеєрів від перегрівання пристроями вмонтованого температурного захисту $SK1$ і $SK2$;
- сигналізація про ступінь завантаження двигуна дробарки амперметром PA ;
- блокування, що запобігає вмиканню двигуна подрібнювача при відкритих люках, за допомогою кінцевих вимикачів - $SQ3$;
- електричне блокування, що запобігає завалу продуктом машини, яка зупинилася внаслідок спрацювання захисного апарата;
- сигналізацію про подачу напруги на кола керування та двигуни конвеєрів.



1 - завантажувальний транспортер; 2 - подрібнювач; 3 - вивантажувальний транспортер

Рис. 5.9. Технологічна схема потокової лінії з подрібнювачем кормів ИКБ-Ф-700:

Електроприводи потокової лінії можуть працювати в налагоджувальному і робочому режимах. У режимі “Наладка” кожний механізм вмикається і вимикається незалежно від інших кнопками керування SB1 -SB8.

В автоматичному режимі перемикач SA встановлюють у положення “Робота” і натискають кнопку SB2. Перед запуском двигунів на 4 с вмикається передпускова сигналізація HA1, тривалість якої контролюється реле часу KT1. Після закінчення витримки часу реле KT1 послідовно вмикаються двигуни M1, M2, M3. Процес пуску двигуна M2 контролюється реле часу KT2. При перевантаженнях двигуна подрібнювача M2 спрацьовує реле струму KA1 і запускає реле часу KT3, яке з витримкою часу 3-5 с розриває коло живлення котушки пускача KM5, внаслідок чого зупиняється завантажувальний конвеєр. Після зниження струму електродвигуна M2 контакт KA1 розмикається і подача матеріалу на подрібнення поновлюється.

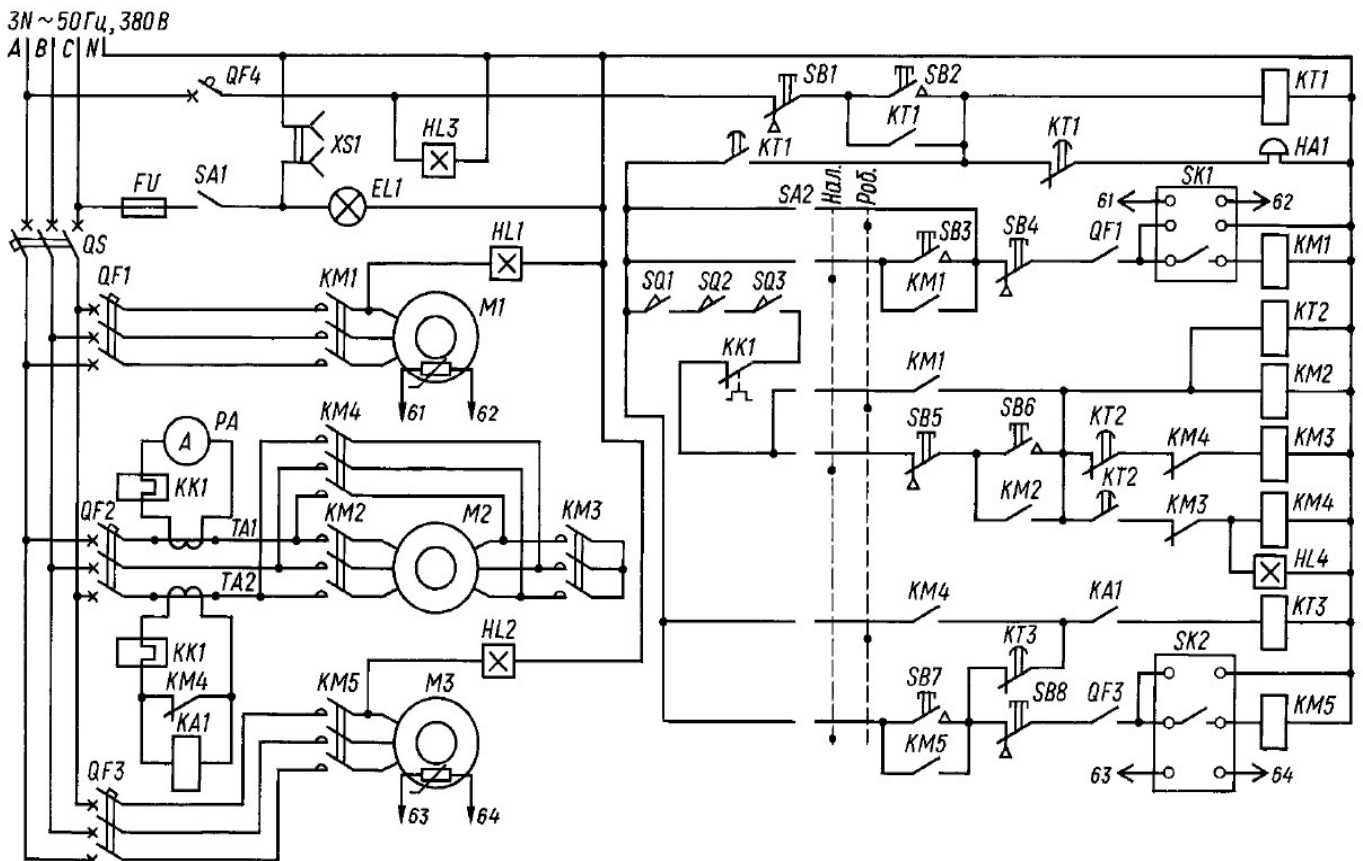


Рис. 5.10. Електрична схема керування потоковою лінією з подрібнювачем ИКБ-Ф-700

У шафі керування встановлена розетка XS1 для вмикання переносного світильника.

Автоматизація дробарки-подрібнювача ИРТ-Ф-80-1. Дробарка-подрібнювач ИРТ-Ф-80-1 призначена для подрібнення грубих кормів. Корм, що підлягає подрібненню, грейферним навантажувачем подається в завантажувальний бункер. Останній, обертаючись, подає матеріал на ротор, який також обертається. Під дією молотків ротора і дек, встановлених у корпусі дробильної камери, маса подрібнюється і повітря потоком, створеним ротором, через вивантажувальний пристрій подається у транспортні засоби (рис. 5.11). Бункер і ротор приводяться в дію від окремих електродвигунів.

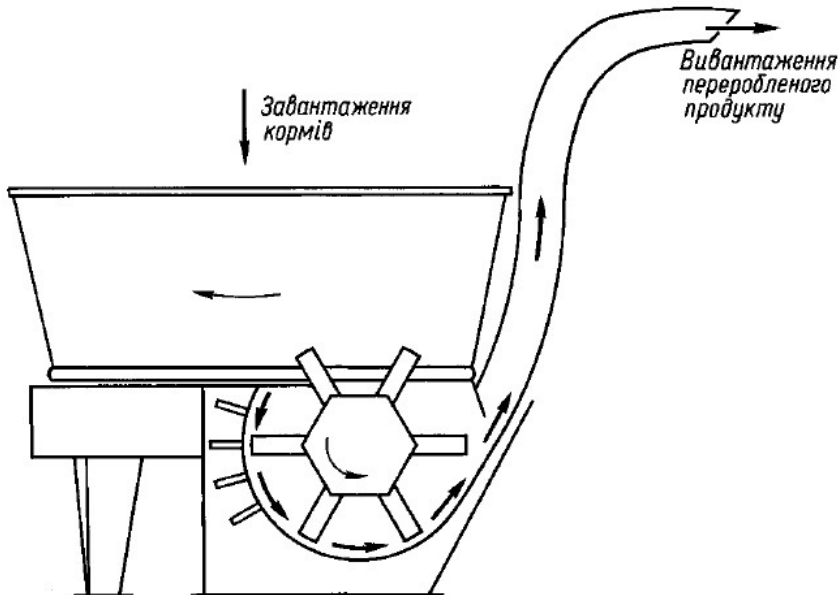


Рис. 5.11. Технологічна схема дробарки-подрібнювача ИРТ-Ф-80-1

Схемою керування машиною передбачено налагоджувальний і робочий режими. У налагоджувальному режимі натисканням кнопок SB1 - SB4 (рис. 5.12) запускають і зупиняють двигуни M1 і M2 незалежно один від одного. При цьому двигун ротора M1 запускається з перемиканням обмоток із “зірки” на “трикутник”. Процес пуску контролюється реле часу *KT2*. Кнопкою SB6 вмикається сирена *HA*.

У режимі “Робота” після натискання кнопки SB1 послідовно без витримки часу спрацьовують реле часу *KT1*, *KT2*, *KT4* і *KT3*. Через контакти реле *KT1* вмикається передпускова сигналізація *HA* і контактор *KM2*. Витримка реле часу *KT1* триває 30 с, після чого останнє відпускає контакти, вимикає сирену *HA*, реле *KT2* і вмикає контактор *KM1*. Двигун M1 вмикається при з’єднанні обмоток за схемою “зірка”. Через 20 с відпускає реле *KT2* і обмотки двигуна M1 перемикаються на “трикутник”.

Натисканням кнопки SB4 вмикають контактор *KM4*, який вмикає в мережу двигун бункера M2 і замикає коло електромагнітної муфти *YC*, після чого бункер починає обертатись.

Для зупинки машини спочатку вимикають двигун M2 привода бункера, потім - двигун M1. Вимикання подрібнювача в аварійній ситуації здійснюється кнопками SB7 або SB8, одна з яких встановлена на дверях шафи керування, інша - на рамі машини.

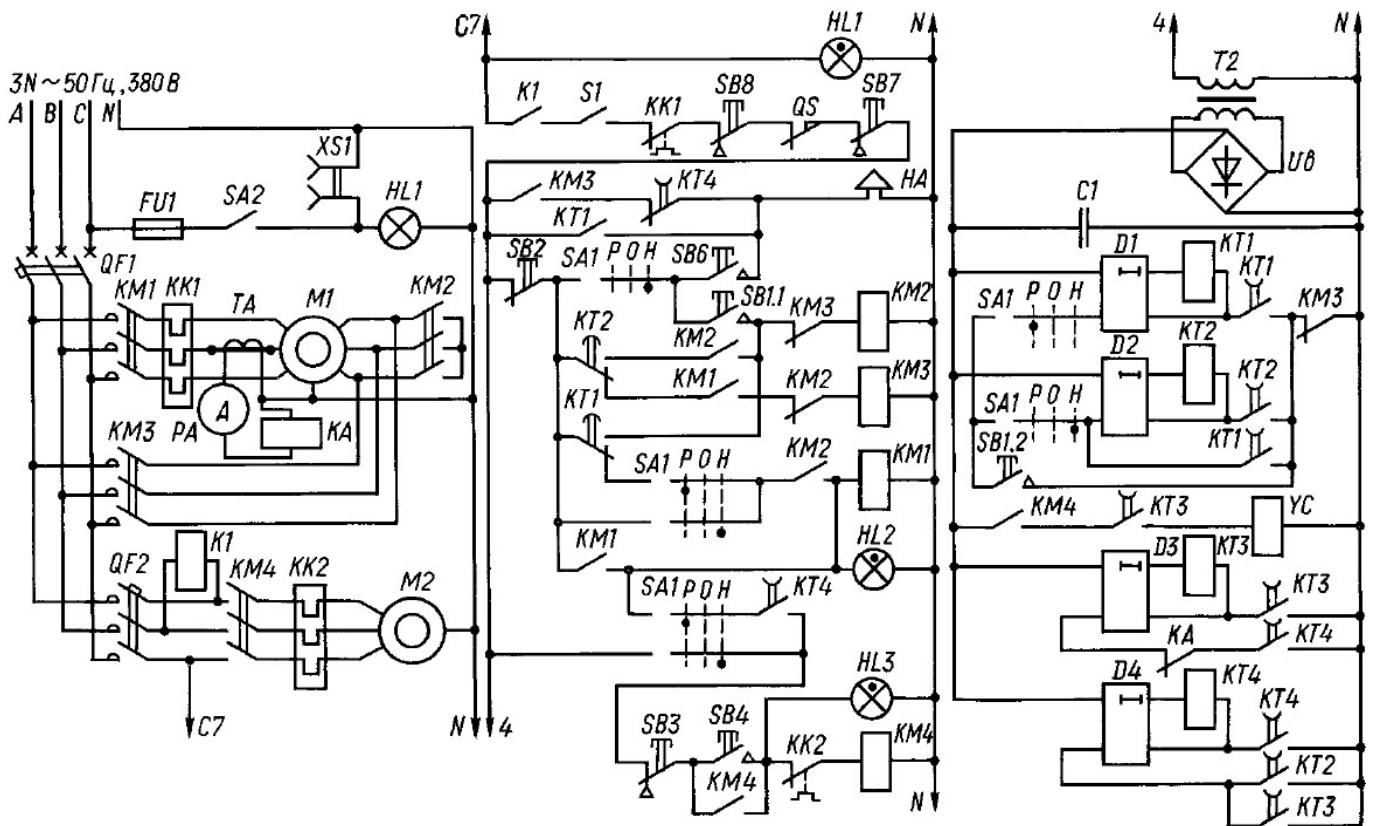


Рис. 5.12. Електрична схема керування дробаркою-подрібнювачем ИРТ-Ф-80-1

Якщо двигун привода ротора $M1$ перевантажується, спрацьовує реле струму KA , яке вимикає реле часу $KT3$. Через 2 с реле $KT3$ відпускає свої контакти і вимикає живлення електромагнітної муфти YC . Бункер зупиняється, подача продукту на ротор зменшується. При зниженні струму до 67 А реле KA відпускає контакти і бункер знову починає обертатись. У тому випадку, коли перевантаження триває більше 20 с, реле $KT4$ своїми контактами вимикає пускач $KM4$ і вмикає сирену HA , що свідчить про аварійну зупинку бункера. Для захисту від струмів короткого замикання передбачені автоматичні вимикачі $QF1$ і $QF2$ та запобіжник $FU1$, від струмів перевантаження двигунів - теплові реле $KK1$ і $KK2$. Кінцевий вимикач QS запобігає вмиканню двигуна ротора при відкритій кришці дробильної камери. Візуальний контроль за ступенем навантаження двигуна $M1$ здійснюється за показниками амперметра PA . Про вмикання двигунів сигналізують лампи $HL2$ і $HL3$. У шафі керування встановлена розетка $XS1$ для вмикання переносного світильника.

5. Електропривод вальцових машин

Вальцьові машини використовуються в агрегатах для переробки зерна фуражних і продовольчих культур (вівса, кукурудзи, гороху, ячменю, пшениці та ін.).

Робочими органами вальцьових машин є два циліндричних вальці однакового діаметра, що обертаються у протилежних напрямках назустріч один одному з різними або однаковими коловими швидкостями. Поверхні вальців бувають гладенькими або рифленими. Гладенькі вальці, що обертаються з однаковою швидкістю, діють на зерно за принципом чистого стискання. Такі вальці використовують у плющилках для виготовлення пластівців із свіжозібраного зерна підвищеної вологості або сухого зерна, підданого волого-тепловій обробці.

Вальці з нарізними або гладенькими поверхнями, що обертаються з різними швидкостями, піддають зерно дії складної деформації - стиску і зсуву. Продукти подрібнення характеризуються високою рівномірністю з мінімальною кількістю пилової фракції. Такі вальці використовують у дробарках і вальцьових млинах.

Конструктивно вальцьові машини розрізняють: за кількістю пар вальців - з однією або двома парами; за характерними розмірами - діаметром і довжиною вальців.

Продуктивність однією пари вальців Q , кг/с, визначається за пропускну здатністю робочого зазору:

$$Q = \Delta L v_3 \gamma \varepsilon, \quad (5.18)$$

де Δ - робочий зазор між вальцями, м; L - довжина вальців, м; v_3 - середня швидкість зерна в зоні подрібнення, м/с; γ - об'ємна маса продукту, кг/м³; ε - коефіцієнт, що враховує ступінь заповнення зерном робочого зазору, а також можливе ковзання продукту. При переробці фуражного зерна $\varepsilon = 0,1 - 0,3$.

Середня швидкість зерна v_3 визначається з виразу:

$$v_3 = \frac{v_{\text{ш}} + v_{\text{т}}}{2}, \quad (5.19)$$

де $v_{\text{ш}}$, $v_{\text{т}}$ - колові швидкості обертання відповідно швидко- і тихохідного вальців, м/с.

З виразу (5.18) витікає, що продуктивність машини лінійно залежить від швидкості обертання вальців. Але при значному збільшенні швидкості погіршується

затягування зерна між вальці і продуктивність зменшується. Встановлено, що оптимальна швидкість робочої поверхні швидкохідного вальця 5-10 м/с, а тихохідного - 2-7 м/с.

Крупність подрібнення вальцьових дробарок залежить від диференціала швидкості K ($K = v_{ш} / v_T$), робочого зазору між вальцями Δ та діаметра вальців.

Привод кожного вальця у більшості випадків здійснюється індивідуально від електродвигуна через клинопасову передачу. У вальцьових млинах швидкохідний валець приводиться в дію від електродвигуна через клинопасову передачу, а тихохідний - від швидкохідного вальця через пару косозубих шестерень.

Зведений до валу електродвигуна момент інерції вальця наближено визначається з виразу

$$J_{зв} = (1,1-1,2) \cdot J_B / i^2, \quad (5.20)$$

де J_B - момент інерції вальця, кг/м²; i - передаточне число.

Коефіцієнт (1,1 - 1,2) враховує момент інерції елементів передачі.

Валець має форму порожнистого циліндра (рис. 5.13), його момент інерції можна знайти за формулою:

$$J_B = \pi \gamma \left[\frac{L_1 (d_1^2 - d_2^2)^2 + 2L_2 (d_2^2 - d_3^2)^2 + L_3 d_3^4}{32} \right], \quad (5.21)$$

де γ - густина сталі, кг/м³; d_1 - зовнішній діаметр вальця, м; d_2 - внутрішній діаметр вальця, м; d_3 - діаметр вала, м; L_1 - довжина вальця, м; L_2 - товщина маточини, м; L_3 - довжина вала, м.

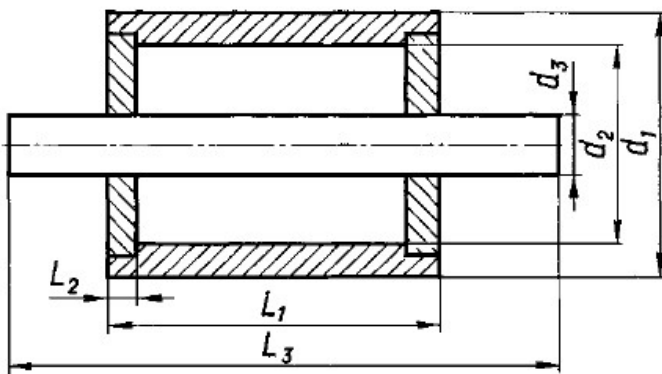


Рис. 5.13. Схематичний розріз вальця плющилки

Алгоритмом керування вальцьовими машинами передбачають запуск вальців

без навантаження, а після їх розгону до усталеної швидкості - подачу зерна. Момент статичних опорів вальців, що обертаються вхолосту, зумовлюється в основному силами тертя, практично не залежить від швидкості обертання і знаходиться в межах 4-7 % від моменту при номінальному завантаженні.

Режим роботи електроприводів вальців тривалий зі змінним навантаженням. Навантажувальна діаграма $P = f(t)$ має випадковий характер. Причому через неоднорідність подрібнюваного матеріалу та нерівномірність подачі можливі значні коливання навантаження, в тому числі і перевантаження.

Середня потужність, споживана одним вальцем на переробку матеріалу, орієнтовно визначається залежно від довжини вальця:

$$P = p'L_1, \quad (5.22)$$

де p' - питома потужність, віднесена до одиниці довжини вальця, кВт/м, ($p' = 15-24$ кВт/м); L_1 - довжина вальця, м.

При відомій продуктивності пари вальців Q , т/год, потужність P , кВт, необхідну для привода одного вальця, можна знайти також через питому енергоємність процесу q , кВт • год/т:

$$P = Qq. \quad (5.23)$$

Експериментально визначено, що для плющилок q - 3-5 кВт•год/т, дробарок і млинів - 6-7 кВт•год/т. З наведеного видно, що енергоємність процесу досить висока. Причому при спрацюванні рифлів по висоті продуктивність машини знижується, внаслідок чого питома енергоємність зростає.

На сільськогосподарських підприємствах широко використовують кормоприготувальні агрегати для плющення зерна типів ПЗ-3, ПЗ-3-ІІ, ПЗ-8; у млинах та комбикормових заводах - вальцьові станки типів ЗМ, ЗС, ВМП. Для підсобних господарств розроблені плющилки зерна ПЗ-Т-0,1-1, ПЗ-Т-0,1-2.

Автоматизація агрегату ПЗ-3-ІІ. Агрегат ПЗ-3-ІІ призначений для приготування пластівців з вологого консервованого або свіжообмолоченого зерна фуражних культур. Вологість зерна 18-35 %.

Агрегат складається з гвинтового завантажувального конвеєра, що приводиться в дію електродвигуном $M1$ (рис. 5.14) через клинопасову передачу; двовальцьової плющилки з індивідуальним приводом вальців від електродвигунів

M2 і *M3*; скребкового вивантажувального конвеєра з приводом від мотор-редуктора *M4*.

Зерно із завальної ями гвинтовим транспортером подається в нагромаджувальний бункер. Продуктивність конвеєра регулюється заслінкою. Потік зерна з бункера, сформований спеціальним розсікачем, рівномірно подається на плющильні вальці, які перетворюють його на пластівці і через перехідник направляють на вивантажувальний конвеєр.

Схемою автоматизації агрегату передбачено послідовне пряме вмикання електродвигунів у напрямку від кінця потокової лінії до початку та вимикання їх у зворотному напрямку при зупинці потокової лінії; блокування, що запобігає увімкненню двигунів привода вальців при відкритих люках плющилок; захист від коротких замикань і перевантажень; світлову сигналізацію.

Системою керування передбачено два режими: ручне керування в режимі налагодження (положення “*H*” перемикача *S2*) та автоматичне (положення перемикача “*P*”). У режимі налагодження електродвигуни агрегату можна запуснути і зупинити в будь-якій послідовності натисканням на кнопки *SB1* - *SB6*.

Для запуску агрегату в робочому режимі при увімкнених автоматичних вимикачах *QF1* – *QF4* і закритих люках плющилки (замкнені контакти *SQ1* - *SQ3* натискають на кнопку *SB3*. Спрацьовують магнітні пускачі *KM1* і *KM2*, які вмикають у мережу електродвигун *M1* привода вивантажувального конвеєра і *M2* - першого вальця плющилки. Одночасно запускається реле часу *KT2*, яке через 8-10 с подає команду на вмикання пускачів *KM3* і *KMA*. Запускаються послідовно двигуни другого вальця *M3* і завантажувального конвеєра *M4*.

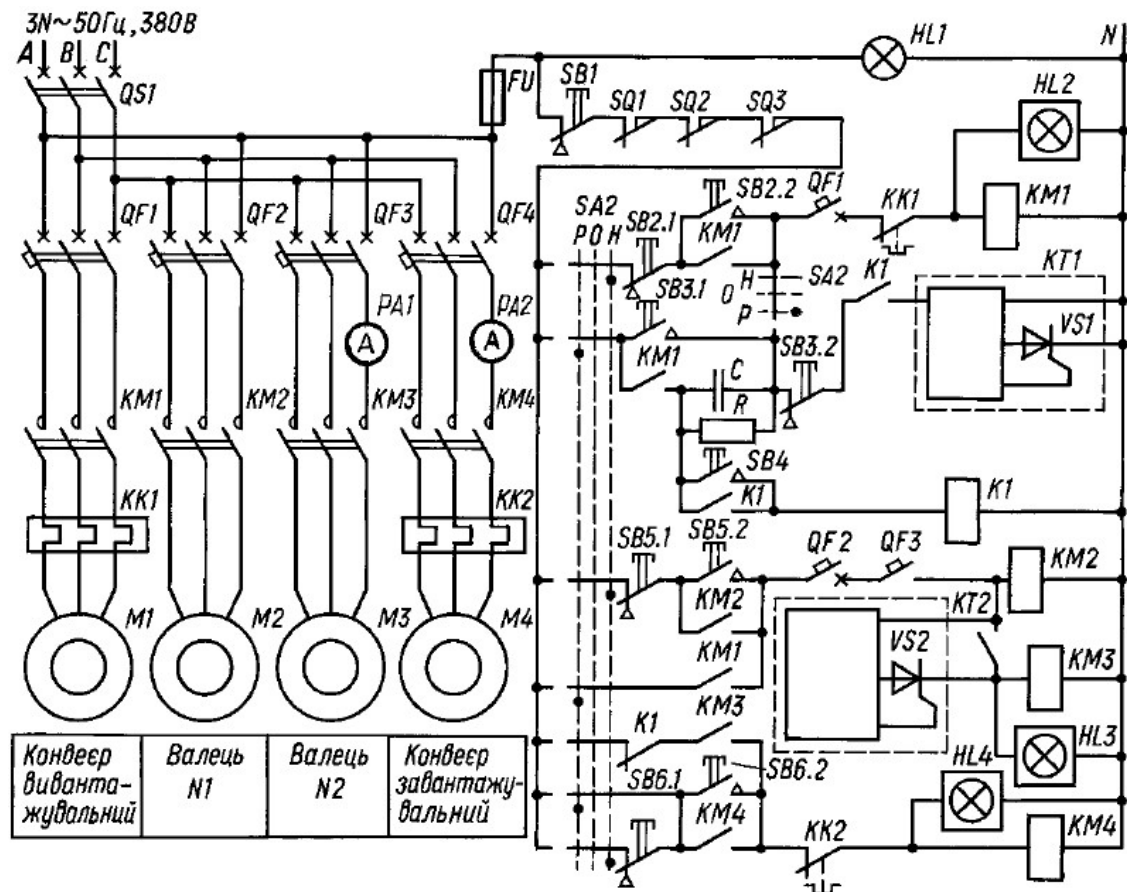


Рис. 5.14. Електрична схема керування агрегатом ПЗ-3-ІІ

Про роботу двигунів $M1$, $M3$ і $M4$ сигналізують лампи $HL2$ – $HL4$. Електродвигуни привода вальців працюють у важкому режимі з можливими перевантаженнями, тому в щит керування вмонтовані перевантажувальні амперметри $PA1$ і $PA2$, за показниками яких оператор регулює подачу зерна на вальці.

Для зупинки агрегату натискають на кнопку $SB4$, яка вмикає проміжне реле $K1$. Розмикаючий контакт $K1$ вимикає пускач $KM4$, і завантажувальний транспортер зупиняється. Замикаючий контакт $K1$ вмикає реле часу $KT1$, яке з витримкою 60-90 с шунтує котушку $KM1$, після чого контактори $KM1$ і $KM2$ вимикають двигуни $M1$ і $M2$. Тривалість витримки підбирається такою, щоб все зерно з бункера було перероблене і вивантажене з агрегату.

Реле часу $KT2$ забезпечує витримку часу для розгону двигуна $M2$ до усталеної швидкості.

Для аварійного вимикання двигунів передбачена кнопка $SB1$. Захист силових кіл від коротких замикань здійснюють автоматичні вимикачі $QF1-QF4$, кіл

керування - запобіжник *FU*. Двигуни привода конвеєрів *M1* і *M4* від невеликих тривалих перевантажень захищені тепловими реле *KK1* і *KK2*. У схему керування введені допоміжні замикаючі контакти автоматичних вимикачів *QF1-QF3*. При спрацюванні вимикача *QF1* зупиняються всі двигуни, при спрацюванні *QF2* і *QF3* - валки і завантажувальний конвеєр, що запобігає завалу машин у потоковій лінії.

6. Електропривод машин для пресування кормів

Найпоширенішими стаціонарними установками для пресування кормів є комплекти обладнання для гранулювання і брикетування кормів.

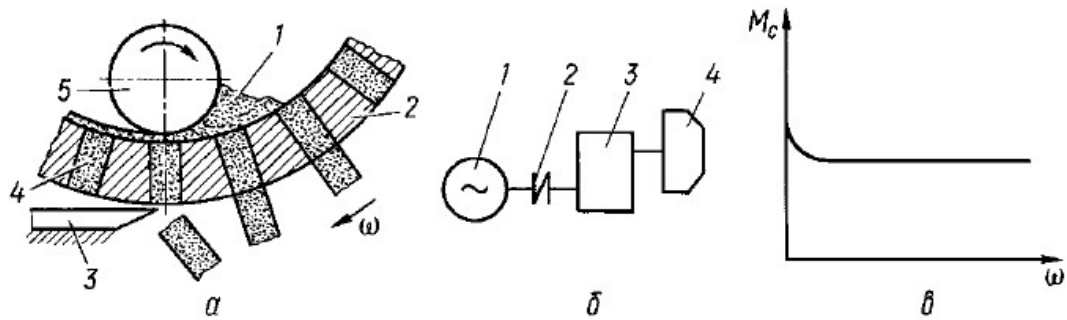
Гранули - це сипкі кормові компоненти (найчастіше - трав'янисте борошно), спресовані до густини 800 - 1300 кг/м³, діаметром (товщиною) до 25 мм. *Брикети* — це спресовані до густини 500 - 900 кг/м³ кормові суміші із включенням грубих кормів, трав'яна або солом'яна січка. Розміри брикетів більше 25 мм.

Головною машиною в комплекті обладнання для гранулювання і брикетування є брикетний прес або гранулятор. За принципом дії вони бувають вальцьові, шнекові, плунжерні та матричні. Найрозповсюдженішими є матричні робочі органи, які складаються з матриці з пресувальними каналами і пресувальних вальців. Процес ущільнення в такому робочому органі відбувається так (рис. 5.15, *a*). У робочу зону, створену внутрішньою поверхнею матриці 2 і зовнішньою поверхнею вальця 5, подається матеріал 1, який спочатку стискується, а потім вдавлюється в канали 4. При їх заповненні опір пресуванню матеріалу зростає, у зв'язку з чим тиск пресування збільшується і досягає максимального значення при повністю заповнених каналах. Коли тиск пресування дорівнюватиме силі тертя спресованого матеріалу об стінки каналів, він виштовхується. При зустрічі з ножем 3 пресований матеріал розділяється на окремі гранули або брикети.

Привод матриці 4 (рис. 5.15, *б*) здійснюється від асинхронного електродвигуна 1 через еластичну муфту 2 та двоступінчастий циліндричний редуктор 3.

Технологія пресування вимагає, щоб спресовані корми знаходились в каналі матриці протягом 20-40 с. За цей час у спресованому матеріалі в основному завершується релаксація внутрішніх напруг, внаслідок чого щільність і міцність

гранул або брикетів залишаються високими. Таким чином, максимальна частота обертання матриці обмежується міцністю гранул, що виходять з її каналів.



a - технологічна схема: 1 - корм; 2 - матриця; 3 - ніж; 4 - канал; 5 - валець; *б* - кінематична схема: 1 - електродвигун; 2 - муфта; 3 - редуктор; 4 - матриця; *в* - механічна характеристика

Рис. 5.15. Привідні характеристики преса-гранулятора:

Мінімальна частота обертання повинна забезпечувати найкращий захват матеріалу і безперебійне надходження його до вальців, особливо при вертикальних матрицях. Звідси виходить, що електропривід повинен забезпечувати стабільну швидкість обертання матриці навіть при зміні подачі вихідного матеріалу та його технологічних характеристик. Таким вимогам задовольняють асинхронні електродвигуни, в яких механічна характеристика в робочій частині досить жорстка.

Для запобігання поломки деталей преси запускають при очищених від залишків корму камерах, тобто вхолосту. При цьому основними опорами є сили тертя, а механічна характеристика має вигляд, наведений на рис. 5.15, *в*. Момент зрушення не перевищує номінального моменту машини.

Частота обертання робочих органів преса невисока, тому зведений до валу електродвигуна момент інерції системи визначається в основному моментом інерції його ротора.

Цим пояснюється те, що час запуску електродвигуна триває кілька секунд, а ступінь його нагрівання під час пуску невисокий. Але оскільки двигуни привода пресів мають велику потужність, то для обмеження пускових струмів їх часто запускають з перемиканням обмоток із “зірки” на “трикутник”.

Режим роботи двигунів тривалий, зі змінним навантаженням. Зусилля, які виникають у пресувальних органах, зумовлюються багатьма факторами, що можуть

змінювати свій вплив протягом роботи машини (кількість і склад вихідного матеріалу, його вологість, температура матриці та вальців тощо). Тому навантаження на валу двигуна коливається в значних межах, включаючи і перевантаження. З метою захисту електродвигуна від перегрівання схемою керування передбачають захисні апарати та амперметр для візуального контролю завантаження. За його показниками оператор регулює подачу матеріалу на пресування. Крім того, у конструкції привода преса передбачена зрізна шпилька. При різких перевантаженнях преса остання зрізується, внаслідок чого розмикається контакт кінцевого вимикача, який подає команду на зупинку агрегату.

Продуктивність преса з кільцевою матрицею, яка обертається, визначається за виразом

$$Q = \frac{\pi d_0^2}{4} \gamma k z n \beta_0 k_e, \quad (5.24)$$

де d_0 - діаметр гранули, м; l - довжина гранули, м; γ - об'ємна маса гранул, кг/м³; k - кількість пресувальних вальців; z - кількість отворів у матриці; n - частота обертання матриці, об/с; β_0 - коефіцієнт буксування вальця ($\beta_0 = 0,80 - 0,95$); k_e - коефіцієнт використання площі "живого" перерізу матриці ($k_e = 0,6 - 0,9$).

Потужність привода пресів можна визначити за методиками, наведеними у спеціальній літературі. Наближено потужність визначають через питому енергоємність процесу:

$$P = Qq, \quad (5.25)$$

де Q - продуктивність машини, кг/с.

Питома енергоємність процесу залежить від виду та складу пресованих кормів, розміру гранул та брикетів і за експериментальними даними знаходиться в межах, кДж/кг:

- при гранулюванні трав'яного борошна - 130-200;
- при гранулюванні комбікормів - 45 - 60;
- при брикетуванні кормових сумішей - 115 - 160.

Крім пресувальних машин, до складу комплектів обладнання для гранулювання і брикетування кормів входять ряд інших механізмів - дозатори, змішувачі, вентилятори, конвеєри, електропривід яких розглядається в інших

розділах цього підручника.

7. Електропривод змішувачів кормів

Змішування компонентів корму є завершальною операцією приготування кормових сумішей. Для цього використовують змішувачі порційної або неперервної дії. У подрібнювачах-змішувачах процес змішування суміщений з подрібненням одного або кількох компонентів.

За *призначенням* установки поділяють на змішувачі сухих сипких (комбікормів), розсипних вологих та рідких кормів. За *конструкцією робочих органів* - на шнекові, лопатеві, барабанні, вібраційні, комбіновані. Для змішування рідких кормів застосовують циркуляційні, пневматичні та механічні пристрої. За *організацією робочого процесу* змішувачі поділяють на дві групи: з обертовою та нерухомою камерами. До першої групи відносять барабанні горизонтальні, вертикальні та похилі змішувачі різного конструктивного виконання. До другої групи належать мішальні змішувачі. Для сипких кормів застосовують шнекові, лопатеві та стрічкові мішалки; для розсипних вологих (стеблових) - шнекові і лопатеві; для рідких - турбінні пропелерні і лопатеві.

Процес змішування кормових матеріалів через специфічні особливості компонентів є складним і маловивченим. Пропоновані режими змішування кормів в основному базуються на експериментальних даних, одержаних на конкретних змішувальних установках у певних умовах.

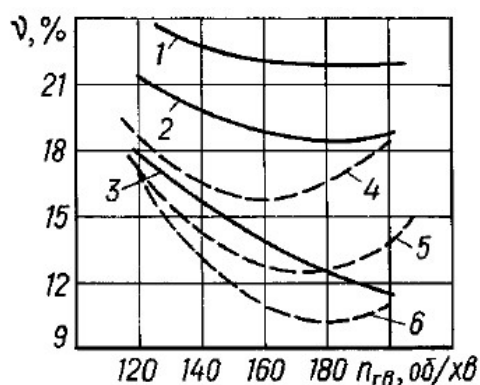
Переміщення компонентів кормів всередині змішувальної місткості у більшості типів змішувачів пов'язане з використанням сил тертя між робочим органом і змішуваним матеріалом. Продуктивність таких установок прямо пропорційна швидкості руху робочого органу до того моменту, коли сили тертя робочого органу не зрівнюються з силами тертя між компонентами корму. Після цього продуктивність починає зменшуватися, а енергоємність процесу зростає. Тому залежно від в'язкості перемішуваної маси рекомендована певна швидкість робочого органу. Так, колова швидкість на кінці лопатевої мішалки становить, м/с: 3-2, 2,5 - 1,5 та 1,5 - 1,0 при в'язкості перемішуваної маси відповідно 0,001-40; 40-80 та 80-

150 Па•с. Швидкість руху робочого органу також суттєво впливає і на якість кормосумішей, основним показником яких є нерівномірність змішування. Як приклад, на рис. 5.16 наведено результати досліджень бітерно-гвинтового змішувача, проведених науковцями УНДІМЕСГ. Аналіз графіків показує, що для досягнення необхідної якості змішування при зміні складу компонентів кормів та продуктивності машини необхідне регулювання швидкості обертання робочих органів.

Продуктивність змішувачів порційної дії Q , кг/с, визначається за виразом:

$$Q = \frac{V\beta\gamma_{\text{см}}}{T_{\text{ц}}},$$

де V - об'єм камери змішування, м³; β - коефіцієнт заповнення, що приймається $\beta \leq 0,75$; $T_{\text{ц}}$ - тривалість циклу змішування, с.



1-3 - для великої рогатої худоби (солома, силос) при продуктивності відповідно 10. 20 і 30 т/год; 4-6 - для свиней (коренеплоди, комбікорм, сінне борошно) при продуктивності відповідно 10. 20 і 30 т/год

Рис. 5.16. Залежність нерівномірності змішування (v) від частоти обертання гвинта ($n_{\text{гв}}$) при зміні складу кормів та продуктивності (Q) бітерно-гвинтового змішувача:

Насипну масу сумішей, що готуються, $\gamma_{\text{см}}$, кг/м³, розраховують за формулою:

$$\gamma_{\text{см}} = \frac{m_1\gamma_1 + m_2\gamma_2 + \dots + m_n\gamma_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n},$$

де m_1, m_2, \dots, m_n - маса складових компонентів кормосуміші, кг; $\gamma_1, \gamma_2 \dots \gamma_n$ - насипні маси відповідних компонентів, кг/м³.

Тривалість циклу порційних змішувачів поділяється на три складових: час завантаження компонентів $t_{зав}$, змішування $t_{зм}$ та вивантаження готової суміші $t_{вив}$:

$$t_{ц} = t_{зав} + t_{зм} + t_{вив} \quad (5-28)$$

Час завантаження і вивантаження визначається продуктивністю завантажувальних і вивантажувальних конвеєрів (для рідких компонентів - пропускною здатністю трубопроводів та продуктивністю насосів). Час змішування залежить від виду кормосуміші і рекомендується:

- для кормосуміші, компоненти якої легко розподіляються (сухі сипкі) - 2-4 хв;
- при середній складності змішування - 5 - 7 хв;
- для сумішей, у складі яких є липкі, грубостеблі компоненти тощо, і які важко піддаються перерозподілу - 8 - 12 хв і вище.

Продуктивність змішувачів неперервної дії становить:

$$Q = F_{п} \beta v_0 \gamma_{см}, \quad (5.29)$$

де $F_{п}$ - площа поперечного перерізу змішувача, m^2 ; β - коефіцієнт заповнення робочого об'єму, $\beta = 0,2 - 0,4$; v_0 - швидкість осевого переміщення потоку корму, m/c .

$$v_0 = L_{зм} t_{зм},$$

де $L_{зм}$ - довжина зони змішування, m ; $t_{зм}$ - час змішування, c .

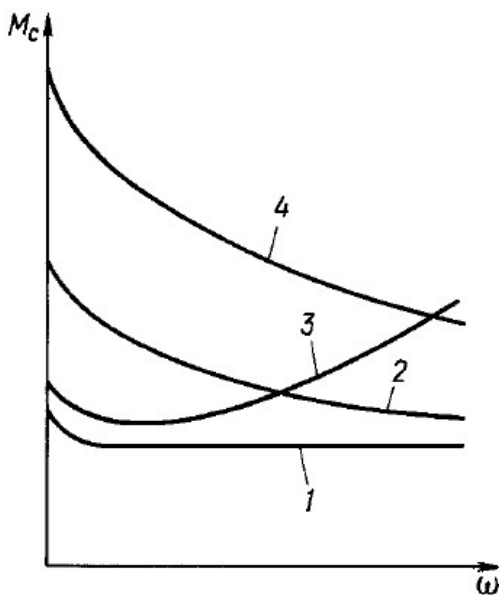
Для різних кормосумішей і типів установок $v_0 = 0,005 - 0,025$ m/c .

Швидкість обертання робочих органів змішувачів не перевищує кількох десятків обертів за хвилину. Для їх привода використовують тихохідні електродвигуни та різні передачі: клинопасові, ланцюгові, циліндричні та черв'ячні редуктори, мотор-редуктори. Через низьку швидкість робочих органів зведений до валу електродвигуна момент інерції системи "електродвигун - робоча машина" визначається в основному моментом інерції ротора двигуна. Ця обставина позитивно впливає на зменшення часу перехідних процесів у системі та нагрівання двигуна при пуску.

Момент статичних опорів при запуску змішувачів без навантаження зумовлюється силами тертя в підшипниках та передачах. Оскільки коефіцієнт тертя спокою більший за коефіцієнт тертя руху, то момент зрушення мішалок дещо вищий

за момент при русі і механічна характеристика має вигляд (крива 1), наведений на рис. 5.17.

У більшості випадків змішувачі, особливо порційні, запускаються під навантаженням. Наприклад, згідно з технологічною картою, мішалки змішувача С-12 треба пускати після завантаження корпусу на 1/3 його місткості. У цьому разі характер зміни моменту на валу інший (крива 2). Технологією приготування вологих сумішей із запарюванням у змішувачах типу СКО-Ф передбачається запуск мішалки після заливання в корпус визначеної кількості води. У такому випадку механічна характеристика (крива 3) мішалки має вентиляторний характер. Таким чином, вигляд механічної характеристики змішувачів при їх нормальному запуску залежить від організації технологічного процесу машини.



1 - при пуску вхолосту; 2 - при пуску змішувача С-12; 3 - при пуску змішувача СКО-Ф; 4 - при пуску повністю завантаженого змішувача

Рис. 5.17. Загальний вигляд механічних характеристик змішувачів кормів:

Проте при розрахунку електроприводів змішувачів кормів слід передбачати і зупинку робочих органів машини з повністю заповненою місткістю, наприклад при спрацюванні апарата захисту. При цьому момент зрушення мішалок набагато перевищує момент статичних опорів при номінальній частоті обертання (крива 4). Конкретні залежності визначаються аналітично або експериментально на конкретних машинах при певних видах кормосумішей.

Режим роботи електроприводів змішувачів неперервної дії тривалий зі

змінним навантаженням. Величина навантаження залежить від величини подачі компонентів у змішувач та їх якісних характеристик (вологості, крупності, однорідності тощо). При нерегульованій подачі коливання навантаження можуть бути значними (рис. 5.18, *a*). Для вирівнювання навантаження використовують регулятори, що змінюють подачу продукту у функції струму двигуна (рис. 5.18, *б*).

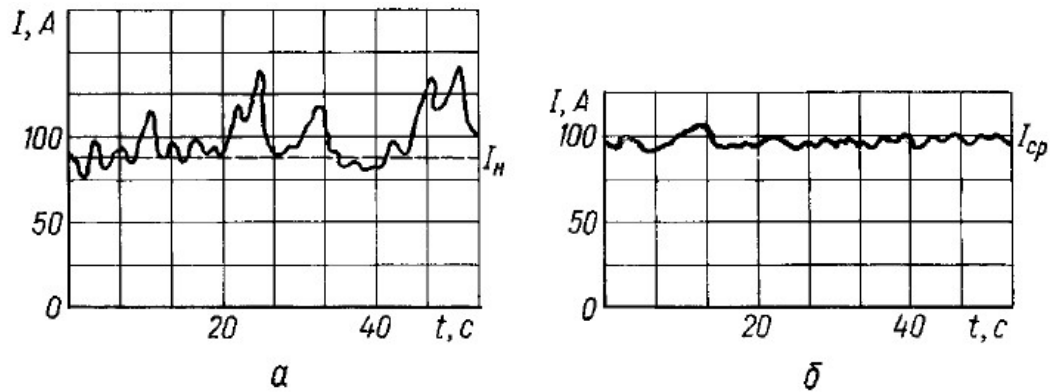


Рис. 5.18. Навантажувальні діаграми електродвигуна привода подрібнювача-змішувача ИСК-3: *a* - без регулятора; *б* - з регулятором

Характер навантажувальних діаграм порційних змішувачів залежить від організації технологічного процесу машини та її кінематичної схеми. Навантажувальна діаграма запарника-змішувача ЗС-6 складається з п'яти характерних періодів (рис. 5.19, *a*): I — пуск і робота мішалки без навантаження; II - завантаження компонентів корму в корпус; III - змішування і запарювання кормів; IV - вивантаження кормосуміші; V - робота мішалки вхолосту.

Дещо відмінна навантажувальна діаграма змішувача С-12. Згідно з технологічною картою спочатку в корпус машини завантажується корм на 1/3 його місткості, потім вмикається привід мішалок і продовжується завантаження (період I на рис. 5.19, *б*). Період перемішування II - без запарювання триває 10-15 хв, із запарюванням - 1-3 год, після чого вмикається вивантажувальний шнек і починається період III - вивантаження корму. Через деякий час після спорожнення змішувача (період IV) привід мішалок вимикають. Тривалість періодів завантаження і вивантаження визначається продуктивністю відповідних конвеєрів та величиною порції оброблюваного корму.

Методики розрахунку потужності, споживаної змішувачами, різноманітні, залежно від типу робочого органу.

Потужність P , кВт, необхідну для привода стрічкового (гвинтового) змішувача, визначають за виразом

$$P = QL(k\cos a + \sin a)10^{-3}, \quad (5.30)$$

де Q - продуктивність змішувача, кг/с; L - активна довжина мішалки, м; a - кут нахилу валу мішалки до горизонту, град; k - зведений коефіцієнт опору руху кормів по кожуху змішувача (для зерна і комбікормів - 1,2; сирого солоду - 1,5; солі - 2,5; коренеплодів, подрібнених на скибки, шматків м'яса - 8 - 10).

Потужність $P_{л}$, кВт, споживана лопатевою мішалкою, визначається за формулою

$$P_{л} = (F_p v_p + F_o v_o) z_{л} 10^{-3}, \quad (5.31)$$

де F_p - зусилля на лопаті, що надає частинкам корму обертового руху, Н; F_o - зусилля на лопаті, під дією якого частинки корму переміщуються в осьовому напрямку, Н; v_p, v_o - відповідно колова та осьова швидкості переміщення маси корму, м/с; $z_{л}$ - кількість лопатей, одночасно занурюваних у корм.

Зусилля F_p і F_o знаходять шляхом розкладу нормальної складової сил опору F_n на колову та осьову:

$$F_p = F_n (\cos a + f \sin a); \quad (5.32)$$

$$F_o = F_n (\sin a + f \cos a); \quad (5.33)$$

де a - кут нахилу лопаті до осі обертання валу мішалки, град.

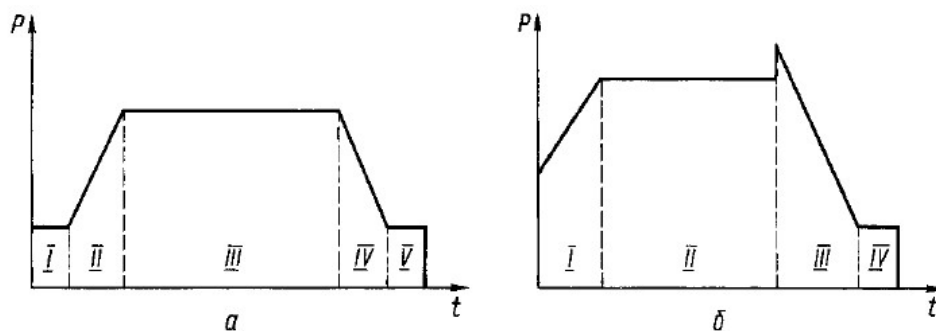


Рис. 5.19. Загальний вигляд навантажувальних діаграм змішувачів кормів: a - ЗС-6; b - С-12

Величина нормальної складової сил опору F_n визначається так:

$$F_n = 9,81\gamma h_{cp} S_{л} \operatorname{tg}^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right), \quad (5.34)$$

де γ - об'ємна маса корму, кг/м³;

h_{cp} - середня глибина, що дорівнює половині найбільшої глибини занурення лопаті (рис. 5.20), м;

S_l - проекція площі лопаті, зануреної в матеріал, на напрямок обертання, м²; φ

- кут внутрішнього тертя, град.

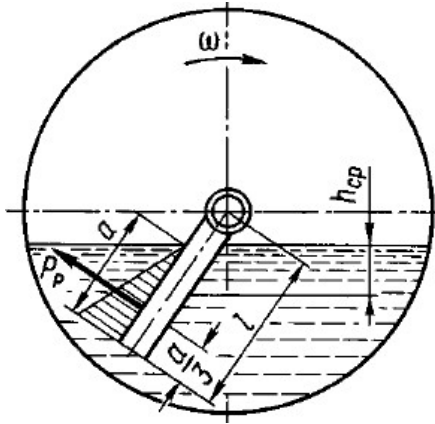


Рис. 5.20. Конструктивні параметри лопатевого змішувача

Значення колової швидкості можна знайти за виразом

$$v_p = \omega r_{cp}, \quad (5.35)$$

де ω - кутова швидкість мішалки, рад/с; r_{cp} - середній радіус мішалки (відстань від осі обертання до точки прикладення рівнодійної сил опору), м.

Осьова швидкість дорівнює:

$$v_Q = v_p \cos \alpha \sin \alpha. \quad (5.36)$$

Потужність привода змішувачів порційної та неперервної дії можна також наближено визначити за формулою

$$P = Qq_e, \quad (5.37)$$

де q_e - питома енергоємність процесу, кВт•год/т, Q - продуктивність змішувача, т/год.

Для порційних змішувачів $q_e = 1,0-1,2$ кВт тод/т, для змішувачів неперервної дії $q_e = 0,5-0,8$ кВт -год/т.

8. Автоматизація змішувачів кормів

У більшості випадків змішувачі кормів входять до складу потокових ліній приготування кормосумішей. При цьому схеми їх автоматизації розробляють з дотриманням вимог до схем керування потоковими лініями. У випадку автономної

роботи змішувача схемами керування передбачають нереверсивне або реверсивне керування двигунами, необхідні механічні та електричні блокування й захист від коротких замикань і перевантажень.

Автоматизація змішувача СКО-Ф-3. До складу комплекту обладнання СКО-Ф-3 входять змішувач, завантажувальний і вивантажувальний конвеєри. Робочі органи змішувача - мішалка, засувка та вивантажувальний шнек - приводяться в дію від окремих електродвигунів.

Система керування виконує такі функції:

- пряме вмикання електродвигунів у мережу;
- вмикання двигуна завантажувального конвеєра М2 (рис. 5.21) після запуску двигуна мішалки М1 та автоматичне його вимикання при заповненні місткості кормами;
- автоматичне вимикання двигуна М4 при досягненні засувкою кінцевих положень;
- блокування, що запобігає відкриванню засувки при вимкненому вивантажувальному конвеєрі;
- автоматичний запуск двигуна вивантажувального шнека М5 після повного відкривання засувки;
- автоматичне вимикання двигуна мішалки після закінчення заданої витримки часу з сигналізацією;
- блокування, що запобігає вмиканню двигуна мішалки при відкритій кришці оглядового люка;
- захист від коротких замикань і перевантажень;
- захист двигунів мішалки і конвеєрів від перегрівання.

Схема керування працює так. При замкнених автоматичних вимикачах $QF1$ - $QF4$ вмикають пакетний вимикач QS , після чого загоряється сигнальна лампа HL . Якщо кришка оглядового люка закрита (замкнений $SQ1$) і не перегріті двигуни М1 - М3, замикається вихідний контакт пристрою температурного захисту ВК. Для запуску двигуна мішалки М1 натискають на кнопку $SB2$. Після спрацювання пускача $KM1$ кнопкою $SB4$ запускають двигун завантажувального конвеєра М2.

При досягненні заданого рівня корму в корпусі змішувача розмикається

контакт кінцевого вимикача $SQ4$ і завантажувальний конвеєр зупиняється. Після закінчення визначеного часу змішування двигун мішалки зупиняється натисканням кнопки $SB1$.

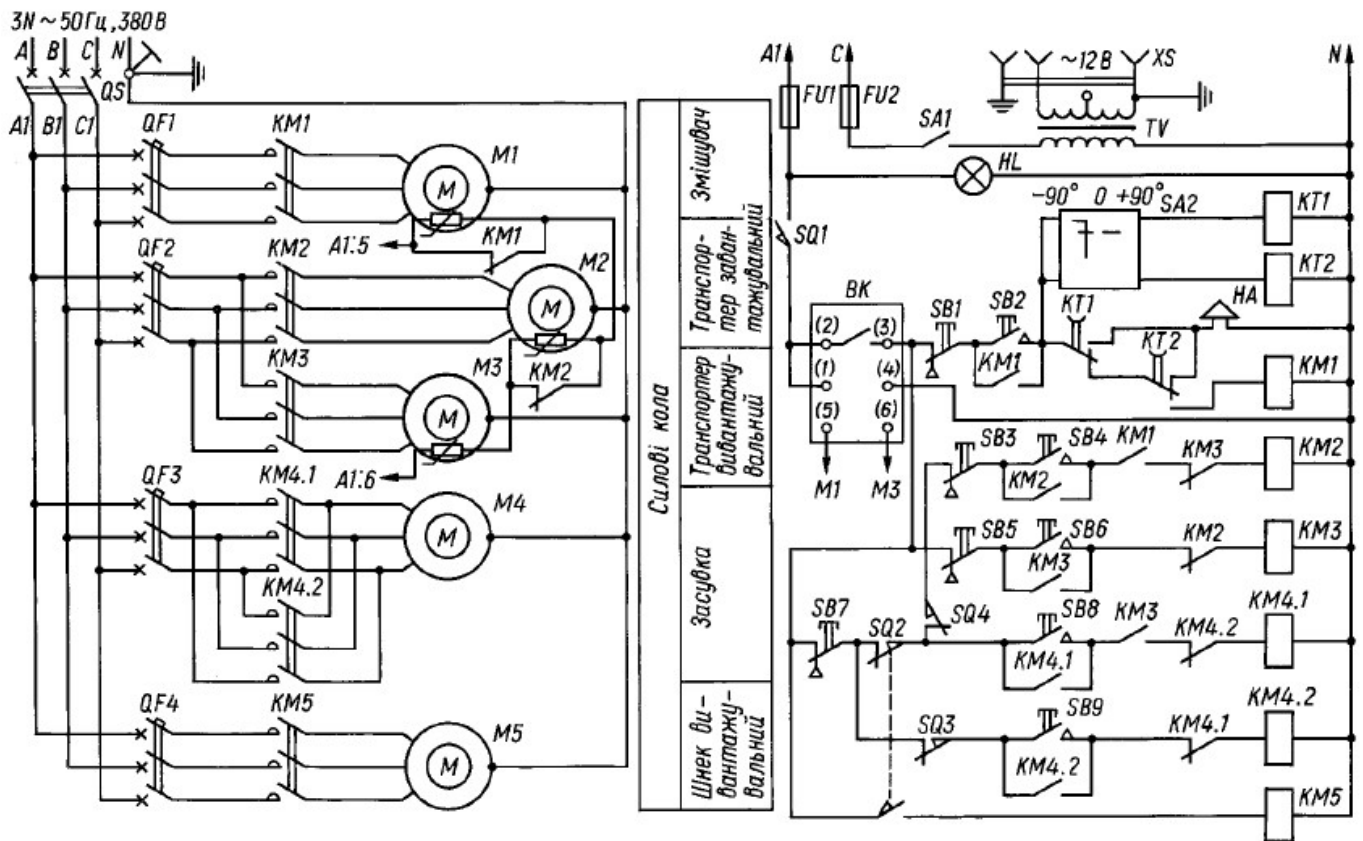


Рис. 5.21. Схема керування змішувачем кормів СКО-Ф-3

Для автоматичного вимикання двигуна $M1$ мішалки після закінчення заданої витримки часу передбачені реле часу $KT1$ і $KT2$ з регульованими витримками 1-10 год і 0,1-1 год відповідно, що вмикаються перемикачем $SA2$.

Для вивантаження кормосуміші з корпуса кнопкою $SB6$ вмикають двигун вивантажувального конвеєра $M3$, при цьому замикається контакт $KM3$ у колі котушки $KM4.1$. Кнопкою $SB8$ вмикають двигун $M4$, який відкриває засувку змішувача. Коли засувка відкривається повністю, кінцевий вимикач $SQ2$ перемикає контакти, внаслідок чого вимикається двигун привода засувки $M4$ і вмикається двигун вивантажувального шнека $M5$. Після вивантаження корму кнопкою $SB5$ вмикають двигун вивантажувального конвеєра, а кнопкою $SB9$ вмикають двигун привода засувки $M4$ на обертання у бік її закривання. При цьому автоматично вимикається вивантажувальний шнек, а після закривання засувки контактом $SQ3$ вимикається двигун її привода. Силві кола від коротких замикань захищаються

автоматичними вимикачами $QF1 - QF4$, кола керування - запобіжниками $FU1 - FU2$. Від перегрівання двигуни конвеєрів і мішалки захищені пристроєм вмонтованого температурного захисту ВК. Для вмикання переносного світильника передбачено розетку XS , що живиться від знижувального трансформатора TV .

9. Комплекти обладнання для приготування кормів

Проектними організаціями розроблено ряд типових проектів механізованих кормоприготувальних заводів і цехів міжгосподарського та внутрішньогосподарського призначення. Міжгосподарськими, як правило, є комбікормові заводи. У господарствах будують кормоцехи, де готують прості або повнораціонні кормові суміші з різних видів кормів місцевого виробництва з добавками спеціальних компонентів промислового виробництва. Основною частиною кормоцеху є потокова технологічна лінія. Набір машин та обладнання технологічної лінії залежить від виду та кількості худоби і виду перероблюваних кормів. Особливістю більшості кормоцехів є застосування серійного обладнання, виготовлюваного промисловістю.

Для виробництва комбікормів використовують комплекти обладнання типу ОКЦ та ОЦК продуктивністю від 7,5 до 2 т/год. Вологі кормосуміші для свиней готують за допомогою комплектів КЦС-6000, КЦ-24, КПО-150, К-С-17, КПО-35, КПО-75 та ін. Кормоцехи ферм великої рогатої худоби комплектують обладнанням типів КЦК-5-1, КЦК-5-2, КОРК-15; вівцеферми - КЦО-15, КЦО-20.

Привод машин у кормоцехах здійснюють від асинхронних електродвигунів. Для привода дозаторів використовують також регульовані електроприводи постійного струму з двигунами незалежного збудження. Схеми керування електроприводами розробляють із врахуванням вимог, що ставляться до електроприводів поточкових ліній.

Окрему групу складають комплекти обладнання для приготування вітамінного борошна, гранульованих та брикетованих кормів. До них входять сушильні агрегати АВМ-0,65Р, АВМ-1,5Б, АВМ-1,5Р, АВМ-3,0, обладнання для гранулювання трав'яного борошна ОГМ-0,8А, ОГМ-0,8Б, ОГМ-1,5, ОГМ-1,5А, обладнання для

гранулювання та брикетування кормів ОПК-2А.

Агрегат АВМ-1,5Б використовують для сушіння трав і приготування з них трав'яного борошна або січки. Його можна також використовувати для сушіння і подрібнення зерна і коренеплодів, гички, жому цукрових буряків, соломи та інших видів кормів.

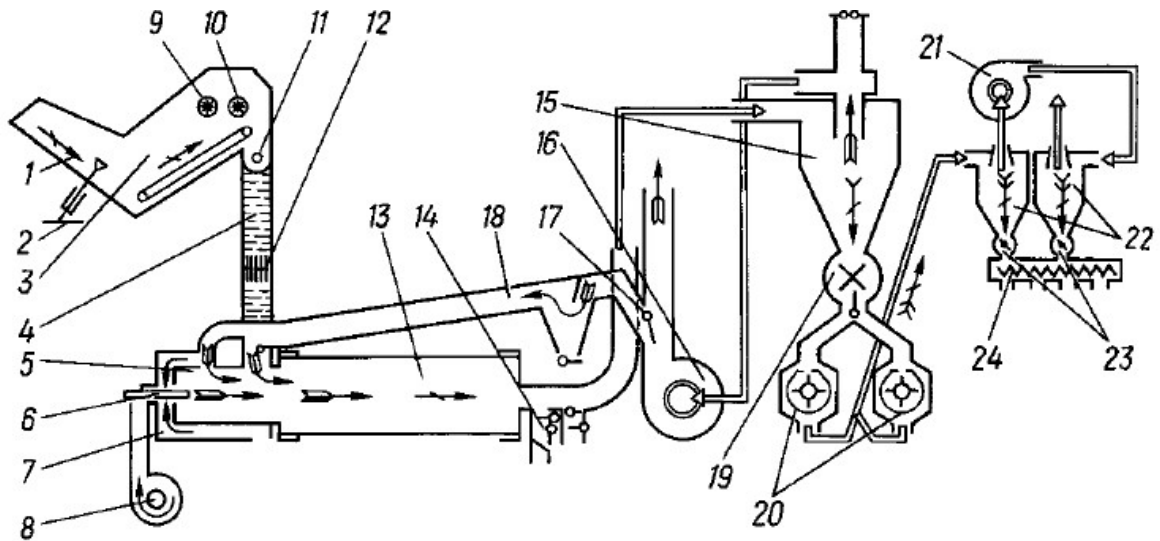
Розроблено дві модифікації агрегату: АВМ-1,5БЖ - для роботи на рідкому паливі та АВМ-1,5БГ - на природному газу.

Агрегат складається з таких основних частин (рис. 5.22): живильника-завантажувача кормів ПЗМ-1,5, транспортера, теплогенератора, сушильного барабана, двох уніфікованих дробарок, великого циклона, димососа, системи відведення борошна, системи рециркуляції, електроприводів.

Агрегат працює так. Скошена і подрібнена трава надходить до сушильного агрегату і вивантажується в лотік 1 живильника ПЗМ-1,5. Двома гідроциліндрами 2 лотік піднімається вільним кінцем вгору і подає сировину на конвеєр 3.

Полотно конвеєра з регульованою швидкістю руху підтягує масу до відбійного бітера 9, який відкидає надлишки трави, а маса, що залишилася, бітером 10 подається на гвинтовий транспортер 11. З останнього маса надходить на транспортер 4 агрегату, де вирівнюється бітером 12 і подається в сушильний барабан 13.

Продукти згоряння палива у топці 5 змішуються з повітрям, що засмоктується димососом 16 через кільцевий простір 7, і створюють теплоносій з температурою 500-900 °С. В обертovому сушильному барабані 13 висушувана маса підхоплюється лопатями насадки та піднімається вгору, зсипається на лопаті хрестовин і одночасно транспортується вздовж барабана. Легкі висушені частинки потоком газів швидко виносяться з барабана у великий циклон 15, а важкі, вологіші фракції повертаються на досушування. У циклоні 15 суха різка відділяється від теплоносія і через шлюзовий затвор 19 надходить у дробарки 20. Важкі і сторонні предмети відділяються у відбірнику 14.



1 - лотік; 2 - гідроциліндр; 3 - конвеєр; 4 - транспортер; 5 - топка; 6 - пальник; 7 - кільцевий простір; 8 - вентилятор топки; 9 - відбійний бітер; 10 - подавальний бітер; 11 - гвинтовий транспортер; 12 - бітер; 13 - сушильний барабан; 14 - відбірник важких частинок; 15 - великий циклон; 16 - димосос; 17 - заслінка; 18 - труба системи рециркуляції; 19 - шлюзовий затвор; 20 - дробарки; 21 - вентилятор системи відведення борошна; 22 - циклони; 23 - дозатори; 24 - розподільний шнек

Рис. 5.22. Технологічна схема агрегату АВМ-1,5Б:

Відпрацьований теплоносій вентилятором 8 виводиться з циклона, причому близько 30 % його подається в систему рециркуляції. Використання системи рециркуляції відпрацьованого теплоносія дає змогу зекономити 7-12 % палива. Суха маса, подрібнена дробарками, потоком повітря, створеним вентилятором 21, подається в циклони 22 системи відведення борошна. Відділене від повітря борошно через дозатори 23 вивантажується на розподільний шнек 24, звідки направляється у мішки або на гранулювання.

Система автоматичного регулювання процесу сушіння забезпечує стабілізацію вологості сухого корму. Вихідними параметрами системи є температура теплоносія і вологість висушеної трав'яної січки. Керування здійснюється зміною подачі палива і вихідної сировини.

До системи регулювання входить термопара 13 (рис. 5.23), встановлена на виході сушильного барабана 12, регулятор подачі палива 6 з виконавчим механізмом 4.1 і пусковим пристроєм 3.1, регульовані приводи стрічок транспортера

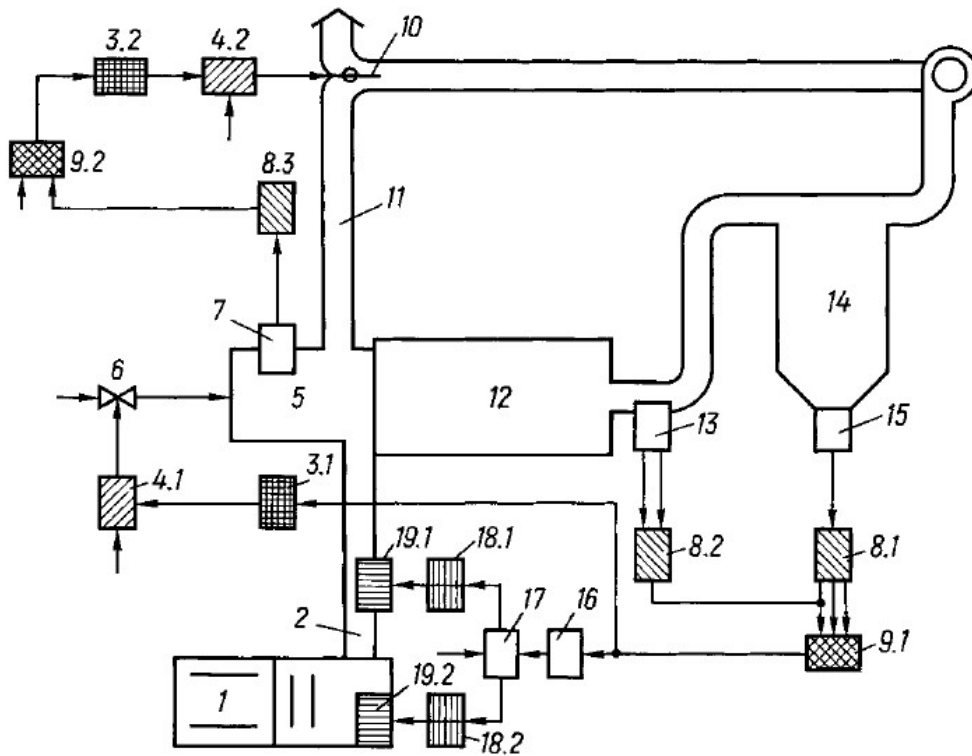
2 і конвеєра 1 з електродвигунами постійного струму 19 і тиристорними станціями керування 18, поточний вологомір 15, блок узгодження 17, блок відбору 16, регулювальний електронний пристрій 9.1 та коректувальні електронні прилади 8.1 і 8.2.

Алгебраїчна сума сигналу вологості висушеного корму, яка вимірюється потоковим вологоміром 15, і сигналу швидкості зміни температури теплоносія на виході сушильного барабана, який формується в коректувальному приладі 8.2 типу К16.1 за сигналом термопари 13, порівнюється з сигналом заданої вологості різки в регулювальному приладі типу Р25.1. За різницею вхідних сигналів формується керуючий сигнал на виконавчий механізм 4.1 регулятора подачі палива б та електропривода транспортера 2 і конвеєра 1, які змінюють подачу сирого матеріалу до сушильного барабана. Якщо температура теплоносія на вході до сушильного барабана перевищує значення, встановлене на мілівольтметрі, дія на зміну подачі палива припиняється.

Система автоматичного керування рециркуляцією забезпечує зміну кількості рециркульованого теплоносія залежно від розрідження в топці. Вона складається з датчика тяги 7, регулювального приладу 9.2, пускового пристрою 3.2 і виконавчого механізму 4.2. При відхиленні розрідження у теплогенераторі від заданого значення регулювальний прилад через пусковий пристрій приводить у дію виконавчий механізм, який повертає заслінку 10 у вихлопній трубі агрегату.

Система автоматичного керування включається в роботу через 40-80 хв після запуску агрегату, тобто в установленому режимі його роботи. Для виходу на цей режим регулювальний прилад 9.1 вимірює різницю між температурою за сушильним барабаном та її заданим значенням і формує керуючий сигнал для корекції подачі палива і сирого матеріалу.

Схемами керування всіх агрегатів вітамінного борошна передбачена автоматизація розпалювання і контроль за процесом роботи теплогенератора.



1 - конвеєр; 2 - транспортер; 3 - пусковий пристрій; 4 - виконавчий механізм; 5 - теплогенератор; 6 - регулятор подачі палива; 7 - датчик тяги; 8 - коректувальний електронний прилад; 9 - регулювальний електронний прилад; 10 - заслінка; 11 - система рециркуляції теплоносія; 12 - сушильний барабан; 13 - термопара; 14 - система відведення сухої маси; 15 - потоковий вологомір; 16 - блок відбору; 17 - блок узгодження; 18 - тиристорна станція керування; 19 - електродвигун постійного струму

Рис. 5.23. Структурна схема автоматичного керування процесом сушіння агрегату АВМ-І.5Б:

Автоматичне розпалювання теплогенератора АВМ-1,5БГ (рис. 5.24) починається одночасно з вмиканням пускача *КМ9* вентилятора теплогенератора. Коли тиск газу, розрідження у топці та напір вентилятора, що контролюються датчиками *SP1 - SP4*, знаходяться в межах норми, горять сигнальні лампи *HL16 - HL19*, реле *KV11* знеструмлене, одержують живлення програмне реле часу *KT* і пристрій контролю факела *PL*. На останній напруга подається через контакти *SK25* і *KV19*. Лампа *HL20* сигналізує, що процес розпалювання проходить нормально. Через 120 с закінчується продувка агрегату, контакт *KT.1* вмикає головні клапани *У1, У6* на газопроводі і починається продувка газопроводу на свічку безпеки. Через 10-15 с машиніст закриває вентиль свічки безпеки, а контакт реле *KT.2* вмикає

вентиль $Y3$ і трансформатор T системи запалювання. Запальний пристрій E запалює газ, факел освітлює датчик BL приладу контролю полум'я PL , який спрацьовує, вмикає робочі клапани $Y4$, $Y7$ і стає на саможивлення. Через 10 с контакт $KT.3$ вмикає реле $KV19$, яке знеструмлює реле KT , вентиль $Y3$, трансформатор T та розмикає контакт у колі живлення PL . Контакти реле KT розмикаються, а клапани $Y1$ і $Y6$ одержують живлення через замкнений контакт PL . Температурне реле $SK25$ контролює температуру газів на виході з сушильного барабана. При відриві полум'я або спрацюванні реле $SK25$ вимикається прилад PL і закриваються робочі $Y4$ і $Y7$ та головні $Y1$ і $Y6$ клапани на газовій магістралі. При відхиленні тиску газу, напору повітря або розрідження у топці від норми відповідний датчик вмикає реле $KV11$, яке розмикає контакт і вимикає подачу газу в теплогенератор.

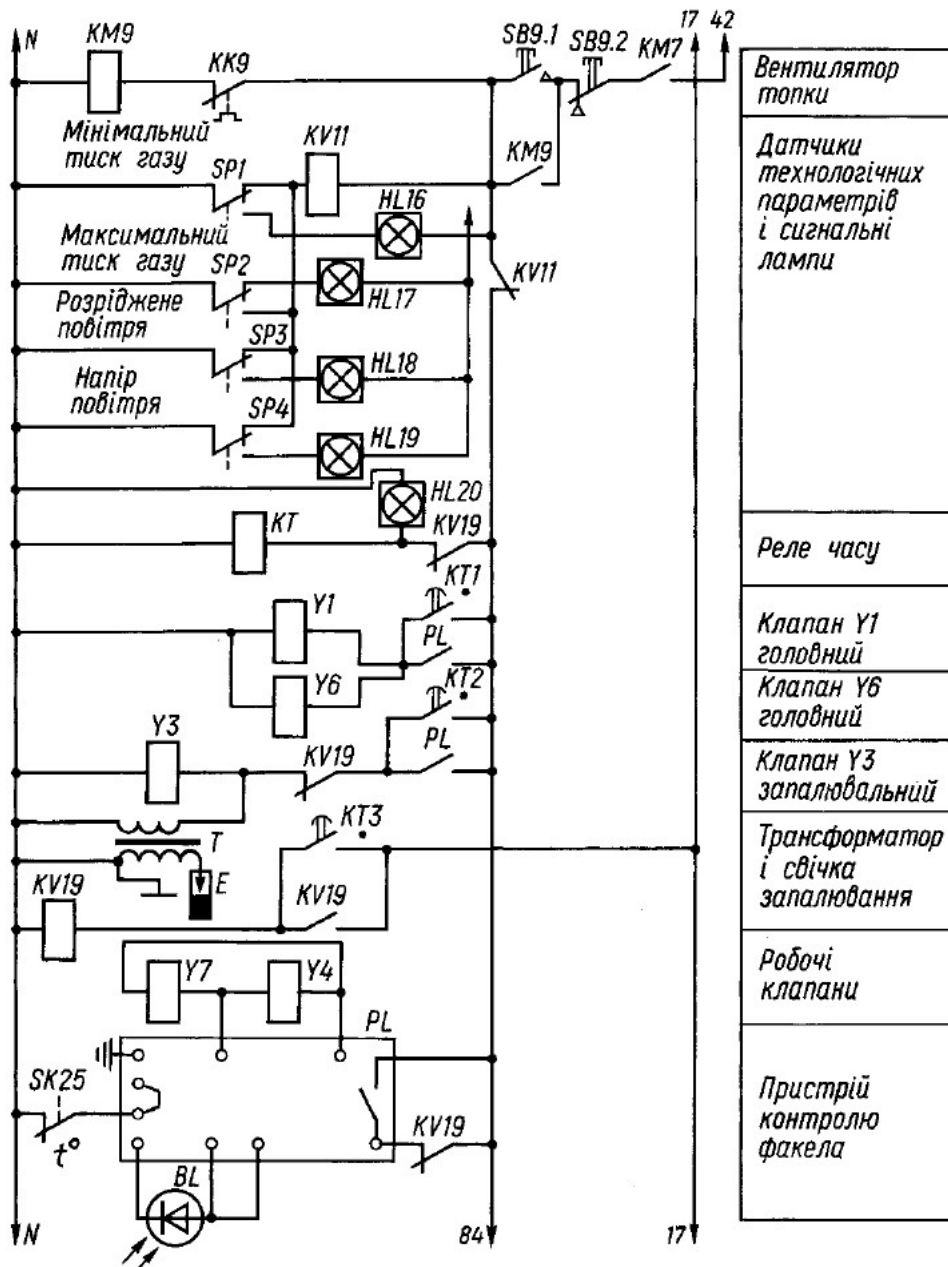


Рис. 5.24. Схема керування розпалюванням теплогенератора АВМ-1,5БГ

Питання для самоконтролю:

1. Охарактеризуйте приводні характеристики подрібнювачів кормів, вальцових машин, машин для пресування кормів, змішувачів кормів.
2. Як визначити потужність електродвигуна для приводу подрібнювачів кормів?
3. З якою метою у приводах подрібнювачів кормів встановлюють регулятори завантаження?
4. Які процеси автоматизують в електроприводах подрібнювачів кормів?
5. Охарактеризуйте приводні характеристики вальцових машин.
6. Які електродвигуни використовують в електроприводах вальцових машин ?
7. Охарактеризуйте приводні характеристики машин для пресування кормів.
8. Охарактеризуйте приводні характеристики машин для змішування кормів.
9. Які вимоги ставляться до автоматизації потокових ліній?
10. Назвіть особливості електропривода потокових ліній для приготування вітамінного борошна.
11. Які електродвигуни використовують для приводу машин на комбікормових заводах?
12. Які процеси підлягають автоматизації в системах керування комбікормових заводів?