

Автоматизація барабанної сушарки

Виконав: ст. гр. ЕПА-18м
Баутіста Кілумбакін Даріл Нанкі

Керівник: доц. Паянок О.А.

Мета, об'єкт та предмет дослідження

Мета і завдання дослідження. Метою даної магістерської кваліфікаційної дипломної роботи є поліпшення процесу керування автоматизованим електроприводом барабанної сушарки, що забезпечує кращі експлуатаційні та економічні показники та розширює можливості керування. Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

- здійснити аналіз характеристик та режимів роботи барабанної сушарки;
- сформулювати вимоги до системи автоматизованого електроприводу сушильного барабану;
- провести техніко-економічне обґрунтування вибору системи електропривода;
- розрахувати потужність та вибрати електричний двигун, силовий перетворювач і систему керування;
- розрахувати, та вибрати елементи електричної принципової, функціональної та структурної схем електропривода;
- здійснити моделювання перехідних процесів в системі керування;
- визначити параметри часу сушки для оптимального використання теплових ресурсів;
- здійснити визначення заходів щодо безпечної експлуатації системи автоматизації.

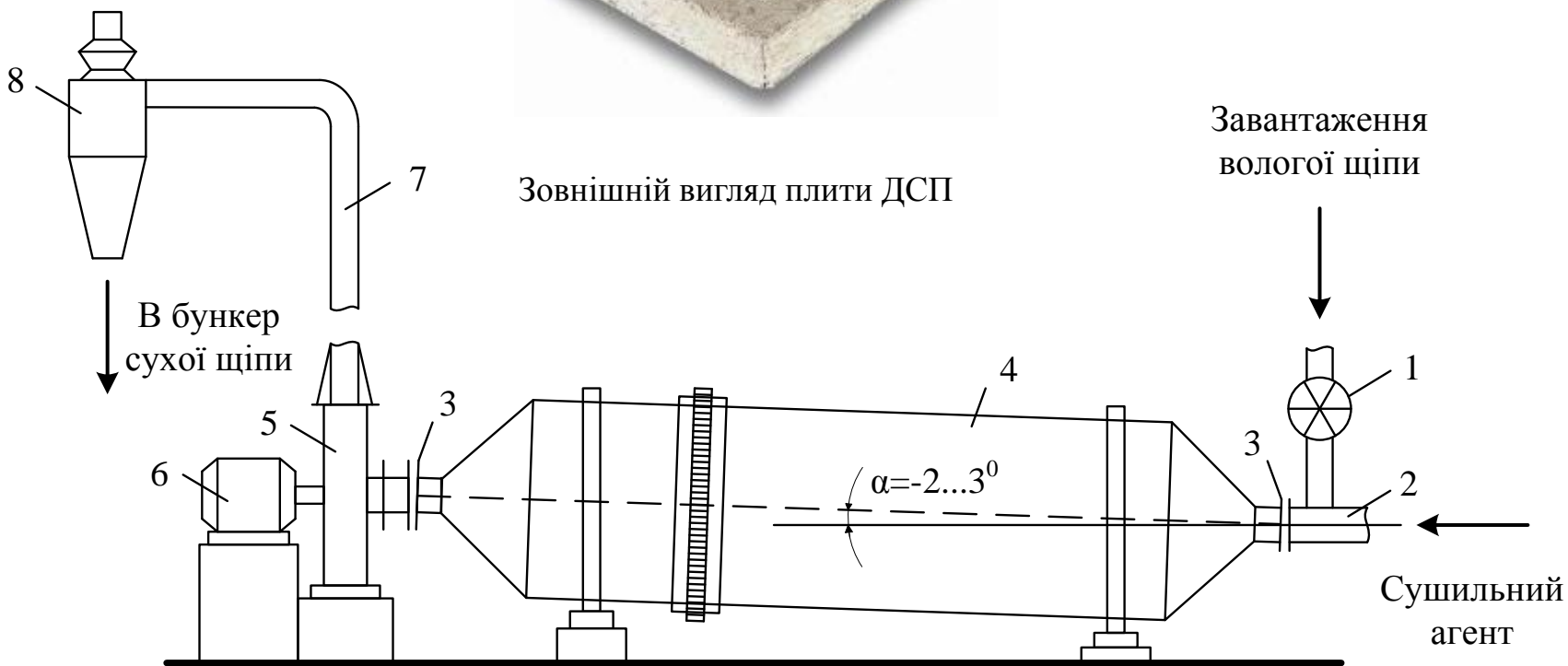
Об'єкт дослідження – процеси автоматичного керування в автоматизованому електроприводі барабанної сушарки.

Предмет дослідження – система електропривода барабана сушарки деревної щепи.

Технологічний процес сушки в барабанній сушарці

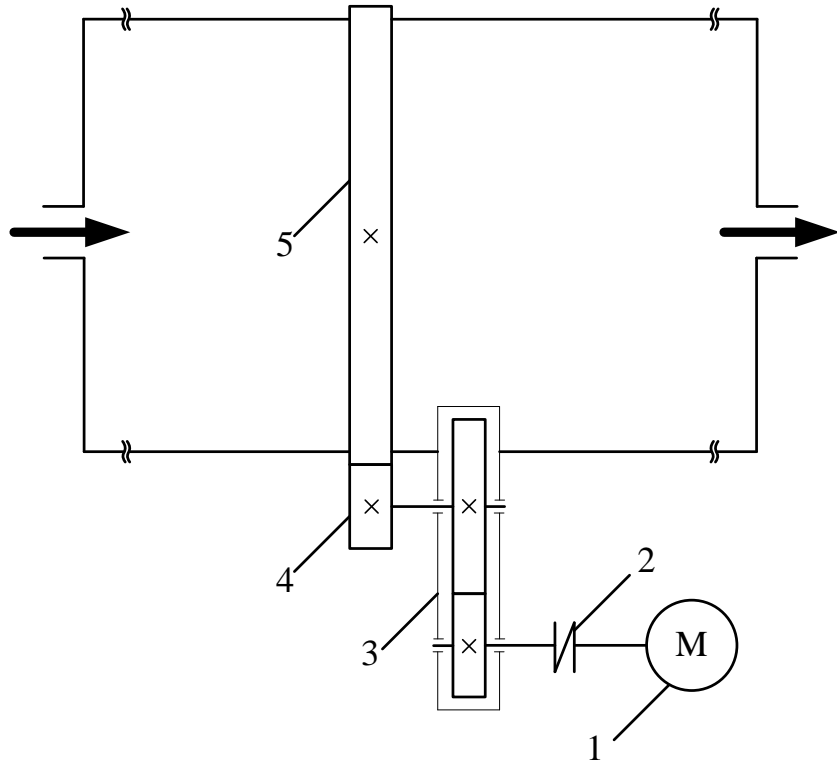


Зовнішній вигляд плити ДСП

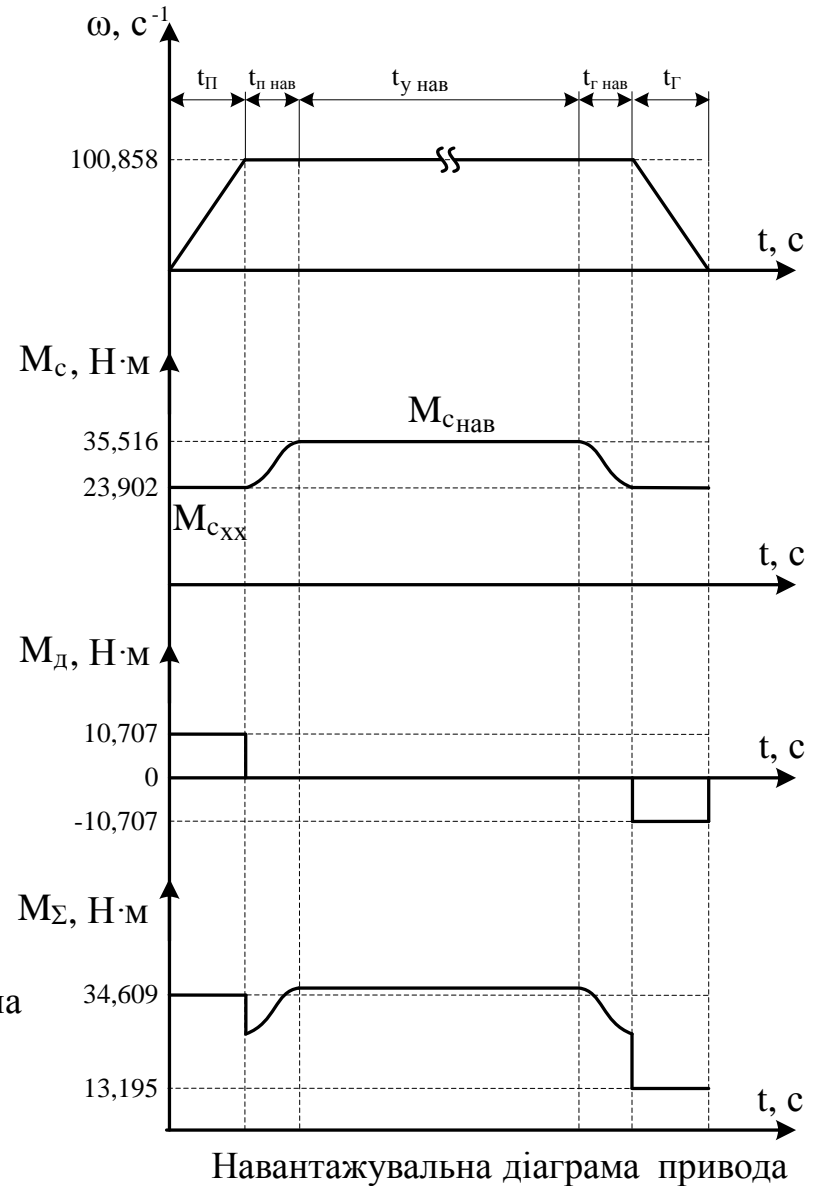


Зовнішній вигляд сушительного барабана

Кінематична схема та навантажувальна діаграма привода

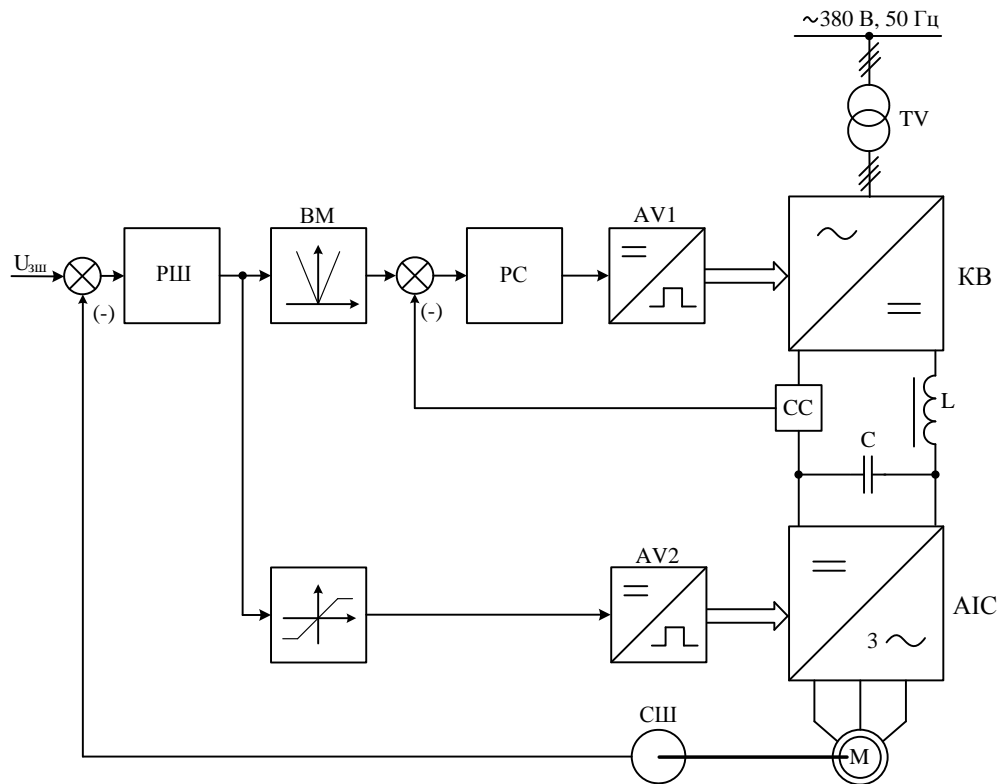


Кінематична схема механізму привода сушильного барабана



Техніко-економічне обґрунтування вибору системи електропривода

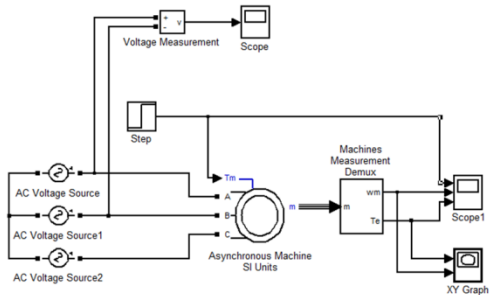
Показник	Система електричного привода				
	РКС-ДПС	РКС-АД з ФР	ТП-Д	ТРН-АД	ПЧ-АД
Вартість двигуна Д, грн.	10300	8250	10300	4150	4150
Вартість системи керування СК, грн.	4180	4510	5500	7513	8345
Капітальні затрати К, грн.	14480	12760	15800	11663	12495
Річні капітальні затрати $K_{річн}$, грн./рік	2461,6	2169,2	2686	1982,7	2124,2
Амортизаційні відрахування C_A , грн./рік	1448	1276	1580	1166,3	1249,5
Відрахування на ремонт C_p , грн./рік	289,6	255,2	316	233,26	249,9
Додаткові відрахування C_d , грн./рік	5022,2				
Відрахування на обслуговування C_o , грн./рік	337,991	327,671	345,91	321,089	326,081
Загальні відрахування С, грн./рік	7097,8	6881,1	7264,1	6742,9	6847,7
Приведені затрати З, грн./рік	9559,4	9050,3	9950,1	8725,6	8971,8
Термін окупності Т, років	1,51	1,41	1,59	1,34	1,39



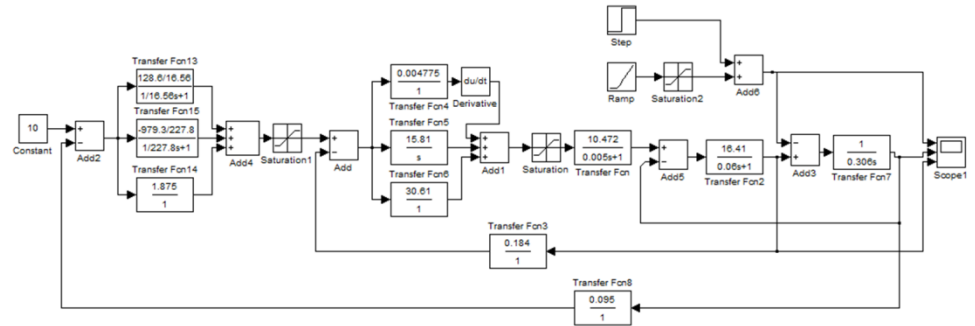
Підпис і дата	Інв. № дубл.	Зав. інв. №	Підпис і дата	Інв. № ориг.

08-16.МКР.009.00.000 E2				
Зм. Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Автоматизація барабанної сушарки. Схема електрична функціональна САЕП сушильного барабану
Розробив:	Баугіста К.Д.Н.			
Перевірив	Паянок О.А.			
Т. контр.				
Норм.кон.				Аркуш 1
Затверд.	Кутін В.М.			Аркушів 1
				гр. ЕПА – 18м

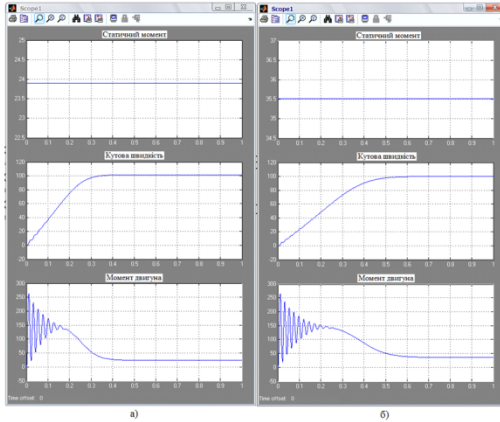
Моделювання перехідних процесів САЕП



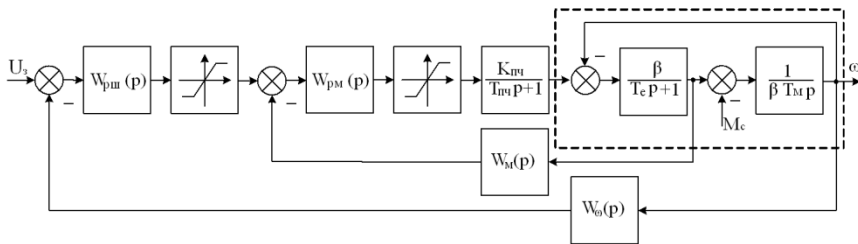
Модель АД в Simulink



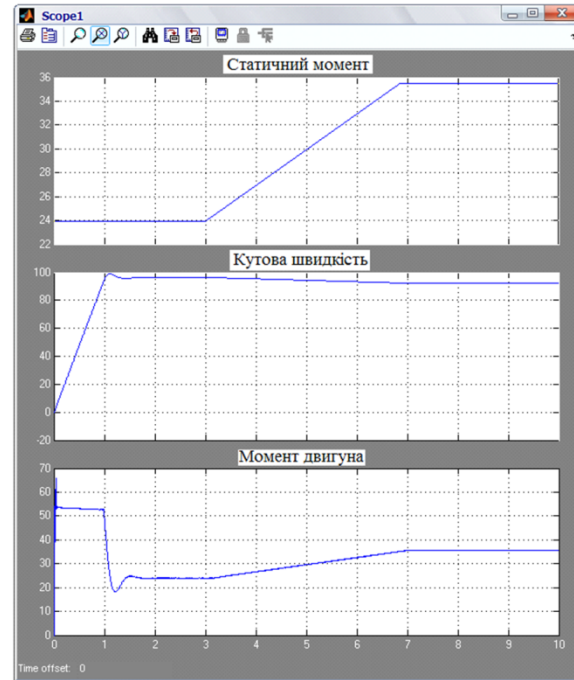
Модель САЕП типу ПЧ-АД в Simulink



Характеристики АД при холостому ході (а) та номінальному навантаженні (б) сушильного барабану

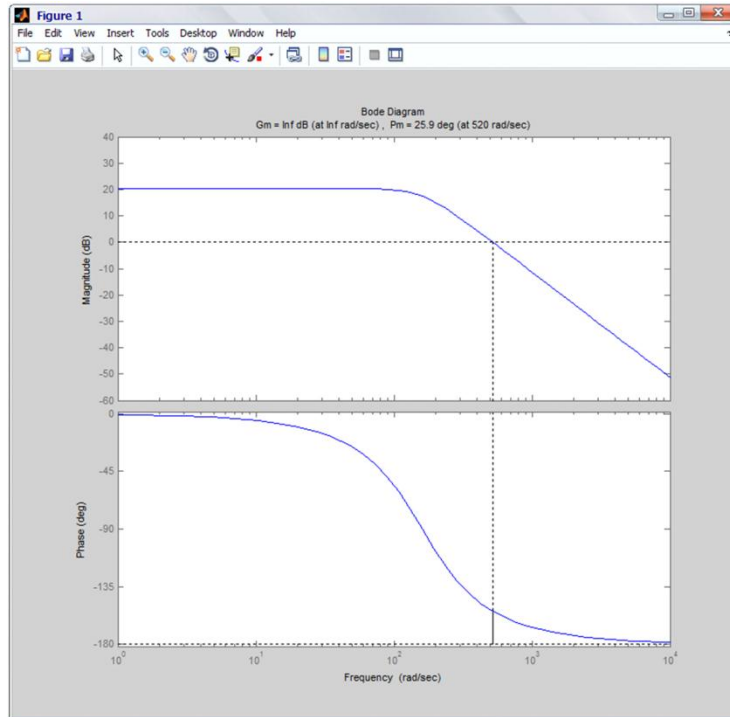


Структура САЕП типу ПЧ-АД

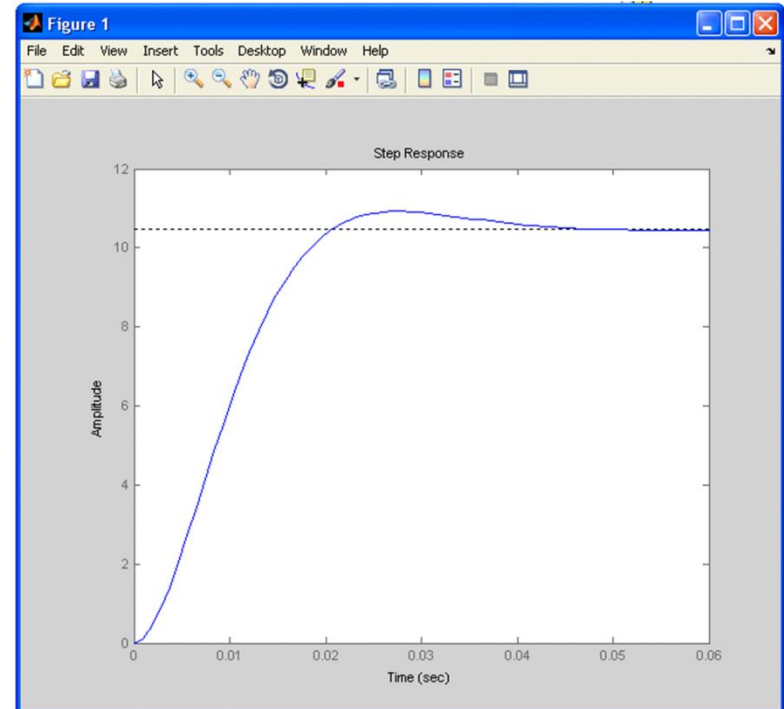


Характеристики САЕП при нормальному навантаженні сушильного барабану

Оцінка стійкості та якості САЕП



Логарифмічна амплітудо-частотна характеристика (ЛАЧХ) та логарифмічна фазочастотна характеристика (ЛФЧХ)



Перехідна характеристика

Математична модель визначення часу сушки деревної щепи в барабанній сушарці

Вміст вологи залежить від часу сушіння відповідно до рівняння:

$$M = a \cdot t^2 + b \cdot t + c$$

Швидкість висихання оцінимо для кожного кроку, використовуючи рівняння:

$$R_i = \frac{M_i - M_f}{t_f - t_i},$$

де R_i - швидкість сушіння на i -тому етапі зміни вологості (% / хв);

M_i – початкове значення вологості на i -тому етапі зміни вологості (%);

M_f - кінцеве значення вологості на i -тому етапі зміни вологості (%);

t_f - кінцевий час на i -тому етапі зміни вологості (хв);

t_i - початковий час на i -тому етапі зміни вологості (хв).

$$R_T = a \cdot M_i^2 + b \cdot M_i + c,$$

$$R_{M_i} = a \cdot T^2 + b \cdot T + c.$$

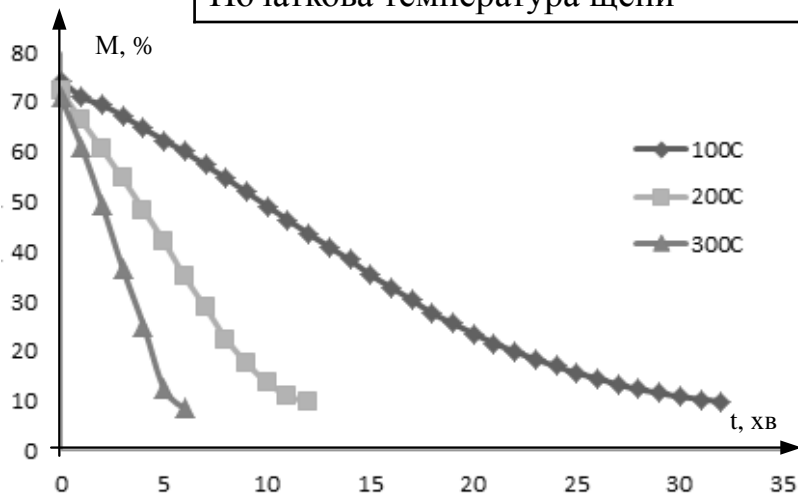
де R_T - швидкість висихання при заданій температурі T (°C) (% / хв);

R_{M_i} – швидкість висихання при заданій початковій вологості M_i (% / хв);

a, b, c – коефіцієнти регресії.

Вхідні параметри математичної моделі визначення часу сушки деревної щепи в барабанній сушарці

Назва величини	Позначення	Значення	Од.вим.
Початкова вологість щепи	M	40	%
Кінцева вологість щепи	M_c	10	%
Продуктивність сушарки вхідна	F	1000	кг/год
Продуктивність сушарки вихідна	P	600	кг/год
ККД процесу сушки	η	60	%
Температура оточуючого середовища	T_a	15	°C
Початкова температура щепи	T_f	15	°C



Коефіцієнти рівняння регресії кривих сушіння
деревної щепи для різних температур

Температура, °C	Коефіцієнти регресії		
	a	b	c
100	0.0361	-3.3144	76.846
200	0.1621	-7.5171	73.957
300	0.3345	-13.018	72.248

Криві сушіння деревної стружки при трьох різних
температурах 100 °C, 200 °C і 300 °C

Визначення параметрів математичної моделі часу сушки деревної щепи в барабанній сушарці

Розрахункові швидкості сушіння (%/хв) відповідно до ступеня вологості та температури сушки

Температура, °С	Етапи сушки та відповідна швидкість, % /хв				
	50-40	40-30	30-20	20-10	50-10
100	3.015	2.557	1.991	0.592	1.368
200	6.431	4.790	4.131	3.528	5.482
300	14.411	12.735	10.747	8.263	11.025

Коефіцієнти функції регресії для рівняння $R_T = a \cdot M_i^2 + b \cdot M_i + c$,

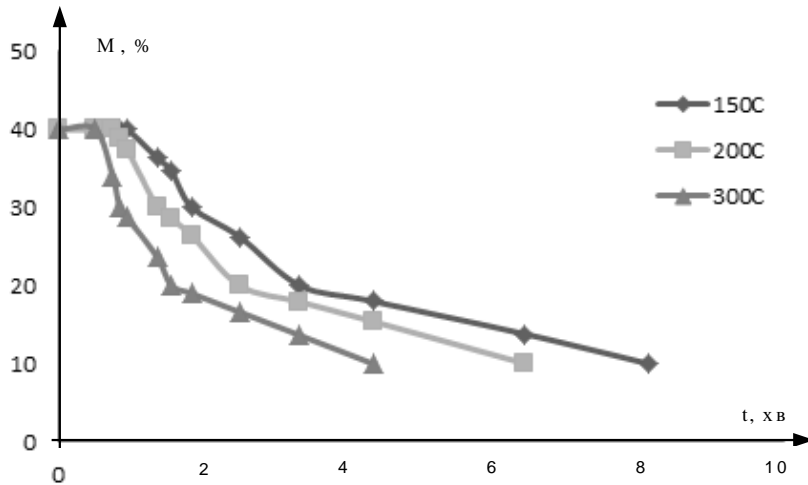
Температура, °С	Коефіцієнти регресії		
	a	b	c
100	-0.0024	0.2430	3.2912
200	0.0026	-0.0880	4.2957
300	-0.0020	0.3457	2.1658

Коефіцієнти функції регресії для рівняння $R_{M_i} = a \cdot T^2 + b \cdot T + c$,

Початкова вологість, %	Коефіцієнти регресії		
	a	b	c
50	0.00010	0.0070	0.2511
40	0.00010	0.0047	0.2229
30	0.00010	0.0022	0.1815
20	0.00010	-0.0040	0.1003

Результати моделювання

Результати моделювання для сушіння щепи з вмісту вологи 40% до 10% при температурі гарячого газу 300 °С зі швидкістю подачі 1000 кг/год



Розрахункові криві сушіння дерев'яної щепи при температурі газу 150 °С, 200 °С і 300 °С

Параметр	Поперед . нагрів	Зміна вологості, %			Сума
		40-30	30-20	20-10	
Видалення води (кг/год)	0	143	107	83	333
Витрати тепла (ккал / год)	78,7	128,3	96,2	74,8	378
Температура подачі газу (°С)	300	254	179	123	-
Перепад температури газу (°С)	46	75	56	44	-
Температура газу виходу (°С)	254	179	123	80	-
Середня температура газу (°С)	277	217	151	101	-
Швидкість сушіння (% /хв)	0	21.70	11.15	4.15	7.04
Час (хв)	0.49	0.46	0.90	2.41	4.26

Висновки

- На основі даних, що характеризують технологічний процес побудовано тахограму та розраховано моменти статичного опору в режимах холостого ходу та номінального завантаження робочого механізму, а також здійснено попередній розрахунок потужності приводного двигуна.
- На основі техніко-економічного обґрунтування визначено, що для приводу сушильного барабану доцільним є використання системи електричного приводу типу ПЧ-АД з КЗ ротором.
- Здійснено попередній вибір приводного двигуна, розраховано динамічні навантаження та побудовано навантажувальну діаграму привода.
- Здійснено перевірку вибраного двигуна за нагрівом, перевантажувальною здатністю та умовами пуску. Оскільки умови перевірок виконуються, то двигун вибрано вірно.
- За допомогою формул Клоаса та Чекунова побудовано природну механічну характеристику приводного двигуна типу 4A132S6.
- Для живлення приводного двигуна розраховано основні елементи силового кола та вибрано стандартний промисловий частотний перетворювач фірми Siemens, номінальна потужність якого складає 5,5 кВт.
- Розроблено математичну модель САЕП, розраховано основні параметри структурної схеми САЕП, розраховано параметри регуляторів в контурах регулювання швидкості та моменту (струму).

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше запропоновано новий метод визначення оптимального часу сушки деревної щепи в барабанній сушарці в залежності від параметрів сушильної установки на основі регресійних залежностей отриманих із експериментальних даних.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що на основі отриманих теоретичних положень розроблено програмні і апаратні засоби, зокрема:

- розроблені структурна та принципова електричні схеми системи автоматизованого електропривода;
- створено математичну модель визначення оптимального часу сушіння в барабанному сушильному апараті.