

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 3
«Дослідження датчиків неузгодженості в індикаторному та
трансформаторному режимах»
з дисципліни «Автоматичне керування зварюванням» для
студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання

2017

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 3
«Дослідження датчиків неузгодженості в індикаторному та
трансформаторному режимах» з дисципліни «Автоматичне керування
зварюванням» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»
усіх форм навчання / Укл.: А.О. Шумілов, О.Є. Капустян – Запоріжжя:
ЗНТУ, 2017. - 14 с.

Укладачі: А.О. Шумілов, канд. техн. наук, доцент

О.Є. Капустян, ст. викладач;

Рецензент: Ю.М. Савонов, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 8 від 29.03.2017

Рекомендовано до видання

НМК ІФФ

Протокол № 8 від 11.04.2017

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	4
3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ	9
4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ	9
5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	9
6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ	9
7 ЗМІСТ ЗВІТУ	13
8 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	14

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчення конструкції та принципу дії різних сельсинів і знімання характеристики з сельсинів типу БД - 500М у режимі індикатора і трансформатора.

За результатами випробування визначити клас точності сельсинів, побудувати графіки залежності напруги від кута повороту ротора у поодинокому та спареному режимах.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Сельсин - це датчик кутового переміщення, що являє собою малопотужну індукційну машину з двома обмотками: однофазною первинною та трифазною вторинною. Конструктивно, сельсини можуть бути виконані з трифазним чи однофазним ротором, а також безконтактними.

В автоматиці сельсини застосовуються головним чином у схемах синхронних передач, що забезпечують однакові кутові переміщення (або обертання) двох або декількох механічно не зв'язаних між собою валів.

На рис. 2.1 показана схема індукційної самосинхронізуючої передачі кута.

Якщо ротори сельсинів знаходяться в зладженому положенні, то електрорушійні сили (е.р.с.) роторів взаємно зрівноважують одна одну. Струм у фазах ротора відсутній. Якщо ротор датчика повернути на деякий кут α відносно ротора приймача, то відповідні е.р.с. у фазах датчика та приймача виявляться різними. В колі ротора виникають зрівноважувальні струми. Взаємодія цих струмів з магнітними потоками статорів створює електромагнітний синхронізуючий момент M , пропорційний синусу кута розбіжності θ

$$M = M_{\max} \cdot \sin \theta,$$

$$\theta = \alpha - \beta,$$

де $M_{\max}$ - максимальний синхронізуючий момент;

α - кут повороту ротора датчика, тобто кут, утворений віссю першої фази ротора з віссю обмотки збудження датчика (рис. 2.1);

β - кут повороту приймача.

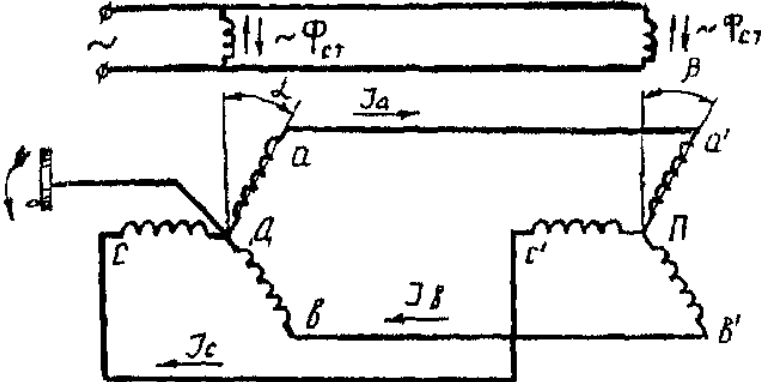


Рисунок 2.1 - Схема індукційної самосинхронізуючої передачі кута.

Під впливом виникаючого синхронізуючого моменту система синхронної передачі буде намагатись зайняти узгоджене положення.

На рис. 2.2 показана крива залежності синхронізуючого моменту M від кута неузгодженості сельсинів θ . Ця крива відповідає моменту на роторі приймача при нерухомому роторі датчика, її називають статичною характеристикою синхронізуючого моменту.

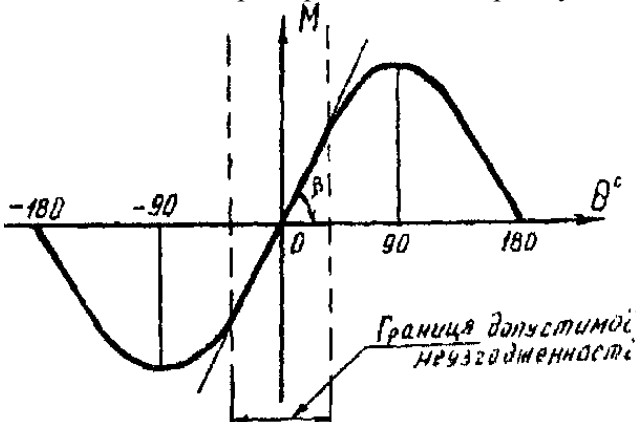


Рисунок 2.2 - Залежність синхронізуючого моменту від кута неузгодженості сельсинів.

Із статичної характеристики синхронізуючого моменту визначають:

M_0 - питомий синхронізуючий момент, тобто крутизну статичної характеристики моменту в її початковій частині коли $\theta \rightarrow 0^\circ$:

$$M_0 = dM / d\theta;$$

$M_{\max}$ - максимальний синхронізуючий момент, тобто момент при $\theta = 90^\circ$.

Питомий момент подається в паспортних даних сельсинів і коливається від одиниці гдм/град до декількох десятків гдм/град.

Максимальний синхронізуючий момент при подальшому збільшенню кута неузгодженості ($\theta > 90^\circ$) зменшується. Тому цю величину $M_{\max}$ називають також перевертаючим моментом. При $\theta = 0^\circ$ синхронізуючий момент сельсина дорівнює нулеві; при відхиленні ротора сельсина вправо від положення $\theta = 0$, тобто при неузгодженості передачі (на рис. 2.3 напрям відхилення вправо показано стрілкою, який співпадає з додатнім відліком моменту), що намагається повернути сельсин в початкове: стійке положення.

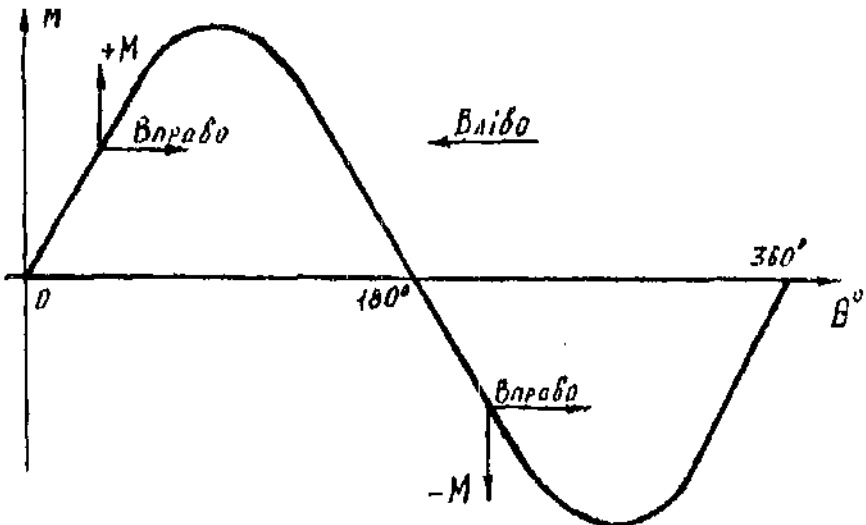


Рисунок 2.3 - Визначення стійкого положення сельсина по характеристиці $M = f(\theta)$.

Таким чином, при $\theta = 0^\circ$ сельсин має стійкий нуль. При неузгодженості сельсинів на кут $\theta = 180^\circ$ (рис. 2.3) синхронізуючий момент також дорівнює нулеві; при відхиленні ротора сельсина вправо від положення $\theta = 180^\circ$, ротор сельсина під дією напряду синхронізуючого моменту, що змінився, намагається збільшити кут неузгодженості і зайняти нове стійке положення при $\theta = 360^\circ$. При $\theta = 180^\circ$ сельсин має нестійкий нуль, так як точно неузгодити сельсини на кут 180° практично неможливо. Якщо неузгодженість перевищить 180° , ротор сельсина намагатиметься дійти фіктивного нуля, зсунутого на 360° відносно дійсного нуля. При $\theta < 180^\circ$ ротор сельсина намагатиметься прямувати до стійкого нуля.

В межах одного оберту ротор сельсина має один стійкий стан, що відповідає $\theta = 0^\circ$. Передачу вважають самосинхронізуючою при зміні θ від 0° до 180° , так як тільки в межах зазначеного кута неузгоджений сельсин повертається до стійкого дійсного нуля.

У реальних сельсинів, із-за наявності деякого моменту опору на валу ротора приймача, наслідування буде відбуватись з деяким кутом θ_0 неузгодженості, при якому синхронізуючий момент зрівноважується силами тертя, несиметричністю обмоток, розбалансировкою ротора і навантаження:

$$M_{\text{тр}} = M_{\text{max}} \cdot \sin \theta_0, \text{ звідки } \theta_0 = \arcsin (M_{\text{тр}} / M_{\text{max}})$$

Для підвищення точності синхронних передач є два шляхи:

- 1) підвищення живлячого синхронізуючого моменту;
- 2) ліквідація перелічених вище факторів, що негативно впливають на роботу систем.

Промисловість виробляє сельсини різних класів точності (табл. 2.1). Виробничі помилки визначають клас точності датчика чи приймача, ще гарантується заводом-виробником, якщо умови роботи синхронної передачі не будуть виходити за межі нормальних режимів.

При експлуатації сельсинів умови їх роботи часто виявляються далеко ненормальними із-за зміни тертя, напруги живлення, частоти великої кількості приймачів, що навантажують датчик і т.і. Ці фактори вносять в роботу передач додаткові похибки, що звуться експлуатаційними. Для врахування впливу експлуатаційних похибок синхронних передач, знімають ряд характеристик, що виражають залежність:

$$M = F_1(U); M = F_2(f) \text{ і т. д.}$$

Таблиця 2.1 - Класи точності сельсинів

Максимальна похибка, град	Класи точності		
	1	2	3
сельсинів-приймачів	до $\pm 0,75$	$\pm 0,75 \dots 1,5$	$\pm 1,5 \dots 2,5$
сельсинів-датчиків	до $\pm 0,25$	$\pm 0,25 \dots 0,5$	$\pm 0,5 \dots 1,0$
сельсина-трансформатора	до $\pm 0,25$	$\pm 0,25 \dots 0,5$	$\pm 0,5 \dots 0,75$

В автоматичі при дистанційному замірюванні кута користуються сельсин-трансформатором (СТ).

В цьому випадку первинна обмотка статора сельсин-трансформатора отримує напругу від вторинної обмотки СД:

$$U = U_{\max} \cdot \cos \theta$$

Здебільше бажано, щоб при $\theta = 0^\circ$ напруга $U = 0$.

Для цього між роторами сельсинів створюють постійний кут неузгодженості, рівний 90° . В цьому випадку напруга СТ буде змінюватись по закону:

$$U = U_{\max} \cdot \sin \theta',$$

$$\text{де } \theta' = \alpha - \beta + \pi/2$$

Похибка дистанційної передачі приводить до того, що в узгодженому положенні системи на виході СТ існує деяка величина напруги U . Одна із складових цієї напруги може бути легко компенсована поворотом ротора сельсина із узгодженого положення на кут $\Delta\theta$. Друга складова U , зсунута відносно першої на 90° , не може бути обчислена величиною зрівноважувального струму в колі ротора.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Призначення сельсинів в автоматичі.
2. Що таке крутизна статичної характеристики сельсинів і як вона визначається експериментально?
3. Питомий і максимальний синхронізуючі моменти.
4. Стійкий і нестійкий стан синхронної передачі.
5. Класи точності сельсинів і основні фактори, що впливають на точність їх роботи.
6. СТ в системі дистанційної індукційної передачі кута: схема, точність роботи.
7. Методика дослідження сельсинів.
8. Які кути повороту можна виміряти дистанційно сельсином і вольтметром?

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

Стенд для досліджень

5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. До лабораторних робіт допускаються студенти після інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки.
2. Забороняється вмикати електричні прилади та обладнання без дозволу завідуючого лабораторією, або викладача.
3. У випадку виявлення неполадок обладнання студент мусить негайно повідомити викладача або завідуючого лабораторією.
4. При пожежі або ураженні електричним струмом студенти повинні діяти у відповідності до затверджених інструкцій з охорони праці та пожежної безпеки.

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

6.1 Дослідження на точність показів сельсина-приймача (СП).

а) вивчити схему лабораторного стенду (рис. 6.1)

б) зібрати схему (рис. 6.2);

в) ввімкнути коло живлення обмоток збудження сельсинів;

г) закріпити стрілки на валу приймача і датчика напроти нульового положення відліку шкали;

д) поволі повертаючи вал датчика за годинниковою стрілкою, а потім проти, фіксувати положення ротора через кожні 30° та знімати покази зі шкали приймача відповідно β вперед і β назад за ноніусом стрілки.

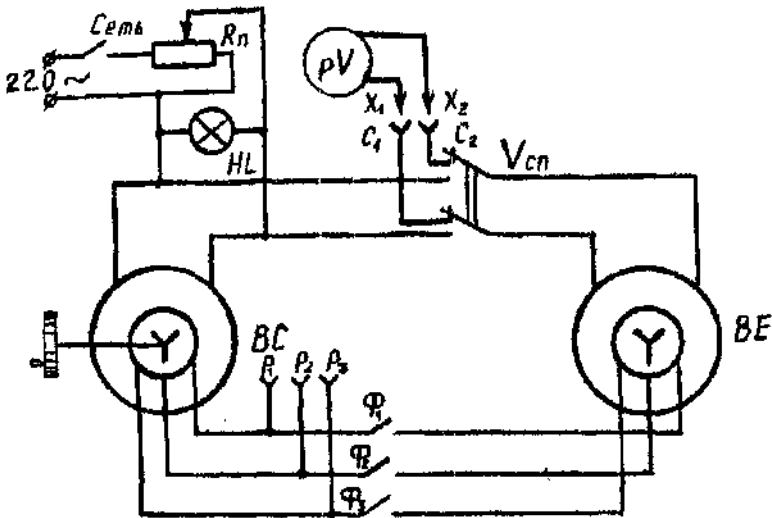


Рисунок 6.1 - Схема лабораторного стенда.

Результати вимірювань занести в таблицю 6.1.

За даними вимірювань визначають похибку приймача з виразу:

$$\theta = (\theta_B + \theta_H)/2,$$

$$\text{де } \theta_B = \alpha - \beta_B \text{ і } \theta_H = \alpha - \beta_H.$$

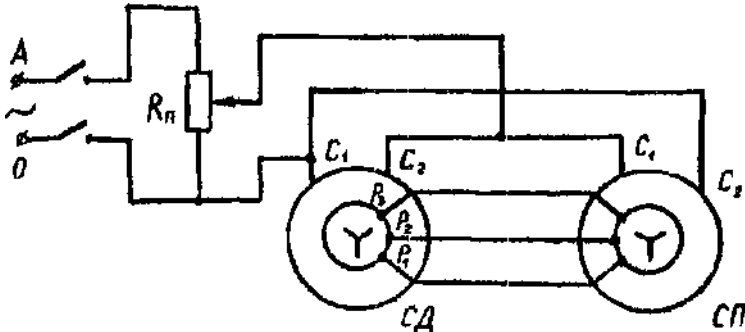


Рисунок 6.2 - Схема дослідів на точність показу СП

Таблиця 6.1 - Дослідження на точність показів СП

Кут повороту СД, град	Значення для кута повороту СП		Похибка		Значення	Клас СП
	$\beta_{\text{в}}$	$\beta_{\text{н}}$	$\theta_{\text{в}}$	$\theta_{\text{н}}$	θ	
0						
...						
360						

За величиною максимального значення $\theta = \theta_{\text{max}}$ визначають клас точності у відповідності таблиці 2.1.

6.2 Дослідження роботи сельсина-датчика (СД) в одиночному режимі.

а) зібрати схему, зображену на рис. 6.3;

б) підімкнувши вольтметр до клем P_1 , P_2 , P_3 заміряти напругу між фазами ротора при зміні кута α від 0° до 360° через 30° ;

в) Побудувати графік зміни напруги у фазах P_1P_2 ; P_2P_3 ; P_1P_3 (рис. 6.4).

6.3 Зняття градуїровочної кривої сельсин-трансформатора.

а) зібрати схему (рис. 6.5) і включити стенд;

б) заклинити ротор СД в нульовому положенні;

в) повертаючи ротор СТ на фіксований кут через кожні 10° , починаючи з нуля, кожен раз міряти напругу на СТ. Виміри здійснити від 0° до 90° . Результати занести в таблицю 6.3.

г) по одержаним даним побудувати криву $U = f(\theta)$. Користуючись кривою $U = f(\theta)$, визначити залежність чутливості СТ $dU / d\theta$ від кута неузгодженості θ .

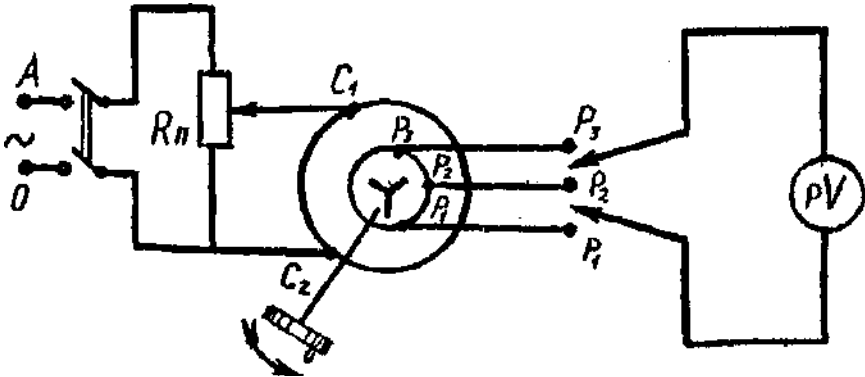


Рисунок 6.3 - Схема дослідження на точність сельсина-індикатора

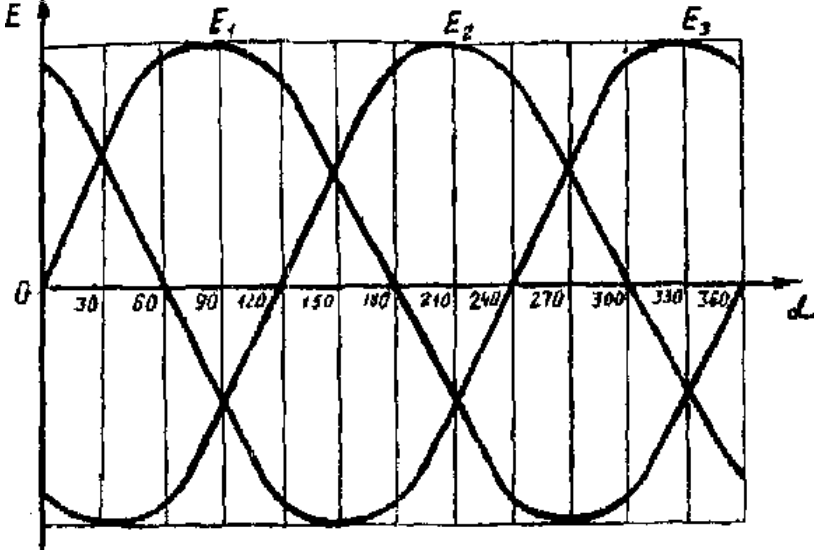


Рисунок 6.4 - Схема е.р.с. фазових обмоток ротора від кутового розташування ротора.

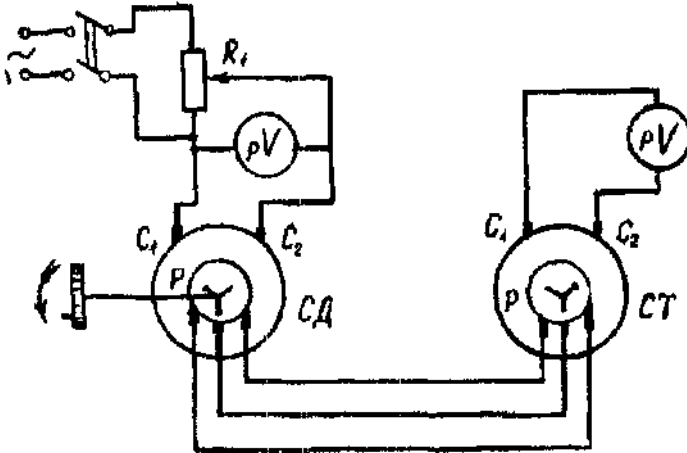


Рисунок 6.5 - Схема сельсин-трансформатора

Таблиця 6.2 - Зняття градусної кривої СТ

Кут повороту СТ, град	Значення напруги, що знімається з СТ, В
0	
10	
...	
90	

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Тема та мета роботи.
2. Порядок проведення лабораторної роботи.
3. Схеми включення сельсинів, які використовуються при виконанні.
4. Результати дослідів, які оформлені у виді таблиць та графіків.
5. Висновки по роботі.

8 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Общая электротехника. Под ред. А.Т. Блажкина, 4-е издание Л: Энергоатомиздат, 1986. – 596 с.
2. Брускин Д.Э. и др. Электротехнические машины и микромашины. - М.: Высшая школа, 1971. – 430 с.