

ВИЗНАЧЕННЯ ВАРІАНТУ РОЗРАХУНКУ МАГНІТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПОКАЖЧИКІВ РІВНЯ ПАЛИВА З ОБЕРНЕНОЮ РЕЗИСТИВНОЮ ХАРАКТЕРИСТИКОЮ ДАТЧИКА

Визначена аналітична залежність кута відхилення рухомої системи автотракторних магнітоелектричних показчиків рівня палива з оберненою резистивною характеристикою датчика від моткових даних обмотки, за допомогою якої розраховані та побудовані графічні залежності для вибору варіанту розрахунку з потрібною характеристикою шкали.

В сучасних автомобілях і тракторах досить широко використовуються магнітоелектричні показчики рівня палива з реостатними датчиками типу БМ125, БМ158, БМ159-Д тощо, електричний опір яких прямо залежить від ступеню наповнення паливного бака. Проте цим датчикам властивий недолік: при зменшенні рівня палива до критичного суттєво погіршується тепловий режим секцій обмотки приймача, тому що номінальне значення їх опорів при повному спорожненні бака не перевищує 1,5 Ом [1]. Тому в нових розробках рекомендується застосовувати датчики з оберненою резистивною характеристикою.

Типи деяких датчиків з оберненою резистивною характеристикою, їх електричний опір, в залежності від ступеня наповнення бака, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Ступінь наповнення бака	Електричний опір датчика, Ом	
	Датчики типу БМ150-Д, БМ168-Д, 24.3827, 30.3827, 36.3827, 40.3827 тощо	Датчики типу 39.3827, 361.3827
0	330±15	250±12
0,5	118±10	65±6
II	3,5±3,5	20±3

З таблиці 1 видно, що при повному наповненні бака мінімальне номінальне значення опору датчика збільшилось до 3,5 Ом, а для датчиків типу 39.3827 – до 20 Ом.

На рис. 1 представлена електрична схема показчика рівня палива з датчиком з оберненою резистивною характеристикою.

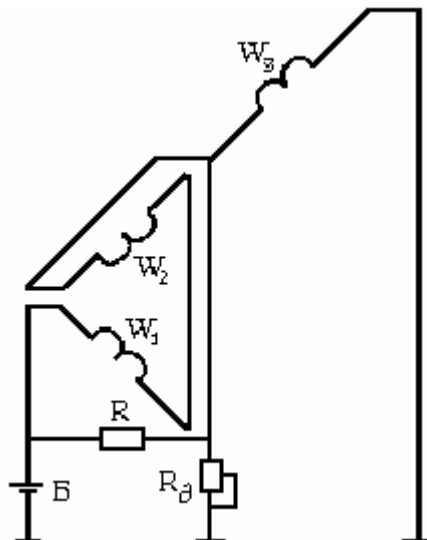


Рис. 1. Електрична схема показчика рівня палива з оберненою резистивною характеристикою датчика

Один з двох послідовно з'єднаних контурів схеми складається з секцій W_1 , W_2 обмотки та термокомпенсаційного резистора R , другий – з секції W_3 обмотки і датчика $R_д$. Живлення надходить від джерела постійного струму $Б$. Секції обмотки W_2 , W_3 намотані в протилежних напрямках, розміщені в

одному вікні намотки каркаса і зміщені в просторі відносно секції W_1 на 90° . Таким чином, струмам в секціях W_2, W_3 забезпечено протилежний напрямок протікання, а отже – протилежний напрямок створених ними магнітних полів. Магнітне поле секції W_1 має поперечний відносно магнітних полів секцій W_2, W_3 напрямок. Напрямок рівнодіючого магнітного поля, в залежності від рівня палива в баці, обумовлюється різницею магнітних полів секцій W_2, W_3 з напруженістю H_2, H_3 і магнітним полем секції W_1 напруженістю H_1 (рис. 2), при цьому кут відхилення стрілки рухомої системи відносно шкали приймача показчика забезпечується синхронним суміщенням магнітної осі рухомого магніту з вектором рівнодіючого магнітного поля і жорстким (через металеву вісь) зв'язком стрілки з рухомих магнітом.

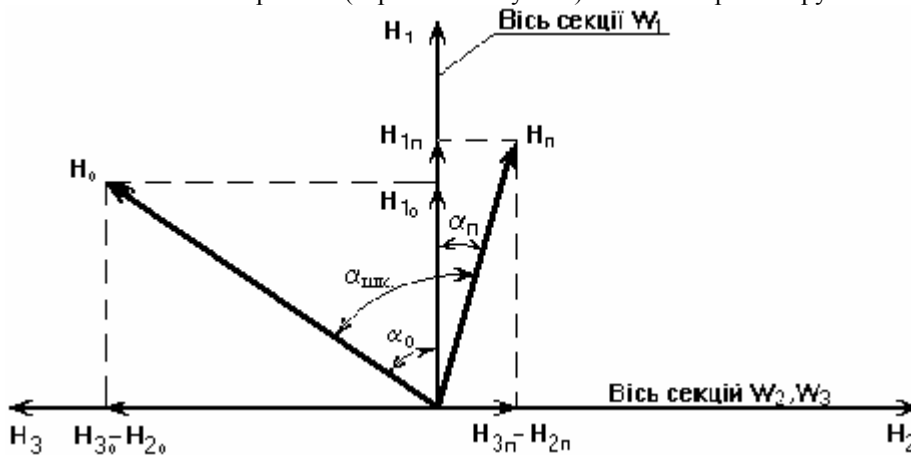


Рис. 2. Схема визначення кута відхилення рухомої системи (стрілки) показчика в залежності від рівня палива в баці

На рис. 2 позначено: H_0, H_n – напруженості рівнодіючих магнітних полів, що відповідають порожньому (початковій позначці шкали) і повному (кінцевій позначці шкали) баку, $\alpha_{шк}$ – робочий розтвір шкали. З рисунку випливає, що поточне відхилення рухомої системи може бути визначене з такої залежності:

$$\alpha = \text{arctg} \frac{H_3 - H_2}{H_1} \tag{1}$$

Позначивши струм в секціях $W_1, W_2 - I_1$, в секції $W_2 - I_2$ з врахуванням того, що напруженість магнітного поля пропорційна ампер-виткам, тобто $H = \kappa IW$, формула (1) прийме вигляд:

$$\alpha = \text{arctg} \frac{W_3}{W_1} \cdot \frac{I_2}{I_1} - \frac{W_2}{W_1} \tag{2}$$

Беручи до уваги, що відношення струмів гілок контурів (рис. 1) обернено пропорційне їх опорам, коли струми в датчику I_d і термокомпенсаційному резисторі I_R можна представити як $I_d = I_2 R_3 / R_d$, $I_R = I_1 (R_1 + R_2) / R$, і враховуючи, що сума струмів гілок кожного з контурів однакова, а отже справедлива рівність $I_1 + I_R = I_2 + I_d$, виразимо відношення струмів I_2 / I_1 через відношення відповідних опорів і підставимо в формулу (2). Тоді:

$$\alpha = \text{arctg} \frac{W_3}{W_1} \cdot \frac{1 + \frac{R_1 + R_2}{R}}{1 + \frac{R_3}{R_d}} - \frac{W_2}{W_1} \tag{3}$$

де R_1, R_2, R_3 – електричний опір відповідних секцій обмотки, Ом;

R, R_d – електричний опір термокомпенсаційного резистора і датчика, Ом.

Опори кожної секції обмотки можна визначити, скориставшись методикою розрахунку [2]. Звідки:

$$R_1 = r_n \left(P + \frac{\Delta I_1}{2} \cdot W_1 \right) \cdot W_1 \cdot 10^{-3} \tag{4a}$$

$$R_2 = r_n \left(P + \frac{\Delta l_1}{2} \cdot W_1 + \frac{\Delta l_2}{2} \cdot W_2 \right) \cdot W_2 \cdot 10^{-3}, \tag{46}$$

$$R_3 = r_n \left(P + \frac{\Delta l_1}{2} \cdot W_1 + \Delta l_2 \cdot W_2 + \frac{\Delta l'_2}{2} \cdot W_3 \right) \cdot W_3 \cdot 10^{-3}. \tag{4в}$$

Після підстановки і відповідних перетворень одержимо:

$$\alpha = \arctg \frac{W_3}{W_1} \cdot \frac{1 + \frac{r_n \left[\left(P + \frac{\Delta l_1}{2} \cdot W_1 \right) \cdot (W_1 + W_2) + \frac{\Delta l_2}{2} \cdot W_2^2 \right] \cdot 10^{-3}}{R}}{1 + \frac{r_n \left[P + \frac{\Delta l_1}{2} \cdot W_1 + \Delta l_2 \cdot W_2 + \frac{\Delta l'_2}{2} \cdot W_3 \right] \cdot W_3 \cdot 10^{-3}}{R_0}} - \frac{W_2}{W_1}, \tag{5}$$

де r_n – погонний опір одного метра проводу намотки, Ом/м;

P – периметр кожного з двох взаємно поперечних вікон намотки каркаса, мм;

$\Delta l_1, \Delta l_2$ – приріст довжини витка на кожний виток намотки відповідних секцій обмотки, мм/виток;

$\Delta l'_2$ – скореговане значення приросту довжини витка на кожний виток намотки в залежності від сумарної кількості витків другої та третьої секцій обмотки, мм/виток.

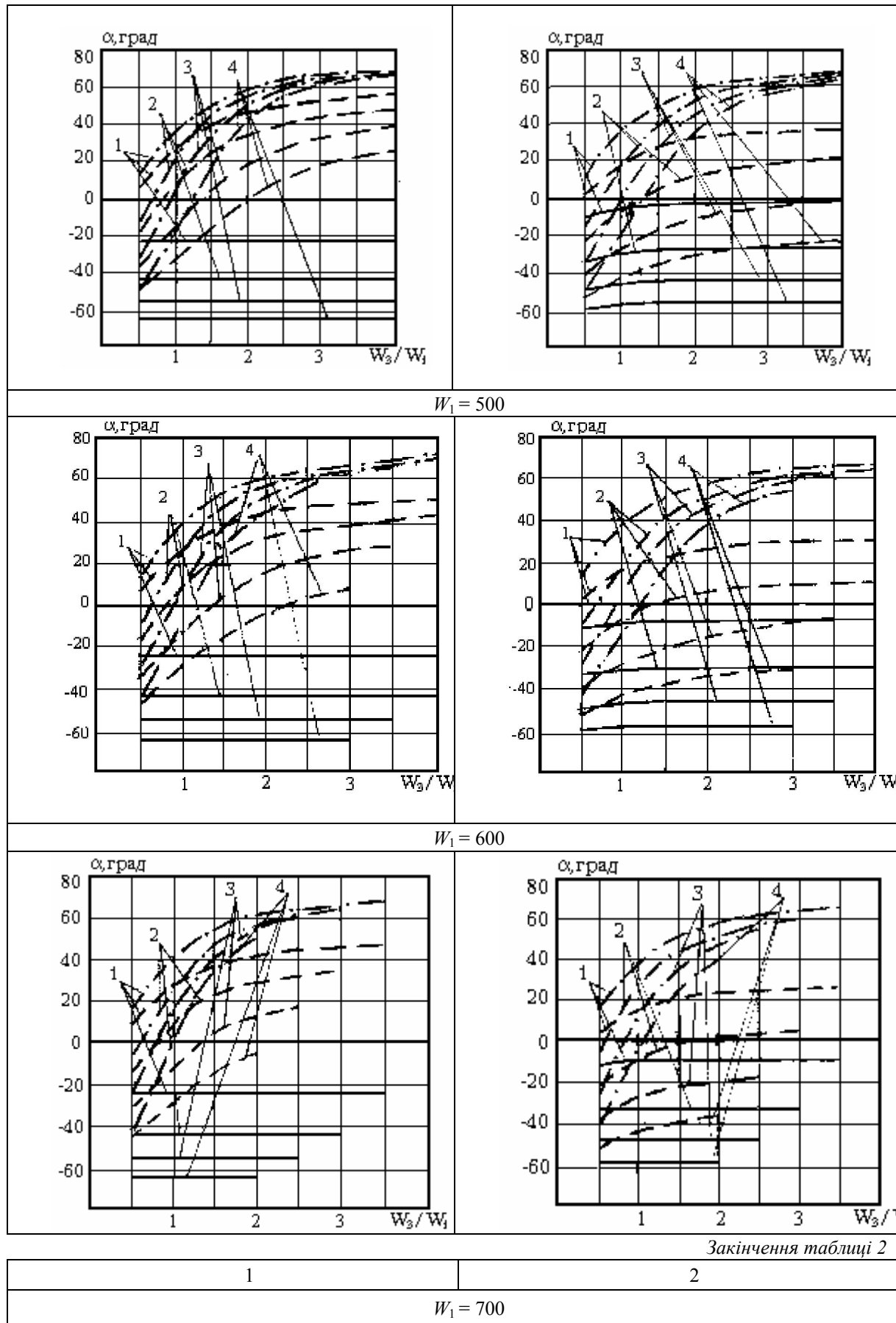
За формулою (5) можна визначити моткові дані для одержання потрібного характеру шкали шляхом поступового наближення до прийняттого варіанту. Проте реалізація цієї можливості пов'язана з проведенням великого обсягу розрахунків.

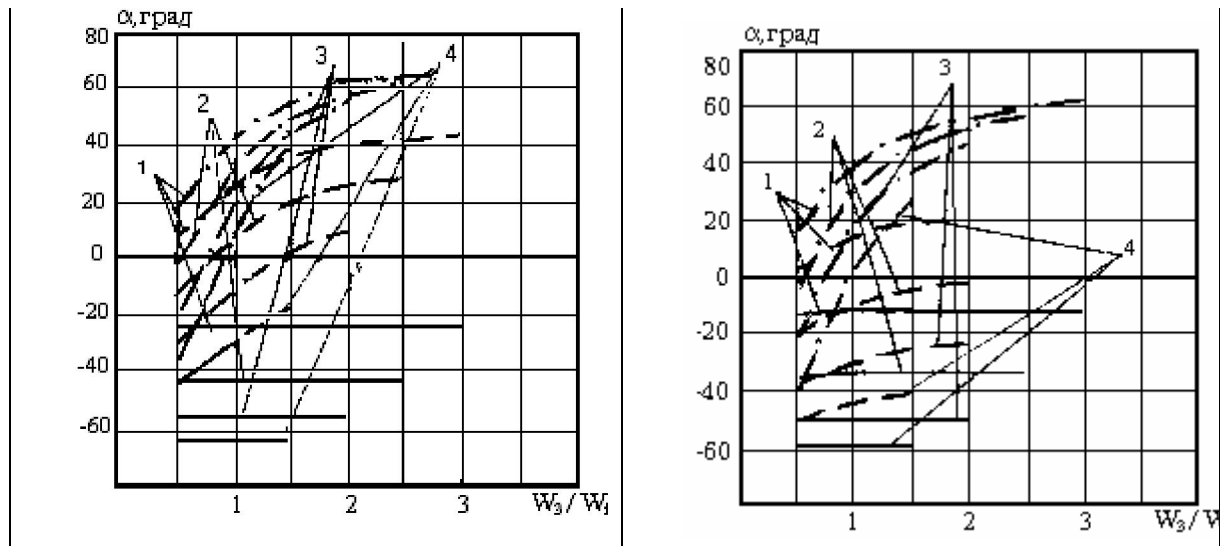
Задача суттєво спрощується, якщо на основі підрахованих за допомогою формули (5) даних побудувати графічні залежності кута відхилення рухомої системи (стрілки) α від зміни моткових даних секцій обмотки W_2 і W_3 для заданої базової кількості витків секції W_1 і стандартних значень опору термокомпенсаційного резистора R з урахуванням того, що в існуючих конструкціях застосовуються переважно: провід мідний емальований тепловологостійкий марки ПЕТВ діаметром 0,09 мм з погонним опором одного метра $r_n = 2,7$ Ом/м; каркаси місткістю до 3000 витків з такого проводу з периметром вікон намотки $P = 42$ мм і властивим їм приростом довжини витка секцій $\Delta l_1 = 0,012$, $\Delta l_2 = 0,011$ мм на кожний виток намотки; термокомпенсаційні резистори типу С2–23 з потужністю теплового розсіювання не більше 2 Вт. Значення приросту довжини витка $\Delta l'_2$ залежить, як відзначалось, від сумарної кількості витків другої та третьої секцій обмотки. При $W_2 + W_3 > 1000$ витків $\Delta l'_2 = \Delta l_3 = 0,01$ мм, при $W_2 + W_3 \leq 1000$ витків $\Delta l'_2 = \Delta l_2 = 0,011$ мм на кожний виток намотки, що і було використано при підрахунку даних для побудови графічних залежностей за формулою (5). Значення опору термокомпенсаційного резистора R , що підставлялось в формулу (5), дорівнює 150 Ом. Такі графічні залежності представлені в таблиці 2, причому кожний варіант залежності характеристики шкали від зміни моткових даних включає три криві, що відповідають ступеню наповнення бака 0; 0,5 і П, а загальна кількість витків секцій обмотки не перевищує 3150.

При потребі таблиця 2 може бути доповнена графічними залежностями, що відповідають ступеню наповнення бака “0,25” (чверть бака). Для цього досить уточнити відповідний опір датчика і підрахувати дані за формулою (5).

Таблиця 2

Тип датчика	
БМ150-Д, 24.3827 тощо	39.3827,361.3827
1	2
$W_1 = 400$	





Умовні позначення в таблиці 2:

1. Варіанти залежностей характеристик шкал від зміни моткових даних:

1 – $W_2/W_1 = 0,5$;

2 – $W_2/W_1 = 1$;

3 – $W_2/W_1 = 1,5$;

4 – $W_2/W_1 = 2$.

2. Ступінь наповнення бака:

----- – “0” (порожній);

----- – “0,5” (наповнений наполовину);

————— – “П” (повний).

Подібні графічні залежності також можуть бути побудовані для інших значень опору термокомпенсаційного резистора R , починаючи з 84,5 Ом.

За допомогою таблиці 2 можна досить швидко вибрати потрібний варіант розрахунку з прийнятною характеристикою шкали, що підтверджується наведеними нижче прикладами.

Як відзначалось в [1], вибраний варіант повинен бути закладений в основу повного розрахунку, який зводиться до визначення температури нагрівання обмотки, потужності розсіювання термокомпенсаційного резистора, ступеня навантаження датчика і, звичайно ж, кутів відхилення рухомої системи за формулою (2), що відповідають ступеням наповнення бака 0; 0,5; П. Крім того, вибраний варіант розрахунку обов’язково повинен бути узгоджений з умовами повернення рухомої системи у вихідне положення при вимкненні приладу. Умови повернення детально розглянуті в [3].

Також слід зауважити, що визначення необхідних для повного розрахунку значень струмів у гілках контурів електричної схеми (рис. 1) стає можливим тільки після підрахунку опору секцій обмотки за формулами (4).

Приклади вибору варіантів даних для розрахунку

Розміщення позначки “0,5” відносно початкової “0” і кінцевої “П” позначок шкали симетричне.

Датчики типу БМ150-Д.

Приклад 1. Необхідний розтвір шкали $\alpha_{\text{шк.}} = 60^\circ$.

Кількість витків першої (базової) секції $W_1 = 700$, варіант графічних залежностей – 4, співвідношення витків $W_2/W_1 = 2$, $W_3/W_1 = 0,8$, звідки кількість витків другої секції $W_2 = 1400$, третьої – $W_3 = 560$, загальна кількість витків обмотки – 2660.

Приклад 2. Розтвір шкали, який потрібно забезпечити, $\alpha_{\text{шк.}} = 90^\circ$.

Умови, при дотримуванні яких задовольняються технічні вимоги до шкали: кількість витків першої (базової) секції $W_1 = 500$, варіант графічних залежностей – 4, співвідношення витків $W_2/W_1 = 2$, $W_3/W_1 = 1,5$, звідки $W_2 = 1000$, $W_3 = 750$, загальна кількість витків обмотки – 2250.

Датчики типу 39.3827.

Приклад 1. Необхідний розтвір шкали $\alpha_{\text{шк.}}=60^\circ$.

Потрібні моткові дані: кількість витків $W_1 = 500$, варіант графічних залежностей – 1, співвідношення витків $W_2/W_1 = 0,5$, $W_3/W_1 = 1,6$, звідки $W_2 = 250$, $W_3 = 800$, загальна кількість витків обмотки – 1550.

Приклад 2. Потрібний розтвір шкали $\alpha_{\text{шк.}}=75^\circ$.

Базова кількість витків $W_1 = 500$, варіант графічних залежностей – 1, співвідношення витків $W_2/W_1 = 0,5$, $W_3/W_1 = 4$. Отже $W_2 = 250$, $W_3 = 2000$ витків, загальна кількість витків – 2750.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Куницький А.В. Метод прискореного визначення варіанту розрахунку магнітоелектричних показчиків рівня палива / Вісник ЖІТІ. – 1998. – № 8. – С. 55–62.
2. Куницький А.В. Розрахунок опору секцій обмотки магнітоелектричного логометра / Вісник ЖІТІ. – 1997. – № 6. – С. 68–72.
3. Куницький А.В. Кутові параметри магнітоелектричного логометра з магнітним поверненням рухомої системи в вихідне положення, їх взаємозв'язок і визначення / Вісник ЖІТІ. – 1999. – № 9. – С. 134–139.

КУНИЦЬКИЙ Анатолій Володимирович – старший викладач кафедри геотехнологій і промислової екології

Наукові інтереси:

– магнітоелектричні механізми електровимірювальних і автотракторних приладів.

Подано 5.09. 2001

УДК 681.2.001.66

Определение варианта расчета магнитоэлектрических указателей уровня топлива с обратной резистивной характеристикой датчика / А.В. Куницкий

Определена аналитическая зависимость угла отклонения подвижной системы автотракторных магнитоэлектрических указателей уровня топлива в баке с обратной резистивной характеристикой датчика от моточных данных обмотки, при помощи которой рассчитаны и построены графические зависимости для выбора варианта расчета с необходимым характером шкалы.

УДК 681.2.001.66

The determination of the variant of account of the magnitoelectric pointers of a level of fuel with the reverse resistive characteristics of giver / A.V. Kunicky

The analytical dependence of an angle of a deviation of a mobile system of the auto tractor magnitoelectric pointers of a level of fuel in a tank with the reverse resistive characteristics of giver from the winding data coil, with its help were calculate and built the graphic dependences with the aim of choise of the variant of account with the necessary scale character.

Kunicky A.V. The determination of the variant of account of the magnitoelectric pointers of a level of fuel with the reverse resistive characteristics of giver

Куницкий А.В. Определение варианта расчета магнитоэлектрических указателей уровня топлива с обратной резистивной характеристикой датчика

Куницкий А.В. Визначення варіанту розрахунку магнітоелектричних покажчиків рівня палива з оберненою резистивною характеристикою датчика