

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни
«Електрообладнання автомобілів та спецмашин»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

272 Авіаційний транспорт
Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів

за темою - Прилади вимірювання температури

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.23 № 7__

СХВАЛЕНО

Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 28.08.23 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.23 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки протокол від 28.08.23 № 1.

Розробники: викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Панченко В. І.

Рецензенти:

1. завідувач кафедри транспортних технологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, доктор технічних наук, професор М. М. Мороз

2. старший викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання КЛК ХНУВС, спеціаліст вищої категорії, кандидат технічних наук Волканін Є.Є.

План лекції:

1. Електротепловий імпульсний вимірювач та його принципова схема.
2. Логометричний приймач.
3. Сигналізатори температури охолоджувальної рідини.

Рекомендована література:

Основна:

1. Сажко В.А., "Електрообладнання автомобілів та тракторів", «Українська книга», Київ «Каравела» 2019 - 402с. URL : https://caravela.com.ua/index.php?route=product/product&product_id=143 (дата звернення: 12.07.2023)
2. Митрофанов О.С., Проскурін А.Ю., "Основи експлуатації, обслуговування та ремонту двигунів внутрішнього згоряння", навчальний посібник, Вид. Гельветика, 2018-152с. URL : <https://rep.nuos.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c8e280f4-a290-4226-bd00-a618df985724/content> (дата звернення: 12.07.2023)
3. Омелічев О.В., "Підручник з будови автомобіля". Посібник для автомобілістів-початківців, Вид. Моноліт-Bizz, 2021- 288с. URL : [Омелічев-О.-В.-ПІДРУЧНИК-З-БУДОВИ-АВТОМОБІЛЯ.pdf \(kpefk.com.ua\)](https://kpefk.com.ua/omelichev-o-v-pidruchnik-z-budovi-avtomobilya.pdf) (дата звернення: 12.08.2023)
4. Дрозд М., Зозуля К., "Підручник водія. Основи керування автомобілем", Вид. Центр навчальної літератури, 2019р-198с. URL : <https://stylus.ua/uk/m-drozd-k-zozulya-pidruchnik-vodiya-osnovi-keruvannya-avtomobilem-p1081238c12513.html#specifications> (дата звернення: 14.08.2023)
5. Калашник Є. "Електронно керовані гідромеханічні коробки зміни передач в пасажирських автомобілях з тепловими двигунами", Вид. Кондор, 2022- 140с. URL: <https://www.yakaboo.ua/ua/elektronno-kerovani-gidromehanichni-korobki-zmini-peredach-v-pasazhirs-kih-avtomobiljah-z-teplovimi-dvig.html> (дата звернення: 04.08.2023)
6. Білякович М.О., Полянський С.К., "Технічна експлуатація будівельно-дорожніх машин та автомобілів". Частина III. Вид. Слово, 2013-624с. URL: <https://profbook.com.ua/tekhnichna-ekspluatatsiya-budivelno-dorozhnikh-mashin.html> (дата звернення: 11.08.2023)
7. Кисликов В., "Будова й експлуатація автомобілів", Вид. Либідь, 2018-400с URL: <https://epdf.tips/-6abf83e4f2929cebd73c229bc59ae99a87889.html> (дата звернення: 14.07.2023)

Допоміжна :

1. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни. - К.: Арістей, 2004. - 476 с. URL: <https://koha.tntu.edu.ua/bib/148616> (дата звернення: 10.08.2023)

1. Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобілів. - Львів: Львівська політехніка, 2004. - 168 с. URL: Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобілів. - Львів: Львівська політехніка, 2004. 168 с. (дата звернення: 14.07.2023)
2. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І. Трактори і автомобілі. - К.: Урожай, 2002. -322 с. URL: <https://bigl.ua/p1907445581-bilokon-okocha-kohanivskij> (дата звернення: 04.08.2023)
3. Сажко В.А. Електричне та електронне обладнання автомобілів. - К.: Каравела, 2004. - 304 с. URL: <https://uareferats.com/index.php/book/details/333> (дата звернення: 24.08.2023)
4. Сажко В.А., Січко О.Є., Клименко Ю.М., Савін Ю.Х., Волков О.Ф. Діагностування мікропроцесорних систем запалювання автомобілів «Екосіа» за допомогою приладу УАС-5051. – К.: НТУ, 2005. – 36 с. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/18170> (дата звернення: 11.08.2023)
5. Данов Б.А. Електроустаткування систем управління іноземних автомобілів. - М: Гаряча лінія; Телеком, 2004. – 224 с. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/18170> (дата звернення: 24.08.2023)
6. Соснін Д.А. Автотроніки. Електрообладнання та системи бортової автоматики сучасних легкових автомобілів. - М: Солон-Р, 2005.-272 с. URL: https://balka-book.com/ua/avtoelektronika-571/avtotronika_elektricheskoe_elektronnoe_i_avtotronnoe_oborudovanie_legkovyih_avtomobiley-66817 (дата звернення: 14.08.2023)

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Офіційний сайт Державної Авіаційної Служби України. URL : <https://avia.gov.ua/> (дата звернення: 15.08.2023)
2. Офіційний сайт аеропорту «Бориспіль» URL : <https://kbp.aero/> (дата звернення: 25.08.2023)
3. Офіційний сайт журналу «Крила» URL : <http://www.wing.com.ua/> (дата звернення: 30.07.2023)

Текст лекції

1. Електротепловий імпульсний вимірювач та його принципова схема.

Для контролю теплового режиму двигуна на автомобілях та тракторах застосовують вимірювачі температури й сигналізатори аварійної температури.

Вимірювачі температури застосовують двох типів: електротеплові імпульсні та магнітоелектричні з терморезистором. Перший складається з датчика й стрілкового приймача, обмотки яких з'єднано послідовно (рис. 6.1, в).

Електротепловий імпульсний вимірювач містить датчик термометра ТМ-ІОІ (рис. 6.1, а) - це латунний тонкостінний балон 6, розміщений у корпусі І. У балоні є термобіметалева пластина 3, один кінець якої закріплено на ізоляторі основи 7. Пластина виготовлена із двох шарів металів з різними значеннями температурного коефіцієнта лінійного розширення, з'єднаних методом склеювання. Активний шар має більший коефіцієнт лінійного розширення і виконується як правило із інвару, пасивний, з меншим коефіцієнтом лінійного розширення - із хромонікелевої або молібденової сталі. Кінець пластини має рухомий контакт 4, який притискується до нерухомого 5. На пластину намотано обмотку 2 із проводу, що має опір 14 Ом. Один кінець цієї обмотки приєднано до термопластини, а другий через струмопровідну деталь 8 - до вивідного затискача 10, закріпленого на ізоляторі 9. Нерухомий контакт 5 з'єднано з корпусом датчика.

Приймач (рис. 6.1, б) складається з П-подібної біметалевої пластини, один кінець якої закріплено на секторі 11, а другий шарнірно з'єднано зі стрілкою 9. Сектор із жорстко приєднаною до нього термобіметалевою пластиною може під час регулювання зміщуватися щодо його осі 1 кріплення за допомогою зубців 10. Другий сектор 6 із пружною пластиною 7 створює шарнірну опору стрілки і притискує її до гачка 8 на кінці термобіметалевої пластини. Для регулювання цей сектор має зубці 4. Плече термобіметалевої пластини, з'єднане із сектором 11, називають термокомпенсаційним, а зі стрілкою - робочим, на яке навито обмотку 3 з опором 40 Ом. Обидва кінці цієї обмотки виведено на затискачі 5 приймача.

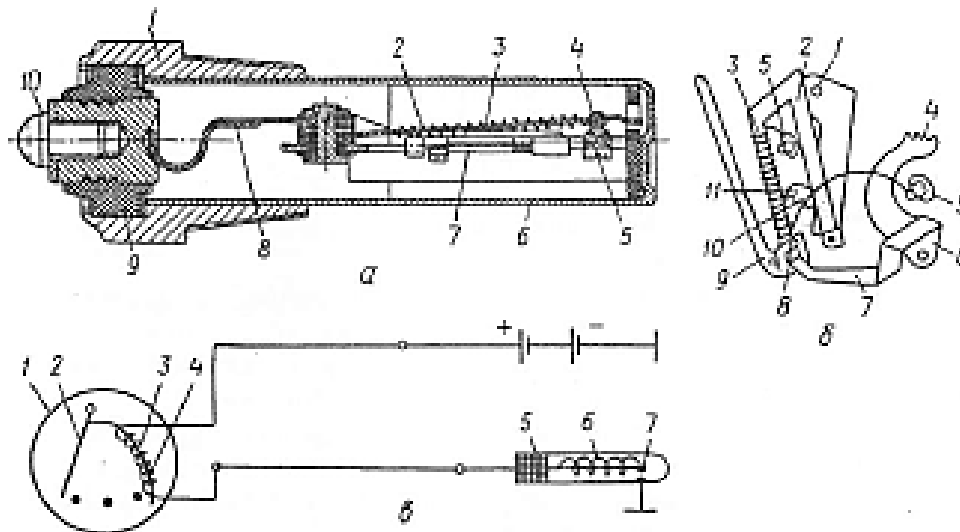


Рис. 6.1. Схема електротеплового імпульсного вимірювача температури:
а - датчик ТМ-101; б - приймач; в - електрична схема

За нормальної температури, коли показчик не ввімкнено в коло, контакти 7 (рис. 6.1, в) датчика 5 перебувають у замкненому стані. Робоче плече 3 термобіметалевої пластини приймача 1 не зігнуте, і стрілка 2 перебуває у крайньому правому положенні шкали за позначкою 110 °С.

Коли показчик увімкнено, струм, який протікає через обмотки 4 і 6, нагріває термобіметалеві пластини датчика та приймача. Пластина датчика, вільний

кінець якої згинається, розмикає контакти і припиняє струм у колі. Охолонувши, вона замикатиме контакти, і струм нагріватиме пластини. Якщо навколишня температура стала, то стає сталою і певна частота розмикання контактів, яка залежить від її значення. Чим вища температура середовища, яке оточує термобіметалеву пластину датчика, чим повільніше вона охолоджується після розімкнення контактів від струму, який протікає крізь обмотку, тим швидше цей струм нагріває її після замикання контактів. Чим вища температура датчика, тим менше відношення часу замкненого стану контактів Γ до часу циклу $\Gamma + T$.

Під час увімкнення приладу за низької температури датчика ефективний струм, нагріваючи робоче плече термобіметалевої пластини приймача, спричинює її згинання та зміщення стрілки ліворуч - до зони малих температур. З підвищенням температури датчика ефективний струм $I_{\text{еф}}$ знижується, а нагрівання робочого плеча термобіметалевої пластини приймача і згин її зменшуються, внаслідок чого покази приладу збільшуються.

Якщо датчик матиме температуру понад 110°C , то його контакти розімкнуться, струм у приладі припиниться, а стрілка приймача перебуватиме у крайньому правому положенні. Електротеплові імпульсні вимірювачі температури застосовуються на тракторах та автомобілях попередніх випусків.

Магнітоелектричний вимірювач температури (рис. 6.2) складається з датчика з напівпровідниковим терморезистором і магнітоелектричного приймача. Датчик і приймач увімкнено послідовно в електричне коло живлення.

Датчики ТМ100 і ТМ101-А складаються із закритого латунного корпусу 4, всередині якого є таблетка 1 терморезистора ММТ-15 для датчика ТМ100 і СТ4-15 - для датчика ТМ101-А. Таблетку терморезистора до дна корпусу 4 притискує струмопровідна пружина 3, ізольована від стінок корпусу паперовим патроном 2.

Терморезистор - це напівпровідник, опір якого з підвищенням температури значно зменшується, а зі зниженням - збільшується. Датчик міститься у стінці головки блоку чи насоса системи охолодження двигуна. Датчик ТМ101 - А має штекер, а датчики інших типів - гвинтовий затискач. Названі датчики можна застосовувати на автомобілях з 12- і 24-вольт- ними системами енергопостачання.

2. Логометричний приймач.

Логометричний приймач (рис. 6.2, а, б, г) - це магнітоелектричний прилад, який має специфічні особливості. Він містить три котушки $W1$, і $W3$, намотані на пластмасовий каркас 9, який може мати розбірну чи нерозбірну конструкцію. Котушки $W2$ і $W3$ є продовженням одна одної й розташовані під кутом 90° між собою. Другий кінець котушки $W3$ через термокомпенсаційний резистор R_T опором $100\ \Omega$ з'єднано з корпусом автомобіля, а другий кінець котушки $W2$ - із котушкою $W1$, яку намотано зустрічно відносно $W2$.

Магнітні потоки $\Phi 1$ і $\Phi 2$ (рис. 6.2, в), що їх створюють котушки $W1$ і $W2$, діють уздовж їхньої спільної осі та спрямовані назустріч один одному. Сумарний магнітний потік обох котушок визначає різниця їхніх магнітних потоків.

Магнітний потік Φ_3 котушки діє під кутом 90° до сумарного магнітного потоку котушок $W1$ та $W2$ (рис. 6.2, в).

У рівначок однієї з колодок закладено постійний магніт 12, який утримує стрілку в початковому стані, коли коло приладу вимкнено. На осі стрілки 6 показчика жорстко закріплено постійний магніт 8, виготовлений у вигляді диска, та обмежник 11 кута повороту стрілки. Відігнутий кінець обмежника входить у проріз 10 колодки 9. Магніт і обмежник повороту стрілки містяться у кільцевому просторі між обома колодками.

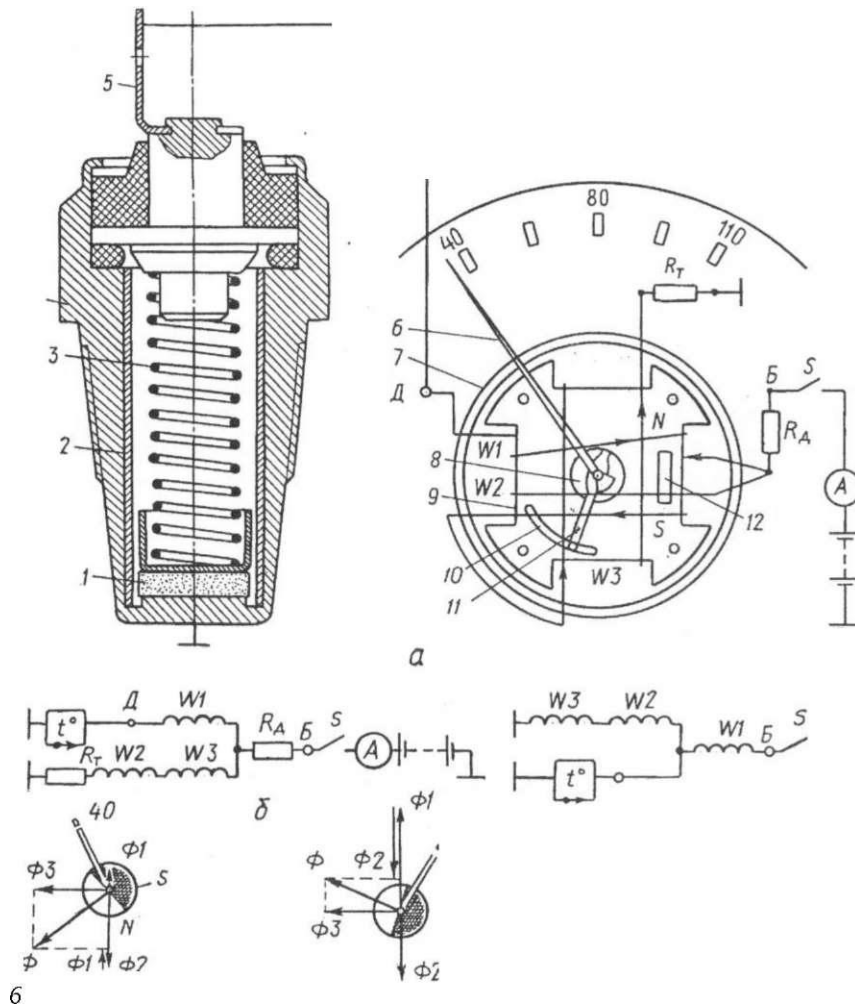


Рис. 6.2. Магнітоелектричний вимірювач температури: а - будова; б - електричні схеми; в - визначення положення стрілки за різних температур охолоджуючої рідини

Розглянемо принцип дії логометричного приймача температури. Якщо коло приладу від'єднане від джерела струму, то стрілка приймача відхиляється ліворуч поділки «40». Це положення стрілки зумовлює взаємодія постійних магнітів 8 і 12.

Якщо прилад працює (шлях струму зображено стрілками), то сила струму в колі котушок $W2$ і $W3$ не змінюється, тому і магнітні потоки, що їх створюють ці котушки, практично сталі. Сила струму в котушці $W1$, а отже, і створюваний нею магнітний потік залежать від опору датчика. Оскільки магнітні потоки котушок $W1$ і $W2$ діють назустріч один одному, то модуль і напрям вектора

сумарного магнітного потоку цих котушок залежатимуть від сили струму, визначеної датчиком у котушці W1.

За температури 40 °C опір терморезистора датчика досягає 400 Ом, тому сила струму в котушці W1 та її магнітний потік малі. У цей момент магнітний потік, створений котушкою ХЛ[^] перевищує магнітний потік котушки W1. Результуючий магнітний потік (усіх трьох котушок), діючи на постійний магніт 8, повертає його, і стрілка приладу стає проти поділки «40» шкали (рис. 6.2, в).

За температури 110 °C опір терморезистора знижується (до 70 Ом), тому сила струму в котушці XVI збільшується і її магнітний потік у кілька разів перевищує магнітний потік котушки W1 у цей час результуючий потік трьох котушок, діючи на магніт 8, ставить стрілку проти поділки «110» шкали. Сила струму в колі покажчика не перевищує 0,2 А.

3. Сигналізатори температури охолоджувальної рідини.

Сигналізатори температури охолоджувальної рідини призначені для попередження водія про неприпустимі підвищення температури в системі охолодження двигуна. Датчики сигналізатора вкручують у верхній бачок радіатора, а сигнальну лампу розміщують на щитку приладів.

Датчики ТМ102, ТМ103, ТМ104 і ТМ104-Т (рис. 6.3, а) мають аналогічну конструкцію, але іншу температуру моменту замикання контактів, яка залежить від положення нерухомого контакту 7 відносно рухомого 5. Положення контакту 7 регулюють гвинтом тільки під час складання датчика. У процесі експлуатації датчики не регулюються. Всередині латунного балона 3 розміщено контактну пластину з контактом 5. Термобіметалеву пластину 4 із контактом 5 ізолювано від корпусу і пружною пластиною 9 з'єднано із затискачем 1.

За низької температури контакти датчика розімкнені. З підвищенням температури охолоджувальної рідини збільшується нагрівання балона 3, а від нього (через повітря) - термобіметалевої пластини 4, яка деформується, і за температури 104-107 °C в датчику ТМЮ4-Т замикає контакти разом із сигнальною лампою, яку послідовно з'єднано з акумуляторною батареєю. Температура замикання контактів у датчику ТМЮ2- 112-118 °C, ТМ103 - 98-104 °C; ТМ104 - 92-98°C.

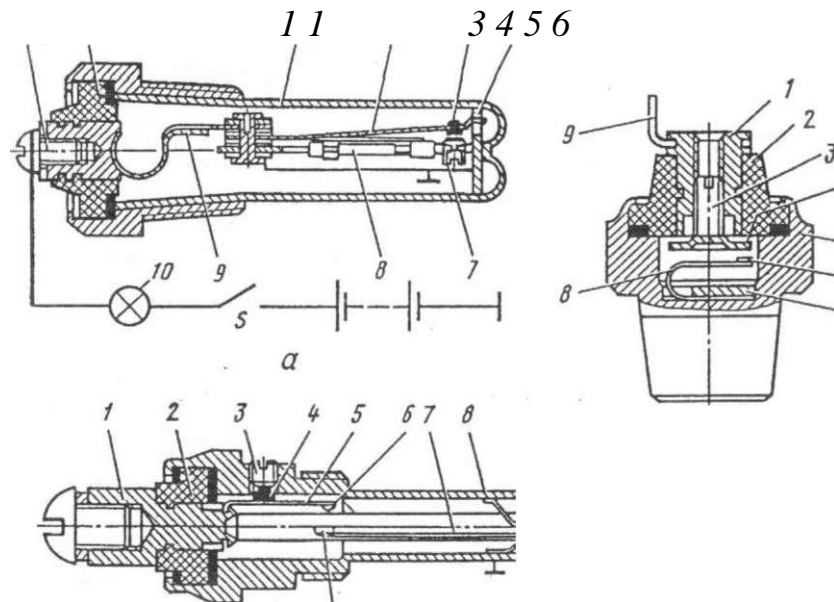


Рис. 6.3. Датчики сигналізаторів температури: а - датчик ТМ104 та схема включення; б - датчик РС 403-Б; в - датчик ТМ-111

Датчики РС403-Б (рис. 6.3, б) мають іншу форму балона, в якому термобіметалеву пластину з контактом приєднано до «маси», а другий контакт поставлено на регульованій пластині, з'єднаний з вивідним затискачем. У цього датчика температуру увімкнення 140°C виставляють після повного складання і регулюють в процесі експлуатації за допомогою регульовального гвинта 3 на бічній поверхні корпусу. Датчик РС403-Б застосовують на автобусах ЛАЗ та ЛіАЗ для контролю температури масла.

Основні параметри деяких датчиків і сигналізаторів температури наведено в табл. 6.1, а приймачів показчиків температури - в табл. 6.2.

Таблиця 6.1 Датчики та сигналізатори температури

| Тип приладу | Межа зміни температури охолоджуючої рідини, $^{\circ}\text{C}$ | Температура замикання контактів, $^{\circ}\text{C}$ | Номінальна напруга, В | Чутливий елемент | Модель (марка) автомобіля чи трактора |
|-------------|--|---|-----------------------|------------------|---------------------------------------|
| ТМ 100-А.В | 40... 120 | | 12; 24 | Терморезистор | Усі хмарки автомобілів чи тракторів |
| ТМ 101 | 40...110 | | 12 | Біметал | Те саме |
| ТМ 102 | | 112...118 | 12; 24 | | ЗІЛ-ІЗО, -131 і модифікації |
| ТМ 112 | | 102...110 | 12; 24 | | МАЗ; ГАЗ-3102, -53-11 і модифікації |
| ТМ 106 | 20...120 | | 12 | Терморезистор | ВАЗ |
| ТМ 108* | | 89...95 | 12 | Біметал | ВАЗ-2103. - 2106, -2107, - |

| | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|--------|----------------|---|
| | | | | | 2109; 3АЗ-1102 |
| ТМ 111 | | 98...104 | 12; 24 | - « - | Усі марки тракторів |
| ТМ 112 | | 102...110 | 12; 24 | - « - | МАЗ; ГАЗ-3102, -53-11 і модифікації |
| ТМ 113 | | 110...118 | 12; 24 | - « - | ЗІЛ-ІЗОГ |
| 11.3842** | -40...+40 | | 12; 24 | Термо-резистор | Автомобілі та трактори північного виконання |

* Датчик увімкнення електровентилятора в системі охолодження двигуна.

** Датчик температури електроліту акумуляторних батарей.

У датчику ТМ111 (рис. 6.3, в) термобіметалеву пластину 8 до корпусу притискає шайба 7. За температури 92-98 °С внаслідок деформації цієї пластини контакт 6 замикається з контактною пластиною 4 разом із колом сигнальної лампи. Температуру замикання контактів можна регулювати гвинтом 3.

Таблиця 6.2 Приймачі показників температури

| Тип приладу | Межа показників, °С | Вимірювальний механізм | Тип датчика | Модель (марка автомобіля) |
|-------------|---------------------|----------------------------|-------------|-------------------------------------|
| УК 202 | 40...110 | Електротепловий імпульсний | ТМ 101 | Із щитком приладів КП 5-Е |
| 14.3807 | 40...120 | Магнітоелектричний | ТМ 100 | ГАЗ-53-11, ЗІЛ-ІЗОГ, -133ВЯ, -133ГЯ |
| 15.3807 | -4...+40 | Те саме | 11.3842 | ЗІЛ-ІЗЗГЯ |

*Параметри розраховані на номінальну напругу 12 В.