

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ГІДРОПРИВОДІВ МОБІЛЬНИХ МАШИН

Пімонов І. Г.¹, Рукавишников Ю. В.¹

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет

***Анотація.** Проведено дослідження різних систем діагностичних параметрів статопараметричного методу діагностування. Встановлено основні властивості цих систем за різних визначальних діагностичних параметрів і здійснено порівняльний аналіз цих властивостей. Використання результатів дослідження дозволяє забезпечити високу якість діагностування в гідроприводах мобільних машин.*

***Ключові слова:** будівельна машина, гідропривід, діагностика, якість діагностики, властивості систем діагностичних параметрів.*

Вступ

Ефективність експлуатації будівельних машин значною мірою залежить від роботи гідроприводу. Система заходів, яка забезпечує його ефективну роботу базується на діагностиці. Діагностування гідроприводу необхідно зробити на етапі проектування та постійно використовувати в процесі виготовлення його елементів та експлуатації.

Аналіз публікацій

На різних етапах експлуатаційного циклу машини з гідроприводом якість діагностування забезпечують різні показники. На заводах-виробниках та підприємствах з ремонту гідроагрегатів і їхніх деталей основною вимогою до діагностичного устаткування є висока продуктивність і достатня точність вимірів діагностичних параметрів. Вартість устаткування є важливою, але не головною умовою.

На базах механізації найчастіше не вдається забезпечити завантаження діагностичного устаткування в такому обсязі, як на заводах, тому високопродуктивне та коштовне діагностичне устаткування, яке випускається для заводів, є малоефективним. На базах механізації діагностичне устаткування повинне бути універсальним, мати невисоку вартість і здійснювати вимірювання діагностичних параметрів з достатньою точністю [1].

Мета і постановка завдання

У польових умовах застосовуються знімне, знімне зі спеціальними під'єднувальними пристроями та бортове діагностичне устаткування, яке вбудоване в гідропривід.

Невисока вартість та забезпечення достатньої точності діагностування є основними вимогами до параметрів бортового діагностичного устаткування.

Знімне та швидкознімне діагностичне устаткування, вимагає витрат на доставку, що постійно збільшуються з ростом цін на енергоносії. Практично всі заводи-виробники забороняють розбирання гідроприводу в польових умовах. Під час діагностування цим устаткуванням можливе засмічення робочої рідини, зокрема під час використання неконтактних засобів вимірювання.

Завдання забезпечення показників, які визначають якість діагностування, вирішувалось описаним нижче способом. спосіб.

Визначення показників та забезпечення якості діагностування гідроприводів

Забезпечення точності є загальним завданням для всіх сфер застосування діагностики, воно здійснювалося шляхом підвищення точності вимірювання діагностичних параметрів або змінним принципом їхнього вимірювання (статопараметричний і термодинамічний методи). Для забезпечення інших показників, які визначають якість діагностування, технічний стан гідроагрегатів визначається за перехідними процесами, пульсацією тиску тощо [1]. Одночасно створюються системи з діагностичними параметрами, різними за своїм фізичним змістом та розмірностями, що ускладнювало встановлення зв'язків між цими системами та порівняння їхніх якісних показників.

Вирішення цього завдання було знайдено шляхом дослідження зв'язку між діагностичними параметрами гідроагрегата та структурними параметрами, зокрема тими, які ви-

значають ступінь його зношування (зазорами). Однак залежності, які зв'язують структурні та діагностичні параметри гідроагрегатів, містять значення зазорів, що залишаються невідомими після діагностування. Шляхом перетворення математичної моделі процесу діагностування гідроагрегатів вдалося одержати залежності, за якими значення структурних параметрів замінені відповідними діагностичними параметрами. Це дозволяє визначити відносну похибку вимірювання структурних параметрів гідроагрегатів за умови невизначеності значень зазорів [2].

У цьому випадку різними за своїм фізичним змістом та розмірностями в діагностичних параметрах вимірюються ті структурні параметри гідроагрегата, які визначають його зношування.

З'явилася можливість зробити об'єктивне оцінювання та порівняння систем діагностичних параметрів (методи діагностування) за похибкою, визначити внесок кожного діагностичного параметра до загальної похибки діагностування та за критерієм вартості встановити раціональний комплект засобів вимірювання діагностичних параметрів [2].

На основі дослідження цього ж зв'язку розроблений метод діагностування гідроагрегатів виміром параметра, який визначає технічний стан гідроагрегатів, в одній крапці гідроприводу. Це дозволило за умови збереження вірогідності забезпечити такий важливий показник якості діагностування, як вартість [2, 3]. Були досліджені та встановлені властивості діагностичних систем з подачею та тиском як визначальні діагностичні параметри.

Ця робота є продовженням дослідження зв'язків між структурними параметрами, які визначають технічний стан гідроагрегатів та систем діагностичних параметрів. Метою дослідження є підвищення якості діагностування шляхом встановлення та використання властивостей і закономірностей цих систем.

Дослідження й результати досліджень систем діагностичних параметрів

Стандартна система діагностичних параметрів передбачає відтворення під час кожного діагностування тиску p , температури t (в'язкості) робочої рідини та частоти обертання вала насоса n постійними відтвореними параметрами, а у разі зміни коефіцієнта подачі η , подачі Q або внутрішніх витоків у гідроагрегаті $Q_{в.в}$ визначального діагностич-

ного параметра здійснювати оцінювання технічного стану гідроагрегата.

З урахуванням параметрів, зміна яких у процесі експлуатації практично не впливає на технічний стан гідроагрегата (геометричні розміри, щільність робочої рідини, прискорення сили ваги тощо), і відтворених параметрів зв'язок між структурними параметрами та параметрами, які визначають технічний стан гідроагрегата, виражається такими залежностями [2]:

– під час діагностування «за коефіцієнтом подачі»:

$$\eta = f_1(C_1, S_H); \quad (1)$$

– під час діагностування «за подачею»:

$$Q = f_2(C_2, S_H). \quad (2)$$

Порівняємо за похибкою діагностування насос, використавши систему, де визначальним параметром є частота обертання насоса (діагностування «за частотою»). У цьому випадку діагностування здійснюється за умови постійних тиску, температури робочої рідини та витрат через дросель постійного перетину. За частотою обертання, коли на дроселі постійного перетину виникає тиск діагностування, визначається технічний стан насоса:

$$n_x = f_3(C_3, S_f). \quad (3)$$

У залежностях (1)–(3) за допомогою різних діагностичних системам оцінюються зазори в насосі S_H , що дозволяє порівняти системи за похибкою.

Рівняння витрат, що моделюють процес діагностування насоса, виглядають таким чином:

Під час діагностування «за коефіцієнтом подачі»:

$$F_\eta = 1 - \frac{Q_{в.в}(p, t, n, S_H)}{nV_H} - \frac{Q_H}{nV_H} = 0; \quad (4)$$

– під час діагностування «за подачею»:

$$F_{QH} = nV_H - Q_{в.в}(p, t, n, S_H) - Q_H = 0; \quad (5)$$

– під час діагностування «за частотою обертання»:

$$F_{nx} = n_x V_n - Q_{v,y}(p, t, n, S_n) - Q_n(f_d) = 0; \quad (6)$$

де nV_n , $Q_{v,y}$, Q_n – теоретична подача, внутрішні витоки в насосі та його подача, що витрачаються на здійснення робочої операції гідромотором або гідроциліндром (гідродвигуном); S_n – сукупність зазорів, що визначають технічний стан насоса, V_n – робочий об'єм насоса, f_d – площа дроселя постійного перетину.

Рівняння для визначення абсолютної похибки діагностування насоса «за коефіцієнтом подачі», «за подачею» та «за частотою обертання» отримуємо на основі диференціала функцій F_n (4), F_{Qn} (5), F_{nx} (6), замінивши відповідно до теорії помилок [2, 4] збільшення часток похідних за діагностичними параметрами абсолютними похибками їхнього виміру.

Під час діагностування «за коефіцієнтом подачі»:

$$\begin{aligned} \Delta S_n &= \sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial F_n}{\partial X_i} \Delta X_i \right| = \left| \left(\frac{\partial F_n}{\partial S_n} \right)^{-1} \cdot \frac{\partial F_n}{\partial p} \Delta p \right| + \\ &+ \left| \left(\frac{\partial F_n}{\partial S_n} \right)^{-1} \cdot \frac{\partial F_n}{\partial n} \Delta n \right| + \left| \left(\frac{\partial F_n}{\partial S_n} \right)^{-1} \cdot \frac{\partial F_n}{\partial t} \Delta t \right| + \\ &+ \left| \left(\frac{\partial F_n}{\partial S_n} \right)^{-1} \cdot \frac{\partial F_n}{\partial Q_n} \Delta Q_n \right| = \\ &= |\Delta S_{np}| + |\Delta S_{nn}| + |\Delta S_{nt}| + |\Delta S_{Qn}| \end{aligned} \quad ; \quad (7)$$

– під час діагностування «за подачею»:

$$\begin{aligned} \Delta S_n &= \left| \left(\frac{\partial F_{Qn}}{\partial S_n} \right)^{-1} \cdot \frac{\partial F_{Qn}}{\partial p} \Delta p \right| + \\ &+ \left| \left(\frac{\partial F_{Qn}}{\partial S_n} \right)^{-1} \cdot \frac{\partial F_{Qn}}{\partial n} \Delta n \right| + \left| \left(\frac{\partial F_{Qn}}{\partial S_n} \right)^{-1} \cdot \frac{\partial F_{Qn}}{\partial t} \Delta t \right| + \\ &+ \left| \left(\frac{\partial F_{Qn}}{\partial S_n} \right)^{-1} \cdot \frac{\partial F_{Qn}}{\partial Q_n} \Delta Q_n \right| = \\ &= |\Delta S_{np}| + |\Delta S_{nn}| + |\Delta S_{nt}| + |\Delta S_{Qn}| \end{aligned} \quad ; \quad (8)$$

– під час діагностування «за частотою обертання»:

$$\begin{aligned} \Delta S_n &= \sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial F_{nx}}{\partial X_i} \Delta X_i \right| = \left| \left(\frac{\partial F_{nx}}{\partial S_n} \right)^{-1} \cdot \frac{\partial F_{nx}}{\partial p} \Delta p \right| + \\ &+ \left| \left(\frac{\partial F_{nx}}{\partial S_n} \right)^{-1} \cdot \frac{\partial F_{nx}}{\partial n} \Delta n \right| + \left| \left(\frac{\partial F_{nx}}{\partial S_n} \right)^{-1} \cdot \frac{\partial F_{nx}}{\partial t} \Delta t \right| + \\ &+ \left| \left(\frac{\partial F_{nx}}{\partial S_n} \right)^{-1} \cdot \frac{\partial F_{nx}}{\partial Q_{fn}} \Delta Q_{fn} \right| = \\ &= |\Delta S_{np}| + |\Delta S_{nn}| + |\Delta S_{nt}| + |\Delta S_{nf}| \end{aligned} \quad , \quad (9)$$

де $\frac{\partial F_i}{\partial S_i} = \frac{\partial F_i}{\partial S_i} (1 + A_i)$; $S_i = A_i S_k$ – співвідношення розмірів зазорів у насосі (тоді $dS_i = A_i dS_k$); ΔS_{np} , ΔS_{nn} , ΔS_{nt} , ΔS_{Qn} , ΔS_{nf} – загальна похибка діагностування насоса від окремих діагностичних параметрів (тиску, частоти обертання насоса, температури, а також неточності виготовлення дроселя постійного перетину;

$$\Delta p = 0,02p; \Delta n = 0,02n_{max}; \Delta t = 0,02t;$$

$\Delta f = 0,02f$ – абсолютні похибки виміру діагностичних параметрів, а також похибка виготовлення дроселя постійного перетину під час його застосування приладів другого класу точності згідно зі стандартами [1]

Відносна похибка діагностування насоса визначається за формулою

$$\delta S_n = \frac{\Delta S_n}{S_n}. \quad (10)$$

На основі залежностей (8)–(10) були отримані значення відносних похибок вимірювання зазорів для розглянутих систем (табл. 1), а також їх складові від вимірювання тиску (табл. 2), температури робочої рідини (табл. 3), частоти обертання вала насоса (табл. 4) та його подачі (табл. 5).

Таблиця 1 – Визначення відносних похибок діагностування

Визначальний параметр	η	Q_t	n_x
Відтворені параметри	p, t, n	p, t, n	p, t, Q_t
Значення η	Значення похибок		
0.98	0.77	0.77	1.1
0.95	0.30	0.30	0.54
0.90	0.15	0.16	0.30
0.85	0.10	0.11	0.25
0.80	0.08	0.09	0.21
0.75	0.07	0.07	0.20
0.70	0.06	0.065	0.17
0.65	0.05	0.06	0.16
0.60	0.05	0.05	0.15

Аналіз результатів визначення похибок діагностування, наведених у табл. 1–5, демонструє, що з погіршенням технічного стану насосів (зменшенням η від 0.98 до 0.6) зменшується відносна похибка діагностування (до 77–110 %, до 5–15 %). Причиною цього є збільшення зазорів у сполученні деталей насосів, а отже, і зростання внутрішніх витоків робочої рідини.

Таблиця 2 – Значення складових від вимірювання тиску

Визначальний параметр	η	Q_n	n_x
Відтворені параметри	p, t, n	p, t, n	p, t, Q_n
Значення η	Значення похибок		
0.98	0.006	0.006	0.222
0.95	0.006	0.006	0.112
0.90	0.007	0.007	0.069
0.85	0.007	0.007	0.054
0.80	0.007	0.007	0.047
0.75	0.007	0.007	0.042
0.70	0.007	0.007	0.038
0.65	0.007	0.007	0.036
0.60	0.007	0.007	0.034

Основні внески до загальної похибки діагностування дають похибки вимірювання подачі та частоти обертання вала насоса (зменшуючись від 48–39 % до 20–30 %, але залишаючись основними). Меншу та практично однакову похибку дає діагностування «за коефіцієнтом подачі» і «за подачею».

Таблиця 3 – Значення складових від вимірювання температури

Визначальний параметр	η	Q_i	n_x
Відтворені параметри	p, t, n	p, t, n	p, t, Q_i
Значення η	Значення похибок		
0.98	0.012	0.012	0.024
0.95	0.013	0.013	0.03
0.90	0.013	0.013	0.034
0.85	0.013	0.013	0.036
0.80	0.013	0.013	0.037
0.75	0.013	0.013	0.038
0.70	0.013	0.013	0.038
0.65	0.013	0.013	0.039
0.60	0.013	0.013	0.039

Діагностування «за частотою» дає в 1,4–3 рази більшу похибку за рахунок похибок вимірювання частоти обертання, тиску й по-

хибки виготовлення дроселя постійного перетину.

Таблиця 4 – Значення складових від вимірювання частоти обертання

Визначальний параметр	η	Q_i	n_x
Відтворені параметри	p, t, n	p, t, n	p, t, Q_i
Значення η	Значення похибок		
0.98	0.37	0.378	0.433
0.95	0.136	0.144	0.208
0.90	0.063	0.07	0.122
0.85	0.039	0.046	0.09
0.80	0.028	0.034	0.074
0.75	0.021	0.027	0.064
0.70	0.016	0.023	0.057
0.65	0.013	0.019	0.053
0.60	0.01	0.017	0.049

Однак система діагностування «за частотою» забезпечує найменшу вартість устаткування, оскільки в цій системі витратомір замінений дроселем постійного перетину, а вартість витратоміра в середньому становить 80–90 % від вартості всіх засобів вимірювання діагностичних параметрів.

Таким чином, діагностування «за коефіцієнтом подачі» і «за подачею» доцільно використовувати на заводах-виробниках і на ремонтних заводах для діагностування нових насосів, де необхідна найбільша точність.

Таблиця 5 – Значення складових від виміру подачі

Визначальний параметр	η	Q_i	n_x
Відтворені параметри	p, t, n	p, t, n	p, t, Q_i
Значення η	Значення погрешностей		
0.98	0.378	0.376	0.42
0.95	0.144	0.143	0.193
0.90	0.07	0.069	0.104
0.85	0.046	0.046	0.072
0.80	0.034	0.034	0.055
0.75	0.027	0.027	0.045
0.70	0.023	0.023	0.038
0.65	0.019	0.019	0.033
0.60	0.017	0.017	0.029

Діагностування «за частотою» доцільно застосовувати для бортової діагностики та на базах механізації для виявлення насосів, стан яких близький до граничного.

Крім визначення загальної похибки діагностування, проведені дослідження виз-

начають закономірності їхнього формування, що дозволяє впливати на цю похибку режимами діагностування та раціональним підбором комплексу засобів для вимірювання діагностичних параметрів.

Висновок

Дослідження зв'язку між структурними та діагностичними параметрами дозволяє встановити властивості діагностичних систем, порівняння їх властивостей і забезпечити більш високу якість діагностування.

Література

1. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: учеб. для машиностроительных вузов / Башта Т. М., Руднев С. С., Некрасов Б. Б. и др. 2-е изд., перераб. Москва: Машиностроение, 1982. 423 с.
2. Техническая диагностика гидравлических приводов. [Текст] / Алексеева Т. В., Бабанская В. Д., Башта Т. М. и др. Москва: Машиностроение, 1989. 264 с.
3. Пимонов И. Г. Повышение эффективности эксплуатации строительных машин совершенствованием бортового диагностирования их гидроприводов. [Текст] // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета, сборник научных трудов. Харьков: РИО ХНАДУ. 2004. Вып. 27. С. 187–192.
4. Гидравлика: учеб. для вузов: в 2 кн. / Д. В. Штеренлихт. Москва: Энергоатомиздат, 1991. 367 с. .
5. Гидравлика: учеб. пособие: в 2 т. Киев: Фесто, 2002.
6. Пневматика: учеб. пособие. Киев: Фесто, 2002.
7. Венцель Е. С. Способ диагностирования гидропривода. [Текст]. Венцель Е. С., Лысыков Е. М., Пимонов И. Г. Патент на изобретение № 79132. МПК (2006), F15B 19/00, F04B 51/00
8. Новицкий П. В., Зограф И. А. Оценка погрешностей результатов измерений [Текст]. Ленинград: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985. 248 с.
9. Анилович В. Я., Карпов В. Г. Обеспечение надёжности машин сельскохозяйственной техники. Киев: «Техніка», 1989. 125 с.
10. Сергеев А. Г. Точность и достоверность диагностики автомобиля. Москва: Транспорт, 1980. 191 с.

References

1. Gydravlyka, gydromashyny u ghydropryvody: ucheb. dlya mashynostroytel'nykh vuzov / Bashta T. M., Rudnev S. S., Nekrasov B. B. y dr. 2-ye yzd., pererab. Moskva: Mashynostroyeniye, 1982. 423 s.
2. Texnycheskaya dyagnostyka gydravlycheskykh pryvodov. [Tekst] / Alekseeva T. V., Babanskaya

V. D., Bashta T. M. y dr. Moskva: Mashynostroyeniye, 1989. 264 s.

3. Py`monov Y. G. Povysheniye effektivnosti` ekspluatatsyy` stroitel'nykh mashyn sovershenstvovaniyem bortovogo dyagnostyrovaniya uх ghydropryvodov. [Tekst] // Vestnyk Kharkovskogo natsyonalnogo avtomobyno-dorozhnogo unyversyteta, sbornyk nauchnykh trudov. Kharkov: RYO XNADU. 2004. Выр. 27. S. 187–192.
4. Gydravly`ka: ucheb. dlya vuzov: v 2 kn. / D. V. Shterenlyxt. Moskva: Energoatomyzdat, 1991. 367 s.
5. Gy`dravlyka: ucheb. posobyе: v 2 t. Kyev: Festo, 2002.
6. Pnevmatyka: ucheb. posoby`e. Kyev: Festo, 2002.
7. Vencel E. S. Spособ dyagnostyrovaniya ghydropryvoda. [Tekst]. Vencel E. S., Lysy`kov E. M., Pymonov Y .G. Patent na yzobreteny`e #79132. MPK (2006), F15B 19/00, F04B 51/00
8. Novytskyj P. V., Zograf Y. A. Ocenka pogreshnostej rezultatov yzmerenyj. [Tekst]. Leningrad: Energoatomyzdat. Lenyng. otd-nye, 1985. 248 s.
9. Any`lovy`ch V. Ya., Karpov V. G. Obespechenye nadëzhnosti mashyn selskoxozyajstvennoj texnyky. Kyev: «Texnika», 1989. 125 s.
10. Sergeev A. G. Tochnost y dostovernost dyagnostyky avtomobylya. Moskva: Transport, 1980. 191 s.

Пимонов Ігор Георгійович¹, к.т.н., доцент, +380(50) 217-05-24, igor_lena_p@ukr.net,

Рукавишников Юрій Васильович, доцент, +380(67)304-57-87, kaf_bdm@ukr.net.

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, Україна.

Improving the quality of diagnostics of construction machines hydraulic drives

Abstract. A study of various systems of diagnostic parameters in relation to the stat-parametric method of diagnosis has been conducted. The basic properties of these systems are established with various determining diagnostic parameters and a comparative analysis of these properties is carried out. The use of research results allows to ensure the quality of diagnostics in different areas of its application. The main contributions to the overall diagnostic error the measurement of the flow and rotation frequency of the pump shaft (respectively, decreasing from 48–39 % to 20–30 %, but remaining major) give. A smaller and almost identical error is given by diagnosing “by feed coefficient” and “by feed”. Diagnosing “by frequency” gives a 1.4–3 times greater error due to the errors in the measurement of rotational speed, pressure and manufacturing error of a constant-throttle. However, the diagnostic system “by frequency” provides the lowest cost of equipment, since in this system, the flow meter is replaced by a constant-flow choke. And the average cost of a flow meter is 80–90 % of the cost of all measurement tools

of diagnostic parameters. Therefore, it is advisable to use the “feed rate” and “feed” diagnostics in manufacturing plants and repair factories to diagnose new pumps where the greatest accuracy is needed. Diagnosis “in frequency” is advisable to use for on-board diagnostics and on the bases of mechanization to identify pumps, whose state is close to the limit. In addition to determining the total error of diagnostics, the studies conducted determine the patterns of their formation, which allows influencing this error purposefully by the diagnostic modes and the rational selection of a set of tools for measuring diagnostic parameters. The study of the dependence between structural and diagnostic parameters allows you to set the properties of diagnostic systems, compare these properties and purposefully ensure the quality of diagnostics.

Keywords: construction machine, hydraulic drive, diagnostics, quality of diagnostics, properties of systems of diagnostic parameters.

Pimonov Igor¹, PhD, Associate Professor, tel. +380(50) 217-05-24, igor_lena_p@ukr.net,
Rukavishnikov Yuri, associate professor, +380(67) 304-57-87, kaf_bdm@ukr.net
Kharkiv National Highway University

Повышение качества диагностирования гидроприводов строительных машин

Аннотация. Проведено исследование различных систем диагностических параметров, которое применительно к статипараметрическому методу диагностирования. Установлены основные свойства этих систем при различных определяющих диагностических параметрах и проведен сравнительный анализ этих свойств. Использование результатов исследования позволяет обеспечить качество диагностирования в разных областях его применения. Основные вклады в общую погрешность диагностирования дают погрешности измерения подачи и частоты вращения вала насоса (соответственно уменьшаясь от 48–39 % до 20–30 %, но оставаясь основными). Меньшую и практически одинаковую погрешность даёт диагностирование «по коэффициенту

ту подачи» и «по подаче». Диагностирование «по частоте» даёт в 1,4–3 раза большую погрешность за счёт погрешностей измерения частоты вращения, давления и погрешности изготовления дросселя постоянного сечения. Однако система диагностирования «по частоте» обеспечивает наименьшую стоимость оборудования, т.к. в этой системе расходомер заменён дросселем постоянного сечения. А стоимость расходомера в среднем составляет 80–90 % от стоимости всех средств измерения диагностических параметров. Поэтому диагностирование «по коэффициенту подачи» и «по подаче» целесообразно применять на заводах-изготовителях и на ремонтных заводах для диагностирования новых насосов, где необходима наибольшая точность. Диагностирование «по частоте» целесообразно применять для бортовой диагностики и на базах механизации для выявления насосов, состояние которых близко к предельному. Кроме определения общей погрешности диагностирования, проведенные исследования определяют закономерности их формирования, что позволяет целенаправленно влиять на эту погрешность режимами диагностирования и рациональным подбором комплекта средств для измерения диагностических параметров. Исследование связи между структурными и диагностическими параметрами позволяет установить свойства диагностических систем, произвести их сравнение и целенаправленно обеспечить качество диагностирования.

Ключевые слова: строительная машина, гидропривод, диагностика, области применения, качество диагностики, свойства систем диагностических параметров.

Пимонов Игорь Георгиевич¹, к.т.н., доцент, +380(50) 217-05-24, igor_lena_p@ukr.net,
Рукавишников Юрий Васильевич¹, доцент, +380(67)304-57-87, kaf_bdm@ukr.net,
¹Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, ул Ярослава Мудрого, 25, г. Харьков, Украина.