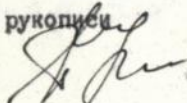


ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

На правах рукописи

КНЫШОВ Александр Яковлевич



РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ГИДРОПРИВОДОВ
- СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ

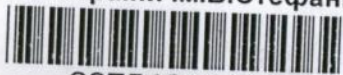
Специальность 05.20.03- Эксплуатация, восстановление
и ремонт сельскохозяйственной техники

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Харьков - 1996

ЛНБ України ім.В.Стефаника



00754648 (Y)

206-54932
ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

На правах рукописи

УДК 631.2.072.3.82

КНШИОВ Александр Яковлевич

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ГИДРОПРИВОДОВ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ

Специальность 05.20.03 – Эксплуатация, восстановление
и ремонт сельскохозяйственной техники

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Харьков – 1996

AB 34.95a

Работа выполнена в Таврической государственной аграрно-технической академии

Научный руководитель - кандидат технических наук,
доцент В.Н.Корчев

Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки и техники
Украины А.Т.Лебедев

кандидат технических наук

А.С.Полянский

Ведущее предприятие - Мелитопольский завод тракторных
гидроагрегатов

Защита диссертации состоится "25" июня 1996г.
в 10 часов на заседании специализированного совета К 02.20.02
при Харьковском Государственном техническом университете
сельского хозяйства /ХГТУСХ/ /310078, г. Харьков, ул. Артема, 44/

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета

Автореферат разослан "23" мая 1996г.

Ученый секретарь
специализированного совета
к.т.н., профессор

Д.С.Ермолов

ЛНБ ім. В. Стефанива
АН України

Актуальность темы. Ресурсосбережение при эксплуатации тракторов является одной из основных задач ускоренного развития сельскохозяйственного производства Украины. При этом особенно актуальны вопросы снижения трудоемкости диагностирования как трактора в целом, так и отдельных его систем, в частности гидроприводов.

Цель исследования. Разработка универсального метода диагностирования различных по своему функциональному назначению гидроприводов и на его основе обоснование ресурсосберегающей технологии оценки их технического состояния при эксплуатации и ремонте трактора.

Объект исследования. Гидроприводы трактора Т-150К.

Методика исследования. Теоретические исследования базируются на теории чувствительности динамических систем к изменению параметров, на основе которой обоснованы новые средства и технология диагностирования гидроприводов трактора; экспериментальные исследования выполнены в лабораторных условиях с последующей оценкой эффективности ресурсосберегающей технологии диагностирования гидроприводов при техническом обслуживании трактора Т-150К.

Научная новизна. В диссертации получены следующие новые научные результаты:

- математические модели и передаточные функции гидроагрегатов с неустойчивыми параметрами;
- теория чувствительности параметров переходного процесса гидропривода к изменению технического состояния гидроагрегатов;
- алгоритмы контроля технического состояния и поиска неисправностей гидроприводов;
- ресурсосберегающая технология диагностирования гидроприводов трактора;
- рекомендации по ресурсосбережению при диагностировании и ремонте тракторов.

Практическая ценность. Проведенные исследования позволили обосновать новые средства и ресурсосберегающую технологию диагностирования гидроприводов, обеспечивающие оценку технического состояния гидроагрегатов без их демонтажа с трактора.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы одобрены на научных конференциях профессорско-преподавательского состава, научных работников и аспирантов Харьковского Государственного технического университета сельского хозяйства, Таврической аграрнотехнической академии/г. Мелитополь/, /1994, 1995г.г./ межгосударственном симпозиуме по сельхозмашиностроению/г. Харьков, УкрНИИСХОМ, 1994г./, международной научно-практической конференции по гидроприводам сельскохозяйственных машин/г. Винница, 1994г./ и научно-технических советах Харьковского тракторного завода/1994г./ и Мелитопольского завода тракторных гидроагрегатов/1995г./.

Внедрение. Материалы исследования переданы для реализации на Харьковский тракторный завод, Мелитопольский завод тракторных гидроагрегатов и Украинский НИИ сельхозмашиностроения.

Реализация ресурсосберегающей технологии диагностирования гидроприводов трактора Т-150М на Васильевском районном Государственном производственном объединении "Агротехсервис" Запорожской области позволили в 1995г. снизить трудоемкость одного диагностирования гидроприводов с 2,49 до 0,36 чел.-ч, обеспечив экономию рабочих жидкостей на 20...25%.

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в четырех печатных работах.

Объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, списка использованной литературы и приложений. Она содержит 173 страниц машинописного текста, 61 рисунок, 16 таблиц, списка использованной литературы 53 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение. Обоснована актуальность работы; сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

1. Сущность вопроса. Цель и задачи исследования. Проанализирован мировой опыт совершенствования гидроприводов и перспективы их развития для мобильных сельскохозяйственных машин. Эти вопросы нашли свое отражение в работах Т.М.Башты, Н.С.Гамынина, К.И.Городецкого, В.А.Дидура, Г.Л.Кальбуса, А.Т.Лебедева, Э.В.Ловкиса, Г.П.Лышко, Д.Н.Шопова, И.Н.Серебрякова, Г.Б.Топилина и других авторов. На основании данных исследований решены задачи конструктивного совершенствования гидроприводов, обоснованы рекомендации по эффективному их использованию на сельскохозяйственных машинах и тракторах.

Вопросы надежности гидроприводов сельскохозяйственных тракторов, их диагностирования отражены в работах В.П.Гребнева, В.А.Дидура, А.Т.Лебедева, В.К.Соковикова, П.М.Черейского и других авторов.

Однако, комплексных исследований по разработке универсальных средств ресурсосберегающей технологии диагностирования гидроприводов трактора не проводилось.

В соответствии с общей целью в диссертации решались следующие задачи:

- оценить чувствительность динамических характеристик гидроприводов трактора к изменению технического состояния гидроагрегатов;
- обосновать универсальный способ диагностирования различных по своему функциональному назначению гидроприводов трактора;
- разработать алгоритмы поиска неисправностей и оценки технического состояния гидроприводов трактора;
- обосновать ресурсосберегающую технологию диагностирования гидроприводов без демонтажа гидроагрегатов с трактора;
- предложить рекомендации по экономии ресурсов и смазочных материалов при диагностировании гидроприводов трактора Т-150К.

2. Нестабильность динамических и функциональных параметров гидроприводов трактора. Гидроприводы тракторов как динамические системы содержат входные, выходные сигналы и переменные параметры, зависящие от технического состояния гидроагрегатов.

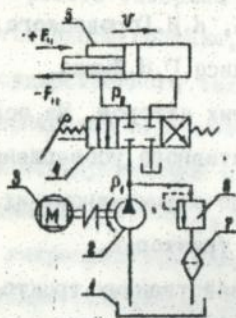


Рис. 1. Гидравлическая схема гидропривода навесной системы трактора: 1-гидробак, 2-объемный насос, 3-двигатель внутреннего сгорания, 4-гидрораспределитель, 5-гидроцилиндр, 6-переливной гидроклапан, 7-гидрофильтр

Гидроприводы рулевого управления /РУ/ и навесной системы /НС/ /Рис. 1/ трактора имеют одинаковую гидравлическую схему при различном месте установки переливного гидроклапана. В гидроприводе рулевого управления он установлен в гидравлической цепи "Объемный насос-гидрораспределитель."

Средняя скорость U движения штока гидроцилиндров для гидроприводов навесной системы /НС/ и рулевого управления /РУ/ определяются из условий:

$$U_{НС} = \frac{\mu S_{гр}}{S_n} \sqrt{2/\rho (\Delta P - \frac{F_H}{S_n})}; \quad /1/$$

$$U_{РУ} = \frac{1}{S_n} (Q_n - \mu S_{гр}) \sqrt{2/\rho \frac{F_H}{S_n}}, \quad /2/$$

где $S_{гр}, S_n$ - площадь соответственно рабочего проходного сечения гидрораспределителя и поршня гидроцилиндра; μ - коэффициент расхода, $\mu = 0,5 \dots 0,7$; ΔP - перепад давления на золотнике гидрораспределителя, Па; Q_n - объемная подача насоса, см³/с; ρ - плотность жидкости кг/м³; F_H - нагрузка на штоке гидроцилиндра, Н.

При выполнении трактором определенного технологического процесса изменение входных сигналов, например, нагрузки $\pm F_N$ на штоке гидроцилиндра, приводит к изменению во времени выходных сигналов / скорости v движения штока гидроцилиндра/.

На тракторе Т-150К применена коробка передач /КП/, позволяющая производить поэтапный разгон при выполнении сельскохозяйственных работ. Подобные коробки передач /рис.2/ имеют индивидуальные муфты сцепления у каждой основной передачи, шестерни которых находятся в постоянном зацеплении.

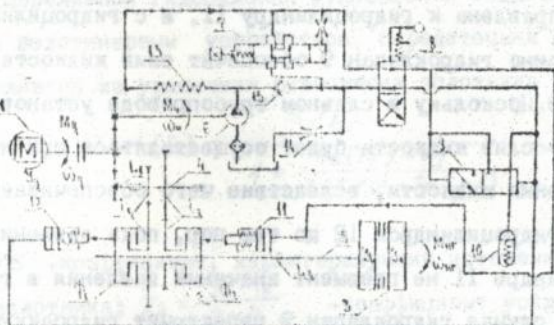


Рис.2. Гидравлическая схема трансмиссии трактора с переключением передач под нагрузкой.

- 1-двигатель внутреннего сгорания; 2-фрикционные муфты Φ_1 и Φ_2 ; 3-нагрузка / M_N, ω_{N2} - момент нагрузки и частота вращения ведущих колес; J, J_2 - момент инерции, вращательных и поступательно движущихся масс; 4,5- первичный / L_1 / и вторичный / L_2 / валы; 6-объемный насос; 7-переливной гидроклапан; 8-гидрораспределитель; 9- гидроклапан переключения; 10-гидроаккумулятор; 11,12- гидроцилиндры/бустеры; 13-фильтр; 14-гидродроссель; 15-обратный гидроклапан.

В трансмиссии с переключением передач под нагрузкой муфты Φ_1 и Φ_2 располагаются на ведомом / L_2 / валу. Включение передач, например, с передаточным числом / i_2 / , осуществляется гидроцилиндром II при подаче в него жидкости от объемного насоса. Так как в данной трансмиссии шестерни коробки передач находятся в постоянном зацеплении, то время включения передачи / i_2 / будет определяться временем включения гидроцилиндра. В этом случае момент / M_d /

двигателя внутреннего сгорания / I / через первичный вал / L_1 / , шестерни постоянного зацепления с передаточным отношением / L_2 / , муфту включения / Φ_2 / поступит ко вторичному / L_2 / валу, преодолевая момент нагрузки / $M_{нг}$ / . Для включения коробки перемены передач с передаточным отношением / L_4 / необходимо подать жидкость в гидроцилиндр 12, прекратив ее подачу в гидроцилиндр 11.

При переключении передач, например, с передачи гидроцилиндра 12 на 11, жидкость от объемного насоса 6 через гидрораспределитель 8 будет направлена к гидроцилиндру 11, а с гидроцилиндра 12 - на слив. Одновременно гидроклапан 9 обеспечит слив жидкости из гидроаккумулятора 10. Поскольку в сливном трубопроводе установлен гидродроссель 14, то слив жидкости будет осуществляться при некотором перепаде давления жидкости, вследствие чего обеспечивается включение передачи гидроцилиндром 12 до тех пор, пока давление жидкости в гидроцилиндре 11 не превысит значения давления в гидроцилиндре 12. В этом случае гидроклапан 9 переключит гидроаккумулятор 10 на подзарядку от насоса 6, одновременно обеспечивая слив жидкости из гидроцилиндра 12.

Для гидропривода трансмиссии с переключением передач под нагрузкой процесс включения и выключения передачи характеризуется давлением жидкости и временем переключения передач, существенно зависящим от динамических параметров гидроагрегатов.

В гидроприводах рулевого управления, навесной системы и трансмиссии с переключением передач под нагрузкой применяются однотипные гидроагрегаты, например шестеренные насосы, золотниковые гидрораспределители и т.д. Для подобных гидроагрегатов динамические свойства оцениваются по их передаточным функциям, учитывающим изменение их технического состояния.

Передаточная функция шестеренного насоса записывается в виде

$$W_H(S) = \frac{K_H(T_{yn}S + 1)}{K_H T_{yn} T_{рн} S^2 + K_H T_{рн} S + 1} \quad /3/$$

где K_H - коэффициент утечек; $T_{рн}$, T_{yn} - постоянные времени соответственно рабочего объема и инерционности утечек.

Переливной гидроклапан относится к гидроагрегатам с подвижным золотниковым устройством, передаточная функция которого определяется из уравнения равновесия золотника

$$W_{nr}(S) = \frac{1/B}{1 + \frac{K_2(T_f S + 1)}{B(T_k^2 S^2 + T_k S + 1)}} \quad /4/$$

где $1/B$ - коэффициент, характеризующий истечение жидкости в щели золотника; $K_2 = \frac{f_2 P_{10}}{e \cdot e}$ - коэффициент усиления золотника; f_2 - площадь торца золотника; P_{10} - установившееся давление жидкости до дросселирующей щели; e - жесткость пружины; h_0 - смещение золотника от нулевого положения; $T_f = \frac{f_2 h_0}{Q_{10}}$ - постоянная времени, характеризующая относительное влияние изменения расхода при движении золотника; Q_{10} - установившийся расход жидкости на входе гидроклапана; $T_k = \sqrt{\frac{m \cdot (L_a + L_b) f_2^2}{e}}$ - постоянная времени клапана; $m = m_z + 1/2 m_{пр}$ ($m_z, m_{пр}$ - масса соответственно золотника, пружины); $L_a, L_b = \sum \rho f_i^{e_i}$ - коэффициент инерционности напора, образованный участками канала e_i и сечения f_i ; $T_k = \frac{(R_a + R_b) f_2^2}{e}$ - постоянная времени демпфирования золотника; R_a, R_b - коэффициент потерь на вязкое трение в каналах "а" и "в".

В гидрораспределителях гидроприводов трактора изменение потока жидкости осуществляется изменением проходного сечения между золотником и корпусом. В этом случае гидрораспределитель

можно рассматривать как гидродроссель, передаточная функция которого записывается в виде

$$W_1(S) = \frac{1}{n(T_p S + 1)} \quad /3/$$

где $T_p = \rho/n \sum \frac{e_i}{f_i} \cdot Q_{g0}/P_{c0}$ - постоянная времени; ρ - плотность жидкости; n - количество дросселирующих щелей /для щелевого дросселя $n = 1$ /; e_i, f_i - длина и сечение дросселя; Q_{g0}, P_{c0} - установившийся расход и давление жидкости перед дросселем.

Передаточная функция гидрофильтра записывается в виде /5/. Передаточная функция гидроцилиндра с учетом внутренних перетечек жидкости имеет вид

$$W_2(S) = \frac{1}{K_H(T_H S + 1)} \quad /6/$$

где $T_H = V_H/EK_H$ - постоянная времени гидроцилиндра; $K_H = q_{H0} \nu_{50}/V_H \nu_r$ - коэффициент утечек жидкости; q_{H0} - внутреннее давление утечки жидкости в гидроцилиндре при рабочем давлении $P_0 = 10 \text{ МПа}$; ν_r, ν_{50} - кинематическая вязкость жидкости номинальная и при температуре 50°C .

Анализ передаточных функций /3/-/6/ показывает, что с изменением технического состояния гидроагрегатов их динамические свойства также изменяются.

В таблице 1 приведены динамические параметры гидроагрегатов, полученные экспериментально в зависимости от наработки трактора Т-150К в рядовой эксплуатации.

Таблица I

Изменение динамических параметров гидроагрегатов
от наработки трактора Т-150К

Гидроагрегат	параметр	наработка, м.ч.		
		500	3000	6000
Гидронасос НМШ -20	$T_n \cdot 10^{-3}, c$	1,480	0,984	0,424
	$K_n \cdot 10^{-5}, m^3/c.MPa$	1,5	3,4	6,4
НШ-32-Л	$T_n \cdot 10^{-3}, c$	1,538	1,028	0,464
	$K_n \cdot 10^{-5}, m^3/c.MPa$	1,6	3,5	6,8
НШ-50-2-Л	$T_n \cdot 10^{-3}, c$	1,735	1,115	0,438
	$K_n \cdot 10^{-5}, m^3/c.MPa$	1,8	3,7	7,4
Гидрораспределитель				
РУ	T_d, c	0,022	0,054	0,088
НС	T_d, c	0,032	0,058	0,092
МШ	T_d, c	0,024	0,050	0,086
Гидроцилиндр				
Ц-100	T_n, c	392	195,8	24,3
	$K_n \cdot 10^{-3}, m^3/c.MPa$	3,96	27,64	52,82
Ц-125	T_n, c	420,0	203,4	25,4
	$K_n \cdot 10^{-3}, m^3/c.MPa$	4,03	28,61	58,30

Для оценки чувствительности гидропривода к неисправностям получены математические модели гидроагрегатов, записанных в виде

детерминированных уравнений. При этом неисправности гидроприводов объединены в группы: негерметичность различных участков, частичное перекрытие/засорение/ гидравлической цепи; поломки или изменения характеристик упругих элементов /пружин, мембран и т.д./; заедание, схватывание подвижных соединений.

При анализе влияния неисправностей на работоспособность гидроприводов за функциональный параметр принят параметр, изменение которого выше предельного значения обуславливает утрату работоспособности, а за диагностический - параметр косвенно характеризующий работоспособность гидроприводов. Доказано, что определяющим /наиболее значимым/ функциональным параметром гидроприводов трактора является стабильность переходного процесса, а диагностическим параметром - коэффициент объемной подачи.

3. Ресурсосберегающая технология диагностирования гидроприводов трактора. В основу ресурсосберегающей технологии диагностирования гидроприводов положен способ оценки их технического состояния по изменению параметров переходного процесса, позволяющий оценить техническое состояние гидроагрегатов без их демонтажа с трактора.

При анализе чувствительности гидроприводов к изменению технического состояния гидроагрегатов оценивалось влияние на характеристику переходного процесса одного параметра, например, утечек жидкости, принимая отклонения остальных параметров равными нулю. В этом случае абсолютная чувствительность передаточной функции $W(s)$ гидроагрегата к изменению параметра q записывается в виде

$$T_q^w(s) = \frac{\partial W(s, q_1, \dots, q_m)}{\partial q} \left| \begin{array}{l} q_1 = q_{10} \\ q_m = q_{m0} \end{array} \right. \quad /7/$$

В соответствии с уравнением /7/ для определения влияния технического состояния гидроагрегатов на параметры переходного процесса оценивается частная производная их передаточной

по соответствующему параметру, например, по коэффициенту утечек жидкости.

В таблице 2 приведены функции абсолютной чувствительности передаточных функций /3/ -/6/ к изменению параметров гидроагрегатов.

Таблица 2

Чувствительность передаточных функций к изменению параметров гидроагрегатов

Гидроагрегаты	$T_q^w(s)$
Объемный насос	$\frac{\partial W_H(s)}{\partial K_H} = (-1) \frac{T_{2H} S + 1}{(K_H T_{1H} T_{PH} S^2 + K_H T_{PH} S + 1)}$
Переливной гидроклапан	$\frac{\partial W_{HK}(s)}{\partial K_3} = (-1) \frac{[(T_{KH}^2 + T_{KH}) S] (T_f S + 1)}{[(\Delta T_{KH}^2 + b T_{KH} + K_3 T_f) S + b + K_3]^2}$
Гидрораспределитель, фильтр	$\frac{\partial W_P(s)}{\partial P_{CO}} = \frac{\rho_{G_{CO}} \sum \frac{E_i}{f_i} S}{(\rho_{G_{CO}} \sum \frac{E_i}{f_i} S + n \rho_{CO})^2}$
Гидроцилиндр	$\frac{\partial W_Y(s)}{\partial K_Y} = \frac{V_Y / E}{(V_Y / E + q_{Y0} n_{s0} / P_0 n_T)}$

Функции чувствительности гидроприводов к изменению технического состояния гидроагрегатов позволили обосновать способы их диагностирования.

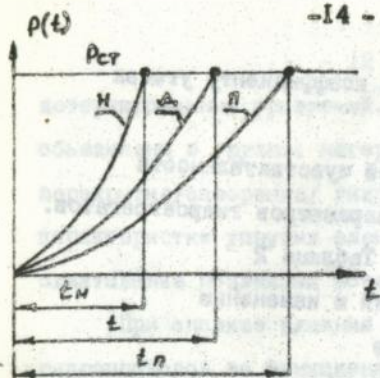


Рис. 3. Изменение времени первого согласования $p(t)$ с $p_{ст}$ при номинальной H , допустимой Δ и предельной Π техническом состоянии гидропривода

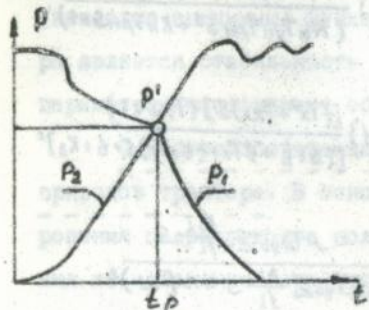


Рис. 4. Изменение давления жидкости во включаемой P_2 и выключаемой P_1 передачах трансмиссии с переключением передач под нагрузкой.

текущее значение \dot{p} и ϵ_p с номинальным.

При разработке ресурсосберегающей технологии диагностирования гидроприводов обоснована последовательность поиска неисправностей с помощью гидротестера за кратчайшее время и с наименьшими затратами труда. При построении алгоритма поиска неисправностей гидроприводов реализованы следующие принципы:

Для гидроприводов рулевого управления и навесной системы утечки рабочей жидкости определяет по времени нарастания давления $p(t)$ до статического $p_{ст}$ /рис.3/ в момент включения обратного гидроклапана, которое взаимосвязано с интенсивностью нарастания давления жидкости $\dot{p} = p(t)/t$. Экспериментально получено: $\dot{p}_H=320$ МПа/с, $\dot{p}_\Delta=265$ МПа/с, $\dot{p}_\Pi=245$ МПа/с.

Для гидропривода коробки передач работоспособность оценивают по времени разрядки t_p до предельного давления p' и зарядки гидроаккумулятора и по их разности определяется неисправность /рис.4/.

Экспериментально получено:

$$t_{pH} = 0,5 ; t_{p\Delta} = 0,65с ; t_{p\Pi} = 0,70с$$

Способы диагностирования гидроприводов рулевого управления, навесной системы и коробки передач реализованы в гидротестере, позволяющем сравнить

анализировалась вероятность возникновения неисправности P_n / по данным рядовой эксплуатации трактора; оценивалось время t_n /, необходимое для поиска определенной неисправности; анализировалось отношение t_n/P_n .

В основу оптимального алгоритма поиска неисправностей гидроприводов положен принцип обоснования последовательности выполнения операций от $(t_n/P_n)_{min}$ до $(t_n/P_n)_{max}$.

В таблицах 3 и 4 приведены исходные данные для обоснования алгоритмов поиска неисправностей гидроприводов трактора Т-150К.

Таблица 3

Вероятность P_n / и время t_n / поиска неисправности гидропривода коробки передач трактора Т-150К

Неисправность	P_n	t_n	t_n/P_n	Шифр
Засорение фильтра	0,22	0,10	0,45	ЗФ
Разрыв потока мощности	0,08	0,04	0,50	РП
Включение двух передач	0,12	0,04	0,33	ДП
"Заведание" золотника	0,20	0,07	0,35	ЗЗ
Заклинивание поршня гидроаккумулятора	0,09	0,07	0,77	ЗГ
Утечки в гидрораспределителе	0,25	0,09	0,36	УЖ
Износ дисков	0,10	0,12	1,20	ИД
Коробление дисков	0,18	0,12	0,6	КД

Алгоритм поиска неисправностей:

ДП → ЗЗ → УЖ → ЗФ → КД → ЗГ → ИД

Таблица 4

Вероятность / P_n / и время / t_n / поиска неисправностей гидропривода навесной системы трактора Т-150К

Неисправность	P_n	t_n	t_n/P_n	Шифр
Утечки в гидроцилиндре	0,22	0,10	0,48	УЦ
Утечки в гидронасосе	0,20	0,10	0,50	УН
Утечки в перепускном клапанае	0,06	0,60	10	УП
Утечки в золотниковой паре гидрораспределителя	0,26	0,17	0,65	УЗ
Разрегулировка автомата гидрораспределителя	0,08	0,06	0,75	РА
Разрегулировка обратного гидроклапана	0,06	0,20	3,3	РО

Алгоритм поиска неисправностей:

УЦ→УН→УЗ→РА→РО→УП

Подобный алгоритм поиска неисправностей имеет гидропривод рулевого управления.

Отличительной особенностью ресурсосберегающей технологии диагностирования гидроприводов является возможность дифференциальной оценки технического состояния гидроагрегатов без их демонтажа с трактора. В основу данной технологии положены разработанный гидротестер и алгоритмы поиска неисправностей гидроприводов.

4. Программа и методика экспериментальных исследований.

Программой предусматривалось выполнение следующих работ экспериментальных исследований:

- для гидроприводов РУ и НС оценка влияния технического состояния гидроагрегатов на динамическое нарастание давления \dot{P} / жидкости в магистрали высокого давления и падения давления $-\dot{P}$ / в магистрали слива, изучение влияния регулировок гидроклапанов и конструктивных параметров / длина трубопроводов, объем рабочей жидкости и т.д. / на характеристику переходного процесса;

- для гидропривода ИИ оценивалось влияние технического состояния гидроагрегатов на параметры переходного процесса / время падения давления в выключаемой передаче и нарастания во включаемой, минимальное давление жидкости при переключении передач, установившееся давление жидкости на всех передачах /.

Для гидроприводов РУ, НС и ИИ оценивалось трудоёмкость ресурсосберегающей технологии диагностирования.

Диагностическими параметрами служили параметры усеченных /неполных/ переходных процессов, зарегистрированных с помощью измерительных преобразователей /ИИ/ давления. Для обеспечения возможности полного анализа взаимосвязей функциональных и диагностических параметров параллельно с усеченными переходными процессами осциллографировались полные переходные процессы.

При планировании экспериментов по оценке влияния технического состояния гидроагрегатов на параметры переходных процессов проводилось несколько серий параллельных опытов на их воспроизводимость в рассматриваемой области изменения факторов.

При этом определялось среднее арифметическое значение функции отклика и дисперсия для каждой серии параллельных опытов. Для проверки воспроизводимости опытов вычислялось расчетное значение критерия Корхена. На ЭВМ находились оригиналы по изображению передаточных функций.

6. Результаты экспериментальных исследований. Экспериментально установлено, что наиболее существенное влияние на параметры переходного процесса гидропривода оказывает коэффициент объемной пода-

ЛИБ. ИМ. В. СТЕФАНИКА
1989 г.

чи / K_a /. Так например, для гидропривода рулевого управления при регулировке переливного гидроклапана на 31 л/мин \dot{P} для $K = 0,6$ равно 420 МПа/с, увеличиваясь при $K = 0,9$ до 600 МПа/с, т.е. в 1,4 раза /рис. 5/. Зависимость $\dot{P} = f(K_a)$ изменяется незначительно для регулировок переливного гидроклапана от 27 до

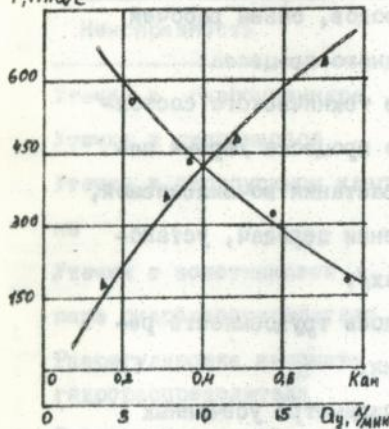


Рис. 5. Зависимость скорости нарастания давления / \dot{P} / жидкости от коэффициента объемной подачи / K_{an} / насоса и утечек / Q_y / в гидрораспределителе гидропривода рулевого управления

39 л/мин, что является важным условием практической реализации метода переходных процессов при диагностировании гидропривода. С увеличением утечек / Q_y / жидкости в гидрораспределителе параметр \dot{P} резко уменьшается. Так например, при увеличении утечек в пределах от 2 до 25 л/мин для регулировки переливного гидроклапана на 31 л/мин уменьшится \dot{P} от 600 до 200 МПа/с, т.е. в 3 раза. С изменением частоты вращения привода насоса параметр \dot{P} изменяется незначительно. С повышением утечек жидкости в запорном гидроклапане и гидроцилиндрах поворота скорость падения давления / $-\dot{P}$ / увеличивается. Так например, при $Q_{yг.з} = 1,0$ л/мин импульс давления $\dot{P} = 300$ МПа/с за время $t = 2$ с уменьшается до 750 МПа/с, а при $Q_{yг.з} = 13$ л/мин — до 400 МПа/с, т.е. параметр $-\dot{P}$ изменяется в 1,8 раза.

Для гидропривода навесной системы снижение коэффициента объемной подачи насоса от номинального значения / $K_{an} = 0,9$ / до предельного / $K_{an} = 0,6$ / приводит к снижению скорости нарастания давления от 315 МПа/с до 240 МПа/с; увеличение утечек жидкости в золотниковой палочке гидрораспределителя и в гидроцилиндре до предельного значения / $0,83 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$ / влияет только на уменьшение давления в полости

высокого давления в начальный период образования контура, которое составляет 1,8 МПа через время $t = 4$ с. Для гидропривода коробки передач длительность переходного процесса

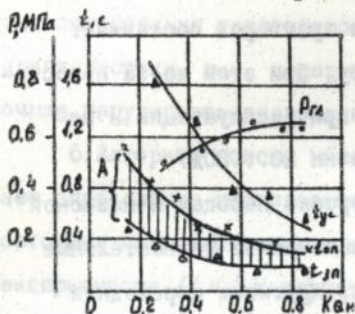


Рис. 6. Зависимость длительности t_{yc} / переходного процесса, времени опорожнения и заполнения гидроцилиндров включаемой / $t_{зап}$ / и выключаемой / $t_{оп}$ / передач от коэффициента объемной подачи / $K_{об}$ / насоса / масло М101, $t = 323$, А-зона перекрытия передач

длительность переходного процесса / t_{yc} / / рис. 6 / при уменьшении $K_{об}$ от 0,85 до 0,60 возрастает с 0,50 до 0,60 / в 1,2 раза /, а при уменьшении $K_{об}$ от 0,60 до 0,35 возрастает с 0,6 до 1,4 с / в 2,3 раза /. Аналогичные закономерности изменения времени опорожнения и заполнения выключаемой / $t_{оп}$ / и включаемой / $t_{зап}$ / передач от $K_{об}$.

При утечках жидкости в гидрораспределителе / $Q_{ут}$ / переключения передач параметры переходного процесса незначительно отклоняются от номинальных значений. При $Q_{ут} > 10 \text{ см}^3 / \text{с}$ возможно одновременное включение двух передач. Отклонение хода поршня гидроподжимных муфт свыше 4,6 мм, вызванное износом и короблением дисков, наиболее существенно влияет на время переходного процесса. Засоренность фильтра

$\xi \leq 75\%$ не оказывает существенного влияния на параметры переходного процесса.

Технология диагностирования гидроприводов, основанная на анализе параметров переходных процессов, позволила в Васильевском районном Государственном производственном объединении "Агротехсервис" Запорожской области снизить в 1996 г. трудоемкость диагностирования гидроприводов трактора Т-150К рулевого управления от 0,92 до 0,11 чел./ч, коробки передач от 0,82 до 0,15 чел/ч и навесной системы от 0,75 до 0,10 чел.ч.

Выполненные исследования позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Неисправности и отказы гидроприводов тракторов составляют 30 ... 35% от общего их количества по трактору, при этом из-за недостаточности контроля их технического состояния при эксплуатации и ремонте недоиспользуется ресурс гидроагрегатов на 20...30%.

2. Гидроприводы рулевого управления, коробки передач и навесной системы трактора можно рассматривать как динамические колебательные системы с малым коэффициентом деформирования, крутизна переходной характеристики которых наиболее полно отражает техническое состояние гидроприводов.

3. Определяющим /наиболее значимым/ диагностическим параметром, по которому оценивается техническое состояние гидропривода, является снижение давления жидкости /коэффициент объемной подачи гидропривода, k_a /, определяемом в основном утечки жидкости через подвижные соединения гидроагрегатов.

Предельные значения k_a , при котором теряет работоспособность гидропривод рулевого управления $k_{a\text{ ру}}=0,6$; коробки передач $k_{a\text{ кп}}=0,5$; навесной системы $k_{a\text{ н.с}}=0,55$.

4. Сущность способа диагностирования гидроприводов путем контроля параметров переходной характеристики заключается в том, что с целью оценки технического состояния гидроагрегатов без их демонтажа с трактора утечки рабочей жидкости определяют по динамическому нарастанию давления жидкости между двумя уровнями в момент включения обратного гидроклапана.

5. Для гидроприводов рулевого управления, коробки передач и навесной системы трактора динамическое нарастание давления жидкости существенно зависит от технического состояния гидроагрегатов и не существенно от регулировок гидроклапанов, частоты вращения привода насоса, температуры рабочей жидкости и т.д.

Это является важным условием практической реализации метода диагностирования гидроприводов по контролю параметров переходной характеристики, т.к. перед началом диагностирования не требуется точная регулировка гидроклапанов.

6. Алгоритм поиска неисправностей гидроприводов предусматривает определение последовательности операций контроля технического состояния гидроагрегатов с минимальным отношением времени поиска неисправности $/t_n/$ к вероятности ее возникновения $/P_n/$, т.е.

Для гидроприводов рулевого управления и навесной системы процедура поиска неисправностей должна начинаться с определения утечек жидкости в гидроцилиндрах и заканчиваться регулировкой обратных гидроклапанов, для гидропривода коробки передач первоначально необходимо оценить продолжительность включения передач и в завершении проверить износ дисков гидроподжимных муфт.

7. Технологии диагностирования гидроприводов, основанные на анализе параметров переходных характеристик, позволили при ремонте трактора Т-150К на Васильевском районном Государственном производственном объединении "Агротехсервис" Запорожской области снизить трудоемкость одного диагностирования гидроприводов при периодичности $Z = 300$ мото.ч с 2,49 до 0,36 чел.-ч, обеспечив при этом экономии 9кг рабочих жидкостей /масел/.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах

1. Кнышов А.Я., Складар А.Г. Технология диагностирования гидроприводов сельскохозяйственной техники / Харьков: Тезисы доклада на международном симпозиуме по проблеме: Перспективные комплексы машин для возделывания и уборки сахарной свеклы. 1994, с.15-16.

2. Кюрчев В.Н., Кнышов А.Я. Гидротестер для диагностирования гидроприводов трактора. /Харьков. Информационный листок ИИ №57-95, - 1995, с.4.

3. Кнышов А.Я. Прогнозирование ресурса гидроприводов трактора при диагностировании. /Киев: Депонированная рукопись в ГИПБ Украины, - 1996. Ук 96 №946.

4. Кнышов А.Я., Кюрчев В.Н., Скляр А.Г. Ресурсосбережение при диагностировании гидропривода коробки передач трактора с переключением под нагрузкой. /Киев: Депонированная рукопись в ГИПБ Украины. - 1996. Ук 96 №945.

КНИШОВ ОЛЕКСАНДР ЯКОВИЧ. Ресурсозбереження при діагностуванні гідроприводів сільськогосподарських тракторів.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук по спеціальності 05.20.03 - експлуатація, поновлення та ремонт сільськогосподарської техніки. Харківській державний технічний університет сільського господарства.

Захищається робота, у якій висвітлено результати досліджень в галузі тракторного гідроприводу.

У роботі теоретично обґрунтований й експериментально підтверджений новий спосіб діагностування гідроприводів стерпного керування, навісної системи й коробки передач трактора по зміні параметрів перехідної характеристики, яка дозволяє оцінити технічний стан гідроагрегатів без їх демонтажу.

Запропонований спосіб дозволив розробити нові засоби та технологію діагностування, які забезпечують визначення з якнайменшими витратами засобів та матеріалів найбільш складних несправностей гідроприводів.

В роботі одержані наступні нові наукові результати:

- математичні моделі та передаточні функції гідроагрегатів з нестабільними параметрами;
- теорія чутливості параметрів перехідного процесу гідроприводу до зміни технічного стану гідроагрегатів;
- алгоритми контролю механічного стану та пошуку несправностей гідроприводів;
- ресурсозберігаюча технологія діагностування гідроприводів трактора;
- рекомендації щодо ресурсозбереження при діагностуванні та ремонті тракторів.

Виконаний комплекс теоретичних та експериментальних досліджень дозволив знизити трудомісткість діагностування гідроприводів трактору Т-150 К з 2,49 до 0,36 чел-ч, забезпечуючи при цьому на 9 кг економію робочих рідин (масел) на кожний трактор.

Ключові слова: гідропривод, діагностування, робоча рідина, тиск, ресурсозбереження, технічне обслуговування.

Knyshev Alexander Yakovlevich.

Resources saving for diagnosing farm tractor hydraulic drives. The thesis on speciality 05.20.03 - "Exploitation, Restoration and Repair of Farm Machinery" is fulfilled in order to receive a scientific degree of Master of Technical Science.

The work contains the results of investigation carried out in the field of tractor hydraulic drive.

The work gives theoretical base and experimentally confirms the new method for diagnosing hydraulic drives of steering system, draw bar system, and tractor gear box in terms of changed parameters for transfer characteristics allowing to estimate technical condition of hydraulic drives without their disassembling.

The method offered allowed to work out new diagnosing means and diagnosing technology that allow to detect the complicated damages and operation faults in hydraulic drives with minimum expenditures and minimum material consumption.

The investigation the following new scientific results:

- mathematical models and transfer functions of hydraulic units having not stable parameters;
- theory for parameters perceptibility while hydraulic drive transfer process resulting in change of technical condition of hydraulic drives;
- algorithms for control of hydraulic drives condition and detecting the faults in their operation;
- resources saving technology for diagnosing farm tractor hydraulic drives;
- recommendations for resources saving when diagnosing and repairing tractors.

The research covering a great deal of theoretical and experimental work allowed to reduce labour volume necessary for diagnosing hydraulic drives of T-150K tractor from 2.49 down to 0.36 man-hour providing 9 kg working liquids (oils) save per a tractor.

Key words: hydraulic drives, diagnosing, working liquid, pressure, resources saving, technical maintenance.

Полписано к печати 25.04.96.Формат 60x84,1/16
бумага для множительных аппаратов.
Объем 1.0 усл.-печ.л.Тираж 100. Заказ 237.

332308 г. Мелитополь, ул. Кирова, 210
участок операторной печати №3.

4471

AB 34950

AB 34.952

The first section of the bill provides that the Department of Education shall have the duty of providing for the education of all children of the State who are of legal age and who are unable to support themselves.

The second section of the bill provides that the Department of Education shall have the duty of providing for the education of all children of the State who are of legal age and who are unable to support themselves.

The third section of the bill provides that the Department of Education shall have the duty of providing for the education of all children of the State who are of legal age and who are unable to support themselves.

The fourth section of the bill provides that the Department of Education shall have the duty of providing for the education of all children of the State who are of legal age and who are unable to support themselves.

The fifth section of the bill provides that the Department of Education shall have the duty of providing for the education of all children of the State who are of legal age and who are unable to support themselves.

The sixth section of the bill provides that the Department of Education shall have the duty of providing for the education of all children of the State who are of legal age and who are unable to support themselves.

The seventh section of the bill provides that the Department of Education shall have the duty of providing for the education of all children of the State who are of legal age and who are unable to support themselves.

The eighth section of the bill provides that the Department of Education shall have the duty of providing for the education of all children of the State who are of legal age and who are unable to support themselves.

The ninth section of the bill provides that the Department of Education shall have the duty of providing for the education of all children of the State who are of legal age and who are unable to support themselves.

The tenth section of the bill provides that the Department of Education shall have the duty of providing for the education of all children of the State who are of legal age and who are unable to support themselves.