

ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

На правах рукописи

СКЛЯР Александр Григорьевич

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ГИДРОПРИВОДА КОРОБКИ
ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРА С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ БЕЗ РАЗРЫВА
ПОТОКА МОЩНОСТИ

05.20.03 - Эксплуатация, ремонт и восстановление
сельскохозяйственной техники

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Харьков - 1994

ЛННБ України ім.В.Стефаніка

Аб 31 584



00755787 (\$)

ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

На правах рукописи
УДК 629.114.2-82-85

СЮЛЯР Александр Григорьевич

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ГИДРОПРИВОДА КОРОБКИ
ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРА С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ БЕЗ РАЗРЫВА
ПОТОКА МОЩНОСТИ

05.20.03 - Эксплуатация, ремонт и восстановление
сельскохозяйственной техники

А В Т О Р Е Ш Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Харьков - 1994

Работа выполнена на кафедре "Тракторы и автомобили"
Харьковского Государственного технического университета сельского
хозяйства.

- Научный руководитель - заслуженный деятель науки и тех-
ники Украины, доктор технических
наук, профессор Лебедев А.Т.
- Консультант - канд. техн. наук, доцент Кюрчев В.Н.
- Официальные оппоненты : член корреспондент ИА Украины,
доктор технических наук, профес-
сор Кальченко Б.И.
кандидат технических наук,
доцент Федосов А.С.
- Ведущая организация - Мелитопольский завод тракторных
гидроагрегатов.

Защита состоится "26" января 1995 г. в 10 ча-
сов на заседании специализированного совета К-120.38.01 при
Харьковском Государственном техническом университете сельского
хозяйства / ХГТУСХ / , г. Харьков.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью,
просим направлять ученому секретарю специализированного совета
по адресу: 310078, г. Харьков - '78, ул. Артема, 44, ХГТУСХ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ХГТУСХ.

Автореферат разослан "13" января 1994 г.

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

Ермолов Л.С.

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Повышение эффективности сельского хозяйства Украины во многом определяется обеспечением работоспособного состояния в различных условиях эксплуатации тракторов типа Т-150. При этом особенно актуальны вопросы повышения работоспособности наиболее сложных агрегатов данных тракторов, в частности гидроприводов коробки передач / КП / без разрыва потока мощности.

В работе основное внимание уделено оценке влияния чистоты рабочей жидкости на динамические свойства КП при переключении передач и разработке рекомендаций по тонкости фильтрации рабочей жидкости гидропривода КП трактора Т-150 К. Решение данных вопросов особенно актуально для повышения работоспособности тракторов Т-150К при эксплуатации их в условиях невыполнения основных правил технического обслуживания и применения некачественных смазочных материалов.

Цель исследования. Повышение работоспособности гидропривода коробки передач трактора с переключением без разрыва потока мощности.

Объект исследования. Гидропривод коробки передач трактора Т-150К с переключением без разрыва потока мощности.

Научная новизна. В работе получены следующие новые научные результаты:

- алгоритм оценки технического состояния гидропривода КП по параметрам переходного процесса;
- математические модели и передаточные функции гидроагрегатов гидропривода КП с нестабильными параметрами;
- методика оценки предельной концентрации загрязнителя рабочей жидкости гидропривода КП;
- рекомендации по обоснованию тонкости фильтрации рабочей жидкости гидропривода КП трактора Т-150 К.

Практическая ценность. Проведенные исследования позволили обосновать параметры фильтра гидропривода КП трактора Т-150 К, допускающего многократную регенерацию в условиях эксплуатации.

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 аграрно-технической академии /г. Мелитополь/ в

1990-1994 г.г., межгосударственном симпозиуме /г.Харьков, 1994 г./ и научно-технических советах Харьковского тракторного завода /1993 г./ и Мелитопольского завода тракторных гидроагрегатов /1994 г./.

Внедрение. Полученные практические рекомендации переданы для внедрения на Мелитопольский завод тракторных гидроагрегатов, Харьковский тракторный завод и Украинский НИИ сельхозмашиностроения.

Реализация новых фильтров при ремонте трактора Т-150 К на Васильевском районе Государственном производственном объединении "Агротехсервис" Запорожской области позволило в 1993 г. повысить работоспособность гидропривода КП на 13-15%.

Публикация. Основные положения и результаты диссертационной работы опубликованы в трех печатных работах.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных выводов, списка использованной литературы, а также приложений. Она содержит 175 страниц машинописного текста, 81 рисунок, 11 таблиц, списка использованной литературы 52 наименований, из них, 2 на иностранном языке.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность тематики повышения работоспособности гидропривода КП трактора Т-150 К, излагается научная новизна, практическая ценность работы, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

I. Сущность проблемы. Цель и задачи исследования. Проанализирован современный уровень совершенствования гидроприводов и перспектив их развития для мобильных сельскохозяйственных агрегатов. Эти вопросы нашли свое отражение в работах Т.М. Башты, И.С. Гамзина, К.И. Городецкого, В.А. Дидура, В.А. Коробочкина, А.Т. Лебедева, Г.П. Лышко, К.П. Львовского, В.Н. Прокофьева, Д.Н. Попова, К.Н. Серебрякова, А.А. Стаценко, Т.А. Сырицина, Г.Е. Топидина, И.В. Фрумкиса и других авторов. На основании данных исследований решены задачи конструктивного усовершенствования гидроприводов, даны рекомендации по выбору способа переключения передач трактора, обоснованы конструктивные особенности механизмов переключения передач тракторов и возможности их применения на сельскохозяйственных тракторах, разработаны теоретические основы их диагностирования и т.д.

Вопросы динамики трактора, курсовой их устойчивости, на которые оказывает существенное влияние техническое состояние гидроприводов, отражены в работах В.Я. Аниловича, А.Е. Агеева, В.В. Гуськова, В.И. Кальченко, М.Н. Коденко, Г.М. Кутькова, А.Т. Сколбеды и других авторов.

Однако, исследований по повышению работоспособности гидроприводов коробок передач тракторов с переключением без разрыва потока мощности на основе совершенствования средств очистки рабочей жидкости не проводилось.

В соответствии с общей целью в работе решались следующие задачи:

- проанализировать по данным рядовой эксплуатации тракторов Т-150 К неисправности гидроприводов, вызываемые наличием в рабочей жидкости загрязняющих веществ;
- обосновать математические модели гидроагрегатов, отражающие как динамические связи, так и техническое состояние гидропривода КП;
- оценить влияние чистоты рабочей жидкости на параметры переходного процесса гидропривода КП и динамическую нагруженность трансмиссии трактора Т-150 К при переключении передач;
- обосновать рекомендации по тонкости фильтрации гидропривода КП трактора Т-150 К.

2. Стабильность переходных процессов гидропривода КП и его работоспособность. На тракторе Т-150 К применена коробка передач, позволяющая производить поэтапный разгон при выполнении сельскохозяйственных работ. Подобные коробки передач имеют индивидуальные муфты сцепления у каждой основной передачи, шестерни которых находятся в постоянном зацеплении. Муфты Φ_1 и Φ_2 /рис. I/ располагаются на ведомом / L_2 / валу. Включение передачи, например с передаточным числом / i_2 / осуществляется гидроцилиндром П при подаче в него жидкости от объемного насоса 6. Так как в данной трансмиссии шестерни коробки передач находятся в постоянном зацеплении, то время включения передачи / $t_{пер}$ / будет определяться временем включения гидроцилиндра. В этом случае момент / M_d / двигателя внутреннего сгорания / \bar{I} / через первичный вал / L_1 / шестерни постоянного зацепления с передаточным отношением / i_2 / муфту включения / Φ_2 / поступит ко вторичному / L_2 / валу, преодолевая момент нагрузки / $M_{нр}$ /. Для включения передачи коробки

перемены передач с передаточным отношением / i_1 / необходимо подать жидкость в гидроцилиндр I2, прекратив ее подачу в гидроцилиндр II.

При переключении передач, например, с передачи гидроцилиндра I2 на II жидкость от объемного насоса 6 через гидрораспределитель 8 будет направлена к гидроцилиндру II, а с гидроцилиндра I2 - на слив. Одновременно гидроклапан 9 обеспечит слив жидкости из гидроаккумулятора IO. Поскольку в сливном трубопроводе установлен гидродроссель I4, то слив жидкости будет осуществляться при некотором перепаде давления жидкости, вследствие чего обеспечивается включение передачи гидроцилиндром I2 до тех пор, пока давление жидкости в гидроцилиндре II не превысит значения давления в гидроцилиндре I2. В этом случае гидроклапан 9 переключит гидроаккумулятор IO на подзарядку от насоса 6, одновременно обеспечивая слив жидкости из гидроцилиндра I2.

Процесс изменения давления жидкости в гидроцилиндре II включаемой / P_2 / и гидроцилиндре I2 выключаемой / P_1 / передачи характеризуется кривыми, изображенными на рис.2, где зона I характеризует установившийся режим работы гидросистемы, зона II - процесс разрядки гидроаккумулятора IO и зона III - процесс его зарядки. Процесс переключения начинается в момент $t = t_1$ установкой гидрораспределителя 8 /рис.1 / в положения включения гидроцилиндра II и выключения I2. В результате этого давление P_2 /рис.2/ почти мгновенно возрастает в гидроцилиндре II /рис.1/ до значения примерно 0,1 МПа и далее от t_1 до t_2 /рис.2/ оно медленно увеличивается, что соответствует процессу преодоления усилия возвратных пружин в гидроцилиндре II / рис.1/, а также сил трения его поршня о стенку и ступицу. При $t_1 = t_2$ заполнение гидроцилиндра II заканчивается и давление P_2 быстро возрастает до значения P_1 . Одновременно отключение гидроцилиндра I2 от насоса 6 приводит при $t = t_1$ к резкому снижению давления P_1 от P_{0I} до P_{II} примерно от 1.0 до 0.7 МПа, характеризуемому усилием пружины гидроаккумулятора IO, а также величиной гидравлического сопротивления гидродросселя I4. В период от t_1 до t_3 давление P_1 снижается соответственно перемещению поршня гидроаккумулятора IO, характеристике его пружины и сопротивлению в магистрали слива жидкости из гидроаккумулятора IO. При $t = t_3$ давление P_1 /рис.2/ сравнивается с P_2 и в дальнейшем понижается, вследствие чего срабатывает гидроклапан переключения 9 / рис.1/, переключая гидроаккумулятор IO

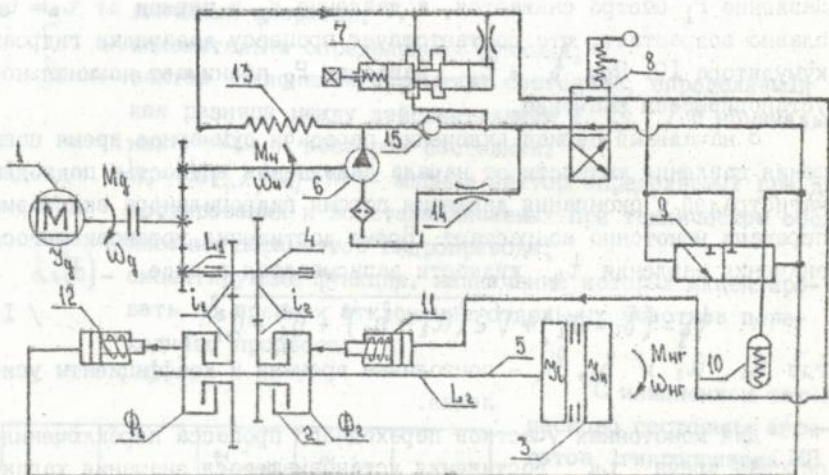


Рис. 1. Функциональная схема трансмиссии трактора с переключением передач под нагрузкой.

1 - двигатель внутреннего сгорания; 2 - фрикционные муфты Φ_1 и Φ_2 ; 3 - нагрузка $M_{нр}$, $\omega_{нр}$ - момент нагрузки и частота вращения ведущих колес; 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 - предохранительный клапан.

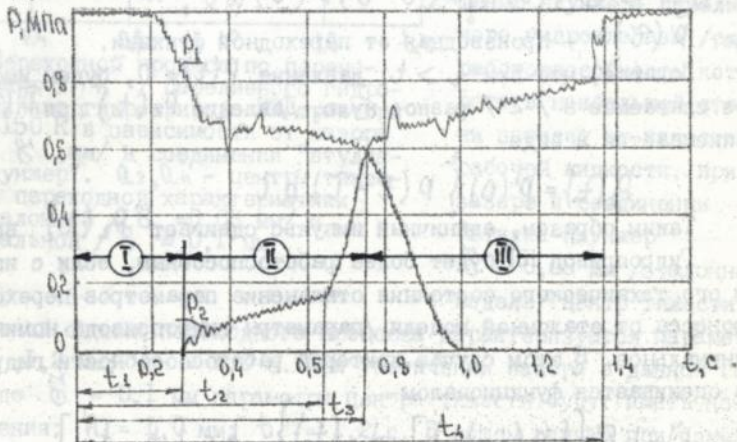


Рис. 2. Характер изменения давления жидкости во включаемом P_2 / и выключаемом P_1 / гидроцилиндрах.

от гидроцилиндра I2 к II, то есть на его зарядку от насоса 6. Давление P_1 быстро снижается, а давление P_2 в период от $t_3 = t_4$ плавно возрастает, что соответствует процессу дозарядки гидроаккумулятора IO. При $t = t_4$ давление P_2 принимает номинальное установившееся значение.

В начальный период включения передачи суммарное время повышения давления жидкости от начала заполнения жидкостью подводных магистралей и окончания движения поршня гидроцилиндра включаемой передачи монотонно возрастает. Время достижения установившегося значения давления t_y жидкости записывается в виде

$$t_y = (b_1 - a_1) + \sqrt{2(a_2 - b_2)^2 + b_1^2 - a_1^2}, \quad / 1 /$$

где a_1, a_2 и b_1, b_2 - постоянные времени и коэффициенты усиления.

Для монотонных участков переходного процесса переключения передач время t_y достижения установившегося значения характеризует техническое состояние гидроагрегатов данного контура.

При переключении передач в гидроприводе возникают единичные импульсы давления жидкости, которые оказывают определенное влияние на переходной процесс переключения передач. Пусть данный импульс давления P/t действует в момент времени от $t = 0$ до $t = t_1$, по окончании действия которого $P(t) = 0$. При помощи импульса $Q = \int_0^{t_1} P(t) dt$ давление жидкости в контуре включаемой передачи записывается в виде интеграла

$$P_2(t) = \tilde{P}'(0)P(t) + \int_0^t P(t-\tau) \tilde{P}'(\tau) d\tau, \quad / 2 /$$

где $\tilde{P}'(\tau)$ - производная от переходной функции.

Полагая, что при $t > t_1$ давление $P(t) = 0$, будем иметь первое слагаемое в / 2 / равное нулю. Давление $P_2(t)$ при $\tilde{P}'(\tau) = \tilde{P}'(0)$ записывается в виде

$$P_2(t) = \tilde{P}'(0) \int_0^t P(t-\tau) d\tau \quad / 3 /$$

Таким образом, единичный импульс сдвигает $P_2(t)$ вправо.

Гидропривод КП будет более работоспособным, если с изменением его технического состояния отклонение параметров переходного процесса от эталонной модели /параметры гидропривода номинальные/ минимальное. В этом случае критерий работоспособности гидропривода оценивается функционалом

$$J = LF \left\{ \left[\beta_s(t, h) \right], d_s(t) \right\}; t \in [t_0, t_s], \quad / 4 /$$

положения $l_{a_1}, l_{a_2}, \dots, l_{a_n}$.

Предельное значение координат центра тяжести определяется функциональной кривой $f(a_n)$, которая ограничивает область работоспособности гидропривода при изменении функциональных N - параметров. К функциональным параметрам отнесены параметры, изменение которых выше предельного значения обуславливает утрату работоспособности или неисправность гидропривода КП. Функциональные параметры гидропривода КП определяются в основном динамическими процессами в трансмиссии трактора. К ним относятся: длительность процесса переключения передач /быстродействие/, длительность перекрытия или разрыва потока мощности в процессе переключения передач, коэффициент динамичности фрикционных муфт.

В таблице I приведены номинальные и предельные значения функциональных параметров гидропривода КП трактора Т-150 К, рассчитанные по методу стандартных переходных характеристик и уточненных при экспериментальных исследованиях.

Таблица I
Функциональные параметры гидропривода КП трактора Т-150 К

П а р а м е т р	Обозначение, единица измерения	Значение	
		номиналь- ное	Предельное
Быстродействие	t_{nn}, c	0,5	$0,4 \leq t_{nn} \leq 0,60$
Длительность перекрытия передач	t_{qn}, c	0,05	$0,03 \leq t_{qn} \leq 0,10$
Длительность разрыва потока мощности	t_{pn}, c	0,1	$0 \leq t_{pn} \leq 0,15$
Коэффициент динамичности фрикционных муфт			
- вспашка	δ_{qn}	2,5	$2,2 \leq \delta_{qn} \leq 2,8$
- транспортные работы	δ_{qt}	2,6	$2,3 \leq \delta_{qt} \leq 2,9$

Повышенное содержание загрязняющих веществ в рабочей жидкости гидропривода КП приводит к засорению фильтра линии нагнетания свыше 75% через / 250-300/м.ч работы трактора Т-150К. При данной засоренности фильтра включается его обратный гидроклапан и начинается интенсивный износ сопряжений гидроагрегатов, приводящих к увеличению утечек жидкости и нарушению работоспособности гидропри-

вода КП. Так например, повышение утечек жидкости в гидроприводе КП от номинального значения / 13 см³/с / до предельного / 63 см³/с / было достигнуто при работе трактора Т-150 К в условиях эксплуатации с отключенным фильтром линии нагнетания за 1000 м.ч. Это привело к уменьшению быстродействия гидропривода $t_{ин} > 0,6$ с и потере его работоспособности.

Анализ неисправностей гидроцилиндра КП тракторов Т-150 К при наработке в рядовой эксплуатации до 8000 м.ч. показал, что наиболее типичными отказами гидропривода КП вследствие повышенной концентрации загрязнителя в рабочей жидкости являются: износ гидрораспределителя переключения передач в соединении "штулка-кольцо-вал", коробление дисков гидроподжимных муфт, засорение фильтра нагнетания и переливного гидроклапана.

3. Оценка функционирования гидропривода КП по параметрам переходного процесса. Параметры переходного процесса гидропривода КП зависят от динамических характеристик гидроагрегатов, определяемых передаточными функциями. Наличие загрязнителя в рабочей жидкости приводит к износу, засорению и т.д. подвижных соединений гидроагрегатов, существенно влияющих на их передаточные функции. Для оценки влияния технического состояния гидроагрегатов на их динамические свойства были получены передаточные функции объемного насоса, переливного гидроклапана, фильтра и т.д., учитывающие их техническое состояние /таб. 2/.

Анализ таблицы 2 показывает, что с увеличением наработки трактора наиболее интенсивно изменяются динамические параметры фильтра линии нагнетания. Постоянная времени фильтра $T_{\Phi} = \frac{V}{h} \sum \frac{V_0}{S_0} \frac{Q_{ж0}}{P_{с0}}$, характеризуется плотностью жидкости / ρ /, глубиной загрязнения / h /, длиной дросселирующих щелей / l_0 / и расстоянием между ними / l_0 /, расходом жидкости через щель / $q_{с0}$ / и потерей давления в проходном сечении / $P_{с0}$ /. Параметр T_{Φ} при наработке трактора 2000 м.ч вследствие засорения достигает предельного значения 0,090, что соответствует загрязнению фильтра $\delta > 75\%$ и потере его работоспособности.

В передаточной функции фильтра / W_{Φ} / его загрязнение учитывается поправочным коэффициентом I/K_{ti} в любой момент времени t_i . При чистой жидкости $I/K_{ti} = 1$, а при наличии загрязнителя для каждого момента времени t_i ($i = 1, 2, \dots, K$ / имеем серию передаточных функций, отличных от $W_{\Phi}(S)$, приведенной в табл.2, поправочными коэффициентами I/K_{ti} / $i = 1, 2, \dots, K$ /.

Таблица 2

Передаточные функции гидроагрегатов гидропривода КП трактора Т-150 К

Гидроагрегат	Параметры	Наработка трактора, м.ч			
		100	2000	4000	6000

Объемный насос

$W_n(s) = \frac{\zeta_n (\tau_{чн} s + 1)}{\zeta_n \tau_{чн} \tau_{рн} s^2 + \zeta_n \tau_{рн} + 1}$	ζ_n	8,2	7,0	6,3	4,8
	$\tau_{чн}, c$	0,063	0,074	0,079	0,085
	$\tau_{рн}, c$	0,038	0,041	0,045	0,049

Переливной гидро-
клапан

$W_{пк}(s) = \frac{1/B}{1 + \frac{K_3 (\tau_{к2} s + 1)}{B (\tau_{к2}^2 s^2 + \tau_{к1} s + 1)}}$	K_3	0,72	0,69	0,66	0,62
	$\tau_{к2}, c$	0,045	0,049	0,053	0,057
	$\tau_{к1}, c$	0,015	0,023	0,032	0,040

Гидрораспределитель

$W_g(s) = \frac{1}{n (\tau_g s + 1)}$	τ_g, c	0,028	0,039	0,054	0,082
---------------------------------------	-------------	-------	-------	-------	-------

Фильтр

$W_{ф}(s) = \frac{1}{K_{\tau 1} \left(\frac{1}{n (\tau_{ф} s + 1)} \right)}$	$\tau_{ф}, c$	0,045	0,030	0,090	0,090
---	---------------	-------	-------	-------	-------

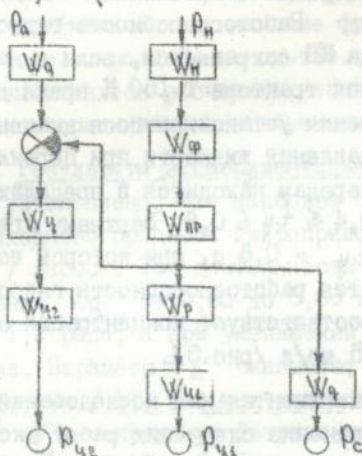
Обозначения: ζ_n - коэффициент, учитывающий утечки жидкости в насосе;

$\tau_{чн}, \tau_{рн}, \tau_{к2}, \tau_{к1}, \tau_g, \tau_{ф}$ - постоянные времени;
 K_3 - коэффициент усиления.

Передаточная функция гидропривода КП определяется переда-
 точными функциями гидроагрегатов, характеризующих процесс пере-
 ключения передач. Структурная схема / рис.4., данного процесса
 имеет два входных сигнала / P_n - давление жидкости после объемно-
 го насоса, P_a - давление жидкости в гидроаккумуляторе / и три
 сигнала на выходе / $P_{ч1}, P_{ч2}$ - давление жидкости во включаемой
 и выключаемой передачах, P_c - сопротивление слива/.

Передаточная функция процесса переключения передач гидропривода КП в матричной форме записывается в виде

$$W_{кп} = \begin{pmatrix} P_{ч2} \\ P_{ч1} \\ P_c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} W_a W_y W_{ч2} & - W_n W_{ф} W_{нр} W_y W_{ч2} \\ 0 & W_n W_{ф} W_{нр} W_p W_{ч1} \\ 0 & W_n W_{ф} W_{нр} W_y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_a \\ P_n \end{pmatrix} / 4 /$$



Анализируя передачную функцию / 4 / можно отметить, что на достижение установившегося значения давления жидкости / t_y / при переключении передач оказывает вторая строка передачной функции $W_{кп}$, характеризующая процесс заполнения жидкостью гидроцилиндра включаемой передачи.

Время t_y характеризует техническое состояние гидроагрегатов и существенно зависит от загрязнения рабочей жидкости. Зависимость t_y от концентрации загрязнителя в рабочей жидкости схематически

Рис. 4. Структурная схема переключения передач гидропривода КП. Передаточные функции: W_n - объемный насос; W_a - гидроаккумулятор; $W_{ч1}, W_{ч2}$ - гидроцилиндры; $W_y, W_{нр}$ - клапаны управления; W_p - гидрораспределитель, $W_{ф}$ - фильтр.

представляется в виде

$$\left. \begin{array}{l} t_0 \rightarrow C_0 \rightarrow W_0(S) \rightarrow t_{y0} \\ t_1 \rightarrow C_{01} \rightarrow W_1(S) \rightarrow t_{y1} \\ t_2 \rightarrow C_{02} \rightarrow W_2(S) \rightarrow t_{y2} \\ \vdots \\ t_k \rightarrow C_{0k} \rightarrow W_k(S) \rightarrow t_{yk} \\ \vdots \\ t_n \rightarrow C_{0n} \rightarrow W_n(S) \rightarrow t_{yn} \end{array} \right\}$$

где t_{01}, \dots, t_n - моменты времени работы гидропривода КП;

C_0, \dots, C_{0n} - концентрация загрязнителя в рабочей жидкости;

$W_0(S), \dots, W_n(S)$ - передачные функции контура включения

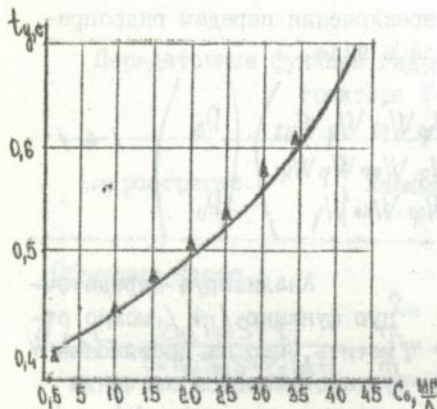


Рис. 5. Зависимость времени достижения установленного значения t_{y_0} / давления жидкости при переключении передач от концентрации загрязнителя C_0 /.

нителея в рабочей жидкости $C_0 = 35$ мг/л /рис.5/.

4. Программа и методика экспериментальных исследований.

Программой предусматривалось выполнение следующих работ экспериментального исследования:

- исследовать влияние технического состояния гидроагрегатов и загрязненности рабочей жидкости на переходной процесс при переключении передач гидропривода КП;
- оценить влияние фильтра гидропривода КП с тонкостью фильтрации 30 мкм на параметры переходного процесса и динамические свойства трактора Т-150К.

Для достижения поставленной цели и решения задач экспериментального исследования выполнен анализ основных параметров, влияющих на формирование динамических процессов гидропривода КП при переключении передач. На основании этого были назначены варьируемые факторы эксперимента.

Для оценки влияния технического состояния гидроагрегатов на переходной процесс гидропривода КП и динамическую нагруженность трансмиссии трактора Т-150К в качестве регистрируемых параметров были приняты:

- давление жидкости в гидроцилиндрах включаемой и выключаемой передачи, а также на входе и выходе фильтра;
- крутящие моменты на валу муфты сцепления и на полусах ле-

передачи при соответствующем загрязнении;

t_{y_0}, \dots, t_{y_n} - время достижения установленного значения давления рабочей жидкости при соответствующем загрязнении.

Работоспособность гидропривода КП сохраняется, если с наработкой трактора Т-150 К время достижения установленного значения давления жидкости при переключении передач находится в пределах $0,4 \leq t_y \leq 0,6$. Верхнему пределу $t_y = 0,6$ с, при котором сохраняется работоспособность гидропривода, соответствует концентрация загряз-

вого борта;

- угловые ускорения вращения коленчатого вала двигателя и вторичного вала КП;

- обороты коленчатого вала двигателя и "пятого" колеса.

При выполнении экспериментальных исследований проводились несколько серий параллельных опытов на их воспроизводимость в рассматриваемой области изменения факторов. При этом определялось среднее арифметическое значение функций отклика и дисперсия для каждой серии параллельных опытов. Для проверки воспроизводимости опытов вычислялось расчетное значение критерия Кохрена. На ЭВМ находились оригиналы по изображению передаточных функций.

5. Результаты экспериментальных исследований. Экспериментально установлено, что наиболее существенное влияние на параметры переходного процесса гидропривода КП оказывает объемная подача / K_q / насоса. Так длительность переходного процесса / t_y / при уменьшении K_q от 0,85 до 0,60 возрастает с 0,50 с до 0,60 с, т.е. в 1,2 раза; а при уменьшении K_q от 0,60 до 1,4 с, т.е. в 2,3 раза. Параметр K_q оказывает также существенное влияние на полное время / t_{∞} / переходного процесса в зависимости от зазора / δ / в сопряжении "штулка-плунжер" переливного гидроклапана. Так, при $\delta = 0,92 \pm 0,05$ мм параметр t_{∞} увеличивается на 0,8 с / 80%, при уменьшении K_q от 0,9 до 0,4. При зазоре $\delta = 0,1$ мм наблюдается резкое увеличение t_{∞} до 3,0 с.

При утечках жидкости в гидрораспределителе переключения передач до $Q_{ут.} = 10$ см³/с параметры переходного процесса незначительно отклоняются от номинальных значений. При $Q_{ут.} > 10$ см³/с возможно одновременное включение двух передач. При увеличении утечек жидкости в сопряжении "поршень-барабан-уплотнительные кольца" гидроподжимных муфт включаемой передачи от 0 до 200 см³/с увеличивается полное время / t_{∞} / переходного процесса от 0,5 с до 0,9 с. Увеличение хода поршня гидроподжимной муфты от 2 мм до 10 мм, вызванном износом дисков трения, увеличивает t_{∞} от 0,2 с до 1,2 с. В данном случае возможен разрыв потока мощности при переключении передач, т.е. гидропривод КП теряет работоспособность. Засоренность фильтра магистрали нагнетания $\xi_{\text{ф}} \leq 75\%$ не оказывает существенного влияния на параметры переходного процесса.

Коэффициент динамичности / δ / гидроподжимных муфт гидропривода КП существенно зависит от коэффициента объемной подачи

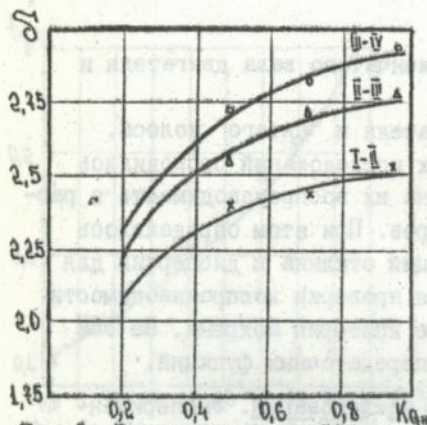


Рис. 6. Зависимость коэффициента динамичности трансмиссии трактора Т-150К от коэффициента объемной подачи насоса $K_{ан}$ на вспашке стерни озимой пшеницы /плуг ПШН-5-35, глубина обработки 25-27 см.

$/K_{ан}/$ насоса, в основном при $K_{ан} \leq 0,6$ /рис.6/. Параметр стабилизируется $/\delta = const/$ при $K_{ан} \geq 0,6$ на вспашке стерни озимой пшеницы и $K_{ан} \geq 0,55$ на транспортных работах. С увеличением давления P жидкости δ возрастает, причем наиболее интенсивно в пределах от 0,6 до 0,8 МПа. При $P \geq 0,8 + 1,1$ МПа коэффициент δ изменяется с меньшей интенсивностью, вследствие чего можно считать данное давление жидкости наиболее оптимальным.

При засоренности фильтра $\delta_{ф} \geq 0,75$ существенно изменяется разрежение на входе $P_{вн}$ в насосе

и общее давление P в гидроприводе КП. Так, при работе трактора Т-150 К на II передаче на вспашке стерни озимой пшеницы при увеличении $\delta_{ф}$ от 0,25 до 0,5 разрежение на входе насоса повышается с 0,032 до 0,038 МПа, т.е. в 1,18 раза при одновременном снижении давления гидропривода от 1,0 до 0,98 МПа, т.е. в 1,02 раза, а при увеличении $\delta_{ф}$ от 0,75 до 0,9 $P_{вн}$ повышается от 0,035 до 0,045, т.е. в 1,28 раза при одновременном снижении P от 0,95 до 0,8 МПа, т.е. в 1,18 раза. Таким образом, загрязнение фильтра на 70-75% не оказывает существенного влияния на работоспособность гидропривода КП. Данное утверждение справедливо также для фильтра с тонкостью фильтрации 30 мкм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Выполненное исследование позволяет сделать следующие основные выводы:

1. Анализ неисправностей гидропривода КП трактора Т-150 К показывает, что его работоспособность существенно зависит от концентрации загрязнителя в рабочей жидкости, которая не должна превышать 35 мг/л.

2. Работоспособность гидропривода КП с переключением без разрыва потока мощности оценивается по отклонению действительных

значений длительности переходного процесса / $t_{\text{ч}}$ / и времени перекрытия переключения передач / $t_{\text{н}}$ / от номинального их значений. Для определения области работоспособности гидропривода КП при изменении технического состояния гидроагрегатов, вызванного изменением концентрации загрязнителя рабочей жидкости, предложено оценивать отклонение центра тяжести плоской фигуры реального переходного процесса от эталонного при номинальных параметрах гидроагрегатов.

3. Увеличение концентрации загрязнителя в рабочей жидкости выше 35 мг/л гидропривода КП приводит к существенному изменению динамических свойств / постоянная времени, коэффициент усиления / гидроагрегатов. Для определения влияния нестабильных параметров объемного насоса, гидроклапанов, гидрофильтра и т.д. на работоспособность гидропривода КП обоснованы математические модели и передаточные функции гидроагрегатов при переменных параметрах.

4. Наиболее существенное влияние на работоспособность гидропривода КП трактор Т-150 К оказывает изменение технического состояния объемного насоса и гидродожимных муфт. Объемная подача насоса / $K_{\text{дн}}$ / должна быть более $K_{\text{дн}} > 0,35$, а отклонение хода поршня гидроаккумулятора от номинального значения / 4,6 мм / не должно превышать $1,5 \pm 2\%$.

5. Засоренность фильтра магистрали нагнетания $\xi_{\text{ф}} \leq 75\%$ не оказывает существенного влияния на параметры переходного процесса и динамическую нагруженность трансмиссии трактора Т-150 К на вспашке и транспортных работах.

6. Для обеспечения работоспособного состояния гидропривода КП трактора Т-150 К в эксплуатации должна обеспечиваться тонкость фильтрации рабочей жидкости не менее 30 мкм.

Внедрение новых фильтров при ремонте гидроприводов КП трактора Т-150 К на Васильевском районном Государственном производственном объединении "Агротехсервис" Запорожской области позволило повысить в 1993 году работоспособность гидропривода КП на 13-15%.

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В
СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ АВТОРА

1. Лебедев А.Г., Корчев В.Н., Скляр А.Г. Анализ устойчивости гидропривода трактора // Киев: Депонированная рукопись в ГНТБ Украины. - 1994. Ук 93 № 1115.
2. Скляр А.Г. Влияние чистоты рабочей жидкости гидропривода КП трактора Т-150 К на стабильность его функционирования // Киев: Депонированная рукопись в ГНТБ Украины. - 1994. Ук 94 № 1139.
3. Скляр А.Г. Обоснование предельной засоренности фильтра гидропривода коробки передач трактора // Винница: Тезисы доклада на международной научно-практической конференции "Гидроаппаратура и гидроприводы сельскохозяйственных машин". - 1994. - с. 20-21.

СКЛЯР Олександр Григорович. Підвищення працездатності гідроприводу коробки передач трактора без розриву потьку потужності.

Дисертація на здобуття вченого ступіню кандидата технічних наук з спеціальності 05.20.03 – експлуатація, ремонт і відновлення сільсько-господарської техніки. Харківський державний технічний університет сільського господарства.

Захищається робота, яка містить результати досліджень в галузі тракторного гідроприводу.

В роботі основна увага приділяється оцінці впливу густоти робочої рідини на динамічні якості КП під час перемикання передач, а також розробці рекомендацій з тонкості фільтрації робочої рідини гідроприводу КП трактору Т-150 К. Вирішення цих питань є особливо актуальним для підвищення працездатності тракторів Т-150 К при експлуатації за умов невиконання основних правил технічного обслуговування та використання неякісних настільних матеріалів.

В роботі одержано частунні нові наукові результати:

- алгоритми оцінки технічного стану гідроприводу КП за параметрами перехідного процесу;
- математичні моделі й передавальні функції гідроагрегатів гідроприводу з нестабільними параметрами;
- методика оцінки граничної концентрації забруднення в робочій рідині гідроприводу КП;
- рекомендації з обґрунтування тонкості фільтрації робочої рідини гідроприводу КП трактору Т-150 К.

Проведені дослідження дозволили обґрунтувати параметри фільтру гідроприводу КП трактора Т-150 К, який допускає багаторазову регенерацію в умовах експлуатації.

Реалізація нових фільтрів при ремонті трактору Т-150 К дозволяє підвищити працездатність гідроприводу КП на 13-15%.

Ключові слова: гідропривод, робоча рідина, динаміка гідроприводу, тиск, забруднення.

Alexander G. Sklyar. "Increasing of hydraulic drive efficiency of a tractor gear box when gear overswitching without power break"

Ph. d. Research work

Speciality № 05.20.03 "Operation, maintenance and repair of farm machinery", Kharkov State Technical University for farming.

The dissertation presented is devoted to estimation of influence of working liquid purification on the dynamic properties of the tractor gear box when gear overswitching. The research paper also presents recommendations on filtering the working liquid for the gear box hydraulic drive of T-150 k tractor. The solution of the above problems are very actual for increasing the efficiency of T-150 k tractors when they operate under conditions when the main rules of technical maintenance are constantly violated and lubricants don't comply with their quality characteristics.

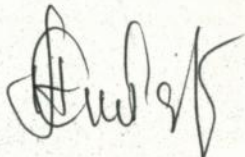
As a result of the research the new scientific data have been obtained:

- algorithm for estimation of technical condition of gear box hydraulic drive according to parameters of the transient process;
- mathematical models and during functions of the hydraulic units drives of the gear box when the parameters are unstable;
- methods for estimation of the maximum contamination concentration in the working liquid for the gear box hydraulic drive;
- recommendations for finding the filtering thinness of the working liquid for the gear box hydraulic drive in T-150 k tractors.

Given investigations allowed to find out the filter parameters for hydraulic drive of T-150 k tractor gear box, permitting frequent regeneration under working conditions.

Introduction of the new filters when repairing T-150 k tractors allowed to increase efficiency of the gear box hydraulic drive by 13-15%.

Key words: a hydraulic drive, working liquid, hydraulic drive dynamics, pressure, contamination.



Подписано к печати 24.II.94. Формат 60 x 84, 1/16
бумара для множительных аппаратов.
Объем 1.0 усл. - печ.л. Тираж 100. Заказ 237.

332308 г. Мелитополь, ул. Кирова, 210
участок оперативной печати МКС.

455320

AB 31.584