

Червяков Сергей Викторович, ст. преподаватель ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»

Хренов Данила Александрович, студент ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»

ПРИЧИНЫ ПОТЕРИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ГИДРООБЪЕМНОГО РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация: В статье определены и структурированы основные факторы, которые приводят к изнашиванию деталей насос-дозаторов и гидрорулей. Определены основные виды дефектов деталей. Сделаны выводы относительно КПД агрегатов.

Ключевые слова: рулевое управление, гидроруль, дефект, износ.

Abstract: The article defines and structures the main factors that lead to the wear of parts of metering pumps and hydraulic steering. The main types of defects of parts are determined. Conclusions are made regarding the efficiency of the units.

Keywords: steering, hydraulic steering, defect, wear.

Практика использования гидрообъемного рулевого управления на сельскохозяйственных и дорожно-строительных машинах показывает, что они по сравнению с традиционными гидромеханическими рулевыми системами обладают большей устойчивостью и их применение не вызывает колебаний управляемых колес. Но, в отдельных условиях эксплуатации при сохранении устойчивости управляемых колес в системе объемного гидропривода рулевого управления возникают силы и пульсации давления, стремящиеся к выведению системы из равновесного состояния [1].

Схема системы гидрообъемного рулевого управления представлена на

рисунке 1. На рисунке 2 представлено его расположение на тракторе.

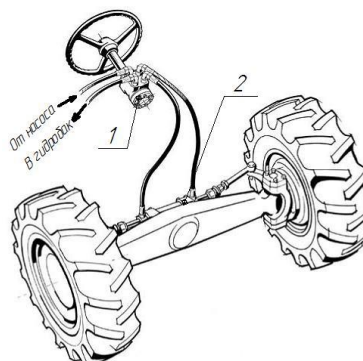
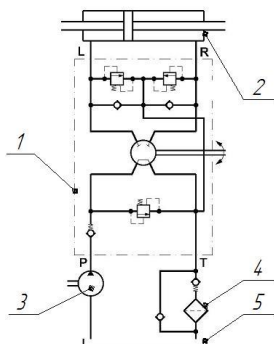


Рисунок 1 – Схема системы гидрообъемного рулевого управления Рисунок 2 – Схема расположения агрегатов гидрообъемного рулевого управления на тракторе
1- насос-дозатор (гидроруль); 2 – гидроцилиндр; 3 – насос; 4 – фильтр; 5 – гидробак.

Принцип работы системы следующий. При повороте рулевого колеса насос-дозатор 1 подает в гидроцилиндр 2 объем масла пропорциональный величине поворота рулевого колеса. При нейтральном положении рулевого колеса, все масло задерживается в гидроцилиндре, тем самым обеспечивая стабильность направления движения трактора при движении по неровностям дороги или почвы. При нормальных условиях работы, когда насос питания 3 обеспечивает необходимый поток и давление масла, максимальное усилие на руле не превышает 30 Н. Если поток масла от насоса питания слишком мал или отсутствует, то насос-дозатор функционирует как ручной насос в системе рулевого управления. Усилие на руле, прикладываемое трактористом для поворота колес при ручном управлении, значительно возрастает, в отдельных случаях до 600 Н [2].

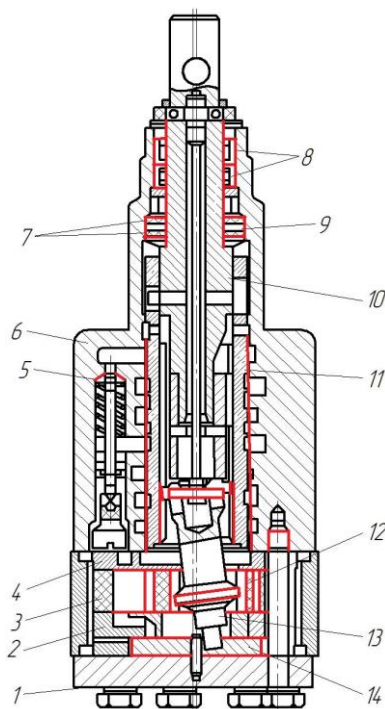
Из рисунков 1 и 2 видно, что основными элементами данных систем рулевого управления является насос питания, насос-дозатор или гидроруль и гидроцилиндр. Техническое состояние каждого из данных агрегатов определяет работоспособность системы рулевого управления в целом. Однако, в нашей работе ведется исследование лишь насос-дозаторов и гидрорулей. Техническое состояние гидроцилиндров и насосов исследованы в работах Нуянзина и

Чумакова [3; 4].

Гидроусилители рулевого управления работают в тяжёлых условиях, обуславливаемых пульсацией давления рабочей жидкости с довольно высокой частотой, загрязнением рабочей жидкости примесями, вызывающими абразивный износ, а также большими усилиями, передающимися через рулевой механизм для поворота направляющих колес. Все это приводит к ускоренной потере работоспособности гидроусилителей рулевого управления [5].

Аналогично, силы, возникающие при работе объемного гидропривода рулевого управления, а также загрязненность рабочей жидкости вызывают износ деталей его агрегатов.

Так как на насос-дозаторы и гидрорули отсутствуют требования на капитальный ремонт, особую значимость приобретает исследование основных видов износов данных агрегатов и факторов, влияющих на их интенсивность. Нами был проведен анализ основных видов износов деталей насос-дозаторов и гидрорулей, и исследованы факторы, приводящие к их возникновению. На рисунке 3 представлен разрез гидроруля марки ХУ с местами основных износов его деталей.



1 - крышка ; 2 распределительная плита; 3 - статор; 4 - плита опорная;; 5- седло предохранительного клапана; 6 - корпус; 7 - шайба подшипниковая; 8 – радиальный

игольчатый подшипник; 9- аксиальный игольчатый подшипник; 10 - вал командный;
 11 - золотник; 12 - ротор; 13 - вал шарнирный;
 14 - диск распределительный в сборе

Рисунок 3 - Места износа гидроруля марки ХУ 145-0/1

Анализ повторяемости дефектов гидрорулей марки ХУ 145 0/1, пришедших на ремонт в малое инновационное предприятие ООО «Техсервис», показывает, что 100 % отказов является следствием износа пары золотник-корпус. В таблице 1 представлена повторяемость дефектов гидрорулей.

Таблица 1 – Повторяемость дефектов гидрорулей марки ХУ 145 0/1

№ п/п	Наименование дефекта	Коэффициент повторяемости дефекта
1	Износ поясков корпуса гидроруля	1
2	Срыв резьбы на корпусе	0,13
3	Трещины, сколы корпуса	0,1
4	Задиры поясков корпуса	0,13
5	Износ узла предохранительного клапана	0,27
6	Износ поясков золотника	1
7	Износ направляющего паза золотника	0,27
8	Износ шлицев в соединении командный вал - шарнирный вал	0,21
9	Износ шлицев в соединении шарнирный вал - ротор	0,21
10	Задиры рабочей поверхности ротора	0,06
11	Задиры рабочей поверхности статора	0,06
12	Износ рабочей поверхности опорной плиты	0,1
13	Износ рабочей поверхности распределительной плиты	0,1
14	Износ рабочей поверхности крышки	0,1
15	Износ рабочей поверхности распределительного диска	0,1
16	Осевой люфт радиальных подшипников	0,06
17	Разрушение аксиального игольчатого подшипника	0,27
18	Старение резиновых уплотнений	0,8

Износ поясков корпуса 6 и золотника 11 возникает в результате возвратно-поступательного и вращательного перемещения золотника относительно корпуса в процессе вращения рулевого колеса оператором. Золотник от смещения относительно корпуса в нейтральном положении удерживается усилием центрирующей пружины. В процессе работы рабочие кромки золотника и корпуса на первоначальном этапе закругляются и заваливаются, затем в результате изнашивания они приобретают конусообразную форму, аналогично золотникам распределителей ГУР. Это подтверждается результатами микрометражных исследований [6]. За счет большего рабочего хода золотника гидрорули и насос-дозаторы имеют большой ресурс. Однако, большее рабочее давление необходимое для работы системы, в особенности на крупногабаритной технике, снижает их ресурс. В процессе изнашивания данного соединения в перекрываемых рабочих кромках появляются утечки масла, которые увеличиваются по мере их износа, что приводит к уменьшению объемного КПД насос-дозатора (гидроруля).

Так как, соединение корпус-золотник является ресурсолимитирующим в насос-дозаторах, то при предельном износе данных деталей наступает такое состояние, при котором насос-дозатор перестает выполнять свою основную роль – обеспечение поворота машины с допустимым усилием на рулевом колесе.

Частым видом износа золотника также является износ его направляющего паза, вследствие которого происходит заклинивание золотника в крайнем положении. Этот вид износа возникает в результате приложения значительного крутящего момента на рулевом колесе (чаще всего в аварийном режиме), либо из-за частого и резкого изменения направления крутящего момента на рулевом колесе.

Одной из причин потери работоспособности насос-дозаторов (гидрорулей) является увеличение утечек через предохранительный клапан. Это происходит из-за износа шарика и седла предохранительного клапана 5. Износ данных элементов возникает вследствие сил: со стороны пружины,

прижимающей шарик к седлу и силы давления масла, развиваемого насосом, противодействующих друг другу.

Перемещение золотника относительно корпуса и дальнейшая передача вращающего момента на качающий узел осуществляется через командный 10 и шарнирные валы 12. Износ шлицев на командном и шарнирном валах происходит из-за сил, противодействующих повороту рулевого колеса. Наибольший износ зубьев происходит при условии повышенного сопротивления повороту или частой смены направления движения. В частности, когда происходит отказ насоса питания, и сопротивление повороту колес приходится преодолевать усилием, приложенным оператором к рулевому колесу. В данные моменты происходит смятие шлицев относительно друг друга, что впоследствии ведет к увеличению люфта выходного вала.

Износ поверхностей качающего узла (героторной пары: ротора 12 и статора 3) происходит в основном из-за попадания между статором и ротором загрязнений, вызывающих абразивный износ. Однако при наличии в системе фильтра, рекомендованного заводом-изготовителем, износы в соединении ротор – статор практически отсутствуют, что подтверждается данными анализа повторяемости дефектов. Износ шлицев в роторе происходит по причинам, описанным выше.

Износ рабочих поверхностей опорной плиты 4, распределительной плиты 2, распределительного диска 14 и крышки 1 происходит вследствие уменьшения натяга между перечисленными поверхностями, и попадания вместе с маслом в зазор абразивных частиц. Однако данный вид износа также встречается очень редко.

В результате действия сил, возникающих на рулевом колесе, нагрузка передается на радиальные 8 и аксиальные 9 игольчатые подшипники. В случае превышения максимально допустимой нагрузки возможно разрушение подшипникового узла и заклинивание выходного вала.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что все факторы, приводящие к износу деталей насос-дозаторов и гидрорулей можно разделить

условно на две группы. Первая группа приводит в основном к механическим отказам: увеличению люфта на выходном валу или его заклиниванию. Вторая группа приводит к росту утечек жидкости и «скольжения», снижению гидрообъемного КПД до предельного значения η_{np} . Тогда усилие на поворот руля превысит 30 Н при работающем насосе и 600 Н при неработающем насосе.

Таким образом, общий гидромеханический КПД системы будет зависеть не только от исходных зазоров в соединении золотник-корпус и величины давления, но и от состояния поверхностей и интенсивности изнашивания всех соединений агрегата.

Библиографический список:

1. Сенин П.В. Технологии ремонта насосов-дозаторов и гидрорулей в условиях существующего ремонтного производства / П.В. Сенин, А.М. Давыдкин, С.В. Червяков. - Материалы международной научно-практической конференции «Энергоэффективность технологий и средств механизации в АПК». – Саранск, 2012. – С. 364-369.
2. Пуховой А.А. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту тракторов «Беларус» серий 500, 800, 900 / А.А. Пуховой, М.Г. Мелешко, А.И. Бобровник, В.Г. Левков. – М.: Машиностроение, 2007. – 437 с.
3. Чумаков П.В. Технология ремонта силовых гидроцилиндров сельскохозяйственной техники электроискровым методом. - Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Саранск: 2013. – 19 с.
4. Нуянзин Е.А. Повышение долговечности шестеренных гидронасосов восстановлением изношенных рабочих поверхностей комбинированным методом: на примере насоса НШ-50А-3. - Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Саранск: 2005. – 19 с.
5. Давыдкин А.М. Повышение межремонтного ресурса интегрального рулевого механизма комплексным восстановлением и упрочнением изношенных поверхностей деталей. - Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Саранск: 2008. – 19 с.

6. Сенин П.В. Причины отказов насосов-дозаторов и гидрорулей (на примере гидроруля марки ХУ 145-0/1) / П.В. Сенин, А.М. Давыдкин, С.В. Червяков. – Трактора и сельхозмашины, 2013, №12. С. 38-40.