

УДК 621.354

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ОТКАЗОВ И СНИЖЕНИЯ РЕСУРСА ГИДРОСТАТИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА ДОН-1500Б

Кириченко А.Н., Войтюк В.Д.

(Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины)

Приведенные результаты исследования причин отказов агрегатов и узлов объемных гидроприводов трансмиссии зерноуборочных комбайнов и проведен анализ параметров, которые влияют на их ресурс.

Постановка проблемы. Эффективность работы мобильных сельскохозяйственных машин во многом определяется уровнем их технической готовности. Технический уровень зерноуборочных комбайнов характеризуется, прежде всего, производительностью, надежностью и коэффициентом технической готовности. Чем выше надежность машины, меньшая трудоемкость их технического обслуживания и подготовка к использованию, тем меньше нужно техники, обслуживающего персонала и тем выше производительность работ при получении сельскохозяйственной продукции.

Продолжительность простоев комбайнов на проведение работ по техническому обслуживанию и устранению неисправностей достигает в среднем 0,5 - 0,6 часов за каждый час чистой работы комбайна [1]. Значительная часть продолжительности простоев связана с устранением неисправностей гидравлических приводов комбайнов. Около 24% отказов, от общего количества отказов по комбайну, приходится на гидроприводы [2]. Надежность работы комбайнов в значительной мере зависит от уровня технического сервиса [3].

Объемный гидропривод представляет собой одну из основных составляющих, характеризующих функциональные возможности и надежность машин. Гидрообъемные трансмиссии сегодня широко применяется в машиностроении и является неотъемлемой составной частью современных мобильных сельскохозяйственных машин, поэтому исследования причин снижения ресурса и отказов гидропривода зерноуборочных комбайнов является актуальной проблемой.

Анализ результатов последних исследований. Исследование Балыковым Н.Н. 198 комбайнов «Дон-1500Б» 2001 года выпуска, эксплуатировавшихся в гарантийный период (~ 500 мото-часов) показали, что в первый год эксплуатации, в среднем, возникли 363 отказа, из которых 102 пришлось на агрегаты гидросистемы, в том числе 22 отказа на агрегаты гидрообъемной трансмиссии а это значит что наработка на отказ новых ГСТ-90

значительно меньше установленного производителем норматива (1500 мото-часов) [4].

П.Т. Мельянцов, Е.В. Калганков, А.И. Кириленко провели исследование функциональной зависимости между состоянием рабочей жидкости и техническим состоянием агрегатов гидрообъемных трансмиссий. Глубокий анализ сопряжений качающих узлов гидронасоса и гидромотора, на которые приходится наибольшее количество отказов (70%), подтвердил, что зачастую именно детали качающих узлов теряют свою работоспособность из-за гидроабразивного износа [5].

Цель работы. Исследование причин отказов агрегатов и узлов объемных гидроприводов трансмиссии зерноуборочных комбайнов ДОН-1500Б и анализ структурных параметров, которые влияют на их ресурс при эксплуатации, с последующим учетом их при разработке методов диагностики.

Результаты исследований. Несмотря на то, что по конструкции, технологии изготовления с высоким классом точности и чистотой поверхностей, а также применение качественных материалов агрегаты ГСТ считаются надежными, но в условиях эксплуатации все же возникают их отказы, связанные с потерей их работоспособности. В работах, которые рассматривают их надежность [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14], отмечается, что на долю отказов гидропривода приходится около 30% от всех отказов, возникающих в условиях эксплуатации. К основным их причинам относятся:

- нарушение технологии изготовления деталей и сборки узлов;
- неправильная эксплуатация гидрообъемной трансмиссии и несвоевременное проведение технического обслуживания;
- эксплуатация гидроагрегатов на рабочей жидкости, которая не соответствует техническим требованиям.

Детальный анализ приведенных причин показывает, что первые две обуславливают внезапный отказ работоспособности трансмиссии, а третья характеризуется постепенным изменением структурных параметров, которые в свою очередь находятся в тесной взаимосвязи с исходными (функциональными) параметрами гидравлических агрегатов, и обуславливают отказ в зависимости от наработки [5].

При исследовании причин, приводящих к отказу в зависимости от наработки объемного гидропривода, то их разделяют на три группы: конструкционные, производственные и эксплуатационные (рис. 1) [15].

Конструкционные отказы (20% от общего количества) обусловлены, в основном, наличием «слабых» мест в конструкции изделия, а именно свойствах материала, из которого изготовлены детали и точность их изготовления.

Производственные отказы (50%) обусловлены нарушением требований конструкторской документации, технологии изготовления, применением некондиционных материалов и комплектующих элементов, недостаточным контролем качества в процессе производства.

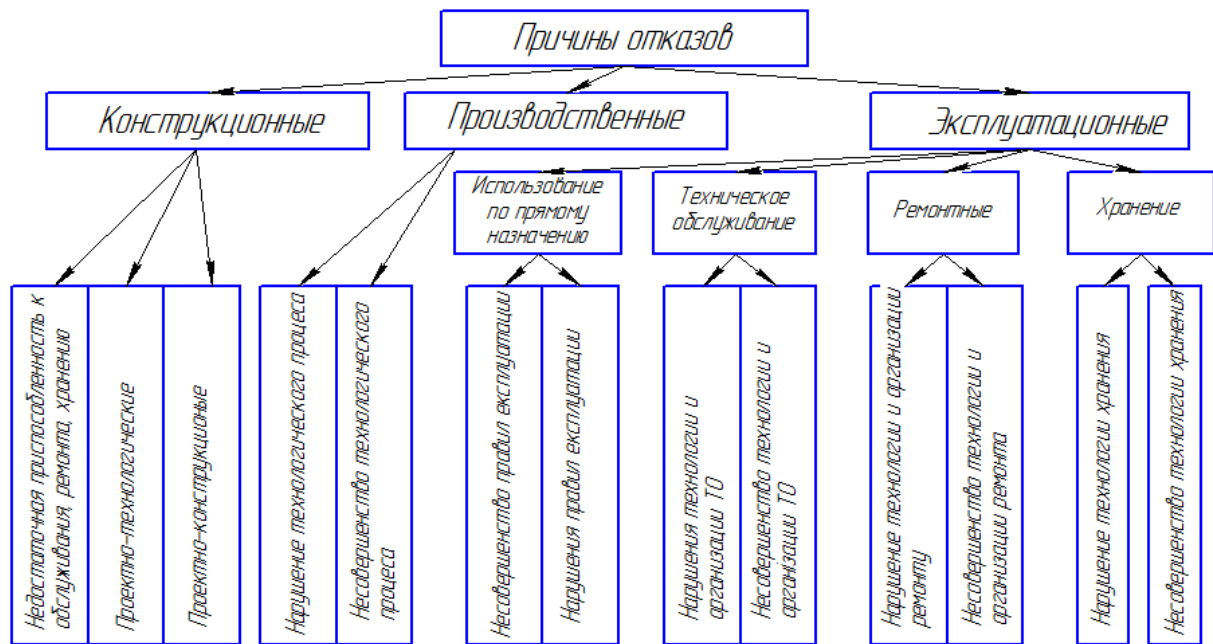


Рисунок 1 – Классификация причин отказов

Эксплуатационные отказы (30%) являются следствием нарушений условий работы, на которые рассчитан данный привод, не соблюдение регламентированных в технической документации правил эксплуатации, низкой квалификацией обслуживающего персонала, естественного старения и износа.

Проанализировав научные работы в которых исследовалась надежность [17,18,19,20,21] и проведя собственные исследования ГСТ зерноуборочных комбайнов в хозяйствах Черниговской области сделан вывод, что наибольшее влияние на долговечность и безотказность гидроагрегатов трансмиссии при эксплуатации имеют: качество рабочей жидкости, режим работы и характер нагрузок.



Рисунок 2 – Вид возможного износа поршня и подпятника

В работе Камчугова М.В. [16] описаны результаты проведенного им исследования 30 комплектов ГСТ-90, с целью определения причин отказов деталей и сопряжений, определяющих ресурс гидрообъемной трансмиссии. По результатам микрометражных исследований и детальной дефектации деталей сделан вывод, что отказ от наработки гидропривода связаны только с износом распределительных дисков: стального и латунного. Исходя из этого автор утверждает, что работоспособность гидроагрегатов можно восстановить только заменой этих деталей. Наши исследования подтверждают данное утверждение, но есть и еще другие причины, которые ведут к уменьшению объемного КПД гидротрансмиссии.

Работая в сложных условиях, а именно под действием давления до 35 МПа, влияние абразивных частиц в рабочей жидкости, продуктов износа в самых сопряжениях и качестве рабочей жидкости детали узлов подвергаются гидромеханическому износу, эти частицы вследствие режущего действия приводят к образованию на поверхностях царапин, рисок и изменения геометрии деталей. Все это приводит к ухудшению их работы и потери трудоспособности.



Рисунок 3 – Внешний вид дефектного стального распределителя

Повышение рабочего давления вызывает негативное влияние загрязнений жидкости на надежность гидроагрегатов. Связь между повышением рабочего давления в системе и допустимой загрязненностью рабочей жидкости может быть представлена в виде [22]:

$$\frac{P_1}{P_2} = e^{0,0037 \ln \frac{N_2}{N_1}}, \quad (1)$$

где P_1 и P_2 – соответственно рабочее давление до и после загрязнения;

N_1 и N_2 – соответственно количество частиц загрязнений данного размера до и после загрязнения.

Предельные значения структурных параметров соответствуют такому техническому состоянию гидроагрегатов, при котором дальнейшая эксплуатация гидропривода невозможна исходя из требований безопасности движения и экономической эффективности. Допустимые значения структурных параметров могут определяться существующими методиками [23] на основании того, что они соответствуют такому техническому состоянию гидроагрегата, при котором данный агрегат имеет возможность безотказно работать до выхода из строя по ресурсу:

$$P_d = P_o - \frac{P_r - P_o}{\left(1 + \frac{T_2}{T_1}\right)^\alpha}, \quad (2)$$

де P_d – допустимое значение отклонения диагностического параметра;

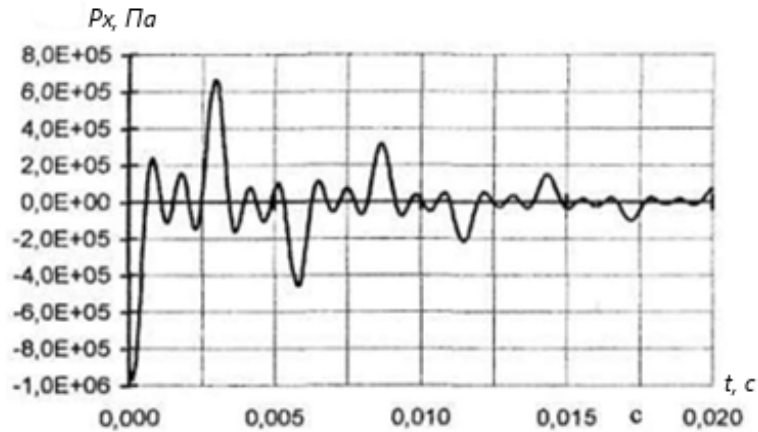
P_o – максимальное (номинальное) значение диагностического параметра для нового агрегата;

P_r – предельное значение диагностического параметра;

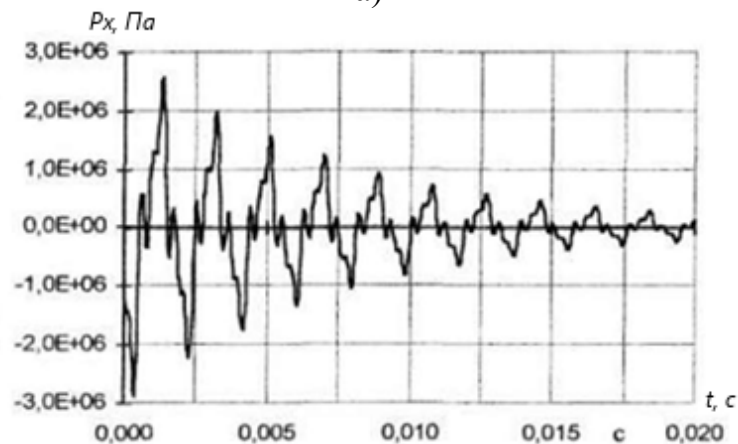
T_2 – нормативное значение до ремонтного ресурса агрегата;

T_1 – нормативное значение периодичности диагностирования;

α – показатель динамики износа агрегата.



а)



б)

Рисунок 4 – Изменение пульсаций давления аксиально-плунжерного насоса:

а – при осевом люфте $S_c = 0,06$ мм; б – при осевом люфте $S_c = 0,3$ мм

На рисунке 4 в качестве примера представлены графики пульсаций давления, полученные при оценке технического состояния качающегося узла аксиально-поршневого насоса с разным осевым зазором в соединении поршень-цилиндр. Как видно из графиков, по мере износа существенно меняется характер протекания переходного процесса и его параметры.

Выводы. Исследование надежности и долговечности работы гидрообъемных трансмиссий зерноуборочных комбайнов показывают, что не менее 60% эксплуатационных отказов прямо или косвенно связано с загрязнением рабочих жидкостей или ее качества или несоответствия.

Для снижения абразивной составляющей износа твердость рабочей поверхности трущихся деталей или подвергающихся гидромеханическому воздействию должны быть в 1,3 раз выше твердости абразивных частиц в жидкости. Дальнейшее повышение поверхностной твердости деталей нецелесообразно, потому что с повышением твердости поверхность становится хрупкой и под действием динамических нагрузок может растрескиваться.

Эффективные методы защиты деталей машин от гидроабразивного износа - это обеспечение чистоты рабочей жидкости и своевременной ее замены.

Список литературы

1. Каплин И.М. Комплексная механизация производства зерна [Текст] / И.М. Каплин, М.П. Романенко, М.Н. Нагорный, О.П. Бабик. За ред. И.М. Каплина. – К.: Урожай, 1985. – 160 с.
2. Храмцов Л.Д. Оценка надежности комбайнов "Дон-1500" в эксплуатационных условиях [Текст] / Л.Д. Храмцов, П.И. Гараев, В.Д. Карпенко // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – № 2. – 1991.
3. Варнаков В.В. Надежность комбайнов "Дон-1500", находящихся в лизинге, при различном качестве их технического сервиса [Текст] / В.В. Варнаков, М.Е. Денсаткин, К.В. Шленкин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – № 9. – 1997.
4. Балыков Н.М. Обеспечение работоспособности и повышение ресурса гидроприводов сельскохозяйственной и мелиоративной техники применением комплексных покрытием: автореф. дис. на полуления наук. степени канд. техн. наук. / Н.М. Балыков. - Саратов, 2002. - 16с.
5. Мельяцков П.Т. Оценка технического состояния рабочей жидкости агрегатов гидропривода трансмиссии кормо- и зерноуборочных комбайнов в условиях эксплуатации [Текст] / П.Т. Мельяцков, С.В. Калганков, О.И. Кириленко // Весник наук. пр. Вип. 2. – Днепропетровськ: Государственный аграрный университет, 2008 – 280 с.
6. Горбатов В.В. Почему низкая надежность гидрообъемного привода [Текст] / В.В. Горбатов // Техника в сельском хозяйстве. – 1987. – №9. – С. 10-12.
7. Черейский П.М. Влияние износа на работу гидропривода трансмиссии [Текст] / П.М. Черейский, П.Т. Мельяцков // Техника в сельском хозяйстве. – 1988. – №3. – С. 63–64.
8. Проников А.С. Надежность машин [Текст] / А.С. Проников. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.
9. Лозовский В.Н. Надежность и долговечность золотниковых и плунжерных пар [Текст] / В.Н. Лозовский. – М.: Машиностроение, 1971. – 231 с.
10. Лозовский В.Н. Надежность гидравлических агрегатов [Текст] / В.Н. Лозовский. – М.: Машиностроение, 1974. – 320 с.
11. Сырицин Т.А. Эксплуатация и надежность гидро- и пневмопривода / Т.А. Сырицин, – М.: Машиностроение, 1990, – 315 с.
12. Беленков Ю.А. Надежность объемных гидроприводов и их элементов [Текст] / Ю.А. Беленков, В.Т. Нейман, М.П. Селиванов и др. – М.: Машиностроение, 1977. – 176с.
13. Комаров А.А. Надежность гидравлических систем [Текст] / А.А. Комаров. – М.: Машиностроение, 1969. – 236 с.
14. Бурумкулов Ф.Х. Работоспособность и долговечность восстановленных деталей и сборочных единиц машин [Текст] / Ф.Х. Бурумкулов, П.Л. Лезин. – Саранск: Морд, 1993. – 120 с.

15. *Галин Д.А.* Оценка работоспособности и повышения долговечности объемного гидропривода ГСТ-90: дис. канд. техн. наук: 02.20.03 / *Галин Дмитрий Александрович.* – Саранск, 2007. – 212 с.
16. *Камчугов Н.В.* Причины проявления ресурсных отказов и оценка долговечности гидростатических трансмиссий сельськохозяйственной техники: автореф. дис. канд. техн. наук. – Челябинск: ЧИМЭСХ, 1992. – 16с.
17. *Сенин П.В.* Повышение надежности мобильной сельськохозяйственной техники при ее необезличенном ремонте [Текст] / *П.В.Сенин.* – Саранск: Морд, 2000. – 124 с.
18. *Башта Т.М.* Гидравлика, гидравлические машины и гидроприводы / *Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов.* – М.: Машиностроение, 1962. – 423 с.
19. *Башта Т.М.* Объемные гидравлические приводы [Текст] / *Т.М. Башта, И.З. Зайченко.* – М.: Машиностроение, 1968. – 628 с.
20. *Дидур В.А.* Диагностика и обеспечение надежности гидроприводов сельськохозяйственных машин [Текст] / *В.А. Дидур, В. Я. Ефремов.* – Киев: Техника, 1986. – 129 с.
21. *Дидур В.А.* Влияние технологической среды на износ гидроагрегатов / *В.А. Дидур* / Техника в сельском хозяйстве. 1984. № 3. – С. 41.
22. *Чаплыгин К.В.* Динамический анализ и диагностика аксиально-плунжерного гидромотора транспортных средств: дис. канд. техн. наук: 01.02.06 / *Чаплыгин Константин Викторович.* – Курск, 2010. – 140 с.
23. *Михлин В.М.* Управление надежностью сельськохозяйственной техники [Текст] / *В.М. Михлин* – М.: Колос, 1984. – 335 с.

Анотація

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ВІДМОВ І ЗНИЖЕННЯ РЕСУРСУ ГІДРОСТАТИЧНОЇ ТРАНСМІСІЇ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ДОН-1500Б

Кириченко О.М., Войтюк В.Д.

Наведені результати дослідження причин відмов агрегатів і вузлів об'ємних гідроприводів трансмісії зернозбиральних комбайнів та проведено аналіз параметрів, які впливають на їх ресурс.

Abstract

RESEARCH INTO THE CAUSES OF FAILURES AND RESOURCE REDUCTION HYDROSTATIC TRANSMISSION COMBINE HARVESTERS DON-1500B

A.Kirichenko, V.Voytyuk

The results of research into the causes of failures components and assemblies volume hydraulic transmission combines and analyzes the parameters that affect their life.