УДК 631.372.629.735.33-19

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОПРИВОДОВ

Черкун В.В., к.т.н. доцент,
Пенёв О.В., к.т.н. доцент,
Парахин А.А., к.т.н. старший преподаватель
Мелитопольский государственный университет, г. Мелитополь, Россия

Аннотация. Работа, посвященная вопросам эксплуатационной надежности элементов гидроприводов

***Ключевые слова*:** гидропривод, надежность, отказ, механические повреждения, эксплуатация, долговечность.

Постановка проблемы. Внедрение в конструкцию современных тракторов и сельскохозяйственных машин гидравлического привода исполнительных механизмов позволило создать высокопроизводительную технику для сельского хозяйства. Однако опыт эксплуатации гидрофицированных тракторов и сельхозмашин показал, что эффективность их применения значительно снижается из-за недостаточной надежности составных частей гидропривода. Надежность характеризует способность машины или ее узла выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования.

Первые два показателя – безотказность и долговечность – позволяют сохранять работоспособность машины или узла в течение определенного времени или наработки. Нарушение работоспособности может произойти вследствие появления отказа.

Отказы и неисправности гидроприводов, возникающие при эксплуатации сельхозтехники, могут быть разделены на две группы: 1 - из-за разрушения элементов; 2 – вследствие нарушения качества функционирования. По причине возникновения отказы могут быть конструктивными, производственными и эксплуатационными.

По характеру проявления все отказы делят на внезапные и постепенные. Постепенные отказы являются следствием необратимых изменений, происходящих в элементах машины или узла: постепенного изнашивания, старения или другого изменения параметра.

Внезапный отказ характеризует нарушение работоспособности элемента в результате скачкообразного изменения его параметров до предельного значения.

Потеря работоспособности гидропривода или его отдельных составных частей может произойти как вследствие выхода за пределы технических требований его выходных параметров, так и в результате нарушения функционирования его агрегатов из-за разрушения маслопроводов, заклинивания золотниковых распределителей, разрушения штоков гидроцилиндров и т.д. В соответствии с этим различают параметрические и функциональные отказы гидропривода в целом или его отдельных элементов.

Анализ последних испытаний. Опыт эксплуатации сельскохозяйственного гидропривода показывает, что основными причинами упомянутых отказов являются внешняя и внутренняя негерметичность, нарушение функционирования агрегатов, разрушение отдельных элементов, выход из строя электрической части элементов автоматики и некоторые другие.

Гидропривод сельскохозяйственной техники комплектуется рукавами высокого давления ГОСТ 6286-2017 [1] одно - или двухоплеточной конструкции. Выбирают типоразмер рукава в зависимости от производительности насоса и условий эксплуатации.

Как уже отмечалось, ГОСТ гарантирует наработку на отказ не менее 6000 моточасов, реальная же долговечность РВД значительно меньше.

Исследования эксплуатационной надежности РВД позволили классифицировать отказы по следующим видам повреждений:

-сквозные разрывы стенок РВД;

-механические повреждения;

-течь и срывы арматуры.

Основные материалы исследования. Анализ причин отказа РВД в виде разрыва стенки, происходящего чаще всего, показал, что его возникновению предшествует усталостное разрушение проволок оплетки. Однако остаются невыясненными влияние условий эксплуатации на процесс зарождения и развития разрушений проволок, отсутствует количественная оценка остаточных напряжений в проволоках, возникающих в процессе изготовления оплетки.

Значительный процент отказов из-за срыва концевой арматуры указывает на несовершенство конструкций арматуры и технологии ее установки на рукав.

Отказы из-за механических повреждений указывают на низкий технический уровень эксплуатации машин в хозяйствах. В целях снижения числа этих отказов в настоящее время разработаны рекомендации по монтажу и правилам эксплуатации РВД, выполнение которых до минимума снизит случаи механического повреждения рукавов, происходящих под воздействием внешних факторов

(перетирание движущимися частями МТА, зацепление за выступающие части, скручивание при монтаже, чрезмерный изгиб меньше рекомендуемого и т.п).

Отказы в виде разрывов стенок РВД происходят в результате воздействия пульсирующего давления и гидравлических ударов рабочей жидкости, могущих превышать разрывную прочность рукавов [2]. В этой связи необходимо различать отказы, вызванные усталостным разрушением проволок, и отказы в результате возникновения нагрузок, превышающих прочность проволок.

Пульсирующее давление при работе гидропривода характеризуется такими параметрами, как максимальное значение в цикле, частота и скорость повышения давления.

Для существующих тракторов и сельхозмашин стандартами и техническими условиями установлено номинальное рабочее давление, равное 10 МПа. Для вновь разрабатываемых и модернизируемых тракторов устанавливаются значения номинального давления 16 МПа; максимальное в момент открытия предохранительного клапана – 18 МПа.

Исследование переходных процессов в момент срабатывания клапанных устройств показало, что за счет инерции деталей максимальное давление на 2...3 МПа превышает давление настройки клапанов, а в некоторых случаях достигает 18...20 МПа.

Частота пульсирующего давления характеризует напряженность

работы гидропривода. В исследованиях [3] предложено классифицировать выполняемые работы двумя режимами:

-сельскохозяйственным, характеризуемым кратковременной работой под нагрузкой (1,0…7,0 % от общего времени) при относительно редком чередовании циклов нагрузки - 10...20 в час и давлением настройки клапанов 13,5…14,0 МПа;

-промышленным, характеризуемым соответственно длительным временем под нагрузкой (2,0…15,0 % от общего времени) с частотой циклов 15…240 в час и давлением настройки клапанов 10,5...11,0 МПа.

В работе напряженность классифицируется по длительности технологического цикла:

-тяжелый режим - 40…50 с (погрузчики);

-средний - 10…30 с (экскаваторы, бульдозеры);

-легкий - 4...5 с (почвообрабатывающие орудия).

На долговечность рукавов большое влияние оказывают также условия их монтажа. Хотя способы монтажа и эксплуатации РВД оговорены в ОСТ 23.1.82-82, анализ показал [3], что в большинстве случаев требования эти не соблюдаются. Это ведет к чрезмерным изгибам рукавов, их скручиванию, касанию за острые выступающие части МТА и т.п.

Климатические условия (температура воздуха, солнечная радиация) непосредственное влияние на силовой каркас РВД не оказывают. Однако при их воздействии происходит разрушение внешнего защитного слоя резины, в результате чего проволоки оплетки начинают корродировать с последующим разрушением, что снижает прочностные характеристики силового каркаса.

Рукава, как составная часть гидропривода, воспринимают воздействие со стороны рабочей жидкости и в виде физико-химического воздействия нефтепродуктов на резиновую камеру, поскольку в качестве рабочих жидкостей применяются минеральные масла.

Исследованиями [3] установлено, что нефтепродукты по отношению к резинам, применяемым в РВД, являются только физически активной средой. Нефтепродукты не вызывают глубоких структурных изменений с разрушением химических связей в резинах, пространственная сетка вулканизаторов препятствует их растворению - вулканизат только набухает. Результатом воздействия нефтяных масел является отвердение и растрескивание резиновой камеры рукава.

Выводы. На основании изложенного можно сделать вывод, что рукава являются наименее надежным элементом сельскохозяйственного гидропривода, отказ которого происходит внезапно и ведет к значительной или полной потере работоспособности трактора или сельхозмашины. При устранении причин, ведущих к срыву концевой арматуры и механическим повреждениям, надежность РВД будет зависеть только от надежности силового каркаса.

В перечисленных исследованиях определялось влияние эксплуатационных факторов на долговечность РВД. Вместе с тем остается неисследованной важная зависимость интенсивности развития разрушения силового каркаса от условий эксплуатации. Следовательно, одной из задач наших исследований является выявление характера изменения технического состояния РВД в процессе его эксплуатации.

Список использованных источников

1. ГОСТ 6286-2017 Рукава высокого давления резиновые неармированные с металлическими оплетками. Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 24 с.

2. Любимов Б.А. О долговечности рукавов гидросистем при ударных нагрузках / Б.А. Любимов и др. – Труды НАТИ. – 1974 г. – Вып. 230.

3.Черкун В.Е. Ремонт тракторных гидросистем / В.Е. Черкун – М. Колос, 1984. – 253 с.