

МОДЕЛЬ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ ШАРНИРНОГО СОЧЛЕНЕНИЯ ПОЛУРАМ ТРАКТОРА К–701

Бураев М.К., Шистеев А.В., Ильин П.И., Аносова А.И., Жабин А.Ю.

Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского, пос. Молодежный, Российская Федерация

Аннотация. В статье приводятся результаты оценки износа трубы шарнирного сочленения полурамы трактора К-701 по данным моделирования процесса изнашивания узла в условиях действия трех факторов реальной эксплуатации: частоты и амплитуды угловых колебаний шарнира, качество его смазки.

Ключевые слова. Параметр, трактор, промежуточная опора, шарнирное соединение.

WEARABILITY MODEL OF HALF-FRAME OF TRACTOR K-701

Buraev M.K., Shisteev A.V., Il'in P.I., Anosova A.I., Zhabin A.Y.

Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky, Molodezhny, Russian Federation

Abstract. The tractor frame articulation mechanism is protected from dirt and dust by rubber self-compression cuffs, which are installed between the joint pipe and the crosspiece, but they do not fully provide protection from abrasive contamination during operation.

Keywords. Parameter, tractor, intermediate support, hinge joint.

Актуальность темы. Основные параметры шарниров несущих систем энергонасыщенных тракторов разработаны более 50 лет назад. С тех пор конструкции тракторов и режимы их работы существенно изменились, а шарнирные соединения несущих систем по сей день выполняются открытыми. Уплотнительные кольца и манжеты как правило не обеспечивают [1]. От грязи и пыли механизм шарнирного сочленения рамы трактора защищают резиновые самоподжимные манжеты и уплотнительные кольца, которые устанавливаются между трубой шарнира и крестовиной, но они в процессе эксплуатации не в полной мере обеспечивают надежную защиту от попадания абразивных загрязнений.

У тракторов «Кировец» по этой причине разрушаются фланцы крышек уплотнений и подшипники карданной передачи, срезаются болты крепления корпуса промежуточной опоры к корпусу горизонтального шарнира. В результате чего интенсивно изнашиваются труба горизонтального шарнира и сопряженные с ней поверхности втулок в корпусе. Износы достигают 1,5...2,0 мм.

Следовательно, возникает необходимость выявления факторов, влияющих на интенсивность изнашивания этого узла и решить ряд важных задач по уменьшению износа с учетом эксплуатационных условий.

Условия и методика исследования. Характер приложения нагрузки, максимальная величина которой может достигать 68 - 78 кН, циклический с разрывом контактирующих поверхностей [2]. В результате прерывистости контакта и ударных нагрузений происходит интенсификация процесса изнашивания, рабочие поверхности деталей шарнирных соединений рамы трактора деформируются и повреждаются на большую глубину (рисунок 1). Процесс изнашивания в таких условиях приравнивается к бесконечному процессу приработки, отличающемуся большой интенсивностью. Коэффициент динамичности нагрузки находится в пределах 3,86 - 5,85. Основная частота колебаний нагрузки в шарнирных соединениях тракторов К - 701 для различных видов работ находится в пределах 0,7 - 3 Гц. В результате знакопеременной нагрузки в шарнирных соединениях осевые перемещения деталей с частотой 0,7 - 3 Гц и амплитудой 0,67 - 3,94 мм. В смазке шарнирных соединений энергонасыщенных тракторов, поступающих в капитальный ремонт, содержание золы находится в пределах 26,45 - 82,89 %, а минерального остатка 2,83 - 58,62 %. Смазка чрезвычайно загрязнена продуктами износа и абразивными частицами почвы, которые накапливаются, заполняя смазочные канавки и каналы [3].

В результате засорения масляных каналов подвод свежей смазки резко ограничивается, происходит переход от граничного трения к сухому [4, 5], при котором в сочетании с высокими контактными давлениями преобладает изнашивание при заедании.

Образец шарнира несущей системы трактора подвергался испытанию на лабораторной

установке по схеме вытирания роликом канавки на поверхности образца. В качестве маслообразивной среды были использованы б/у смазки, имеющие в своем составе протестированные абразивные материалы из 4 г кварцевой пыли размером частиц до 7 мкм в масле М10Г (ГОСТ 8581 - 78) объемом дозы 50 мл [6]. Значения нагрузки изменялись от 0,4 до 1 кН с интервалом 0,1 кН в течение 1 часа при каждом нагружении. При нагрузке 0,6 кН температура маслообразивной среды стабилизировалась в течение 8 - 10 минут от начала испытания и далее не превышала 70 - 80° С.

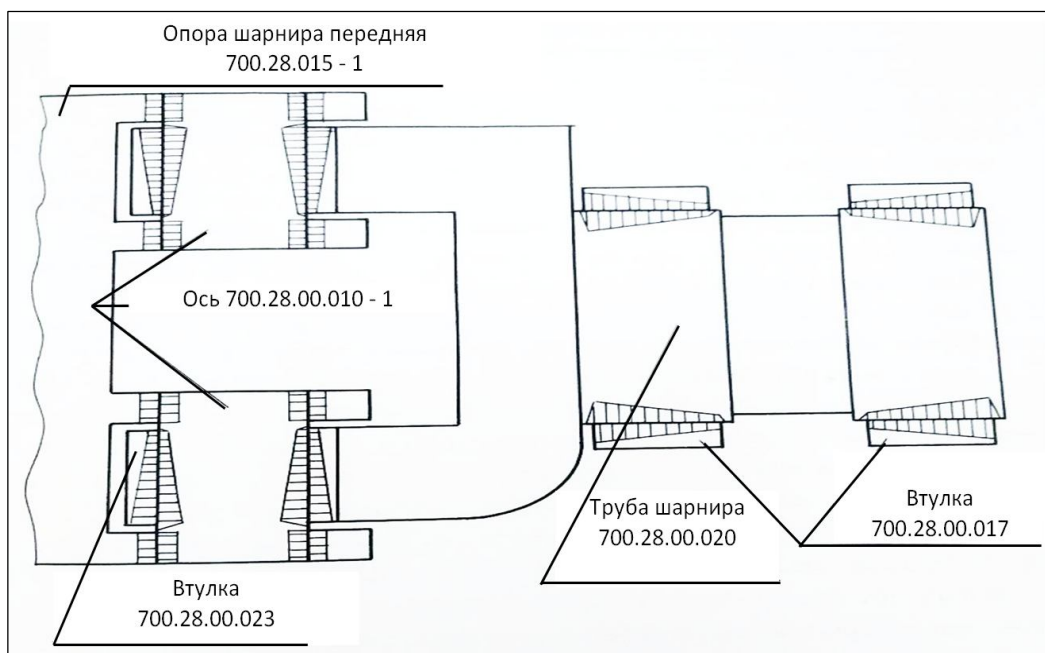


Рисунок 1 – Эпюры износа деталей шарнирных соединений несущей системы тракторов «Кировец»

Величина износа образца измерена с точностью до 0,01 гр. Число опытов определено методом планирования опытов и равно N = 20 [2].

Матрица планирования опытов представлена в таблице.

Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента

Опыты	Кодированное значение факторов (x)			Уровень		
	x ₁	x ₂	x ₃	Нижний (-1)	Верхний (+1)	Основной (0)
1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	15	35	9
2	1	1	-1	15	35	5
3	1	-1	1	15	25	9
4	1	-1	-1	15	25	5
5	-1	1	1	12	35	9
6	-1	1	-1	12	35	5
7	-1	-1	1	12	25	9
8	-1	-1	-1	12	25	5
9	-1,21	0	0	11,7	30	7
10	+1,21	0	0	15,2	30	7
11	0	-1,21	0	13,5	23,9	7
12	0	+1,21	0	13,5	36,1	7
13	0	0	-1,21	13,5	30	4,5
14	0	0	+1,21	13,5	30	9,4
15	0	0	0	13,5	30	7
1	2	3	4	5	6	7
16	0	0	0	13,5	30	7
17	0	0	0	13,5	30	7
18	0	0	0	13,5	30	7
19	0	0	0	13,5	30	7
20	0	0	0	13,5	30	7

Общий вид уравнения регрессии имеет следующую форму

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 \quad (1)$$

где Y – интенсивность износа, гр/м;
 x_1 – частота угловых колебаний, Гц;
 x_2 – амплитуда угловых колебаний, град;
 x_3 – качество смазки (концентрация абразивных веществ), г/см³;
 b_0, b_1, \dots, b_{3z} – коэффициенты.

Результаты исследования. В результате анализа полученных данных и определения коэффициентов получено регрессионное уравнение второй степени. После корректировки значения коэффициентов уравнения методом критерия Фишера и исключения коэффициентов, которые имели значения меньше, чем значения оцениваемого уровня критерия, окончательная форма регрессионного уравнения представила следующий вид

$$Y = 3,03 - 0,05x_1 - 0,64x_2 + 0,73x_3 - 0,13x_1x_2 + 0,29x_2x_3 + 0,14x_1x_3 + 0,86x_{12} + 0,75x_{22} + 0,37x_{23} \quad (2)$$

Из уравнения (2) видно, что на интенсивность износа шарнира амплитуда и частота угловых колебаний оказывают отрицательное влияние, т. е. знак плюс показывает, что по мере увеличения этих параметров износ деталей шарнира увеличивается. А чистота смазки оказывает положительное влияние на износ, т. е. по мере уменьшения загрязнённости смазки уменьшается интенсивность износа. Это говорит о том, что конструктивную и эксплуатационную долговечность шарнирного соединения можно обеспечить закрытыми устройствами шарнирного узла и качеством технического сервиса.

Зависимости износа W горизонтального шарнира несущей рамы трактора от наработки T представлена на рисунке 2.

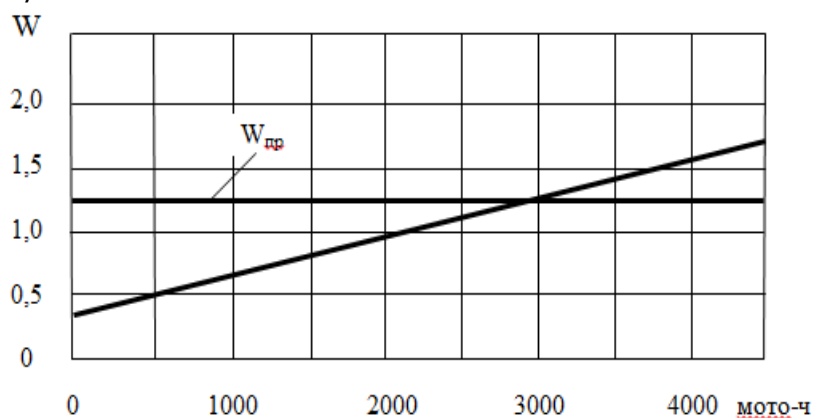


Рисунок 2 – Изменение износа в соединениях горизонтального шарнира в зависимости от наработки тракторов К – 701

Средний и 80 % ресурсы серийных соединений несущих систем тракторов К – 701 значительно ниже нормативных и составляют для вертикальных шарниров 1628 и 863 моточасов, а для горизонтальных – 3290 и 2070 моточасов соответственно. По причине низкой долговечности уже при первом капитальном ремонте необходимо заменять или восстанавливать значительное количество деталей шарнирных соединений по тракторам К – 701 – более 70%.

Список использованных источников

1. Копылов Ю. М., Кулаченко Ю. В., Пуховицкий Ф. Н. Текущий ремонт энергонасыщенных тракторов. – М.: Россельхозиздат, 1986. - 206 с.
2. Михлин, В. М. Управление надежностью сельскохозяйственной техники / В. М. Михлин. – М. : Колос, 1984. - 334 с.
3. Ли Р. И. Технологии восстановления деталей сельскохозяйственной техники и оборудования перерабатывающих предприятий: учеб. пособ. - Липецк, МичГАУ, 2008. - 322 с.
4. Александров В. И. Плазменное упрочнение деталей при восстановлении шарниров несущих систем энергонасыщенных тракторов: автореф... дис. канд. техн. наук. – Ленинград - Пушкин, 1988. – 1988.
5. Румишский Я. З. Математическая обработка результатов эксперимента - М. : Наука, 1981 - 192 с.
6. Справочник инженера по техническому сервису машин и оборудования в АПК, - М. : ФГНУ "Росинформагротех", 2003. - 604 с.
7. Бураев, М.К. Оценка износа и годности деталей тракторов [Текст] / М.К. Бураев // Ремонт, восстановление, модернизация. - 2006.- № 6.- С.13-16.