

Список литературы

1. Бурмаков Ф.Х., Лезин П.П. Работоспособность и долговечность восстановленных деталей и сборочных единиц машин. — Саранск: Изд-во Мордовского университета, 1993. — 120 с.
2. Пучин Е.А., Дидманидзе О.Н. Технология ремонта машин. — Ч. 1. — М.: УМЦ «Триада», 2006. — 346 с.
3. Аверкин Ю.А. Исследования обжима полых цилиндрических заготовок // Инженерные методы расчета

процессов обработки металлов давлением: сб. науч. трудов. — М.: Машгиз, 1957. — С. 167–190.

4. Основы технологии изготовления деталей транспортных и технологических машин: учеб. пособие для вузов / С.К. Тойгамбаев, А.П. Шнырёв, Г.А. Сергеев [и др.]. — М.: МГУП, 2008. — 238 с.

5. Тойгамбаев С.К., Шнырёв А.П., Мынжасаров Р.И. Надежность технологических машин: учеб. пособие для вузов. — М.: МГУП, 2008. — 224 с.

УДК 631.3.004.67–192

Ю.Г. Вергазова

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ «ВАЛ–ВТУЛКА»

Неподвижные соединения достаточно часто встречаются в сборочных единицах и агрегатах сельскохозяйственной техники. Это — соединения зубчатых колес, звездочек, шкивов с валами, направляющих втулок с корпусами, опор подшипников скольжения с втулками и пр.

В настоящее время более 355 видов мобильных уборочных и других сельскохозяйственных машин оснащены цепными передачами и редукторами [1]. Наибольшее распространение в звездочках цепных передач получили соединения типа «вал–втулка звездочки», а в редукторах — «вал–втулка шестерни». Относительную неподвижность поверхностей обеспечивают шпонки.

Специальные стендовые испытания для данного вида соединений не проводились. В течение трех лет исследовали 10 соединений $\varnothing 30$ мм и $\varnothing 40$ мм с серийными посадками и 6 соединений с расчетными (предлагаемыми) посадками. В качестве объекта исследований выступали унифицированные редукторы завода МОССЕЛЬМАШ, установленные на картофелеуборочных комбайнах КПК-3.

При построении динамики изнашивания соединений с натягом учитывали полученные данные об уменьшении натяга в зависимости от числа запрессовок–распрессовок.

В результате обработки информации получены следующие эмпирические зависимости интенсивности изнашивания и среднеквадратического отклонения, мкм, от времени работы t , ч.

Для серийного соединения $\varnothing 30^{+0,17/-0,05}$:
функция изнашивания

$$\bar{U}(t) = 106,5 + 0,12t, \rho = 0,98; \quad (1)$$

изменение среднеквадратического отклонения во времени

$$\sigma_u(t) = 12,69 + 0,018t, \rho = 0,96. \quad (2)$$

Для предлагаемого соединения $\varnothing 30H6/v6$:
функция изнашивания

$$\bar{U}(t) = -41,2 + 9,58 \cdot 10^{-3}t, \rho = 0,96; \quad (3)$$

изменение среднеквадратического отклонения во времени

$$\sigma_u(t) = 0,826 + 2,19 \cdot 10^{-3}t, \rho = 0,99. \quad (4)$$

Для серийного соединения $\varnothing 40^{+0,025/+0,018/-0,002}$;

функция изнашивания

$$\bar{U}(t) = 18,3 + 42,9 \cdot 10^{-3}t, \rho = 0,99; \quad (5)$$

изменение среднеквадратического отклонения во времени

$$\sigma_u(t) = 0,819 + 11,1 \cdot 10^{-3}t, \rho = 0,99. \quad (6)$$

Для предлагаемого соединения $\varnothing 40H9/x8$:

функция изнашивания

$$\bar{U}(t) = -57,6 + 14,2 \cdot 10^{-3}t, \rho = 0,98; \quad (7)$$

изменение среднеквадратического отклонения во времени

$$\sigma_u(t) = 0,272 + 4,47 \cdot 10^{-3}t, \rho = 0,99. \quad (8)$$

Из анализа зависимостей (1)–(4) видно, что интенсивность изнашивания испытываемого соединения $\varnothing 30H6/v6$ в 12 раз меньше интенсивности изнашивания серийного $\varnothing 30^{+0,17/-0,05}$ и это достигнуто только путем точностного расчета. Серийное соединение имеет такие отклонения, при которых появляется аварийный износ, причем — на последней стадии, когда парабола легко аппроксимируется прямой.

Из анализа зависимостей (5)–(8) видно, что интенсивность изнашивания испытываемого соединения $\varnothing 40H9/x8$ в 3 раза меньше интенсивности изнашивания серийного $\varnothing 40H7/k6$ и это достигнуто путем применения новой методики расчета на-

тягов в соединении, использование которой предотвращает раскрытие стыка.

Ранее были получены все параметры, входящие в зависимость для определения конструктивного допуска посадки [1]. Вероятность безотказной работы и вероятность появления годных соединений принимали равными 0,95 [2]. После расчета допусков для лучших способов восстановления и обработки элементов соединения были получены данные, приведенные в таблице. Для картофелеуборочных комбайнов нужно обеспечить послеремонтный ресурс 3...4 сезона работы, так как общий срок службы составляет 7 лет [3, 4]. Среднесезонный ресурс работы равен 240 ч. Как видно из таблицы, рассчитанные посадки обеспечивают доремонтный ресурс 8 лет, а при использовании современных способов восстановления ресурс увеличивается до 16...20 лет.

Отверстия звездочек и шестерен можно обрабатывать до выведения следов износа при замене серийной шпонки на ремонтную. Ремонтный размер вала (РР) исследуемого соединения определим по формуле

$$D_p = D_{\max} - \frac{2\beta U}{1 + \beta} - e, \quad (9)$$

где D_{\max} — наибольший диаметр отверстия, мм.

В результате расчета получим следующие значения:

- для соединения $\varnothing 40$ мм ремонтный размер $\varnothing 40,8$ мм;
- для соединения $\varnothing 30$ мм ремонтный размер $\varnothing 30,5$ мм.

Эти размеры можно использовать при восстановлении поверхности вала и обработке отверстия под РР для образования посадки с расчетными отклонениями, обеспечивающими наибольшую надежность.

Выводы

1. Результаты длительных испытаний показали, что интенсивность изнашивания соединения $\varnothing 30H6/k6$ в 12 раз меньше интенсивности изнашивания серийного $\varnothing 30^{(+0,17/-0,05)}$. Серийное соединение имеет такие отклонения, при которых происходит аварийный износ, причем на послед-

Геометрические характеристики лучших способов восстановления валов соединения «вал–втулка»

Способ восстановления, способ обработки	Ресурс, сезонов	ϵ	ВБР	Расчетный допуск посадки, мкм	Посадка
Для соединения $\varnothing 40$ мм					
1.0. Эталонное соединение № 1 Вал — сталь 45 + Ш Втулка — сталь 40X + P	4	1,00	0,95	109	$\varnothing 40H9/x8$
	8			102	$\varnothing 40H9/x8$
	12			94	$\varnothing 40H8/x8$
	16			87	$\varnothing 40H8/x8$
1.1. Вал — приварка контактной ленты + Ш Втулка — обработка под РР (P)	4	0,87	0,95	110	$\varnothing 40H9/x8$
	8			104	$\varnothing 40H9/x8$
	12			97	$\varnothing 40H8/x8$
	16			91	$\varnothing 40H8/x8$
1.2. Вал — наплавка Нп–30ХГСА(CO ₂) + ППД Втулка (новая) — сталь 40X + P	4	0,97	0,95	109	$\varnothing 40H9/x8$
	8			102	$\varnothing 40H9/x8$
	12			95	$\varnothing 40H8/x8$
	16			88	$\varnothing 40H8/x8$
Для соединения $\varnothing 30$ мм					
2.0. Эталонное соединение № 2. Вал — сталь 45 + Т Втулка — ВЧ60-2 + 3	4	1,00	0,95	54	$\varnothing 30H7/v6$
	8			49	
	12			44	
	16			39	
2.1. Вал — контактная приварка ленты + Т Втулка — обработка под РР (3)	4	0,85	0,95	55	$\varnothing 30H7/v6$
	8			50	
	12			46	
	16			42	
2.2. Вал — наплавка Нп–30ХГСА(CO ₂) + ППД Втулка (новая) — ВЧ60-2 + 3	4	1,07	0,95	54	$\varnothing 30H7/v6$
	8			49	
	10			43	
	14			37	
Условные обозначения: ϵ — относительная износостойкость соединения; ВБР — вероятность безотказной работы; Т — точение; Ш — шлифование; РР — обработка под ремонтный размер; 3 — зенкерование; P — развертывание; ППД — поверхностно-пластическое деформирование					

ней стадии, когда парабола легко аппроксимируется прямой. Интенсивность изнашивания соединения $\varnothing 40H9/x8$ в 3 раза меньше интенсивности изнашивания серийного $\varnothing 40H7/k6$, и это достигнуто путем применения новой методики расчета натягов в соединении, использование которой предотвращает раскрытие стыка.

2. Исследования изменения допуска посадки в зависимости от ресурса показали, что лучшим способом обеспечения 3...4-х сезонов работы редукторов Н090.20.000 картофелеуборочных комбайнов является восстановление вала контактной приваркой ленты и заменой втулки на новую, либо обработкой под ремонтный размер соответственно $\varnothing 40,8$ мм и $\varnothing 30,5$ мм.

3. Исследованиями установлено, что наиболее рациональным способом восстановления исследуемых соединений является контактная привар-

ка ленты, что в сочетании с применением указанных посадок позволяет повысить ресурс соединений в соединения в 1,0...1,4 раза путем применения ленты из фреттингостойких материалов.

4. Определены ремонтные размеры исследуемых соединений, что позволяет не заменять втулки (звездочки и шестерни) на новые, а обрабатывать их отверстия соответственно под $\varnothing 40,8$ мм и $\varnothing 30,5$ мм с использованием ранее рассчитанных посадок $\varnothing 40,8H8/x8$ и $30,5H6/v6$.

Список литературы

1. Леонов О.А. Теоретические основы расчета допусков посадок при ремонте сельскохозяйственной тех-

ники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Агроинженерия. — 2010. — № 2. — С. 106–110.

2. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие / О.А. Леонов, В.В. Карпузов, Н.Ж. Шкаруба [и др.]; под общ. ред. О.А. Леонова. — М.: КолосС, 2009. — 568 с.

3. Леонов О.А. Обеспечение качества ремонта унифицированных соединений сельскохозяйственной техники методами расчета точностных параметров: дис. ... д-ра техн. наук. — М., 2004. — 324 с.

4. Леонов О.А., Бондарева Г.И., Шкаруба Н.Ж. Влияние погрешности средств измерений на потери при ремонте сельхозтехники // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 2007. — № 11. — С. 27–29.

УДК 502/504: 631.3.004.67–631.145

Г.И. Бондарева, доктор техн. наук

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А.Тимирязева

Н.Б. Орлов, канд. техн. наук

Республиканский навигационный-информационный центр, Республика Калмыкия

ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КАРКАСОВ КАБИН ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

Повышение энергонасыщенности тракторов и автомобилей, увеличение рабочих скоростей выполнения технологических и транспортных операций интенсифицируют труд оператора, работа которого сопровождается не только воздействием вибрации, шума, вредных примесей в воздухе, сильного мышечного и нервно-эмоционального напряжения, но и сопряжена с риском нанесения повреждений в случае опрокидывания управляемой им машины или иных аварийных ситуаций. С целью снижения риска нанесения повреждений оператору в соответствии с ГОСТ Р ИСО 8082–2005 кабины оборудуются устройствами защиты: ROPS (roll-over protective structure) — системой смонтированных на машине элементов, позволяющей при опрокидывании машины уменьшить вероятность нанесения повреждения оператору; FOPS (falling object protective system) — система элементов для защиты оператора от падающих предметов; OPS (operator protective system) — для защиты оператора от проникновения в кабину сучьев деревьев и разорванного тросового каната.

Международные требования к унификации расчетно-экспериментальных методов оценки пассивной безопасности транспортных средств обеспечивают достоверность измеряемых параметров и учитывают конструктивные особенности каждого типа кабин.

Требования безопасности к конструкции кузова крупногабаритных пассажирских транспортных средств изложены в ГОСТ Р 41.66–99 (Правила ЕЭК ООН № 66). Согласно нормативным документам, оценка безопасности возможна по результатам компьютерного моделирования, при условии обеспечения адекватности расчетной модели.

Результаты компьютерного моделирования значений пластических моментов сопротивления сечений $W_{пл}$ при оценке пассивной безопасности представлены в виде графиков изменения разрушающей нагрузки в зависимости от перемещения нагружающего элемента (рис. 1) и графиков изменения скорости движения ударного элемента от времени. При этом выявлен 20%-й запас по предельным нагрузкам, определен характер пластического деформирования сечений силовых элементов.

Проведено расчетное исследование влияния дверей на несущую способность кабины. Установлено, что двери повышают несущую способность конструкции в пределах 20%. Надежное соединение лобового и заднего стекол с кузовом дополнительно увеличивает его несущую способность в пределах 30%.

Для оценки несущей способности разработаны два варианта конечно-элементных моделей (КЭМ) секции [1]: упрощенные КЭМ (конечно-элементные модели) — используют только стержневые эле-