

ПОДВИЖНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ КЛИНОРЕМЕННЫХ ВАРИАТОРОВ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ИХ НАДЕЖНОСТИ

В. Кухтов, д-р техн. наук, проф., **С. Лысенко**

*Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства имени Петра Василенко*

А. Пипченко,

Харьковский филиал УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого

В статье изложены основные технологические методы и меры защиты подвижных соединений клиноременных вариаторов зерноуборочных комбайнов от вредных последствий механического изнашивания.

Ключевые слова: *клиноременной вариатор, зерноуборочный комбайн, механическое изнашивание.*

Суть проблемы. Развитие отечественного машиностроения направлено на ускорение технического прогресса, развитие выпуска экономичных, надежных и долговечных машин, повышения уровня их конструирования и совершенствования технологии производства. Одной из первоочередных задач является обеспечение высокой надежности и долговечности тех наиболее распространенных типов узлов, в которых конструкционно предусмотрено сопряжение деталей. Недостаточная контактная прочность последних, определяющая в большинстве случаев прочность узла, снижает эксплуатационную надежность и долговечность машин.

Ресурс работы узлов зачастую ограничивается преждевременным износом или разрушением контактирующих деталей. Обеспечение свободного перемещения раздвижных шкивов на валах при малых зазорах является существенным фактором в проблеме повышения надежности и долговечности клиноременных вариаторов зерноуборочных комбайнов.

Анализ последних исследований и публикаций. В настоящее время накоплен обширный материал по влиянию внешних механических факторов нагружения контактируемых тел, природы материалов, среды, температуры, электрических контактных явлений, электрохимических процессов на развитие фреттинг-коррозии. Однако, это пока не позволяет с уверенностью дать рекомендации по уменьшению износа в условиях фреттинг-коррозии и по повышению фреттинг-усталостной прочности. Например, Солкинд М. И. и Лукас Р. И.[1] отмечают, что на сегодняшний день не существует теста на фреттинг-усталость малогабаритного образца, который бы точно воспроизводил механизм фреттинга и регулирующие его параметры. Более полный обзор по проблеме фреттинг-коррозии можно найти в работах [2, 3].

Цель исследования – определить эффективность разработанных покрытий и мер защиты подвижных соединений от вредных последствий фреттинг-коррозии для предотвращения разрушения или уменьшения интенсивности коррозионной повреждаемости деталей вариаторов.

Основной материал. В процессе эксплуатации вариаторов, вследствие колебания ширины по длине клинового ремня и возникающих толчкообразных нагрузок при вращении раздвижных шкивов в месте контакта подвижной ступицы с валом полым возникают высокочастотные вибрации с относительным перемещением как в осевом направлении, так и в направлении вращения. Эти перемещения в условиях несовершенной смазки служат причиной образования в соединении так называемой фреттинг - коррозии.

При фреттинг-коррозии значительно ухудшается качество поверхностей деталей, а это может привести к существенному снижению их усталостной прочности.

В результате последней на сопряженных поверхностях ступица-вал образуются выработки, служащие источником шума при работе вариатора, а окислившиеся продукты износа уплотняют зазор в соединении и приводят к утрате его подвижности, происходит заклинивание подвижных шкивов.

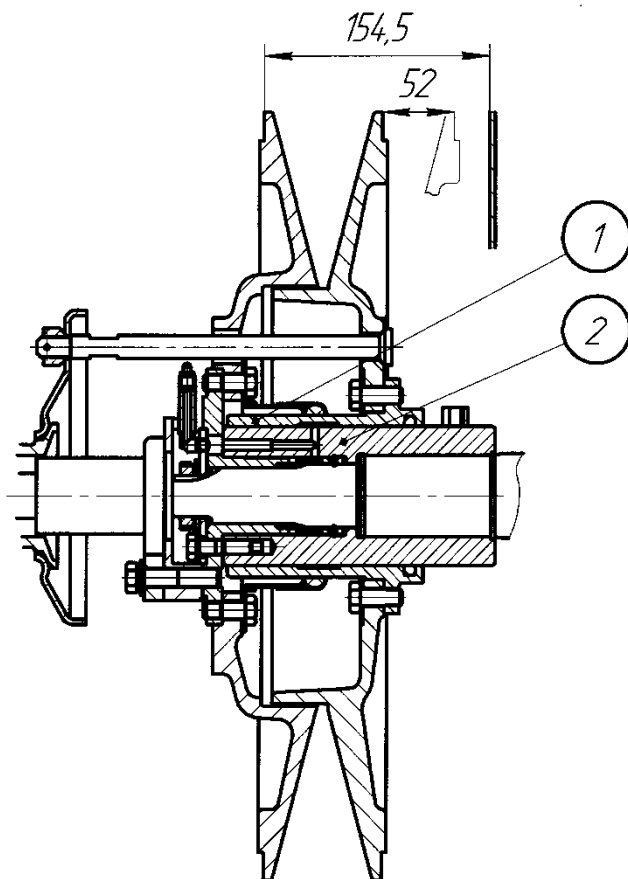
Фреттинг-коррозия является разновидностью коррозионно-механического изнашивания и связана с расшатыванием и разрушением кристаллической решетки при повторных тангенциальных смещениях и с местами схватывания контактирующих поверхностей. Характерными условиями возникновения фреттинг-процесса являются трение скольжения с малыми возвратно-поступательными перемещениями, начиная от величин на порядок выше межатомных расстояний, и динамическое приложение нагрузки [1]. Динамический характер нагружения резко увеличивает градиент деформаций и температур на контакте, что ведет к интенсивному окислению и схватыванию. Направленность развития фреттинг-процесса в сторону окисления или схватывания зависит от среды в зоне контакта и применяемой смазки.

Имеющиеся экспериментальные данные по фреттинг-коррозии не исчерпывают всего многообразия проявлений этого вида поверхностного разрушения. В большинстве опубликованных работ рассматривается влияние внешних механических факторов на интенсивность развития фреттинг-коррозии. Однако наиболее полную информацию для установления механизма этого явления можно получить, исследуя структурные изменения поверхностных слоев, природу образующихся окислов и так далее.

Преимущественное усталостно-коррозионное повреждение поверхности большей частью обнаруживается на деталях вариаторов имеющих подвижные соединения (рис. 1).

В связи с предеформированием материала в поверхностных слоях начинают развиваться усталостные явления, сопровождающиеся

образованием микротрещин. Срастание микротрещин приводит к отколу частиц металла, упрочненных пластической деформацией. На этапе наблюдается упрочнение и разупрочнение поверхностных слоев, о чем свидетельствует немонотонное изменение микротвердости по глубине. Развитие усталостных процессов, сопровождающихся интенсивным окислением и коррозией, приводит к прогрессирующему разрушению поверхностного слоя. Усталостно-коррозионное повреждение поверхности чаще всего приводит к усталостному разрушению деталей.



*1 – ступица подвижная; 2 – вал полый;
поврежденные детали блока ведущего (сопрягаемые детали 1 – 2)*

Рисунок 1 – Блок ведущий вариатора барабана

Сложная взаимосвязь процессов фреттинг-коррозии и недостаточная изученность их природы, влияние большого числа факторов, определяющих активность этих процессов в каждом конкретном случае, затрудняет разработку методов защиты. Имеющиеся в различных источниках данные свидетельствуют о том, что борьба с этим видом разрушения возможна различными путями: подбором соответствующих пар контактирующих материалов, использованием различных гальванических и диффузионных покрытий, применением жидких и твердых смазок, неметаллических прокладок и покрытий и т.д.

Бартель А. делает попытку систематизировать разнообразные меры по предупреждению фреттинг-коррозии, выделяя их в четыре основные группы: конструктивные, механические, подбор материалов, монтажные и производственные [5].

В качестве конструктивных возможностей для борьбы с фреттинг-коррозией рекомендуется применять бесконтактные лабиринтные уплотнения, вместо цилиндрической посадочной поверхности – шарообразную, трению скольжения предпочитать трение качения, плотно подгонять призматические и сегментные шпонки и т.д.

Предупреждение фреттинг-коррозии «механическим» путем обеспечивается созданием хорошей напряженной посадкой. Посадочные места должны предварительно подвергаться дробеструйной обработке.

Широкие возможности для предупреждения фреттинг-коррозии дает третья группа мероприятий – подбор пар материалов, слабовосприимчивых к фреттинг-коррозии. Так, очень твердые материалы (например, с высоким содержанием карбидов) обладают повышенной способностью противостоять фреттинг-коррозии. Положительный эффект дает применение коррозионно-устойчивых сталей, а также нанесение плазменных покрытий. Также следует уделить внимание специальной обработке контактирующих поверхностей. Так, азотирование с дополнительным нанесением порошка дисульфида молибдена, нанесение гальванического слоя хрома, обработка поверхности пескоструйным методом с последующим нанесением металлической пыли свинцовистой бронзы, покрытие из неметаллических материалов дают возможность успешно бороться с фреттинг-коррозией.

К четвертой группе отнесены такие монтажные и производственные мероприятия, как тщательная подгонка сопряжений, посадка подшипников скольжения и шарикоподшипников с натягом и т. д.

Применение таких материалов как тефлон и резина в соединении «вал – втулка» позволяет иногда полностью устранить фреттинг-коррозию. Тефлоновую пленку напыляют на вал, затем вал подвергают термической обработке и перед сборкой покрывают обычной консистентной смазкой. Кроме рассмотренных методов предлагается использовать различные демпфирующие устройства для гашения вибрации.

Уотерхауз Р.Б. рекомендует для устранения относительного перемещения контактирующих поверхностей уменьшать тангенциальные силы или увеличивать силы трения. Для увеличения силы трения представляются две возможности. Там, где позволяет конструкция, наиболее простым и эффективным методом является увеличение нормальной нагрузки. Второй метод – увеличение коэффициента трения нанесенным на поверхности гальваническим путем слоя меди, олова [6].

Для повышения усталостной прочности деталей, работающих в условиях фреттинг-коррозии, применяют метод уменьшения концентрации напряжений, заключающийся в нанесении сетки канавок определенной глубины на поверхность, которую необходимо защитить от разрушения.

Выводы. Для уменьшения адгезии и повышения фреттинг-усталостной прочности рекомендуется применять следующие технологические методы: пластическое деформирование, химическую и электрохимическую обработку, различные виды химико-термической обработки.

Снизить интенсивность процессов схватывания можно путем применения коррозионно-стойких материалов в узлах трения, введения в зону изнашивания смазочных материалов, прежде всего пластичных. Весьма эффективно при этом использование смазок или покрытий, содержащих графит или дисульфид молибдена, а также коррозионно-стойких покрытий, например из фторопласта.

К конструктивным путям борьбы с фреттинг-коррозией относится стремление уменьшить колебательное перемещение сопряженных поверхностей путем увеличения натяга для случая прессовых посадок, использования демпфирующих устройств для уменьшения вибраций и пр.

Из всего многообразия перечисленных апробированных средств предотвращения фреттинг-коррозии можно сделать вывод, что универсального метода защиты от этого вида разрушения контактирующих поверхностей не существует. Большинство предложенных методов разработаны для частных случаев с конкретными условиями работы конструкции, в зависимости от которых один и тот же метод может давать совершенно противоположные результаты.

Литература

1. SDH N.P. The Delamination Theory of Wear [Текст] / N.P. SDH // Wear. – 1973. – Vol. 25. – P. 111-124.
2. BRAUNOVIE M. Tribology, Fretting Wear [Текст] / M. BRAUNOVIE // "Eng. Dig" (can). – 1981 – 27, No.9. – P. 48, 50, 53, 54.
3. DUGGAN T. Fatigue as a design criterion [Текст] / T. DUGGAN, I. BYRNE // Macmillan Press, L.T.D. – London, 1977.
4. Костецкий Б.И. Трение, смазка и износ в машинах [Текст] / Б.И. Костецкий. – К.: Техника, 1978.

5. BARTEL A. Passungsrost bzw. Reiboxidation-besondere Verschleibprobleme [Текст] / A. BARTEL // Der. Maschinenshaden. Helf 7/8. – Ang.1963.

6. Уотерхауз Р.Б. Фреттинг-коррозия [Текст] / Р.Б. Уотерхау. – Л.: Машиностроение, 1976. – 272 с.

7. Шевеля В.В. Фреттинг-усталость металлов [Текст] / В.В. Шевеля, Г.С. Калда. – Х.: Поділля, 1998. – 299 с.

Анотація

У статті викладено основні технологічні методи і заходи захисту рухомих з'єднань клинопасових варіаторів зернозбиральних комбайнів від шкідливих наслідків механічного зношування.

Summary

Basic technological methods and protective measures of movable connections of combine harvesters variators from mechanical wear harmful consequences are presented.