

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗУБЬЕВ БАТАНА ТКАЦКОГО СТАНКА СТБ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИЗНАШИВАНИЯ КОНТАКТНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Алибеков Р. К.¹, магистр, Касимов Б. М.¹, PhD., доц., Шин И. Г.², д.т.н., проф.

¹Андижанский государственный технический институт,

г. Андижан, Республика Узбекистан

²Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,

г. Ташкент, Республика Узбекистан

Реферат. В статье приведены материалы, основанные на изучении кинетики износа зубьев батана в эксплуатационных условиях. Выявлена трансформация контактных поверхностей зубьев батана, что влияет на работу нитепроводника утка и обрывность нити.

Ключевые слова: зуб батана, износ, изнашивание, пластическая деформация, нитепроводник.

Превалирующая часть деталей текстильных машин (челноки, бегунки, ползуны, опоры скольжения, направляющие, сухарики и др.) работает при трении скольжения. Трению качения подвергается меньшее количество деталей – шариковые и роликовые подшипники, ролики, катки и т. д.

Вследствие трения, являющегося основной причиной изнашивания, на трущихся поверхностях деталей возникают ряд механических, химических и тепловых процессов, разрушающих их поверхностные слои. Поэтому происходит изменение формы и размеров сопряженных поверхностей, увеличение зазоров сопряжений, нарушение правильности взаимного расположения деталей, появление дополнительных динамических нагрузок вибраций и др. Приведенные факторы ухудшают эксплуатационные свойства оборудования, снижая его надежность, производительность и качество выпускаемой продукции.

Вопросам механизма и физической сущности изнашивания посвящено большое количество работ, авторами которых являются известные ученые И. В. Крагельский, Б. И. Костецкий, М. М. Хрущов, Д. Н. Гаркунов, Ф. П. Боуден, Д. Тейбор и др. [1–6].

Сложность процесса износа предопределяется тем, что на поверхности трения одновременно могут протекать ряд явлений: абразивное действие продуктов износа, образование усталостных микротрещин в тонком пластически деформированном, структурно-фазовые превращения и др. Схема изнашивания поверхностей, предложенная И. В. Крагельским [7], хорошо иллюстрирует и подтверждает тот факт, что износ представляет очень сложный процесс, которому сопутствует ряд явлений различной природы, ускоряющих разрушение деталей машин.

Визуальный осмотр и изучение изношенных участков внутренних контактных поверхностей зева зубьев батана (рис. 1, 2) показали следующее. Основным видом изнашивания является механический, который проявляется в виде абразивного изнашивания и изнашивания вследствие пластического деформирования.

Изнашивающие абразивные частицы в данном случае имеют минеральное происхождение (например, пыль, содержащая кварц; пух искусственных или естественных волокон) и передвигаются между поверхностями сопряженных деталей (зуб батана – нитепроводник), вызывая абразивное воздействие на материал. Данный вид изнашивания можно отнести к сопутствующему износу, слабо влияющим в целом на процесс изнашивания.

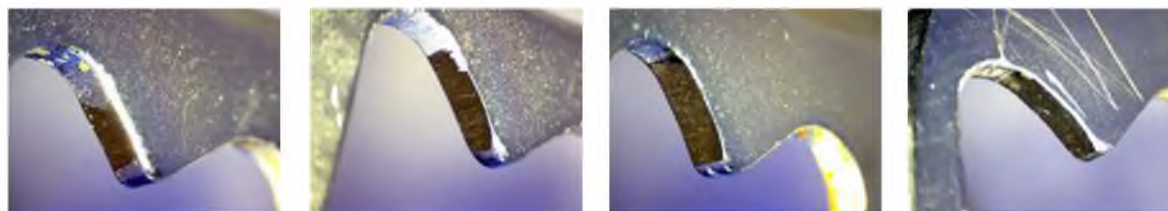


Рисунок 1 – Кинетика износа зубьев батана в эксплуатационных условиях по мере наработки

При взаимном скольжении поверхностей двух твердых тел возникает сила трения и процесс поверхностного разрушения, выражается износом сопряженных тел. Работа силы трения состоит из работы пластической деформации, гистерезисных потерь упругой деформации и работы диспергирования, то есть работы, затрачиваемой на образование новых поверхностей и связанной с поверхностной энергией твердых тел. Обычно подавляющую часть составляет работа пластической деформации [8].

Преобладающим видом изнашивания, по нашему предположению, является изнашивание вследствие пластического деформирования. Пластические деформации, охватывающие большую совокупность микрообъемов трущихся деталей, способствуют возникновению макрообъемов, которые могут изменить размеры и формы деталей. Специфика такого изнашивания заключается в том, что изменения размеров и формы деталей происходит без заметной убыли их массы.

Наблюдается непрерывный рост площади износа зубьев батана по мере наработки (рис. 1). Участки изношенных поверхностей отличаются характерным блеском, гладкой формой и низкой шероховатостью.

В результате экспериментальных исследований зубьев батана в эксплуатационных условиях выявлено, что прямолинейный участок зуба батана (рис. 2 а) трансформируется в криволинейную поверхность с некоторым радиусом (рис. 2 б) в результате непрерывного процесса изнашивания контактных поверхностей. Искажение формы зева зуба батана приводит к изменению расположения нитепровода, рабочий профиль которого соответствует форме полуцилиндра с тремя слабовыраженными гранями. Это обстоятельство приводит к неустойчивой работе пары «зуб батана – нитепроводник», создавая переменный режим с изменяемыми кинематическими и динамическими параметрами работы станка СТБ.



а

б

Рисунок 2 – Трансформация прямолинейной поверхности (а) участка профиля зуба батана в криволинейную поверхность (б) в процессе изнашивания

Силовое взаимодействие между зубом батана и нитепроводником соответствует пульсирующему контакту, что приводит к циклическому изменению нагрузки, сопровождающей скольжение поверхностей. В результате скольжения выделяется тепло и повышается температура в зоне контакта сопряженных поверхностей. Поэтому нельзя исключать и механизм теплового изнашивания, относящегося к молекулярно-механическому изнашиванию. Тепловое изнашивание наблюдается уже при скорости скольжения $v > 3...4$ м/с и обуславливается нагревом зоны трения до температур, вызывающих в поверхностных слоях структурные изменения [9]. Таким образом,

процесс изнашивания зависит от одновременного взаимодействия большого количества факторов, а результат изнашивания – износ, приводящий к отказу оборудования, является величиной случайной. Поэтому для изучения закономерности износа используют методы теории вероятностей и математической статистики.

В обобщенном виде уравнение износа можно написать следующим образом [10]:

$$J = \int_0^t f(M, B, H, C) dt, \quad (1)$$

где M – эксплуатационная характеристика изнашиваемого материала (физико-механические, химические и другие свойства); B – характер фрикционного контакта; H – внешние нагрузки (скорость относительного перемещения, удельное давление и др.); C – характеристика рабочей среды (влажность, запыленность, температура и др.); t – время изнашивания.

В большинстве случаев при расчетах можно принять линейную зависимость между временем изнашивания и величиной износа J , то есть считать, что в период нормальной эксплуатации скорость изнашивания является постоянной величиной: $\gamma = J/t = const$.

Износ деталей является основной причиной потери работоспособности текстильных машин, например, на долю износа приходится до 40 % всех отказов станка СТБ. Поэтому увеличение износостойкости деталей составляет существенный резерв повышения надежности и долговечности технологического оборудования текстильных предприятий.

Список использованных источников

1. Turakhodjaev N. et al. Quality improvement of the steel melting technology in an electric arc furnace //ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2021. – Т. 11. – №. 7. – С. 48–54.
2. Kasimov B. Experimental determination of the depth and degree of riveting of the surface layer of Batan teeth //Middle European Scientific Bulletin. – 2021. – Т. 18. – С. 169–171.
3. Murat o'g'li K. B. et al. Combined strengthening of Batan teeth of the Stb loom //International Journal on Orange Technologies. – 2021. – Т. 3. – №. 4. – С. 223–225.
4. Касимов, Б. М., Муминов, М. Р., Шин, И. Г. Определение скрытой энергии деформации на основе термодинамических соотношений при отделочно-упрочняющей обработке. – Издательство: ВГТУ, 2021. – С. 283–285.
5. Шин, И. Г., Шодмонкулов, З. А., Искандарова, Н. К., & Касимов, Б. М. (2021). Повышение эффективности волокноотделительной машины абразивоструйной обработкой зубьев дисков пильного цилиндра. Вестник машиностроения, – 2021 – (10), 66–69.
6. Касимов, Б. М. и др. Расчетные модели для оценки напряженно-деформированного состояния в поверхностном слое деталей при поверхностном пластическом деформировании обкатыванием и выглаживанием //Современные инновации, системы и технологии-Modern Innovations, Systems and Technologies. – 2022. – Т. 2. – №. 4. – С. 0324–0330.
7. Назаров, С. Р., Касимов, Б. М., & Шин, И. Г. Алгоритмизация расчета интенсивности остаточных напряжений при дробеударном упрочнении деталей технологических машин / С. Р. Назаров, Б. М. Касимов, И. Г. Шин // Материалы докладов Международного научно-практического симпозиума «Прогрессивные технологии и оборудование: текстиль, одежда, обувь», Витебск, 3 ноября 2020 г. / ВГТУ. – Витебск, 2020. – С. 81–84.
8. Kholmiraev N. et al. Increasing the Lifetime of Tillage Machine of Plowshares Made Stell Made by Foundry Technologies //Journal NX. – 2021. –Т. 7. – №. 11. – С. 55–59.
9. Turakhodjaev, N., Kholmiraev, N., Saidkhodjaeva, S., & Kasimov, B. An International Multidisciplinary Research Journal. – 2023, № 4. – С. 123–130.
10. Kasimov, B. (2023). Improvement of the environmental safety of weaving equipment by reducing the wear of contact surfaces. In E3S Web of Conferences (Vol. 390) – 2023. – pp. 115–122. EDP Sciences.
11. Касимов, Б. М., Шин, И. Г., & Муминов, М. Р. Расчет глубины наклепа при дробеструйном упрочнении зубьев батана ткацкого станка типа СТБ. Universum: технические науки, – 2023. – (5–2 (110)), – С. 44–49.
12. Касимов, Б. М., Шин, И. Г., Муминов, М. Р., & кизи Касимова, Д. Х. (2023). Расчет глубины наклепа при дробеструйном упрочнении зубьев батана ткацкого станка типа СТБ. Educational Research in Universal Sciences, – 2023. – 2(4), – С. 756–766.
13. Шин, И. Г., & Муминов, М. Р. Эффективность дробеструйной обработки рабочих поверхностей зубьев батана ткацкого станка СТБ. Innovations in Technology and Science Education, – 2023. – 2(9), – С. 1186–1198.
14. Шин, И. Г., Максудов, Р. Х., & Муминов, М. Р. Напряженно-деформированное состояние поверхностного слоя деталей при динамическом упрочнении микрошариками. Innovations in Technology and Science Education, – 2023. – 2(9), – С. 1167–1185.
15. Nazarov, S. R., Kasimov, B. M., & Shin, I. G. Algorithmization for calculating the intensity of residual stresses during shot-impact hardening of parts of technological machine. Progressive technologies and equipment: textiles, clothing, footwear, – 2020. – pp. 81–84.
16. Kasimov, B. M., Muminov, M. R., Abrorov, A. S., & Mirzakarimov, K. R. Calculation models for the assessment of deflected mode in the surface layer of parts during surface plastic deformation by running and smoothing. Современные инновации, системы и технологии, – 2022. – 2(4), – С. 0324–0330.