

З метою збільшення довговічності та надійності роботи роликів ланцюгів авторами запропоновані для промисловості рекомендації з удосконалення технологічних процесів виготовлення елементів ланцюгів та їх складання.

Summary. The constuction of the device for roller cocking determination in accordance to the effective area of tooth sprockets in the chain drive working process is worked out and gives the possibility to determine true contact stress in the contact zone and to qualify its durability.

Стаття представлена професором Яснієм П.В.

А. Викулов

(Пензенский технологический институт, г.Пенза)

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ МНОГОРЯДНЫХ ПРИВОДНЫХ РОЛИКОВЫХ ЦЕПЕЙ

Анотація. Из включением в работу промежуточных пластин уменьшается згинна деформація валиків, що приводить до зменшення відносної мікрорухомоті контактуючих поверхонь і, як наслідок, збільшення опору фреттингу в спряженнях багаторядного ланцюга і підвищення його довговічності. Надійність роботи багаторядного ланцюга залежить від фреттинговостійкості спряження валик-проміжна пластина.

Долговечность цепных передач, используемых в главном приводе универсальных одноковшовых экскаваторов, крайне низка. Срок службы до разрушения элементов цепи резко снижается из-за отрицательного действия фреттинга как в номинально неподвижных соединениях (пластина-валик, пластина-втулка), так и в подвижных сопряжениях (промежуточная пластина - валик, втулка - валик, втулка - ролик). Под фреттингом в сопряжениях приводных цепей понимается возникающее под действием циклического нагружения усталостное разрушение микровыступов контактирующих поверхностей при относительной их подвижности. В качестве критерия фреттинговостойкости принимаем продолжительность латентного периода τ фреттинга [1, 3]

$$\tau = K_1 \cdot Ra \cdot e^{\frac{K_2 \cdot A \cdot N \cdot f}{Ra}}, \quad (1)$$

где Ra - среднее арифметическое отклонение микропрофиля; A - амплитуда относительного смещения; N - нормальная нагрузка; f - частота вибрации; K_1 - эмпирический коэффициент, зависящий от регенерационной способности смазки и учитывающий условия работы взаимодействующей пары, которые определяют возможность восполнения смазки в зоне контакта и удаления из нее продуктов разрушения; K_2 - эмпирический коэффициент, зависящий от несущей способности граничного слоя смазки и прочностных свойств поверхности металла.

Технология изготовления всех элементов цепи должна быть такой, чтобы возникающие при эксплуатации цепной передачи действующие ошибки, проявляющие себя в работе параметров взаимодействующих пар, не увеличивали контактное давление и амплитуду контактирующих поверхностей.

По истечении латентного периода фреттинга завершается накопление циклических повреждений и появляются трещины в поверхностных слоях взаимодействующих деталей. Продукты разрушения окисляются и в дальнейшем надежная работа сопряжений в условиях фреттинг-коррозии не гарантирована.

Работоспособность четырехрядной цепи шага 19,05 мм лимитируется фреттингостойкостью сопряжений валик-промежуточная пластина, воспринимающих наибольшие контактные давления при малом сопротивлении сдвигу рабочих поверхностей. Даже при точном изготовлении элементов и равномерном распределении нагрузки по всей площади опорной поверхности каждой промежуточной пластины, определяемой произведением диаметра валика на толщину пластины, контактное давление составляет 35 МПа. Контактное давление в шарнире между валиком и втулкой в 2,5 раза меньше. Из-за неравномерного распределения нагрузки между пластинами наружного звена и значительного уменьшения площади контакта валика с промежуточной пластиной фактическое давление в данном сопряжении в несколько раз больше предполагаемого теоретического значения. Из-за конусности отверстия в промежуточной пластине контакт осуществляется не по всей длине отверстия. Дуга охвата валика поверхностью отверстия пластины уменьшается с увеличением зазора в данном сопряжении. Таким образом, для сопряжения валика с промежуточной пластиной характерны наибольшие амплитуды сдвига контактирующих поверхностей и величина контактного давления и, следовательно, наименьшее время для накопления циклических повреждений.

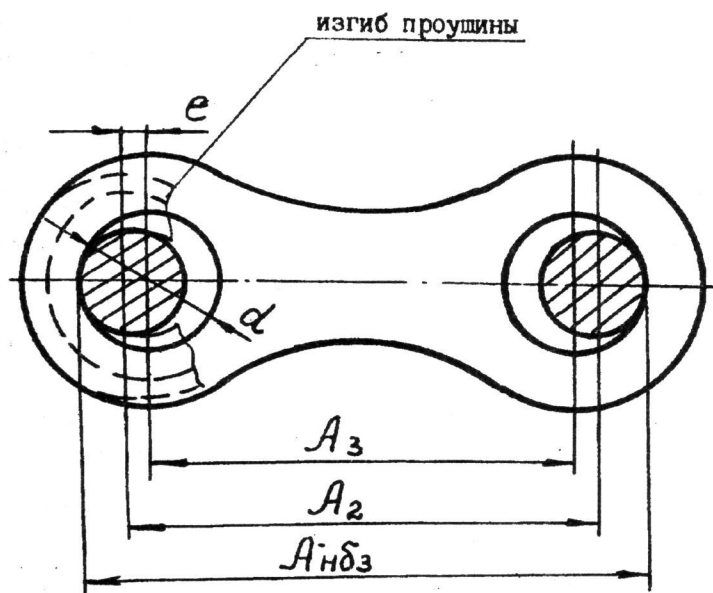


Рисунок 1 - Взаимодействие промежуточной пластины с валиком

При равенстве шагов отверстий наружных и промежуточных пластин и увеличенных размерах отверстий в промежуточных пластинах, взятых из соображений легкости сборки многорядной цепи существующих конструкций и, следовательно, значительных расстояний между крайними точками отверстий в промежуточных пластинах образующийся зазор между валиком и промежуточными пластинами не обеспечивает одновременного нагружения пластин наружного звена и вызывает значительную изгибную деформацию валика. Поворот осей валиков наружного звена в работающей цепи приводит к повороту смежных внутренних звеньев и, как следствие, неравномерному распределению давлений от четырех зубьев звездочки (в цепи 4ПР-19,05-15500) как по ря-

дам, так и по длине ролика, что снижает фреттингостойкость сопряжений втулка-пластина, валик-втулка-ролик, то есть в местах с повышенной контактной нагрузкой и увеличенной амплитудой сдвига. Проведенное тензометрирование с наклеенными датчиками на промежуточные пластины в собранном опытном отрезке цепи 4ПР-19,05-15500 показало, что при существующих значительных зазорах между валиком и промежуточной пластиной последняя начинает контактировать только лишь при растягивающей нагрузке, равной или превышающей 600 даН. Следовательно, в работающей цепи промежуточные пластины не нагружены.

При включении в работу промежуточных пластин за счет уменьшения межосевого расстояния отверстий по сравнению с аналогичным параметром наружных пластин (рис. 1) с целью уменьшения разницы в расстоянии между рабочими поверхностями валиков одного звена и соответствующего параметра в промежуточной пластине долговечность опытной четырехрядной цепи увеличилась в 2,5 раза (рис. 2) и лимитировалась фреттингостойкостью сопряжения валик-пластина промежуточная, воспринимающего наибольшие контактные давления при малом сопротивлении сдвигу рабочих поверхностей.

Фактические замеры размерных параметров промежуточных и наружных пластин четырехрядных цепей Новосибирского производства дали следующие результаты. Наибольшее расстояние между образующими отверстий $A_{НБЗ}$ (рис. 1) в промежуточных пластинах при замере со стороны, обращенной (при вырубке пластины по контуру) к пуансону, изменяется со следующими значениями: $A_{НБЗП} = 25,05 \pm 0,18$ мм, а со стороны, обращенной к матрице, этот размер принимает значения $A_{НБЗМ} = 25,36 \pm 0,096$ мм. Аналогичный размерный параметр в наружных пластинах имеет значения: $A_{НБЗП} = 24,624 \pm 0,09$ мм; $A_{НБЗМ} = 24,746 \pm 0,114$ мм. При таком соотношении размеров $A_{НБ2}$ и $A_{НБЗ}$ промежуточные пластины не участвуют в работе и не ограничивают изгибную деформацию валиков.

Промежуточные пластины изготавливаются с большим разбросом значений диаметра отверстия. Так на стороне, обращенной к пуансону (при пробивке отверстия), диаметр отверстия равен $6,148^{+0,112}_{-0,028}$, а с противоположной стороны - $6,438^{+0,102}_{-0,098}$ мм. Для экспериментального подтверждения теоретических рассуждений были изготовлены опытные цепи, в которых парные промежуточные пластины Новосибирского производства с толщиной 3,6 мм каждая заменены тремя соединительными пластинами Тульского производства с толщиной 2,4 мм каждая и с уменьшенным шагом отверстий, равным $19,05^{+0,37}_{-0,47}$ мм. Опытные цепи в сравнении с серийными испытывались на стенде с замкнутым силовым потоком по режимам ГОСТ 13568-75 группа "Г". Нагрузка на ведущую ветвь составила 600 даН; количество звеньев в контуре $m=110$; число зубьев звездочек $Z_1=Z_2=19$; частота вращения звездочки $n=1200$ мин⁻¹; смазка циркуляционная насосом. Результаты характерных испытаний представлены на рис. 2. В серийных цепях после 200 часов наработки происходит разрушение всех элементов цепи, кроме промежуточных пластин.

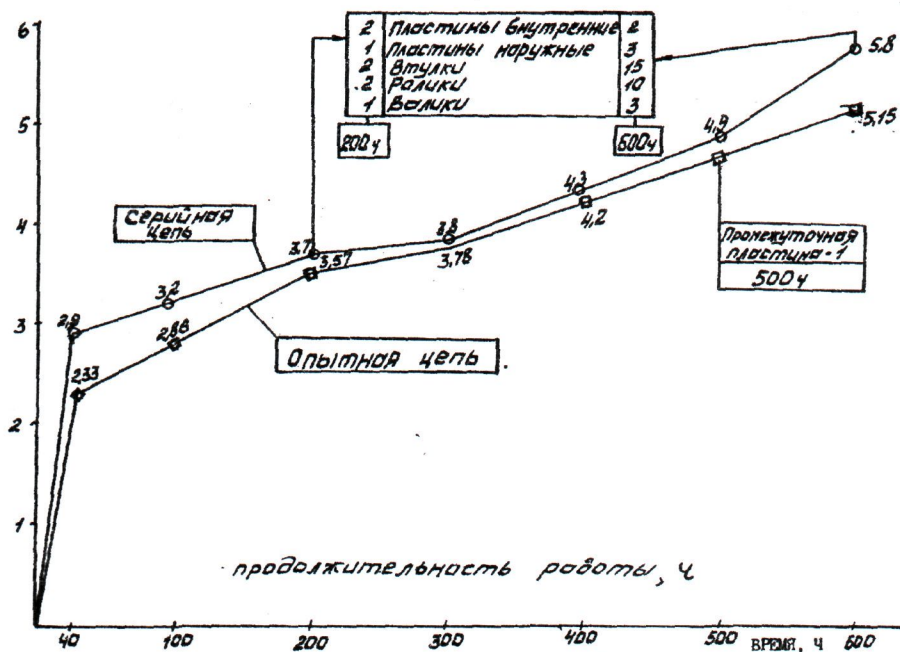


Рисунок 2 - Зависимость удлинения (мм) цепи от времени стеновых испытаний (ч)

В опытных цепях разрушаются промежуточные пластины после увеличенного в 2,5 раза срока службы цепи.

Уменьшение шага отверстий в промежуточных пластинах при увеличенных диаметрах отверстий из-за разной кривизны контактирующих поверхностей валика и пластины приводит, по нашим теоретическим расчетам, к увеличению напряженного состояния вследствие изгиба проушины (рис. 1) более, чем в 2 раза и амплитуды относительных циклических микросмещений взаимодействующих поверхностей. Необходимо свести до минимума конусность отверстий, изогнутость пластин, разноразмерность наибольшего расстояния между образующими отверстий $A_{нб2}$, $A_{нб3}$ при сближении шагов отверстий, а также зазор в сопряжении валик-пластина промежуточная, что достижимо при переходе на чистовую штамповку пластин.

Summary. Intermediate plates with the decreased step between holes reduce the bending strain of rollers that results in decreasing the relative micromobility of contact surfaces and hence in increasing durability to fretting in the multiserial chain joints. Durability to fretting of the roller-intermediate plate joint defines high reliability of the multiserial chain.

Перелік посилань:

1. Островский М.С. Исследование латентного периода фреттинга: дис. канд. техн. наук. - М.: Мосстанкин, 1967.
2. Романовский Б.В., Столбин Г.В. Фреттинг как причина, снижающая работоспособность роликовых цепей// Механические передачи. - М.: НИИМАШ, 1971. - С. 66 - 81.
3. Романовский Б.В., Капустянский Е.Н., Викулов А.С. Фреттингоустойчивость деталей машин: Учеб. пособие. - Пенза: Изд-во Пенз. политехн. ин-та, 1992. - 72 с.

Стаття представлена професором Рогатинським Р.М.