

УДК 677.052

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДВУХМЕСТНОГО ПРЯДИЛЬНОГО МОДУЛЯ

Н.И. ФИЛАТОВА, А.А. ТЕЛИЦЫН, В.А. ШАСТИН

(Костромской государственной технологической университет)

На кафедре деталей машин и ПТУ Костромского государственного технологического университета была создана оригинальная конструкция червячного привода вытяжного прибора (рис. 1), защищенная патентом РФ [1].

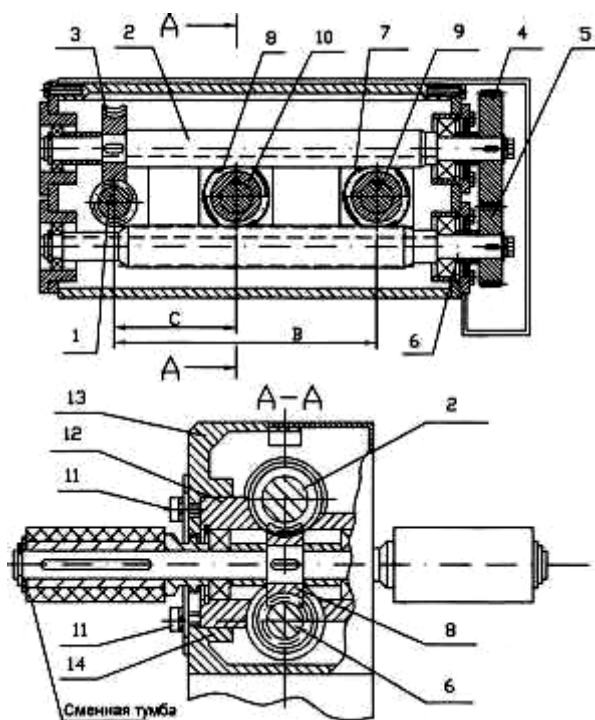


Рис. 1

Данная конструкция привода вытяжного прибора имеет небольшие габариты, обеспечивает регулирование разводок в широких пределах с малыми трудозатратами, содержит значительно меньшее количество деталей по сравнению с традиционным решением, используемым в пря-

дильных машинах. Привод работает следующим образом. От вала 1 выпускного цилиндра вытяжного прибора через червячную передачу 3 вращение передается на промежуточный вал 2, далее через пару сменных зубчатых колес 4 и 5 – на червяк 6, а затем с помощью червячных колес 7, 8 – на валы 9 и 10 питающего и среднего цилиндров. Величина общей вытяжки продукта регулируется при помощи пары сменных зубчатых колес 4 и 5. Для изменения разводок между цилиндрами (размеры В и С на рис.1) нужно ослабить винты 11 крепления стаканов 12 к корпусу 13 и переместить стакан 12 вместе с валом 9 или 10 вдоль направляющих 14, при этом червячные колеса 7 или 8 свободно перекатываются вдоль червяка 6. После изменения разводки винты 11 вновь затягиваются.

Однако главным преимуществом данного компоновочного решения является возможность двухстороннего консольного расположения цилиндров, что позволяет использовать его в конструкции высокоскоростных модульных прядильных машин, причем модуль при этом из одноместного превращается в двухместный. Такие машины предназначены для реализации нетрадиционных способов формирования пряжи, при которых скорость выпуска составляет сотни метров в минуту (например, самокруточный способ). При этом каждый модуль, требующий обслуживания (обрыв, смена питающих катушек, съем наработанной пряжи), отключается и включается в работу независимо от

где p – давление в любой точке масляного клина, Па; V – скорость скольжения в зацеплении, м/с; h – толщина слоя, $h = x \operatorname{tg} \beta \approx x \beta$; h_m – толщина слоя смазки, где давление $p = p_{\max}$, $h_m = x_m \operatorname{tg} \beta \approx x_m \beta$; μ – динамическая вязкость смазки в точке контакта, Па·с; β – угол в клиновом зазоре контакта, $\beta = h_1/x_1$.

Далее представим поверхность контакта в формуле (1) прямоугольником со сторонами $\ell = x_2 - x_1$ и b и, проведя необходимые преобразования, получим выражение для определения нагрузочной способности площадки контакта:

$$F = 0,125 \frac{\mu v b \ell^2}{h_1^2 \left[1 + \left(\frac{\ell}{b} \right)^2 \right]}, \quad (2)$$

где b – высота пятна контакта, мм (рис.1); ℓ – длина пятна контакта, мм (рис.1); h_1 – минимальный зазор в зацеплении, мм, принимаемый равным удвоенной сумме высоты микронеровностей поверхности зуба колеса и витков червяка. По ГОСТу 2789–51 принимаем $h_1 = 0,014$ мм.

Определим возможность возникновения режима жидкостного трения в червячной ZT передаче высокоскоростного двухместного прядильного модуля (червячное колесо поз. 3, червяк поз. 4 на рис.1). Исходным импульсом для этой попытки явилось, на взгляд авторов, весьма удачное сочетание высокой скорости в зацеплении при относительно небольших значениях моментов сопротивления вращению цилиндров вытяжного прибора модуля, имеющего только 2 рабочих места. Параметры исследуемой червячной передачи известны: модуль зацепления $m = 2,5$ мм; передаточное отношение $u_{\text{черв}} = 5$; межосевое расстояние $a_w = 45$ мм; делительный диаметр колеса $d_2 = m z_2 = 2,5 \cdot 20 = 50$ мм; делительный диаметр червяка $d_1 = m q = 2,5 \cdot 16 = 40$ мм; число заходов червяка $z_1 = 4$; угол подъема винтовой линии $\gamma = \arctg(z_1 / q) = 14,036^\circ$.

По данным испытаний передач ZT после обкатки червячного зацепления для

определения теоретического пятно контакта принимаем $b \approx (0,7 \dots 0,75) h_{\text{зуба}}$, $\ell \approx (4 \dots 5) m$ [5]. В качестве смазочного материала принимаем масло Цилиндровое 52 ГОСТ 6411–76, имеющее динамическую вязкость при 50°C , равную $\mu = 0,185$ Па·с. Нами экспериментально были определены значения статических моментов сопротивления вращению всех рабочих валов вытяжного прибора самокруточной прядильной машины. После их приведения к валу червячного колеса 3 (рис.1) и суммирования были рассчитаны нормальные силы в червячном зацеплении. Значения этих сил составили от 44 Н при общей вытяжке 30 до 70 Н при общей вытяжке 8. Значения общей вытяжки соответствуют паспортным данным прядильных самокруточных машин марки ПСК-225-ШГ. Далее были рассчитаны динамические моменты всех вращающихся масс модуля, возникающие в период пуска модуля в работу. После их приведения к валу червячного колеса были определены значения нормальных сил в червячном зацеплении, возникающих в пусковом режиме с учетом статических и динамических нагрузок. Расчеты производились при скорости скольжения, соответствующей скорости выпуска пряжи 200 метров в минуту и времени пуска, равном 2 с. Значения нормальных сил в червячном зацеплении в пусковом режиме составили от 108 Н при общей вытяжке 30 до 179 Н при общей вытяжке 8. Расчет нагрузочной способности масляного клина, выполненный по выражению (2) при скорости выпуска пряжи 200 метров в минуту, дал значение, равное 107 Н. Результаты расчета для наиболее используемого на практике значения общей вытяжки графически показаны на рис. 3 – график разгона двухместного модуля при общей вытяжке $OB=30$.

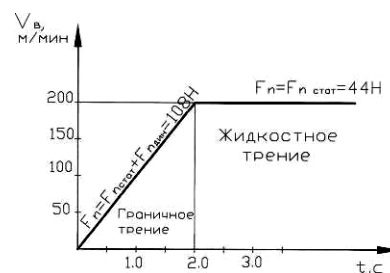


Рис. 3

ВЫВОДЫ

1. Расчеты, выполненные с помощью разработанной методики, показывают, что в высокоскоростной червячной передаче созданного авторами двухместного прядильного модуля режим жидкостного трения возможен при установившемся режиме на всем диапазоне вытяжек в вытяжном приборе.

2. Высокоскоростную червячную передачу необходимо выполнить закрытой, в герметичном корпусе, имеющем масляную ванну.

3. В пусковом режиме в червячной передаче возникает режим смешанного (граничного) трения.

4. На основании изложенного предложено использовать в приводе высокоскоростного двухместного прядильного модуля модифицированную червячную ZT передачу с площадкой контакта, смещенной в зону выхода червяка из зацепления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Привод вытяжного прибора высокоскоростной текстильной машины / Телицын А.А., Миндовский С.К., Горячкин Г.М., Филатова Н.И. (РФ): Патент № 2155248 от 27 августа 2000 г.

2. *Телицын А.А.* Развитие технологий процесса самокручения текстильных материалов и создание оборудования для их реализации: Дис...докт. техн. наук. – Кострома, 2000.

3. *Парубец В.И.* Повторный контакт в цилиндрической червячной передаче. – Вестник машиностроения, 1984, № 1. С.15...19.

4. *Дмитриев В.А.* Детали машин. – Л.: Судостроение, 1970.

5. *Кривенко И.С.* Новые типы червячных передач на судах. – Л.: Судостроение, 1967.

Рекомендована кафедрой деталей машин и подъемно-транспортных устройств. Поступила 16.06.07.