ПОЛЯРИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ЭЛАСТИЧНОСТИ ВОЛОКНА НА ТРИБОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

А.Артыков, Х.Ахунов, А.Джумабаев

Мақолада пахта толаси микроскопик хусусиятларининг унинг макраскопик хоссаларига таъсирини қутбланиш модели асосида назарий тадқиқ қилиш натижалари баён қилинган. Ушбу тадқиқотда олинган натижаларнинг тажриба натижалари билан тўла мос келиши кузатилган.

***Калит сўзлар**: қутбланиш, микроскопик, модель тасаввурлар, трибометрик хоссалар, қаттиқлик коэффициенти, эгилиш, толанинг қаршилиги, Юнг модели, электростатик энергия зичлиги*

В статье изложены результаты теоретических исследований влияния микроскопических свойств хлопковолокна на их макроскопические свойства на основе поляризационной модели. Полученные результаты теоретических исследований хорошо согласуются с данными предварительного эксперимента.

***Ключевые слова**: поляризация, микроскопические свойства, модельные представления, трибометрические свойства, коэффициент жёсткости, изгиб, сопротивление волокна, модуль Юнга, плотность внутренней электростатической энергии.*

This article contains the results of theoretical observations of the influence of microsocope peculiarities of cotton fibre on its macroscope properties under the polarization model. The results of theoretical observations fully coincide with the results of preliminary experiments.

***Key words**: polarization, microscopic, model imaginations, tribo-metric properties, resistance of fibre, coefficient of hardness, Yung model, electrostatic energydensity.*

В республике Узбекистьан уделяется большое внимание механической уборке хлопка-сырца и его обработке. Хлопок – одно из главных богатств страны, его ресурсы неисчерпаемы. Поэтому внимание к хлопковому производству никогда не ослабеет. Взаимодействие хлопка-сырца с подвижными частями машин экспериментально исследованы в работах профессора А.Джумабаева [1].

Мы обратимся в данной статье лишь к одному аспекту взаимного влияния хлопка-сырца и подвижных частей машин, которые соприкасаются с хлопковым волокном.

В частности, в исследовании отмечается, что хлопок будучи высокодеформируемым макродисперционным гетерогенным волокнистым веществом, обладает трибометрическими свойствами чувствительными к давлению. При механической обработке волокна могут испытывать повреждения.

Рассмотрим следующий случай[1]. Пусть для простоты неровности имеют продольные канавки с характерными размерами $b \geq d$. b-ширина канавок, d-средний диаметр хлопковых волокон. В этом случае могут быть два варианта: либо волокна укладываются вдоль канавки, либо сверху канавок, касаясь их вершин. Первый случай приводит к большому вкладу в трение и кроме того вызывает большие повреждения волокон. Второй случай может привести к обычной зависимости силы трения от давления, т.е. от веса:

$$F = \mu mg \qquad (1)$$

В этом случае трение не зависит от площади соприкосновения. Сила трения в первом случае не может быть рассчитана так просто. Эта сила существенно зависит от площади соприкосновения хлопка-сырца и механической установки. Ответить на вопрос, как влияет площадь на трибометрические характеристики, можно, частично произведя измерения для различных площадей основания установки.

Можно теоретически попытаться оценить площадь соприкосновения волокон с поверхностью основания установки. В работе [2] приведена оценка общей площади соприкосновения волокон с поверхностью. В [1] общая площадь соприкосновения предполагается состоящей из двух частей: A_1-площадь соприкосновения волокон, удаленных от семян, и A_2 то же самое для волокон, близких к семенам. В работе [2] даётся оценка общей площади соприкосновения безотносительно к расположению волокон относительно семян. В данной статье поставлена цель определить влияние упругих свойств волокна

на трибометрические характеристики. Для этого общая площадь взята с оценкой из [2]. В [1] для учета трения, вызванного волокнами, расположенными вдоль канавок введен коэффициент η=0,5. Это тоже вероятностная оценка. Оценка работы может дать различные значения для доли волокон зацепляющихся за неровности.

В частности, в зависимости от изменения температуры в процессе движения и соответственно влияние трения, этот коэффициент может значительно измениться. Во-первых, в формуле оценки общей площади участвует температура в экспоненте. Во-вторых, с увеличением температуры меняется форма волокон. Волокна несколько сворачиваются и соответственно количество зацепляющихся волокон уменьшается. Всё сказанное поддаётся экспериментальной проверке.

Эксперименты в [1] показали, что действительно волокна по характеру взаимодействия нужно разделить на два вида: зацепляющиеся и взаимодействующие с поверхностью за счет давления или собственного веса. Поэтому в данной работе мы провели анализ, предполагая, что площадь соприкосновения настолько гладка, что $d \succ b$, т.е. диаметр волокон больше ширины неровностей.

Мы покажем, что в этом случае можно выявить роль упругих свойств волокон при фрикционном взаимодействии. Современные шлифовальные установки позволяют создать условия на поверхности, позволяющие достичь требования $d \succ b$.

Таким образом, в работе [2] на базе статистического подхода (нового для данной области) был исследован характер поведения трибометрических свойств хлопкового волокна от температуры. Основным допущением в данной работе было использование модели волокна, которая при данной температуре T принимает характерные размеры

$$R = (\langle R^2 \rangle)^{1/2} = (2La/T)^{1/2} = (2La)^{1/2} T^{1/2} \qquad (2)$$

Здесь **a** - сопротивление волокна на изгиб. Для приближённых оценок можно взять коэффициент жёсткости.

Исследование зависимости характера трибометрических свойств от **a** само по себе интересно, т.к. именно оно связано со свойствами волокна, с его сортовыми ценностями.

В данном случае также будет принята некоторая модель для определения вида зависимости **a** от известных физических величин.

Для учета сопротивления волокна на изгиб свяжем параметр **a** с трибометрическими параметрами волокна, например, с модулем Юнга.

Очевидно, модуль Юнга по своему физическому смыслу связан с энергией, которая необходима для того, чтобы деформировать тело на единицу длины в случае растяжения или сжатия, или на единицу градуса в случае изгиба или кручения. Бесспорно, также, что эта энергия должна быть порядка плотности внутренней электростатической энергии деформируемого тела. Если этой энергии очень мало, то тело нельзя деформировать, если этой энергии очень много, то тело можно разрушить. В случае волокна происходит разрыв. Итак величина сопротивления **a** должна определяться модулем Юнга, которая в свою очередь должна быть порядка плотности внутренней энергии деформируемого тела.

Оценим плотность энергии, используя метод подобия [2]. Следуя [2] имеем для системы параметров задачи: плотность энергии $-г.см^{-1}.с^{-2};$ плотность $-г.см^{-3}$ заряд электрона $e-г^{1/2}.см^{3/2}.с^{-1};$ масса ядер $m_я - г.$

Очевидно, чем больше заряд, тем больше плотность энергии, чем больше масса ядра, тем больше в нём зарядов, и тем больше энергии, и, наконец, чем больше плотность вещества, тем больше плотность энергии. Насколько это точно, определим из дальнейшего. Итак, $E \sim e^x m_я^y \rho^z.$ Сравним размерности, получим $x=2, Y=-4/3, Z=4/3$. Итак $e^2 m_я^{-4/3} \rho^{4/3} = (\rho/m_я) e^2/(m_я/\rho)^{1/3}$. Величина $\rho/m_я$ – есть число ионов в 1 см^3, а $(m_я/\rho)^{1/3}$ – среднее расстояние между ионами. Итак, для E имеем $E=-1/2.\alpha n e^2/r_o$.

Здесь α – экспериментальный параметр. r_o – среднее расстояние между ионами, ρ-плотность волокна, параметр α называется параметром Маделунга. Следуя формуле, мы видим, что основное значение в трибометрических измерениях имеет плотность волокна. Так, для всех волокон, очевидно, $m_я$ одинаково. Таким образом, параметр **a** определяется через плотность как $\rho^{1/3}$.

Исследуем формулу для чистого объёма, занятого волокнами. Согласно [2], для обьёма имеем:

$$v' = v_0\left\{1 - A\exp\left[-\pi(2La/T)^{1/2}D^2\beta\right]\right\}$$

$$v' = v_0\left\{1 - A\exp\left[-\pi(2L^{1/2}e^2 m_{ў}^{-4/3}\rho^{4/3}/T)^{1/2}D^2\beta\right]\right\} =$$

$$v_0\left\{1 - A\exp\left[-\pi(2Le^2/T(\rho/m_{ў})^{2/3})^{1/2}D^2\beta\right]\right\}$$

Разложим эту экспоненту и получим

$$v' = v_0\left\{1 - A\exp\left[-\pi(2Le^2/T(\rho/m_{ў})^{2/3})^{1/2}D^2\beta\right]\right\} \qquad (3)$$

Итак, эффективный объём, занятый волокнами, зависит от $\rho/m_я$ как $(\rho/m_я)^{2/3}$. То есть, опять имеем классическую степенную статистическую зависимость в случае, когда в системе имеется очень большое число тел, в данном случае волокон. То есть, измерив v'_1 и v'_2 объёмы после окончания эксперимента для различных образцов с известными плотностями волокон ρ_1 и ρ_2 , можно косвенно проверить справедливость данного статистического теоретического подхода.

Литература:

1. Джумабаев А.Б. Методологические основы исследования и разработки антифрикционных материалов рабочих органов машин хлопкового комплекса. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук.- М., 1990.

2. Ахунов Х.Г., Артыков А.,Убайдуллаев С. Об одной статистической модели трибометрических измерений. Физика –математика фанлари ва уларни ўқитиш методикаси.Педагогик ўқишлар - 2011.- Андижон, 2011.

3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистическая теория. Том 3.- М.: Наука,1974

4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика.Том 5.- М.: Наука, 1976

Андижон давлат университети,
2014 йил 26 февралда қабул қилинган
(Тақризчи: проф. И.Каримов)