

12-18-2019

About the standardized method and means for determining the tribotechnical properties of materials under frictional interaction with cotton

X.T. Axmedxodjayev

F.J Karayev

D.A. Djumabayev

B.A. Sobirov

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/titli>

Recommended Citation

Axmedxodjayev, X.T.; Karayev, F.J; Djumabayev, D.A.; and Sobirov, B.A. (2019) "About the standardized method and means for determining the tribotechnical properties of materials under frictional interaction with cotton," *Textile Journal of Uzbekistan*: Vol. 6 : No. 2 , Article 7.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/titli/vol6/iss2/7>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Textile Journal of Uzbekistan by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

УДК 677.051.152+621.8+006.022

О СТАНДАРТИЗИРОВАННОМ МЕТОДЕ И СРЕДСТВАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ФРИКЦИОННОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ХЛОПКОМ

Х.Т. Ахмедходжаев, Ф.Ж. Караев, Д.А. Джумабаев, Б.А. Собиров

Аннотация. Пахта хом-ашёси ва унинг асосий элементлари толаси ва чигити соҳа иқтисодий тармогида муҳим иқтисодий ва стратегик аҳамиятга эга. Шу боис мазкур мақолада пахта хом-ашёсини технологик жиҳозлар ишчи сиртлари билан ишқаланишида ҳосил бўладиган асосий триботехник тавсифлар ҳақида фикр юритилади. Мавжуд синов стендлари ва меъёрий ҳужжатлар таҳлил этилиб, уларнинг янгилиги ва таъсир доирасини белгиловчи муайян давлат стандартлари бўлиши ҳамда тадқиқот натижалари ишончли ва кафолатли бўлиши зарурати олға сурилади.

Жумладан, тадқиқот натижаларини солиштириши ва фарқини аниқлаш учун бир хил метод ва восита қўлланилиши, яъни бир хил стандарт талаб қўйилиши қайд этилади. Технологик жиҳозлар деталларида ва бошқа машинасозлик деталларида гетерокомполит полимер материаллари кенг қўлланилиши муносабати билан уларнинг ишчанлигини ишқаланиши жараёнида кучланиши релаксацияси ўзгариши билан баҳолаш тавсия этилади. Технологик жиҳозлар ва бошқа машинасозлик деталларининг тафсилотларида гетерокомполит полимер материаллардан кенг фойдаланиши туфайли уларнинг хусусиятларини янги ишлаб чиқилган, тасдиқланган ва амалда қўлланилган ГОСТ O'zDSt 2822:2014 бўйича баҳолаш тавсия этилади, шунингдек ишқаланишини шароитида ишлатиладиган янги материалларнинг эксплуатацион ишончлилигини таъминлашида механик кучланиши релаксацияси қонуниятларини ҳисобга олиши керак.

Annotation. This article contains the tribotechnical characteristics of raw cotton when interacting with the working surfaces of technological equipment. Existing methods, devices and the availability of relevant regulatory documents are analyzed. It is noted that in order to obtain reliable research results and ensure their guarantees, it is necessary to use specific methods and devices of existing patents and existing regulatory documents.

Raw cotton and its main fiber and seed elements are of great economic and strategic importance in the economic sector. This article provides an overview of the main tribotechnical characteristics, the frictional interaction of materials with cotton. It is noted that the test results must be reliable and reliably reproducible. In particular, it is noted that the same methods and tools are used to compare and determine the results of the study, that is, the same standard requirements. Due to the widespread use of heterocomposite polymeric materials in the details of technological equipment and other engineering parts, it is recommended to evaluate their characteristics according to the newly developed GOST O'zDSt 2822: 2014, and in order to ensure the operational reliability of new materials, it is necessary to take into account the patterns of stress relaxation with friction accounting.

Аннотация. В данной статье рассматриваются триботехнические характеристики хлопка-сырца при взаимодействии с рабочими поверхностями технологического оборудования. Анализируются существующие методы, приборы и наличие на них соответствующих нормативных документов, отмечается, что для получения достоверных результатов исследования и обеспечения их гарантий необходимо использование конкретных методов и приборов, имеющих патентов и действующих нормативных документов.

Хлопок – сырец и его основные элементы-волокна и семена-имеют большое экономическое и стратегическое значение в экономических отраслях. В данной статье дается обзор основных триботехнических характеристик фрикционного взаимодействия материалов с хлопком. Отмечается, что результаты испытаний должны быть надежными и гарантированно воспроизводимыми. В частности, отмечается, что для сравнения и определения результатов исследования используются одни и те же методы и инструменты, то есть те

же стандартные требования. В связи с широким использованием гетерокомпозиционных полимерных материалов в деталях технологического оборудования и других деталях машиностроения рекомендуется оценивать их характеристики по вновь разработанному ГОСТ O'zDSt 2822:2014, а также для обеспечения эксплуатационной надежности новых материалов необходимо учесть закономерности релаксаций механического напряжения с учетом трения.

Key words: *Disk tribometer, raw cotton, frictional interaction, tribological characteristics of materials, normative documents.*

Введение. В зависимости от задачи исследования различают приборы и методы для определения трения покоя (трение при трогании с места) и трения движения (обычно приборы и методы последней группы пригодны и для определения трения покоя). По кинематическому принципу измерения силы и коэффициента трения различают методы поступательного, возвратно-поступательного, вращательного и колебательного движения.

Хлопок представляет собой дисперсный материал, состоящий из взаимосвязанных волокон, семян и различных механических примесей, и имеющий плохую сыпучесть. Геометрические размеры волокна соизмеримы с параметрами шероховатости. Существенные изменения условий взаимодействия, по сравнению с твердыми телами, происходят из-за сложных вязкоупругих свойств, которые непосредственно влияют на формирование пятен контакта и сил трения, а также из-за гигроскопичности, влажности и наличия воскового слоя на поверхности хлопка.

Одним из основных причин образования механической повреждаемости хлопка и его элементов-волокон и семян, является наличие шероховатости поверхностей технологических машин с острыми вершинами, способными оказать микрорезь волокна и тем самым снизить природные качества, главную механическую прочность волокна [1, 2]. По этой причине в настоящее время интенсивнее проводятся исследования по применению на поверхности рабочих органов технологических машин композиционных полимерных покрытий [3-5], предложены методы и средства оценки механической повреждаемости [5-8]. На основе результатов этих исследований разработаны антифрикционно износостойкие и износостойкие материалы для покрытия рабочих поверхностей технологических машин [9-11]. Возникает вопрос: какие должны быть экспериментальные установки и можно ли разработать единый стандартный метод оценки триботехнических свойств материалов при взаимодействии с хлопком-сырцом?

Основная часть. Приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований в области стандартизации методов и средств определения триботехнических свойств материалов с волокнистой массой. Анализ существующих методов и приборов подтверждает [1, 2], что каждый метод и прибор имеет свои особенности и пригоден только тогда, когда исследуемые пары на приборах работают в условиях, наиболее близких к реальным. Поэтому для изучения трения твердых тел с волокнистыми материалами разработаны специальные приборы. Это дисковый трибометр Крагельского-Владимирова (рис. 1). Диск диаметром 0,6 м вращается в горизонтальной плоскости на вертикальном шпинделе.

В процессе исследования трения твердых тел с волокнистыми материалами И.В.Крагельский подчеркнул:

- а) для достижения достаточной надежности данных для волокнистых материалов, в том числе для хлопка-сырца, необходима площадь взаимного контакта не менее 50-60 см²;
- б) с целью получения достоверных данных по коэффициенту трения при вращательном движении, не отличающемся от поступательного, следует соблюдать соотношение:

$$R_{\text{тр}} / b_k \gg 1, \quad (1)$$

где $R_{\text{тр}}$ - расстояние от оси до испытуемого образца; b_k - ширина образца.

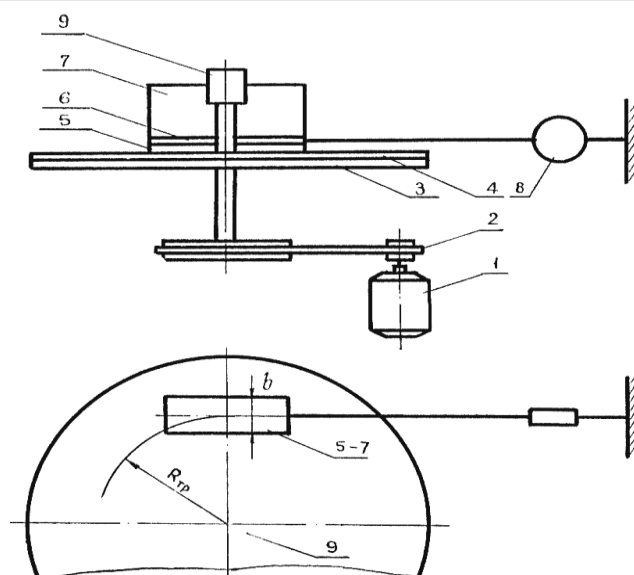


Рис.1. Принципиальная схема трибометра Крагельского-Владимирова [2]

1-электродвигатель; 2-ременная передача; 3-диск опорный;
4,5-испытуемый материал; 6-пластина; 7-груз; 8-тензодатчик; 9-тахометр.

Эти ограничения не были обоснованы экспериментальными исследованиями и в основном носили характер логического предположения. Наши исследования показали, что для максимальной имитации условий эксплуатации рабочих органов машин нужно стремиться приблизить $R_{тр}$ к ширине образца (короба – b_k).

В установке на рис. 2. задавалась линейная скорость цилиндрического образца 9 м/сек, постоянная нормальная нагрузка соответствовала 7 кН/м². В качестве волокнистого материала использовалось волокно хлопка 1-го сорта марки 100 Ф ручного сбора с влажностью 5%. Выбранные условия эксперимента близки к условиям взаимодействия на основной хлопкоочистительной машине - джине.

Однако эти выше описанные трибометры не имели основополагающего нормативно-технического документа.

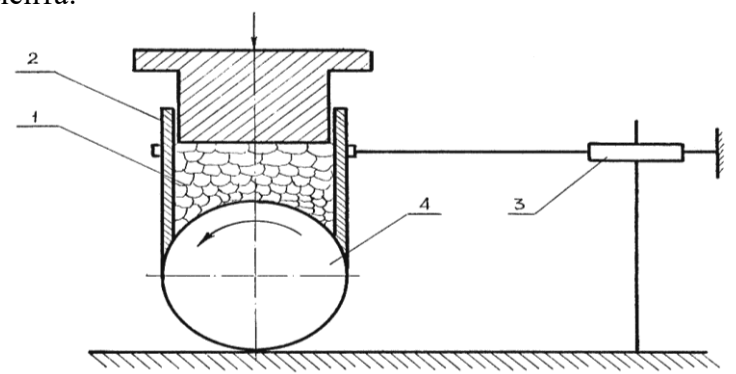


Рис. 2. Узел трения трибометра академика Р.Г.Махкамова

1-волокнистая масса; 2-бutter; 3-тензометрическое кольцо;
4-цилиндрический образец.

С учетом отмеченных недостатков описанных методов и приборов в первые был разработан ГОСТ метод 23.223-85 и создан дисковый трибометр ТашПИ для исследования триботехнических свойств конструкционных материалов при взаимодействии с хлопком-сырцом (рис. 3) [2].

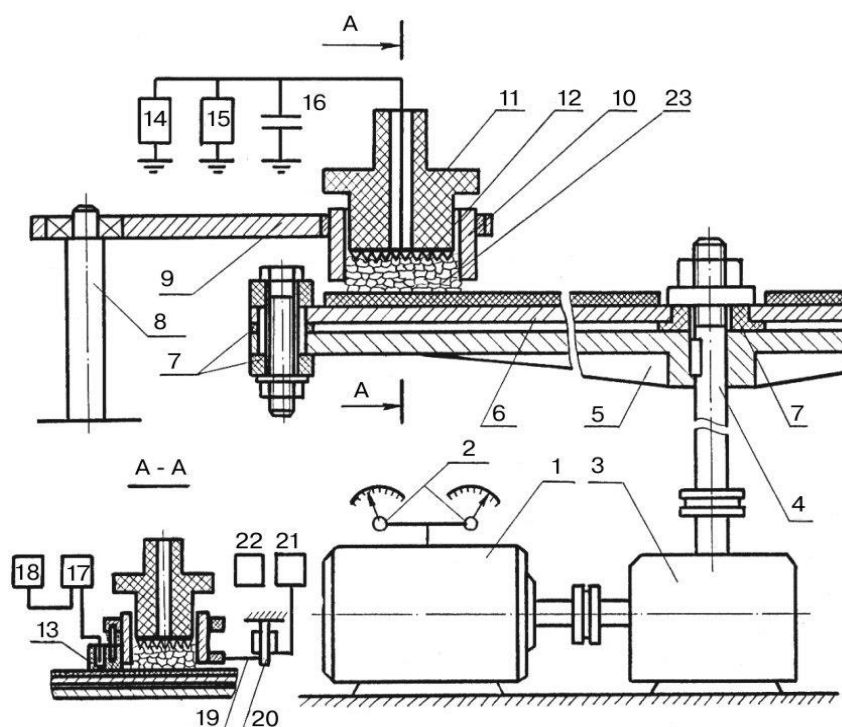


Рис. 3. Дискový трибометр ТашПИ

Дискový трибометр состоит: 1 - электродвигатель постоянного тока; 2 - тонкая и грубая регулировка частоты вращения электродвигателя; 3 - редуктор; 4 - приводной вал (шпиндель); 5 - опорный диск; 6 - испытываемый образец с покрытием; 7 - изоляционная прокладка; 8 - ось; 9 - стрела; 10 - цилиндрический короб; 11 - поршень; 12 - электрод-направляющая; 13 - углеграфитовый тензоизмерительный элемент; 14 - измеритель емкости; 15 - электрометр; 16 - добавочная емкость; 17 - потенциометр; 18 - термостат; 19 - трос; 20-тензобалка с тензодатчиками; 21-тензоусилитель; 22-осциллограф; 23-волокнистая масса.

Линейную скорость скольжения можно изменить от 0 до 10 м/с, а давление - от 0,001 до 0,05 МПа. Цилиндрический короб, через который осуществляется прижим хлопка к поверхности вращающегося диска, обеспечивает минимальное боковое давление и равномерное давление по номинальной площади трения. Коэффициент взаимного перекрытия трущихся пар можно изменять от 0,03 до 0,15 за счет изменения радиуса трения.

Эти эксплуатационные и геометрические параметры трибометра позволяют максимально имитировать условия работы машин и механизмов хлопкового комплекса.

После распада Союза заново был зарегистрирован как межгосударственный стандарт ГОСТ 23.223-97 «Метод определения триботехнических свойств материалов с волокнистой массой», действие которого на территории Узбекистана было прекращено в 2014 году с началом действия нового ГОСТа O'zDSt 2822-2014.

Надо отметить, что во всех случаях в качестве главного фактора можно принимать силу (коэффициента) трения с преобладающим вращательным движением. Взяв во внимание основные недостатки существующих методов и приборов, проанализированных в работе [2], авторским коллективом создан дискový трибометр (рис. 4.) №FAP 00782, не имеющий аналогов в мировой практике [12], с использованием которого впервые разработан и внедрен Государственный стандарт O'zDSt 2822-2014 метод определения триботехнических свойств материалов при взаимодействии с волокнистой массой [13].

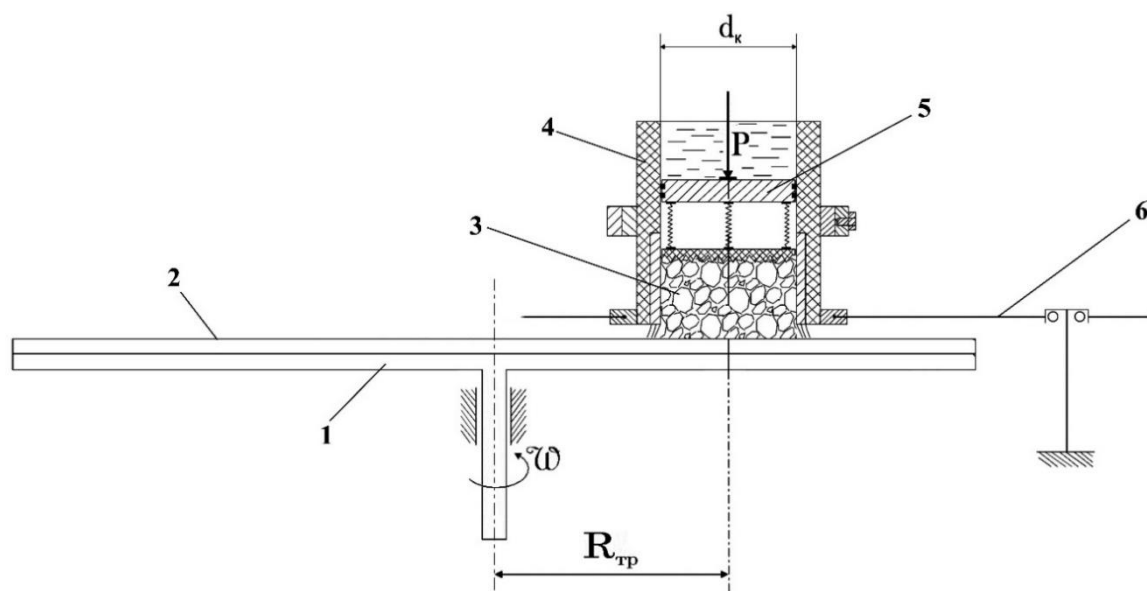


Рис. 4. Схема испытательной установки по ГОСТ О'zDSt 2822-2014

1 – опорный диск, имеющий вращательное движение; 2 – диск - испытуемый образец; 3 – волокнистый материал (хлопок), испытываемый на трение с диском образцом; 4 – цилиндрический короб для волокнистого материала; 5 – нагрузочная система для создания давления на поверхность испытательного диска; 6 – рычаг для поддержания цилиндрического короба в нужном радиусе ($R_{тр}$) вращения.

Несмотря на это, в настоящее время допускается достаточно грубым методом и средством измерения триботехнических свойств волокнистых материалов с большими погрешностями и опасными для персонала при проведении эксперимента.

Авторы работ [12, 13] считают [13], что для условий эксплуатации машин и механизмов по переработке хлопка скорость его перемещения должна иметь вращательный, и совсем не обязательно приближаться к линейной. Самое главное принципиальное отличие и сущность нового стандарта О'zDSt 2822-2014 заключается в том, что критерием эксплуатационных характеристик машин является произведение давления на скорость скольжения ($\rho \cdot v$), представляющее удельную мощность трения, более адекватно характеризующее фрикционное взаимодействие материалов. При этом обязательно определить температуру и трибозаряд в зоне трения (рис. 5)

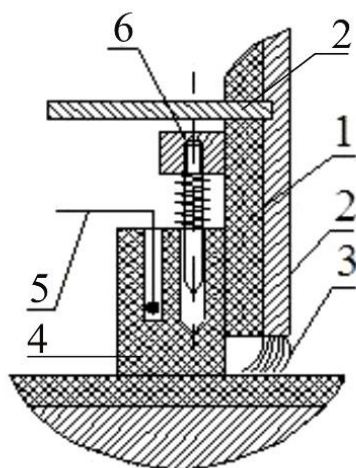


Рис. 5. Схема измерения трибозаряда и температуры

1 – цилиндрический короб; 2 – алюминиевый электрод для сбора потенциала трибозаряда; 3 – контактные проволочные щетки для съема потенциала трибозаряда; 4 – скользящий элемент (углеграфитовый электрод); 5 – термопара; 6 – пружинный шток, удерживающий скользящий элемент под давлением.

Одним из основных эксплуатационных свойств материалов, работающих в условиях трения и изнашивания, является релаксационностойкость, обеспечивающая долговечность [14-16]. Поэтому с целью универсализации назначения трибометра в научных исследованиях

разработана дополнительная конструкция, позволяющая измерять релаксацию механического напряжения в испытуемых образцах из композиционных полимерных материалов, на которую получен патент РУз на полезную модель №FAP 01039 - «Дисковый трибометр для измерения релаксации напряжений в полимерных материалах» (рис. 6) [17].

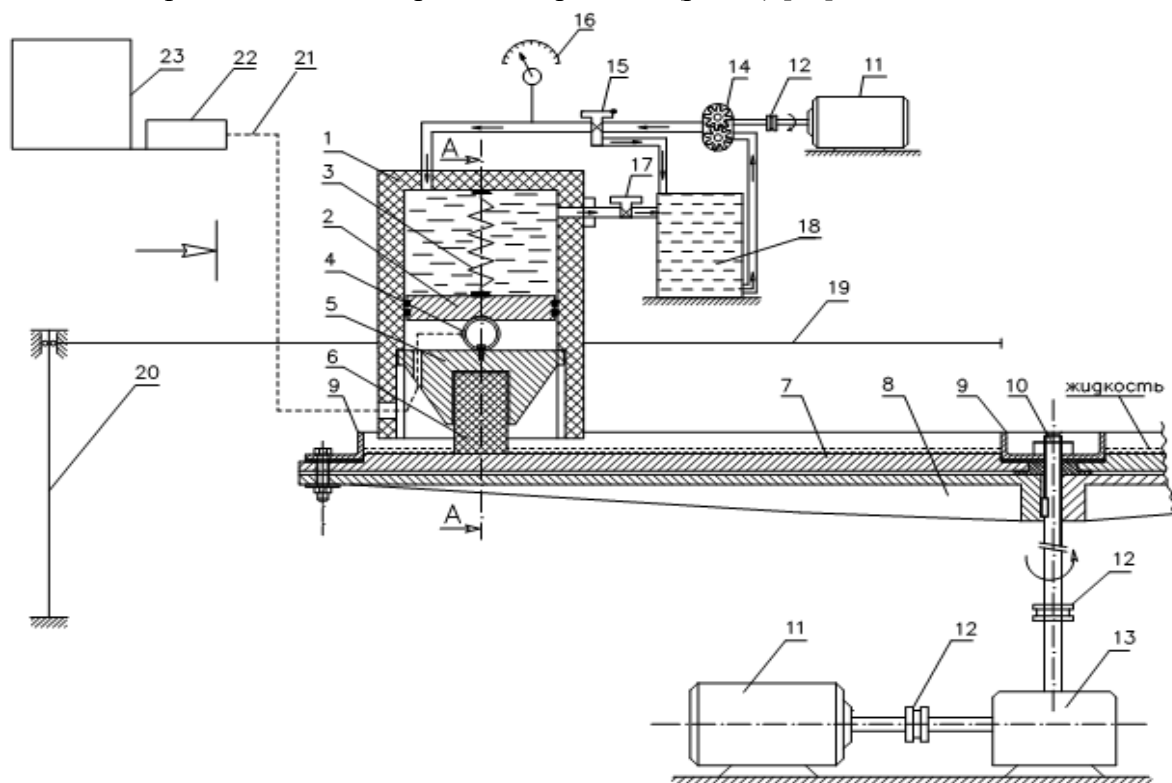


Рис. 6. Дисковый трибометр для измерения релаксации напряжений в полимерных композиционных материалах

1-гидроцилиндр; 2-поршень; 3-пружина в над поршневым пространстве;
4- тензометрическое кольцо; 5-держатель в виде усеченного конуса; 6-испытуемый образец;
7-покрытие; 8 - опорный диск; 9-желоб для подачи жидкости; 10-приводной вал;
11-электродвигатель постоянного тока; 12-муфта; 13-редуктор; 14-шестеренчатый насос; 15-
редукционный клапан; 16-манометром, 18-емкость для жидкости; 19-стрела; 20-стойка; 21-
провода; 22-программно-аппаратный комплекс «Spider 8»; 23-компьютер; 24-полу-
призматический выступ; 25-тензометрическое кольцо; 26-трос.

В основу изобретения положена задача расширения области применения дискового трибометра за счет создания его модификации, позволяющей выполнять замеры параметров релаксации напряжений в полимерных материалах в условиях трения с более высокой достоверностью и точностью показателей.

Устройство отличается от аналога тем, что узел стабилизации, выполненный в свободном подпоршневом пространстве, представляет собой держатель, который имеет форму усеченного конуса. Последний установлен основанием кверху, с возможностью перемещения по вертикальной оси гидроцилиндра, имеющего в стенках 4 прямые шлицеобразные пазы. На основании конуса вырезаны 4 полупризматических выступа, входящих в шлицеобразные пазы.

Этим обеспечивается повышенная устойчивость (за счет исключения перекосов) держателя при передвижении по вертикали гидроцилиндра, который способствует равномерному распределению нагрузки на испытуемый образец, размещенный в держателе, а также на связанное с держателем, жестко закрепленное на основании усеченного конуса, а

сверху–зафиксированное в углублении поршня тензометрическое кольцо с тензодатчиками (рис. 7).

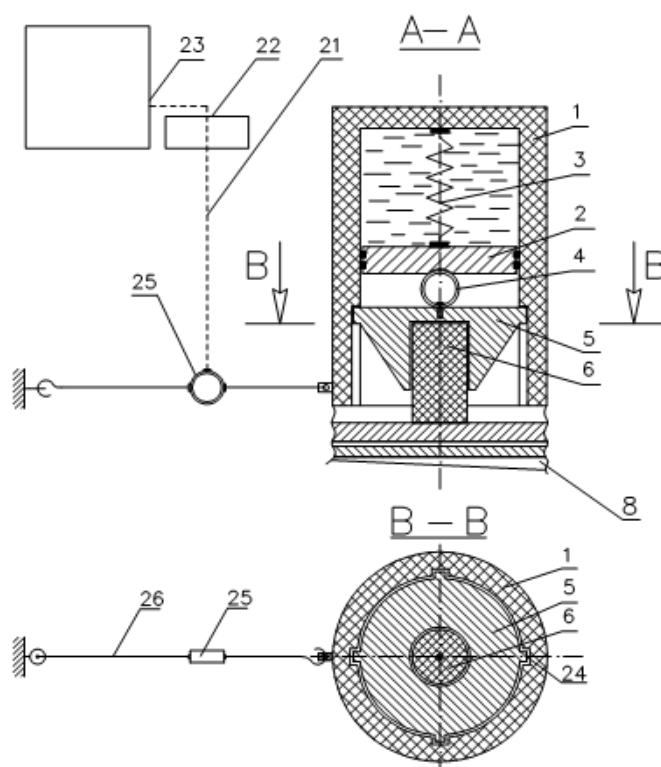


Рис. 7. Дискový трибометр для измерения релаксации напряжений в полимерных композиционных материалах
(разрез А-А, см. рис.6).

Контролируемая через систему редуционного клапана и манометра нагрузка и ее равномерное распределение на измерительный элемент, и испытуемый образец, получаемый за счет конструкции держателя и расположения в нем элементов в предложенной взаимосвязи, способствует установлению необходимых для исследования режимов и получению более достоверных и точных замеров.

Установление тензометрического кольца с тензодатчиками для измерения сил трения на тросе перпендикулярно плоскости стрелы, по которой перемещается гидроцилиндр, позволяет при радиальном движении гидроцилиндра фиксировать действительную величину натяжения троса, и определять достоверную величину силы трения между испытуемым образцом и покрытием из конструкционного материала, находящегося на опорном диске.

Заключения. Проанализированы существующие в настоящее время все методы и средства измерения триботехнических свойств конструкционных и композиционных материалов при фрикционном взаимодействии с хлопком. Выявлены преимущества и недостатков методов и средств измерения в том числе межгосударственных стандартов ГОСТ – 23.223-85 и ГОСТ – 23.223-97, а также O’zDSt 3330:2018, который по сути повторяет два отмеченных ГОСТа. Главным их недостатком является неточность измерения и опасность для персонала при проведении испытаний.

Отмечено, что с момента утверждения и внедрения O’zDSt 2822:2014 на территории РУз использование других методов и средств для определения триботехнических свойств хлопко-сырца с контролем нецелесообразно.

Предложено обратить особое внимание на приемлемость O’zDSt 2822:2014 с использованием №FAP 01039 – в широких пределах контролируемых параметров, для оценки

эксплуатационной надежности новых гетерокомпозиционных полимерных материалов с учетом релаксации механического напряжения.

References

1. Djumabaev A.B. *Trenie i povrejdachnost xlopka*. Tashkent: «Standart», - 2011, - 276 s.
2. Djumaboev A.B., Karaev F.J., Eshkabilov O.X. O sovershenstvovanie metoda i ispitatelnoy ustanovki dlya izucheniya prosessa treniya materialov. //STANDART, 2011. №1, S. 24–26.
3. Ziyamuxamedova U.A., Pulatova N.M., Negmatova M.I., Djumabaev A.B. Noviy metod ekspress otsenki effektivnosti antifriktsionnix materialov dlya rabochix organov xlopkopererativayushix mashin Kompozitsionnie materialy. Tashkent, 2004. – №4. – S.62-63.
4. Ziyamuxamedova U.A., Raximov G.N. Prognozirovaniye strukturnoy prispoblivayemosti kompozitsionnix polimernix pokritiy pri friktsionnom vzaimodeystvii s voloknistoy massoy i vozmozhnosti yeyo regulirovaniya// Nauchno-texnicheskii jurnal FerPI. – Fergana, 2005. – №3. – S.100-104.
5. Razrabotka metodiki kompleksnoy otsenki ekologicheskii effektivnix kompozitsionnix materialov dlya xlopkoochistitelnoy promishlennosti Ziyamuxamedova U.A. i dr. Kompoziti XXI veka: Dokladi Mejdunarodnogo simpoziuma. –Saratov, 2005. –S. 414-417.
6. Ziyamuxamedova U.A. Otsenka adgezionnoy sostavlyayushey koeffitsienta treniya kompozitsionnix polimernix materialov s xlopkom- sirtsom// Vestnik TashGTU. – Tashkent, 2007. – №3. – S.98-100.
7. Djumabaev A.B., Ziyamuxamedova U.A., Ubaydullaev S.K. Sovershenstvovanie standartizirovannix metodov opredeleniya tribotexnicheskix svoystv materialov s xlopkom i povshenie effektivnosti ix ispolzovaniya pri upravlenii kachestvom produkta//STANDART. – Tashkent, 2008. – №1. – S. 14-15.
8. Issledovanie rabotosposobnosti kompozitsionnix polimernix pokritiy dlya rabochix organov xlopkopererativayushix mashin, poluchennix geliotexnologicheskim metodom Ziyamuxamedova U.A. i dr. // Kompozitsionnie materialy. –Tashkent, 2005. – №5. – S.69-71.
9. Patent RUz № IAP 04645. Antifriktsionnaya polimernaya kompozitsiya/ Ziyamuxamedova U.A. i dr. // Rasmiy axborotnoma. -2013. – №2. – B.45
10. Patent RUz № IAP 04774. Antifriktsionno-iznosostoykaya polimernaya kompozitsiya/ Ziyamuxamedova U.A. i dr. // Rasmiy axborotnoma. - 2013. – №11. – B.64-65.
11. Eshkobilov O.X. Mashinasozlik kompozitsion polimer materiallarning antifriktsion xossalari ni o'rganish uchun metodika va qurilmani va ular asosida tolali massa (paxta misolida) ta'sirida ishlaydigan qoplamalarni olish texnologiyasini ishlab chiqish: Avtoref. dok. dis. na soiskanie uch. st. PhD. –Tashkent, 2018. – 51 s.
12. №FAP 00782. Diskoviy tribometr. / Djumabaev A.B. i dr. // O'zRIMA RA, -2013, -B.42.
13. Gosudarstvenniy standart RUz O'zDSt 28.22-2014, Metod opredeleniya tribotexnicheskix svoystv materialov s voloknistoy massoy Ziyamuxamedova U.A. i dr. Ofitsialnoe izdanie-32c.
14. Obespechenie nadejnosti ekspluatatsii detaley i uzlov iz mashinostroitelnix polimernix materialov na osnove mestnix sirevix resursov. O.X. Eshkabilov i dr. Sbornik mejdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Andijan, 2012 g., 377-381 str.
15. K sozdaniyu ustanovki dlya issledovaniya relaksatsii napryajeniya v polimernix kompozitsionnix materialov s uchedom trenie i iznashivaniye. B.A.Sobirov i dr. Problemi mexaniki №4. Tashkent. UzR FA MMI, -2018. –s 81–85.
16. Osnovi obespecheniya ekspluatatsionnoy nadejnosti geterokompozitnix polimernix materialov dlya detaley mashin: monografiya / A.B. Djumabaev i dr. (pod obshey red. d.t.n., prof. A.B. Djumabaeva). –Tashkent, «TURON-IQBOL», 2018. –440 s
17. №FAP 01039. Diskoviy tribometr. / Mirzaxmedova B.X. i dr. // O'zRIMA RA, -2015, -B.46.